

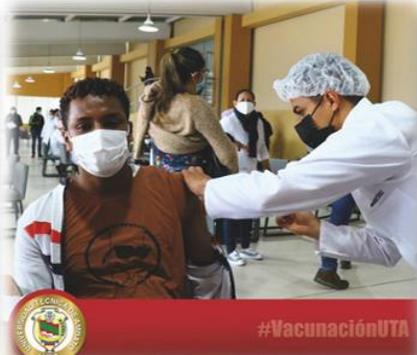
Medicinas UTA

REVISTA UNIVERSITARIA CON PROYECCIÓN  
CIENTÍFICA, ACADÉMICA Y SOCIAL

Vol. 5 No. 4.1  
Suplemento



e ISSN 2602-814X  
Octubre /2021



#VacunaciónUTA



## Carrera de Medicina

Av. Colombia y Chile. Campus Ingahurco  
Telf. 593 03 373 0266 Ext. 5218  
Ambato - Ecuador





**Volumen 5. Número 4.1**

**Suplemento**

Octubre 2021

<https://medicienciasuta.uta.edu.ec/>

e-mail: [medicienciasuta@uta.edu.ec](mailto:medicienciasuta@uta.edu.ec)



**CARRERA MEDICINA - UTA**

**MEDICIENCIAS UTA: Revista Universitaria con proyección científica, académica y social**

Mediciencias UTA es una publicación universitaria, propiedad de la Carrera de Medicina de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la UTA; dirigida a estudiantes, docentes y profesionales de las Ciencias de la Salud, donde complementan su acervo intelectual desde fundamentos teóricos que sustentan las disciplinas médicas, divulgando los resultados de investigaciones científicas mediante la presentación de diferentes modalidades de artículos científicos, en los que se exprese no sólo adelantos o experiencias médicas, sino además contribuciones académicas y aportes pedagógicos en función de las ciencias de la salud y temas de repercusión social relacionados con la salud pública en el mundo contemporáneo.

**CUERPO DE DIRECCIÓN UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**Rector**

Dr. MSc. Galo Naranjo López

**Vicerrector Académico**

Dra. Mary Cruz Ph.D.

**Vicerrector Investigación**

Dra. Elsa Hernández Ph.D.

**Vicerrector Administrativo**

Ing. MBA. Edison Viera.

**Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud**

Dr. Jesús Onorato Chicaiza Tayupanta

**Subdecano de la Facultad de Ciencias de la Salud**

Dra. Esp. Sandra Villacís Valencia

**Dirección:** Carrera de Medicina. Universidad Técnica de Ambato. Av. Colombia y Chile, Campus Ingahurco  
Ambato – Ecuador. CP: 180150

**Teléfono.** 593-03-373-0268 ext 5236

**Periodicidad:** Trimestral

**Dirección electrónica:** <https://medicienciasuta.uta.edu.ec/index.php/MedicienciasUTA>

**Email:** [medicienciauta@uta.edu.ec](mailto:medicienciauta@uta.edu.ec)

**Institución Editora:** Carrera de Medicina. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Técnica de Ambato.  
e-ISSN: 2602-814X

## Cuerpo editorial (responsables editoriales)

### Dirección General

Dr. Ricardo Javier Recalde. Esp. Medicina Familiar y Comunitaria. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

### Editor Responsable (Responsable Académico y Científico)

PhD. Andrea Zurita Leal.

Doctor of Philosophy Infection and Immunity. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

### Editor Técnico

MSc. Xavier Proaño.

Magíster en Interconectividad de Redes. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

### Editor de Sección

PhD. Elena Vicenta Hernández Navarro

Doctora en Ciencias Pedagógicas. Esp. Embriología Humana. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

### Secretaria de Redacción y Traducción

PhD. Alicia Mariferanda Zavala Calahorrano.

Doctor Filosofía. Magister en Gerencia en Salud Para el Desarrollo Local. Pontificia Universidad católica del Ecuador. Sede Ambato.

### Diagramador

PhD. Alberto Bustillos.

Doctor del Programa Oficial en Biotecnología. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador

### Secretaria de Gestión

Dra. Esmeralda Maricela Estrada Zamora. Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria. Magíster en Gerencia de la Salud. Universidad Técnica de Ambato

### Consejo Editorial Externo

#### PhD. María Alexandra Cañas.

PhD en Biotecnología. IDIBAPS/Fundación Clinic per/la recerca biomédica. Servicio de Enfermedades Infecciosas. Laboratorio de Endocarditis Experimental. Barcelona, España.

#### PhD. Karla Ramírez Estrada.

Posgrado en Farmacia. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

#### PhD. Natalia Mallo.

Doctora en Ingeniería Biotecnológica. Universidad Santiago de Compostela. España.

#### MSc. Mario Igor del Rosario Minina.

Maestría en Biomedicina. Candidato a Doctor en Ciencias en Infecciones e Inmunología. Universidad de Glasgow. Escocia, Reino Unido.

#### MSc. Helena Maritza de la Torre Olvera.

Maestría en Infecciones e Inmunología. Candidato a Doctor en Ciencias en Infecciones e Inmunología. Universidad de Glasgow. Escocia, Reino Unido.

#### PhD. José Alejandro Concepción Pacheco.

Doctor en Ciencias Pedagógicas. Licenciado en Lengua. Universidad de Ciencias Médicas Sancti Spiritus. Cuba.

#### Dr. Esp. Bolívar Eduardo Serrano Pazmiño.

Especialista de Medicina Interna. Especialista de Gastroenterología y Endoscopia Digestiva. Diplomado en Enfermedades Infecciosas. Hospital Provincial General Latacunga. Ecuador.

#### PhD. Jorge Luis Losada Guerra.

Doctor en Ciencias Pedagógicas. Especialista en Urología. Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spiritus. Cuba.

#### PhD. Ana María Nazario Dolz.

Doctor en Ciencias Médicas. Especialista en Cirugía General. Profesora Titular e Investigador Titular. Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. Cuba.

#### PhD. Mayerlin Yanes Guzmán.

Doctor en Ciencias de la Salud. Especialista en Gerencia Hospitalaria. Magister en Salud Pública. Universidad Experimental Francisco de Miranda. Venezuela.

#### PhD. Eduardo Lino Bascó Fuentes.

Doctor en Ciencias Médicas. Especialista en Histología. Profesor Consultante y Emérito. ESPOCH Riobamba. Ecuador.

#### PhD. Haydeé Aurora del Pozo Jeréz.

Doctora en Ciencias Médicas. Especialista de Medicina Interna. Profesor Consultante. Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. Cuba.

#### PhD. Juana María Remedios.

Doctora en Ciencias Pedagógicas. Universidad Pedagógica de Sancti Spiritus. Cuba.

### Consejo Editorial Interno

#### PhD. Lizette Elena Leiva Suero.

Doctora en Ciencias Médicas. Especialista de Medicina Interna. Profesor e Investigador Titular. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

#### PhD. Elena Vicenta Hernández Navarro.

Doctora en Ciencias Pedagógicas. Especialista de Embriología Humana. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

#### PhD. Yenddy Carrero Castillo.

Doctora en Medicina Clínica. Lic. Bioanálisis. MSc. Inmunología. Investigador Titular. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

#### Mg. Patricia Lorena Paredes Lascano.

Magíster en Pedagogía en Ciencias de la Salud. Especialista en Pediatría. Hospital IESS Ambato. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

## CONTENIDO Y AUTORES

### ARTICULOS DE REVISIÓN

Influencia de la Spirulina ( <i>Arthrospira platensis</i> ) como alimento funcional en enfermedades crónicas <i>Influence of Spirulina (Arthrospira platensis) as a functional food in chronic diseases</i> Leidy Jazmin Guaygua Arroyo, Victoria Monserrate Carrasco Pérez, Verónica Natali Chauca Toapanta .....	7 - 12	Kinesioterapia en la prevención de trastornos funcionales de miembro superior post cirugía de cáncer de mama <i>Kinesiotherapy in the prevention of functional disorders of the upper limb post breast cancer surgery.</i> Daniela Jurado, Gabriela Robalino, Delia Muyulema .....	57 - 63
Microalgas como sustituto de proteínas de origen animal <i>Microalgae as a substitute for proteins of animal origin</i> Andrea Basantes Chango, Gissela Quinapanta Pérez, Evelyn Vásquez Quishpe .....	13 -21	Reeducación biomecánica en la corrección postural de adultos mayores <i>Biomechanical reeducation in postural correction of older adults</i> Ocaña Guerrero Mariela Carolina, Zavala Calahorrano Alicia Marifermanda, Ortiz Reyes María Gabriela .....	64 - 69
<i>Artocarpus Heterophyllus (Jackfruit): propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. Revisión de la literatura</i> <i>Artocarpus Heterophyllus (Jackfruit): anti-inflammatory and antioxidant properties. Literature review</i> Marilyn Anaís Guamán Chipantiza*, Joceline Lizbeth Paredes Játiva**, Domenica Monserrath Robayo Poveda ...	22 - 26	Estimulación basal en adultos mayores con alteraciones de equilibrio y marcha <i>Basal stimulation in older adults with balance and gait problems..</i> Jesenia Elizabeth Carrasco Cajo, Jazmín Micaela Montero Guizado, Iván Patricio Valente Anilema .....	70 - 74
Cisteína generadora de glutatión y su efecto antioxidante en pacientes con nutrición parenteral <i>Glutathione-generating cysteine and its antioxidant effect in patients on parenteral nutrition</i> Stephany María Aldás Garcés, Jennifer Paola Barrera Morales, Erika Michelle Guevara Arroba .....	27 -32	Ejercicios de equilibrio y coordinación en el adulto mayor con riesgo de caída <i>Balance and coordination exercises in the older adult at risk of falling.</i> Gabriela Maribel Ortiz Reyes, Darío Fernando Pérez Pérez, Delia del Rocío Muyulema Moyolema, Luis Ernesto Córdova Velasco .....	75 - 81
Contaminación por agentes químicos desde un enfoque interdisciplinario - efectos en la Seguridad Alimentaria <i>Contamination by chemical agents from an interdisciplinary approach - effects on Food Safety.</i> Carmen Viteri-Robayo .....	33 - 40	Método Kaltenborn sobre la funcionalidad en el síndrome de manguito rotador <i>Kaltenborn method on functionality in rotator cuff syndrome</i> Ana Victoria Mullo Manovanda ; Ana Cristina Díaz Cevallos; Andrés Ulises López Martínez, Angela Priscila Campos Moposita, Andrea Gissela Lozada Castro .....	82 - 86
<b>ARTICULOS ORIGINALES DE INVESTIGACIÓN</b> El ejercicio aeróbico en la disminución del dolor en gonartrosis. <i>Aerobic exercise in reducing pain in knee osteoarthritis</i> Rommel Fernando Balda Ulloa, Mónica Cristina Tello Moreno, Bryan Alexander Guingla Lucio .....	41 - 43	Habilidades psicomotrices en el adulto mayor a través de la estimulación multisensorial <i>Psychomotor skills in the older adult through multisensory stimulation.</i> Gualpa Ramón Elías, Sarco Tipán Diana, Toscano Teneda Cecilia, Vallejo Chinche Silvia .....	87 - 91
Ejercicios de estabilización del core en lumbalgia en madres gestantes <i>Core stabilization exercises for the low back pain of gestant mothers</i> Delia del Rocío Muyulema Moyolema , Mónica Cristina Tello Moreno, Mariela Carolina Ocaña Guerrero, Mayra Daniela Jurado Mogollón .....	44 – 50	Actividad física con el uso de balón terapéutico en la lumbalgia crónica <i>Physical activity with the use of a therapeutic balloon in chronic low back pain.</i> Silvia Del Pilar Vallejo, Chinche Sonia Alexandra Alvarez Carrión, Carmen Viteri-Robayo, Elías Gualpa Ramón .....	92 – 97
Fortalecimiento del suelo pélvico como tratamiento no invasivo de Incontinencia Urinaria en mujeres atletas de montaña. <i>Pelvic floor strengthening as a non-invasive treatment for urinary incontinence in female mountain athletes</i> Mayra García Moya, Narciza Cedeño Zamora, Paola Ortiz Villalba, Evelyn Pacha Jara .....	51 - 56	Ejercicios de Frenkel en el equilibrio de adultos mayores <i>Frenkel exercises on balance in older adults.</i> Jazmín Micaela Montero, María Narciza Cedeño, Jesenia Elizabeth Carrasco .....	98 - 103
		Evaluación del core y fuerza funcional en deportistas <i>Core and functional strength assessment in athletes.</i> Angela Priscila Campos Moposita, Victoria Estefanía Espín Pastor, Grace Verónica Moscoso Córdova, Andrés Ulises López Martínez, Ana Victoria Mullo Manovanda, Arias Córdova Paúl Adrián, Karla Belén Chicaiza Bosquez .....	104 – 112

## CONTENIDO Y AUTORES

<p>Facilitación neuromuscular propioceptiva en adultos mayores con artrosis de rodilla  <b>Proprioceptive neuromuscular facilitation in older adults with knee osteoarthritis.</b>                      Iván Patricio Valente Anilema, Gabriela Estefanía Robalino Morales, Jesenia Elizabeth Carrasco. ....</p>	113 - 118	<p>Actividad física relacionada al desarrollo óptimo de las funciones cognitivas del adulto mayor  <b>Physical activity related to the optimal development of cognitive functions in the elderly</b>                      Rivera Quinatoa Jessica, Robalino Morales Gabriela, Jiménez Denis.....</p>	162 - 167
<p>Facilitación neuromuscular propioceptiva en adultos mayores con dolor de rodillas  <b>Proprioceptive neuromuscular facilitation in older adults with knee pain.</b>                      Manzano Vinueza Gabriela Cristina, Latta Sánchez María Augusta, Arias Córdova Paúl Adrián .....</p>	119 -125	<p><b>Evaluación de amplitud articular, estabilidad y fuerza de hombro en deportistas para detectar GIRD</b>                      Andrés Ulises López Martínez, Victoria Estefanía Espín Pastor, Ana Victoria Mullo Manovanda, Angela Priscila Campos Moposita, Diana Estefanía Coque Molina.....</p>	168 - 173
<p>Técnica de liberación miofascial en puntos gatillo del trapecio para dolor cervical  <b>Myofascial release technique at trapeze trigger points for cervical pain.</b>                      Cecilia Natividad Guamán Capito, Sonia Alexandra Álvarez Carrión, Carmen Viteri-Robayo, Cynthia Elizabeth Pilco Toscano, Carlos Guamán Capito Ángel, Patricio IpiALES Estrella .....</p>	126 -133	<p><b>Eficacia del método POLD como tratamiento en pacientes adultos mayores con lumbalgia</b>  <b>Effectiveness of the POLD method as a treatment in elderly patients with low back pain</b>                      Patricia Alejandra Villota Rodríguez, Luis Felipe Arellano Franco, Cynthia Elizabeth Pilco Toscano.....</p>	174 - 180
<p>Efectos de la pliometría para el tratamiento fisioterapéutico de lesiones deportivas de rodilla  <b>Effects of plyometrics for the physiotherapeutic treatment of sport knee injuries</b>                      Sonia Alexandra Alvarez Carrión, Carmen Viteri Robayo, Silvia del Pilar Vallejo Chinche, Eimy Carolina Zurita Alvarez, Cecilia Natividad Guamán Capito .....</p>	134 - 138	<p><b>Terapia manual sobre dolor lumbar inespecífico presente en personas que entrenan en gimnasio</b>  <b>Manual therapy on non-specific low back pain present in people who train in the gym</b>                      Arias Córdova Paúl, Espín Pastor Victoria, Manzano Vinueza Gabriela, Campos Moposita Angela, Guanopatin Caisaguano Sonia.....</p>	181-189
<p>Efectividad de la ritmo terapia en las funciones cognitivas durante el aislamiento Covid-19  <b>Effectiveness of rhythm therapy on cognitive functions during isolation Covid-19.</b>                      Josselyn Gabriela Bonilla Ayala, Alicia Zavala Calahorrano, Geovanna Cristina Almeida Villegas .....</p>	139- 144		
<p>Liberación miofascial en el síndrome cruzado superior en el personal administrativo  <b>Myofascial release in upper cruciate syndrome in administrative personnel</b>                      Geovanna Cristina Almeida Villegas, Andrea Carolina Peñafiel, Lucia Lastenia Cali, Josselyn Gabriela Bonilla Ayala .....</p>	145 - 149		
<p>Prevención de lesiones musculoesqueléticas en estudiantes que reciben clases de modalidad virtual  <b>Prevention of musculoskeletal disorders in students receiving online classes</b>                      Geovanna Cristina Almeida Cynthia Elizabeth Pilco Toscano, Luis Felipe Arellano Franco, Diego Patricio Calero Jiménez, Patricia Alejandra Villota Rodríguez, Cecilia Natividad Guamán Capito .....</p>	150 - 156		
<p>Efectos de la música en el rendimiento funcional de universitarios  <b>Effects of music on the functional performance of university students</b>                      Moscoso Córdova Grace Verónica, Espín Pastor Victoria Estefanía, Ortiz Villalba Paola Gabriela, Caiza Vega Mónica del Rocío, Zabala Peñaloza Elvis José .....</p>	157 - 161		

**Influencia de la Spirulina (*Arthrospira platensis*) como alimento funcional en enfermedades crónicas**  
**Influence of Spirulina (*Arthrospira platensis*) as a functional food in chronic diseases**

Leidy Jazmin Guaygua Arroyo<sup>1</sup> - <https://orcid.org/0000-0002-3718-4064>

Victoria Monserrate Carrasco Pérez<sup>1</sup> - <https://orcid.org/0000-0001-6634-7478>

Verónica Natali Chauca Toapanta<sup>1</sup> - <https://orcid.org/0000-0003-1795-0232>

<sup>1</sup>Carrera de Nutrición y Dietética Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Nutrición y Dietética,  
Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador  
[lguaygua1801@uta.edu.ec](mailto:lguaygua1801@uta.edu.ec)

**Resumen**

**Introducción:** Las enfermedades crónicas como la obesidad, diabetes, cáncer, ECV, desnutrición y dislipidemia denotan ser un problema importante a nivel mundial debido a diferentes factores que puedan presentarse, esto conlleva a un deterioro en el estado de salud, altas tasas de morbilidad y mortalidad. Es por ello que se ha tomado en cuenta la suplementación de la spirulina en aquellos pacientes que puedan presentar ciertos desbalances tanto en valores bioquímicos, macro y micronutrientes.

**Objetivo:** Presentar los efectos de la Spirulina como alimento funcional y su actividad terapéutica en enfermedades crónicas mejorando su calidad de vida.

**Material y Métodos:** Se realizó una búsqueda de fuentes confiables con el objetivo de valorar los efectos de la spirulina como alimento funcional y su actividad terapéutica en enfermedades crónicas. Para ello en el estudio se realizó la revisión del contenido de 21 artículos recopilados de las bases de datos: Scopus, PubMed, MediMay, Hindawi, Scielo, Redalyc, Elsevier, Springer, Medigrapic y Sciondirect. La información recopilada fue de ayuda para establecer los aportes y beneficios de espirulina según el tipo de paciente y la enfermedad que presenten.

**Resultados:** El consumo de spirulina presenta beneficios en la salud de personas que padecen enfermedades crónicas al regular niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos por su contenido de aminoácidos, ácidos grasos esenciales, vitaminas C y E, entre otros; además de un consecuente control de peso.

**Conclusión:** A pesar de que no todas las enfermedades crónicas presentan las mismas complicaciones en la salud, el consumo de spirulina abarca mejoras y beneficios para cada caso.

**Palabras Clave:** Spirulina, enfermedades crónicas.

**Abstract**

**Introduction:** Chronic diseases such as obesity, diabetes, cardiovascular disease, cancer, ECV, malnutrition and dyslipidemia denote to be an important problem worldwide due to different factors that may occur, this leads to a deterioration in the state of health, high rates of morbidity and mortality. That is why the supplementation of spirulina has been taken into account in those patients who may present certain imbalances in biochemical values, macro and micronutrients.

**Objetive:** Present the effects of Spirulina as a functional food and its therapeutic activity in chronic diseases, improving their quality of life.

**Material and methods:** A search for trusted sources was carried out in order to evaluate the effects of Spirulina as a functional food and its therapeutic activity in chronic diseases. For this purpose, the study included a review of the content of 21 articles collected from the following databases: Scopus, PubMed, MediMay, Hindawi, Scielo, Redalyc, Elsevier, Springer, Medigrapic and Sciondirect. The information gathered was helpful to establish the contributions and benefits of spirulina according to the type of patient and the disease they present.

**Results:** The consumption of spirulina presents benefits in the health of people who suffer from chronic diseases by regulating levels of glucose, cholesterol and triglycerides due to its content of amino acids, essential fatty acids, vitamins C and E, among others; in addition to a consequent weight control.

**Conclusion:** Although not all chronic diseases present the same health complications, the consumption of spirulina includes improvements and benefits for each case.

**Keywords:** Spirulina, chronic diseases.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

## Introducción

Las enfermedades crónicas y el creciente aumento de su incidencia a nivel mundial se ha convertido en una de las problemáticas más persistentes a lo largo del tiempo cuya erradicación podría parecer una utopía más que una realidad cercana, esto debido a desencadenantes como la falta de educación alimentaria nutricional, así como también el incremento de malos hábitos alimenticios sumados al desconocimiento de nuevas alternativas a la alimentación tradicional, factores que suponen el desarrollo de distintas patologías crónicas que deterioran el estado de salud de los individuos, lo que conlleva a un incremento de las tasas de morbilidad y mortalidad poblacional y por ende a una mayor inversión en salud por parte de los gobiernos <sup>(1)</sup>. Se debe tener en cuenta a los alimentos nutraceuticos que contienen microalgas ya que actualmente representan un mercado grande y de rápida expansión. <sup>(2)</sup>

Los avances tecnológicos han impulsado el descubrimiento y desarrollo de nuevos alimentos como alternativas a otros de común ingesta por su alto valor nutricional y biodisponibilidad, así como también diferentes presentaciones que faciliten y dinamicen la alimentación. Sin embargo, la difusión de discursos en redes sociales y medios de comunicación que influyen en las percepciones y el consumo de alimentos, sumada a la ausencia de interés y conocimiento han ocasionado que no se incluyan o no se tomen en cuenta para su consumo diario. <sup>(3)</sup> En la actualidad, las microalgas conforman un alimento cada vez más conocido y utilizado por las personas presentando un alto interés comercial al contener varios compuestos que influyen en beneficio a ciertas enfermedades crónicas que están afectando a la humanidad siendo la causa principal de consultas y egresos hospitalarios en las últimas dos décadas <sup>(3)</sup>. Es por ello que las microalgas son consideradas como superalimento, sin embargo, se considera necesario desarrollar tecnologías de producción y procesado más eficientes y económicas para un mejor efecto y promoción de dichos productos. Con el desarrollo de la investigación, los alimentos funcionales de alta eficacia y baja toxicidad aislados de microorganismos marinos se han convertido en un nuevo campo de gran importancia, ya que se han informado las acciones antiinflamatoria, antioxidante, antitumoral y mejor estado inmunológico. <sup>(4)</sup>

Aún son pocas las especies de microalgas que están aprobadas en Ecuador, entre ellas se encuentra la espirulina. Se tiene en consideración que la Spirulina Plantensis presenta grandes efectos beneficiosos en la salud de quienes la consumen debido a su gran contenido en proteína, grasas polinsaturadas, vitaminas y minerales, lo cual trae consigo una ventajosa relevancia en personas con

enfermedades crónicas no transmisibles como la desnutrición, diabetes mellitus, ECV, obesidad, cáncer y dislipidemia cuyas necesidades nutricionales se ven alteradas. Es así que, cuando se ingieren con regularidad y en cantidades moderadas, pueden proporcionar un significativo efecto fisiológico a largo plazo. Sin embargo, se debe ahondar con claridad en la evidencia sobre la relación consumo-beneficio para una adecuada promoción de su ingesta en la población.

El objetivo de la presente investigación fue presentar los efectos de la Spirulina como alimento funcional y su actividad terapéutica en enfermedades crónicas mejorando su calidad de vida.

## Materiales y métodos

Se realizó un estudio de revisión sistémica y crítica de literatura científica, sobre el efecto del consumo de Spirulina (*Arthrospira platensis*) en enfermedades crónicas. Se incluyeron enfermedades descritas en el ENSANUT.ECU como aquellas que aportan mayor cantidad de consultas y egresos hospitalarios. Para la obtención de información se seleccionaron artículos científicos de publicación en los últimos 5 años (2016-2021), con una búsqueda exhaustiva en las bases de datos Scopus, Pubmed, MediMay, Hindawi, Scielo, Redalyc, Elsevier, Springer, Medigraphic y Sciencedirect. Para la investigación se emplearon artículos en español e inglés, asociado a las palabras clave: Espirulina, obesidad, diabetes, cáncer, desnutrición, dislipidemia. Se analizaron 21 artículos científicos entre revisiones sistémicas, estudios de caso y ensayos clínicos de doble ciego, los cuales fueron citados adecuadamente a lo largo del presente artículo.

## Desarrollo

Se conoce a la Spirulina como una bacteria primitiva, multicelular y filamentosa que está formada por organismo unicelulares llamados algas verdes azules y es fácil de encontrar en zonas acuáticas. Este tipo de organismo es altamente empleado como antioxidante debido a su composición de b-caroteno, vitaminas, ficobiliproteínas y ácidos grasos poliinsaturados. En este caso de la Spirulina está formada por ciertos pigmentos que son ficocianina, aloficocianina y ficoeritrina siendo la ficocianina la que más prevalece. Su color se debe a que posee grupos prostéticos con tetrapirroles. Pero lo que hace realmente significativa a la Spirulina es su gran contenido en proteína de alto valor biológico, la presencia de carbohidratos digeribles, ciertas vitaminas en especial todas las vitaminas del complejo B, ácido fólico, carotenoides y minerales

esenciales que son primordiales para el tratamiento de diferentes enfermedades. <sup>(5)</sup>

La técnica mayormente utilizada es la deshidratación ya que permite eliminar la mayor cantidad de agua presente para de esta manera obtener un polvo azul-verdoso el cual permite prolongar su vida útil, inhibe el crecimiento microbiano, la actividad enzimática, el pardeamiento no enzimático, la oxidación lipídica y además llega a ser altamente utilizado como ingrediente para incorporar en alimentos funcionales. Estos alimentos deben producir efectos beneficiosos sobre las funciones orgánicas, además de sus efectos nutricionales intrínsecos, apropiados para mejorar la salud, el bienestar y reducir el riesgo de patologías. <sup>(6)</sup>

Como refiere Gutiérrez-Salmeán et al., según lo citado por Villalba-Alderete <sup>(7)</sup> Se ha demostrado que la *A. platensis* tiene una buena aceptación organoléptica, lo que le confiere un gran potencial para considerarse como suplemento nutricional y,

finalmente, no se han reportado toxicidades crónicas ni agudas, haciéndola segura para el consumo humano. Sus elevados efectos positivos en el organismo de las personas que padecen enfermedades crónicas, debidos a su composición nutricional (Tabla 1), ha provocado que en muchas de las ocasiones la spirulina sea considerada una alternativa de tratamiento terapéutico.

**Tabla 1.** Composición bioquímica de la Spirulina

<b>SPIRULINA</b>					
<b>Componente</b>	<b>Contenido(%)</b>	<b>Componente</b>	<b>Contenido(%)</b>	<b>Componente</b>	<b>Contenido(%)</b>
<b>Proteína</b>	50-70	<b>Carbohidratos</b>	15-20	<b>Vitaminas</b>	
Leucina	5,9 - 6,5	Glicerol	7,4	Provitamina A	0,11-0,2
Valina	7,5	Glucosa	7,5	Tiamina B1	3,4
Isoleucina	6,8	Ramnosa	17,1	Riboflavina B2	2,5-3,5
Lisina	2,6 - 3,3	Fucosa	3,30	Niacina B3	0,014
Fenilalanina	2,6-3,3	Ribosa	1 -15,5	Vitaminas B6	0,5-07
Metionina	1,3-2,0	Xilosa	4,5	Cobalamina B12	0,15-0,25
Triptófano	1,0-1,6	Manosa	1,9	Vitamina E	5,7
Tirosina	2,6-3,3	Galactosa	8,2	Vitamina K	2,2
Ácido glutámico	7,3-9,5	D-Glucosamina	2,12	Ácido fólico	4,5
Ácido aspártico	5,2-6,0	----	---	Ácido pantoténico	0,5-0,8
Cisteína	0,5-0,7	----	---	Biotina	5 ug
<b>Ácido grasos</b>	3-6,5	<b>Minerales</b>	7	<b>Pigmentos</b>	6
Ácido mirístico	0,23	Potasio	1,14	Clorofila	0,8-1,5
Ácido palmítico	44,6-54,1	Sodio	0,45-0,5	Carotenoides	0,648
Ácido palmítoleico	1,26	Fòsforo	0,3-0,7	Betacaroteno	15
Ácido y linoleico	8 .32	Calcio	0,1-0,4	Equinenona	11.13
Ácido oleico	1 -15,5	Magnesio	0,1-0,2	B-criptoxantina	6.8
----	----	Fierro	0,03-0,05	3-Hidroxiequinenona	7.11
-----	-----	Manganeso	0,005	Zeaxantina	25
-----	-----	Zinc	0,003	Diatoxantina	5
-----	-----	Cobre	0,0012	Cantaxantina	5
-----	-----	Cromo	0,28	Mixoxantofila	13-17
-----	-----	---	-----	Ficocianina	16-20

**Fuente:** Bioprospección de *Arthrospira plantensis* Nativa del chaco Paraguayo como propuesta alternativa para fines alimentarios (Villalba-Alderete, 2018).

## **Análisis y resultados**

### **Análisis del efecto de la Spirulina en enfermedades crónicas**

#### **Obesidad**

Es el principal problema de salud en todo el mundo porque es una base para el desarrollo de numerosas comorbilidades a la vez que su prevalencia va aumentando y convirtiéndose así en el quinto riesgo principal de muerte a nivel mundial. <sup>(8)</sup> En el tratamiento de esta patología, la alimentación y la actividad física juegan un papel fundamental, por esa razón en los últimos años se han realizado investigaciones en donde se demostró que el uso de hierbas (ej Spirulina) es una buena opción de tratamiento al contener menor cantidad de efectos secundarios así también se desarrolló suplementos para minorizar casos de obesidad, así como consecuencias negativas para la salud. <sup>(8)</sup>

En estudios realizados <sup>(8) (9) (10)</sup>, se demostró que el uso de la spirulina en pacientes con sobrepeso y obesidad tiene un efecto positivo en niveles de concentración de lípidos séricos haciendo que se reduzca considerablemente los niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y el colesterol total; a su vez, la suplementación con Spirulina en individuos obesos provocó que la concentración de lipoproteínas de alta densidad HDL incrementara. También se observaron cambios significativos en cuanto al peso, la reducción del IMC fue mayor en los pacientes suplementados, se presentó un mejor control del apetito. <sup>(8) (11) (12)</sup>

#### **Enfermedades Cardiovasculares**

Es la principal causa de morbilidad en el mundo, los factores predisponentes para esta patología son las dislipidemias, sobrepeso y obesidad, que se caracteriza por elevadas concentraciones de triglicéridos y lípidos séricos, el tratamiento se basa en la ingesta de antioxidantes /suplementos nutricionales, la Spirulina contiene aminoácidos, ácidos grasos esenciales, vitaminas C y E, tocoferoles y ficocianinas, es así que ofrece una fuente importante de antioxidantes convirtiéndose en una protección cardiovascular. <sup>(12)</sup>

Existen varios estudios <sup>(13) (14)</sup> que revelan que la Spirulina reduce los riesgos de enfermedades cardiovasculares, aunque se hayan realizado en modelos de animales y muy poco en humanos. La administración de esta microalga en la dieta mostro efectos positivos sobre las respuestas vasomotoras dependiente del endotelio en anillos de aorta, debido a la respuesta hipolimiante y antioxidante de esta microalga por su contenido de ficocianina, esta se une a ácidos biliares en el sistema digestivo e inhibe recaptura de estos, con esto se disminuye la concentración de colesterol en sangre.

#### **Dislipidemias**

Se caracteriza por el nivel alterado de uno o más lípidos en plasma y el colesterol total, los factores principales son el exceso de peso corporal y sedentarismo. Se han utilizado métodos para promover buena alimentación para la prevención. La spirulina es

utilizada como complemento nutricional por su contenido en proteínas, ácidos grasos esenciales vitaminas, polifenoles, carotenoides y ficocianinas, esta suplementación disminuye los niveles LDL-C. <sup>(10)</sup>

Las investigaciones realizadas demostraron que la suplementación con spirulina tienen un efecto benéfico porque reduce las concentraciones plasmáticas de colesterol, triglicéridos y aumento de HDL-C, mejorando considera dablemente el estado antioxidante. <sup>(15) (11)</sup>

#### **Cáncer**

Se conoce al cáncer como una patología compleja, heterogénea y dinámica que se caracteriza por un proceso de mitosis descontrolado <sup>(16)</sup>, El tratamiento nutricional juega un papel importante en el detenimiento del avance de la enfermedad y su tratamiento. De este modo, varias investigaciones realizadas encontraron que la ficocianina, que está presente en la Spirulina, contribuye muchos beneficios para el pacientes con cáncer debido a su capacidad anti proliferativa, anti metastásica y anti angiogénica descubriendo un agente terapéutico anticancerígeno. <sup>(17) (18)</sup>

Además se observó la reducción de células cancerosas, inducción de la apoptosis y supresión de la migración celular, no se detectó efecto citotóxico de la Spirulina <sup>(19)</sup> en pacientes con cancer. La spirulina tiene capacidad de reducir el daño oxidativo y genera más del 50 % de protección. Patología compleja, heterogénea y dinámica por una mitosis.

#### **Diabetes**

La población con este tipo de patología se encuentra altamente beneficiada por a sus cualidades nutraceuticas que posee, debido a que mejora el estado nutricional en diabetes mellitus tipo 1 y 2. Al ser suministrado mejora la respuesta de la glucosa esto debido a la ficocianina pues va a activar la glucoquinasa y la señalización de la insulina en el hígado y páncreas, lo que conducirá a disminuir la glicemia. <sup>(20) (21)</sup>

Al ser un alimento con altos componentes en macro y micronutrientes esenciales en este caso uno de ellos es la PUFA pues contiene importantes compuestos antioxidantes para prevenir la peroxidación de lípidos, así también se ha demostrado que la Spirulina disminuye la glucemia y el estrés oxidativo ya que presenta un gran aporte de ω-6 PUF para sobrellevar un buen estado nutricional. Se realizó un estudio en el cual se tomó en cuenta 59 ratas diabéticas que fueron sometidas a un tratamiento con Spirulina, se comprobó que los niveles de enzimas antioxidantes se encontraban en aumento, niveles de glucosa, triglicéridos y colesterol total en sangre y el contenido de malondialdehído en los tejidos corporales disminuyeron en un 20, 31, 22 y hasta un 56%, respectivamente. Las pruebas in vitro e in vivo han demostrado que la espirulina tiene efectos antihiper glucémicos, antihiperlipidémicos y antioxidantes en las ratas diabéticas. <sup>(21) (22)</sup>

### Desnutrición

Está afección, que constituye un factor de riesgo de morbilidad, mortalidad y disminución del rendimiento en especialmente en adolescentes, se caracteriza por un estado de déficit de Macro y micronutrientes en el organismo del paciente. En este sentido la Spirulina sugiere una alternativa para la prevención de esta patología y sus complicaciones al ser una fuente adecuada de aminoácidos, colesterol, triglicéridos, vitaminas y minerales.<sup>(22)</sup>

La suplementación de este tipo de microalga da una respuesta positiva inmunitaria e inflamatoria, por sus compuestos bioactivos y su fuente potente de proteína ayuda a combatir la desnutrición y el déficit conductual. Existen estudios que evidencian que la Spirulina presenta grandes beneficios por su alta biodisponibilidad en nutrientes. Denota ser útil en situaciones de desnutrición en el proceso de gestación, ya que previene anomalías por restricción de crecimiento intrauterino, mejora los reflejos neurológicos, reduce el estrés oxidativo y asegura un buen desarrollo fetal.<sup>(12)</sup>

### Discusión

Comúnmente los pacientes que presentan ciertas enfermedades crónicas están expuestos a un deterioro en su estado de salud debido a ciertos desequilibrios que presentan tanto en macro y micronutrientes, es por ello que es importante el consumo de alimentos que provean de nutrientes necesarios para estas descompensaciones, en este caso de la inclusión de la spirulina ha denotado ser una fuente importante para brindar proteínas, vitaminas y minerales esenciales en este tipo de pacientes.

El beneficio de la spirulina se presenta tanto en desnutrición, obesidad, diabetes, problemas cardiovasculares, dislipidemia y cáncer. Si bien es cierto no todas las enfermedades refieren los mismos inconvenientes, sin embargo, de alguna manera para cada una existe ciertos beneficios y mejoras que se desarrollaran al incluir su consumo. Uno de los aspectos más destacados de la spirulina es que gracias a sus propiedades y efectos terapéuticos se puede lograr regular ciertos niveles en glucosa, colesterol, triglicéridos y sobre todo en el peso lo cual será altamente recomendado en diabetes y obesidad.

Así también será importante en patologías como la desnutrición y cáncer, pues por lo general en estos pacientes al encontrarse en un proceso catabólico van a presentar déficit principalmente de proteína y ciertas vitaminas que se pueden compensar con este tipo de alga. Se debe considerar que por lo tanto también será eficaz interceder con spirulina en casos que se muestren problemas cardiovasculares y dislipidemias, por ello es importante la inclusión de este producto en la dieta diaria tomando en cuenta una óptima suplementación y su forma de consumo. Por todo esto, la spirulina es considerada como un alimento beneficioso para el futuro para lo cual será primordial

dar a conocer cada vez más este alimento a base de un conocimiento científico y veraz.

### Financiamiento

Los costos de la investigación fueron asumidos por los propios autores

### Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe

### Declaración de contribución

Todos los autores participaron en la recolección de información y redacción del artículo.

### Referencias bibliográficas

1. Freire WB, Ramirez MJ, Belmont P, Mendieta MJ, Silva KM, Romero N, Sáenz K, Piñeiros P, Gómez LF. Resumen Ejecutivo. Tomo I. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del Ecuador. ENSANUT-ECU 2011-2013. Quito, Ecuador: Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadística y Censos; 2013
2. Nicoletti M. Microalgae nutraceuticals. PubMed [Internet]. 2016 [citado 2021 Jun 6]; 5(3):54. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28231149/>
3. Passos JA, Vasconcellos-Silva PR, da Silva-Santos LA. Curta e compartilhe: conteúdos sobre alimentação saudável e dietas em páginas do Facebook. Scielo [Internet]. 2020 [citado 2021 Jun 6]; 24. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/icse/a/CsZrHQXHHzRGTmGyX8xKSpp/?lang=pt>
4. Liu Q, Huang Y, Zhang R, Cai T, Cai Y. Medical Application of Spirulina platensis Derived C-Phycocyanin. PubMed [Internet]. 2016 [citado 2021 Jun 6]; 7803846. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27293463/>
5. Sera-Blanco RA, García-Díaz M. La increíble espirulina. MediMay [Internet]. 2017 [citado 2021 Jun 12]; 24(1). Disponible en [http://www.medimay.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/1045/pdf\\_144](http://www.medimay.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/1045/pdf_144)
6. Tarazona-Díaz MP. La Espirulina una Oportunidad Como Alimento Funcional [Internet]. 2018 [citado 2021 Jun 12]. Disponible en <http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/8816/10439.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Villalba-Alderete CI. Bioprospección de Arthrospira platensis nativa del Chaco Paraguayo como propuesta alternativa para fines alimentarios [Tesis de posgrado en Internet]. Encarnación, Paraguay. 2018. Disponible en [https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/tesis\\_claravillalba.pdf](https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/tesis_claravillalba.pdf)
8. Zeinalian R, Farhangi M, Shariat A, Saghafi M. The effects of Spirulina Platensis on anthropometric indices, appetite, lipid profile and serum vascular endothelial growth factor (VEGF) in obese individuals: a randomized double blinded placebo controlled trial. Springer [Internet]. 2017 Abril

- [citado 2021 Jun 14]; 17(225). Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1186/s12906-017-1670-y>
9. Hernandez M, Lopez J, De la Rosa L, Hernandez R, Wall A, Juarez M, et al. Double-blind randomised controlled trial of the independent and synergistic effect of *Spirulina maxima* with exercise (ISESE) on general fitness, lipid profile and redox status in overweight and obese subjects: study protocol. *PubMed [Internet]*. 2017 Junio [citado 2021 Jun 14]; 7(6). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28645949/>
  10. Hernandez M, Wall A, Lopez J, Juarez M, Hernandez R, Ramos A. Effect of *Arthrospira* (*Spirulina*) *maxima* Supplementation and a Systematic Physical Exercise Program on the Body Composition and Cardiorespiratory Fitness of Overweight or Obese Subjects: A Double-Blind, Randomized, and Crossover Controlled Trial. *Pubmed [Internet]*. 2019 Mayo [citado 2021 Jun 14]; 17(5). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6213464/>
  11. Szulinska M, Gibas-Dorna M, Miller-Kasprzak E, Suliburska J, Miczke A, Walczak-Gałęzewska M, et al. *Spirulina maxima* improves insulin sensitivity, lipid profile, and total antioxidant status in obese patients with well-treated hypertension: a randomized double-blind placebo-controlled study. *Eur Rev Med Pharmacol [Internet]*. 2017 [citado 2021 Jun 14]; 21(10). Disponible en: <https://www.europeanreview.org/article/12823>
  12. Guillen-Martín del Campo JA, Calvillo-Femat A, Mosqueda-Esparza JI, Rodríguez-Hernández AI, Jaramillo-González F. *Espirulina* un suplemento alimenticio como posible alternativa en el control de peso. *Un estudio con ratas Wistar*. *Selva Andina research society [Internet]*. 2020 Febrero [citado 2021 Jun 20].
  13. Finamore A, Palmery M, Bensehaila S, Peluso I. Antioxidant, Immunomodulating, and Microbial-Modulating Activities of the Sustainable and Ecofriendly *Spirulina*. *Hindawi [Internet]*. 2017 Enero [citado 2021 Jun 20]; 2017. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2017/3247528/>
  14. Memije-Lazaro IN, Blas-Valdivia V, Franco-Colín M, Cano-Europa E. *Arthrospira maxima* (*Spirulina*) and C-phycoerythrin prevent the progression of chronic kidney disease and its cardiovascular complications. *Elsevier [Internet]*. 2018 Abril [citado 2021 Jun 20]; 43. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464618300215>
  15. Serban MC, Sahebkar A, Dragan S, Stoichescu-Hogea G, Ursoniu S, Andrica F, Banach M. A systematic review and meta-analysis of the impact of *Spirulina* supplementation on plasma lipid concentrations. *Clinical nutrition [Internet]*. 2016 Agosto [citado 2021 Jun 28]; 35(4). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026156141500240X#!>
  16. Alfaro-Alfaro ÁE, Alpízar-Cambronero V, Duarte-Rodríguez AI, Feng-Feng J, Rosales-Leiva C, Mora-Román JJ. C-ficocianinas: Modulación del sistema inmune y su posible aplicación como terapia contra el cáncer. *Tecnología en Marcha [Internet]*. 2020 [citado 2021 Jun 28]; 33(4). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7632921.pdf>
  17. García-Ishimine R, Rodríguez-Vega JL, Mejía-Pinedo D. Efecto hepatoprotector, antioxidante y anticancerígeno de la *espirulina*. *Revista Habanera de Ciencias Medicas [Internet]*. 2020 Julio [citado 2021 Jun 28]; 19(6). Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2960>
  18. Ravikumar Y, Pinky D, Nair K, Velmurugan R. Paclitaxel and *spirulina* co-loaded polymeric nanoparticles: in-vitro and in-vivo anticancer study. *Scielo brasil [Internet]*. 2020 [citado 2021 Jul 6]; 56.
  19. Czerwonka A, Kalaaj K, Sławińska A, Lemieszek M, Bartnik M, Wojtanowski K, et al. Anticancer effect of the water extract of a commercial *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) product on the human lung cancer A549 cell line. *Elsevier [Internet]*. 2018 Octubre [citado 2021 Jul 6]; 106.
  20. Hernández-Rodríguez J. *Espirulina* como producto natural con potencialidades para su empleo en pacientes con diabetes mellitus. *Cubana de Endocrinología [Internet]*. 2021 [citado 2021 Jul 12]; 32(1). Disponible en <http://www.revendocrinologia.sld.cu/index.php/endocrinologia/article/view/247/287>
  21. Guldaz M, Sahan Y, Yildiz E, Gurbuz O. Antioxidant and anti-diabetic properties of *Spirulina platensis* produced in Turkey. *Scielo brasil [Internet]*. 2020 Octubre [citado 2021 Jul 12]. Disponible en <https://www.scielo.br/j/cta/a/tv6TGh4L8k5nRhhBw8V49QH/?lang=en&format=pdf>
  22. Carpio G, Gil P, Villanueva M. Perfil hepático de ácidos grasos de ratas gestantes-lactantes y vírgenes suplementadas con *espirulina* (*Arthrospira platensis*). *Scielo [Internet]*. 2021 Abril [citado 2021 Jul 12]; 48(2). Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182021000200147&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182021000200147&script=sci_arttext)

## Artículo de Revisión

**Microalgas como sustituto de proteínas de origen animal**  
**Microalgae as a substitute for proteins of animal origin**

Andrea Basantes Chango\*, Gissela Quinapanta Pérez\*\*, Evelyn Vásquez Quishpe\*\*\*

\*Analista de Investigación, Carrera de Nutrición y Dietética. Universidad Técnica de Ambato.

ORCID 0000-0002-6241-1724

\*\* Analista de Investigación, Carrera de Nutrición y Dietética. Universidad Técnica de Ambato. ORCID

0000-0002-8691-932

\*\*\* Analista de Investigación, Carrera de Nutrición y Dietética. Universidad Técnica de Ambato.

ORCID 0000-0002-9652-8189

[gquinapanta7384@uta.edu.ec](mailto:gquinapanta7384@uta.edu.ec)**Resumen.**

**Introducción:** Las microalgas tienen un alto valor nutricional porque no solo aportan vitaminas (A, B, C, E, K), minerales, aminoácidos esenciales, polisacáridos y lípidos (omega-3 y omega-6), sino que también aportan con los complementarios necesarios que requiere cada grupo etario pudiendo ser aplicable en los alimentos de la dieta diaria. Esto se debe al alto contenido nutricional y está relacionado no solo con la proporción de proteínas, sino también con la presencia de ácidos grasos, vitaminas y aminos pudiendo ayudar a reducir la desnutrición en personas particularmente vulnerables. El potencial de empleo de las microalgas es enorme, pasando desde su consumo en la alimentación diaria como modificaciones parecidas a la carne de origen animal en textura o como colorantes alimenticios naturales de amplia gama de pigmentos hasta su empleo como fuente de compuestos de interés en medicina, farmacia, aprovechando sus propiedades desintoxicantes y antioxidantes convirtiéndolas en un ingrediente codiciado para el posicionamiento premium en el sector de la salud y bienestar. Las mismas sustituyen a las proteínas de origen animal, de esta manera se evita el sacrificio animal y preserva la especie. Así mismo aportan mayor cantidad de macronutrientes y micronutrientes considerándose un súper alimento que aporta innumerables beneficios a nuestra salud. La organización de las Naciones Unidas y la Organización Mundial de Salud señalan que las microalgas son una alternativa muy factible ante los problemas de desnutrición.

**Objetivo:** Analizar las diferentes referencias bibliográficas con el fin de coleccionar información relevante a cerca de las propiedades nutricionales de las microalgas como sustituto de las proteínas de origen animal.

**Materiales y Métodos:** Artículos específicos sobre el tema de microalgas fueron revisados desde el año 2003 hasta el año 2020, son artículos en los que fue considerado el tiempo con datos actualizados. Se realizó búsquedas de manera sistémica tales como: Scielo, Nova Science Publishers, Google Académico, Dialnet, Latindex, Digital.CSIC., Redib, los cuales han sido fundamentales para una búsqueda concisa y veraz de datos actualizados, ya que en este artículo se analiza los diferentes usos así como la producción de microalgas como suplementos dietéticos y sustitutos de carne animal, por el consumo de estas. Las palabras claves que se utilizaron para la búsqueda fueron: microalgas, alimento proteico, sustitución de proteínas, proteínas de origen animal.

**Resultados:** La bibliografía señala que las microalgas podrían ser suplementos dietéticos muy valorados por su composición nutricional, ya que aporta con un elevado contenido de proteínas de alta calidad, siendo éstas potenciadas en algunos países desde muchas décadas atrás ya que se estableció la primera planta de producción a gran escala de las especies de *Chlorella* y *Spirulina* por el fácil acceso y por la diversidad de ventajas industriales y de productividad.

**Conclusión:** Las microalgas pueden llegar a ser un aporte fundamental en la obtención de proteínas de manera natural, evitando el sacrificio animal, pues trae diversos beneficios para la salud tanto nutricionalmente como económicamente, siendo esta adaptada a las diversas fisiologías del individuo, así como preservar la especie animal.

**Palabras clave:** Microalgas, *Spirulina*, Proteína animal, Valor Nutritivo, Sustituto, *Chlorella*.

**Abstract.**

**Introduction:** Microalgae have a high nutritional value because they not only provide vitamins (A, B, C, E, K),

minerals, essential amino acids, polysaccharides and lipids (omega-3 and omega-6), but also provide with the necessary complementary required by each age group being able to be applicable in the food of the daily diet. This is due to the high nutritional content and is related not only to the proportion of proteins, but also to the presence of fatty acids, vitamins and amines and can help to reduce malnutrition in particularly vulnerable people. The potential use of microalgae is enormous, ranging from their consumption in the daily diet as modifications similar to meat of animal origin in texture or as a natural food colouring agent with a wide range of pigments, to their use as a source of compounds of interest in medicine, They replace animal proteins, thus avoiding animal slaughter to preserve the species, as well as providing a greater amount of macronutrients and micronutrients and are considered a superfood that provides countless benefits to our health. The United Nations and the World Health Organization point out that microalgae are a very feasible alternative to the problems of malnutrition. Objective: To analyze the different bibliographical references to collect relevant information on the nutritional properties of microalgae as a substitute for animal proteins.

Materials and Methods: Specific articles on the subject of microalgae were reviewed from 2003 to 2020, articles in which chronological time was considered with updated data. Systemic searches were carried out such as: Scielo, Nova Science Publishers, Google Scholar, Dialnet, Latindex, Digital.CSIC, Redib, which have been fundamental for a concise and truthful search of updated data, as this article analyses the different uses and production of microalgae as dietary supplements and substitutes for animal meat, due to their consumption. The keywords used for the search were: microalgae, protein food, protein replacement, animal protein.

Results: The bibliography indicates that microalgae could be highly valued dietary supplements due to their nutritional composition, as they provide a high content of high-quality proteins and have been promoted in some countries for many decades since the first large-scale production plant of *Chlorella* and *Spirulina* species was established due to their easy accessibility and the diversity of industrial and productivity advantages.

Conclusion: Microalgae can become a fundamental contribution in obtaining proteins in a natural way, avoiding animal slaughter, as it brings various benefits such as preserving the animal species, for health both nutritionally and economically, being adapted to the diverse physiologies of the individual.

Keywords: Microalgae, *Spirulina*, Animal protein, Nutritional value, Substitute, *Chlorella*.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### Introducción.

Desde 2005, la ONU y la OMS han estado considerando las microalgas como una alternativa al problema de la desnutrición. Esto se debe al alto contenido nutricional y está relacionado no solo con la proporción de proteínas, sino también con la presencia de ácidos grasos, vitaminas y aminos pudiendo ayudar a reducir la desnutrición en personas particularmente vulnerables. El potencial de empleo de las microalgas es enorme, pasando desde su consumo en la alimentación diaria como modificaciones parecidas a la carne de origen animal en textura o como producir colorantes alimenticios naturales de amplia gama de pigmentos hasta su empleo como fuente de compuestos de interés en medicina, farmacia aprovechando sus propiedades desintoxicantes y antioxidantes convirtiéndolas en un ingrediente codiciado para el posicionamiento premium en el sector de la salud y bienestar o incluso en aplicaciones medio ambientales como la producción de biodiésel o su uso como sumideros de CO<sub>2</sub> o para eliminar nitrógeno y fósforo en

aguas residuales (1) . Datos históricos redactan que el estudio científico de las microalgas

comienza en 1890 con cultivos de *Chlorella vulgaris*, puesto que el concepto de producción masiva de dicho microorganismo se llevó a cabo por primera vez en Alemania durante la II guerra mundial, siendo este dirigida a la producción de lípidos, en la que se utilizaron las especies *Chlorella pyrenoidosa* y *Nitzschia palea* (2) , estas especies son de agua dulce o marina, que crecen utilizando la luz solar y CO<sub>2</sub> de manera similar a las plantas. La producción de proteína microalgal ha representado desde principios del siglo XX una opción biotecnológica de discutida viabilidad en el manejo y aprovechamiento de desechos orgánicos de origen agrícola, constituyendo una alternativa recurrente de convertir estas fuentes de contaminación en materiales útiles desde un punto de vista económico, nutricional e industrial. En la actualidad existen más de 100.000 especies aunque solo se explotan comercialmente unas 200, su producción es mayoritaria siendo de gran

comercialización los siguientes productos como los complementos dietéticos en forma de pastilla de Chlorella o Spirulina, compuestas de proteína, antioxidantes, vitaminas y minerales o la producción de ácidos grasos omega (3) (DHA y EPA), siendo su potencial utilización en el sector alimentario especialmente con el auge de las tecnologías alimentarias que han permitido explorar con más detalle el aporte nutricional explotando sus proteínas vegetales que contiene todos los aminoácidos esenciales, es decir, es sumamente importante para la alimentación de todos los grupos poblacionales incluyendo tanto a vegetarianos como veganos, ya que este, puede sustituir la proteína de origen animal, así mismo cuenta con una gran cantidad de macronutrientes y micronutrientes, gracias a su composición nutricional, también son posibles las declaraciones de propiedades saludables deseables que incluyen el mantenimiento de los niveles de colesterol en sangre, la visión normal y la salud ósea, así como la reducción del cansancio, la protección celular y el apoyo del sistema inmunológico(4).

El objetivo es tener conocimiento sobre los soportes nutritivos de las microalgas como sustituto de una proteína de origen animal con lo cual se pretende concientizar a las personas en el cuidado del medio ambiente ya que esto ayudaría a disminuir y futuramente erradicar el sacrificio animal.

#### **Objetivo.**

Analizar las diferentes referencias bibliográficas con el fin de coleccionar información relevante a cerca de las propiedades nutricionales de las microalgas como sustituto de las proteínas de origen animal.

#### **Material y métodos.**

Artículos específicos sobre el tema de microalgas fueron revisados desde el año 2003 hasta el año 2020, son artículos en los que fue considerado el tiempo cronológico con datos actualizados. Las bases de datos en los cuales se realizó la investigación son: Scielo, Nova

Science Publishers, Google Académico, Dialnet, Medline, Latindex, Digital.CSIC., Redib. Las palabras claves que se utilizaron para la búsqueda fueron: microalgas, alimento proteico, sustitución de proteínas, proteínas de origen animal.

#### **Resultados**

El primer registro del consumo de microalgas para suplir la dieta humana fue en China y datada hace más de 2000 años ya que utilizaban la microalga Nostoc para sobrevivir en épocas de hambruna. Por otro lado, registros más recientes del siglo XVI muestran que los conquistadores españoles descubrieron que los aztecas colectaban un alimento novedoso de los lagos y elaboraban una especie de pastel o tortilla llamada techuitlatl, a base de una bacteria fotosintética (también considerada microalga, llamada Spirulina). A pesar de que desde la antigüedad las microalgas representaban una fuente de alimentación rica en proteínas, carbohidratos y grasas, no fue sino hasta 1967 que la Asociación Internacional de Microbiología Aplicada denominó a la Spirulina como “una fuente maravillosa de alimento para el futuro”, puesto que tiene un elevado contenido de proteínas de alta calidad (contenido balanceado de aminoácidos esenciales), que representan entre 60 y 70% de su peso seco. Después de su redescubrimiento, en la década de 1970 se inició la producción a gran escala de éste y otros microorganismos con potencial para la obtención de proteínas; así, se estableció la primera planta de producción a gran escala de Spirulina en México, utilizándolas como alimento en acuicultura; aunque también se les ha destinado a la producción de biocombustibles y fertilizantes, e inclusive, Alfred Nobel utilizó tierra de diatomeas (paredes celulares de microalgas) para estabilizar y absorber la nitroglicerina en la preparación de la dinamita. Dependiendo del nivel de organización celular y la abundancia de pigmentos protectores estos son divididos. Podemos observar información en la (tabla 1) (5)

**Tabla 1. Principales grupos de microalgas y sus productos de almacenamiento.**

Tipo de célula	Grupo	Pigmentos fotosintéticos y protectores	Productos de almacenamiento
<b>Procariota</b>	Cianobacteria	Clorofila a, ficobilinas, $\beta$ caroteno, xantofilas	Gránulos de cianoficina, almidón de cianofitano (glicano)
	Glaucofita	Clorofila a, ficobilinas, $\beta$ caroteno, xantofilas	Almidón
	Clorarcniofitas	Clorofila a y b, $\beta$ -caroteno, otros carotenos xantofilas	Carbohidratos
<b>Eucariota</b>	Euglenoides	Clorofila a y b, $\beta$ -caroteno, otros carotenos xantofilas	Paramilon
	Criptomonas	Clorofila a y c, $\alpha$ y $\beta$ -caroteno, Xantofilas	Almidón
	Haptofitas	Clorofila a y c, $\beta$ -caroteno, Xantofilas	Crisolaminarina
	Dinoflagelados	Clorofila a y c, $\beta$ -caroteno, Xantofilas	Almidón
	Estramenofilos fotosintéticos	Clorofila a y c (clorofilas a solo en algunas, $\beta$ -caroteno, xantofilas)	Crisolaminarina, lípidos
	Algas rojas	Clorofila a, ficobilinas $\alpha$ y $\beta$ caroteno, xantofilas	Almidón florídeo.
	Algas verdes	Clorofila a y b, $\beta$ -caroteno, luteínas, otros carotenos, xantofilas	Almidón vegetal

Los sistemas de cultivo abierto son las técnicas comúnmente utilizadas para la producción de microalgas a gran escala. El sistema artificial más utilizado es el raceway, que consiste en un estanque de forma ovalada que se asemeja a un circuito de carreras, como el de un hipódromo, por ejemplo, estos sistemas no compiten con los cultivos agrícolas por la tierra, ya que pueden establecerse en áreas de producción de cultivos mínima, sin embargo se encuentran limitados por factores de crecimiento abióticos como la temperatura, el pH, la intensidad de la luz, la concentración de oxígeno disuelto, además son fácilmente sometidos a contaminación, puesto que no están cubiertos. Dado que la contaminación es un serio factor limitante para el cultivo de algas en sistemas de estanques abiertos, las especies cultivadas se cultivan bajo ambientes muy selectivos como alta alcalinidad y alta salinidad.

Los sistemas cerrados están generalmente disponibles en forma de tubos, bolsas o placas, que están hechas de vidrio, plástico u otros materiales transparentes. Las algas se cultivan en estos sistemas con un suministro adecuado de luz, nutrientes y dióxido de carbono. Algunos

diseños incluyen reactores anulares, tubulares y de panel plano, con grandes superficies. El sistema de cultivo cerrado es de tipo más regulado y exitoso en el mantenimiento del monocultivo de microalgas (6).

En la actualidad se ha reconocido el valor nutricional de las distintas microalgas debido a su alto contenido de compuestos de origen vegetal los más reconocidos son los carotenoides ya que estos disminuyen los factores de riesgo cardiovascular. La composición nutricional se puede observar en la tabla 2 y 3. Mientras que la comparación de los macronutrientes y micronutrientes entre la composición nutricional de la *Spirulina* máxima y la proteína de origen animal se encuentra en la tabla 4 (7).

**Tabla 2. Composición nutricional de macronutrientes**

<b>Cantidades %</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Carbohidratos</b>	<b>Lípidos</b>
Chlorella vulgaris	51 – 58	dic-17	14 – 22
Dunaliella salina	57	32	6
Scenedesmus obliquus	50 – 56	10 - 17	12 – 14
Spirulina máxima	60 – 71	13 - 16	6 - 7

**Tabla 3 Composición nutricional de micronutrientes**

<b>Organismo/Aliment (%dw)</b>	<b>Lys</b>	<b>Thr</b>	<b>Met/Cys</b>	<b>Trp</b>	<b>Lle</b>	<b>Leu</b>	<b>Val</b>	<b>Phe</b>
Candida lipolytic	7,8	5,4	2,5	1,3	5,3	7,8	5,8	4,8
Scenedesmus obliquus	5,7	5,1	2,3	1,5	3,8	8,4	5,7	5,1
Spirulina máxima	4,6	4,6	1,8	1,4	6	8	6,5	5

**Tabla 4. Comparación nutricional entre la Spirulina máxima y la proteína de origen animal**

<b>Nutriente</b>	<b>Spirulina Máxima</b>	<b>Carne Vacuna</b>
Proteínas	58.17 g	34.5 g
Carbohidratos	24 g	20 g
Lípidos	8 g	13.5 g
Calorías	289 kcal	250 kcal
Hierro	28.5 mg	3.3 mg
Fibra	3.6 g	0 mg
Calcio	120 mg	843. 8 mg
Magnesio	195 mg	26 mg
Fosforo	108 mg	207 mg
Potasio	1363 mg	294 mg
Niacina	12.82 mg	14 NE
Riboflavina	3.67 mg	0.32 mg
Sodio	1048 mg	65 mg
Vit. B6	0.364 mg	0.27 mg
Vit. D	0 IU	0.79 ug
Zinc	2 mg	8.6 mg

### **Beneficios de las microalgas**

Los complementos alimenticios que se pueden extraer de las microalgas son ricos, diversos y contienen compuestos volátiles, así como una variedad de vitaminas, carotenoides, clorofila, ficobiliproteínas, ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), polisacáridos, esteroides y diversos compuestos fenólicos. Aunque estos compuestos se han propuesto como candidatos terapéuticos para varias enfermedades, algunas de estas propiedades terapéuticas no se han identificado en ensayos clínicos bien establecidos. Se debe potenciar dicho alimento por sus carotenoides son un grupo de más de 600 moléculas orgánicas con pigmentos naturales o pigmentos sintetizados por plantas, algas y bacterias que realizan una variedad de funciones fisiológicas, proporcionando valor de suplemento dietético y la *Vialga Dunaliella salina* es el mayor productor de carotenoides de cualquier fuente conocida y ahora está disponible comercialmente para la producción de betacaroteno en varios países, incluidas frutas, verduras y especias. El betacaroteno es el carotenoide industrial más utilizado en estos alimentos y se utiliza como colorante alimentario y aditivo nutricional en alimentos y piensos debido a sus propiedades y propiedades antioxidantes. La astaxantina producida a partir de microalgas sanas como la enfermedad de Parkinson es comercialmente competitiva en la síntesis o producción de levadura *yeast* o bacterias paranasales utilizadas principalmente en el campo de la espuma y se extrae de *H. pluvialis*. También se descubrió que la clorofila es un pigmento fotosintético que promueve la recuperación de la función hepática y aumenta la secreción de bilis, al igual que repara las células, aumenta la hemoglobina en la sangre y promueve el crecimiento celular.

Estas se utilizan tradicionalmente como colorante en la industria alimentaria debido a la creciente demanda de los consumidores de colorantes alimentarios naturales, la ficobiliproteína es una proteína hidrófila que se une al pigmento fotosintético ficobilina, que se encuentra principalmente en las cianobacterias y algunas algas rojas. Debido a sus propiedades espectrales UV-visible, estas proteínas tienen diferentes colores: ficocianina (azul), ficoeritrina (rojo), aloficocianina (azul claro) y uno de los principales usos de la espirulina en la actualidad es como extracto de ficocianina que se utiliza en una variedad de productos industriales (tintes naturales, iluminadores, cosméticos). Son considerados antioxidantes, agentes antiinflamatorio o hepatoprotectores, además dentro de su composición nutricional los PUFA contienen 3 o más dobles enlaces en ácidos grasos con 18 o más átomos de carbono. En particular, los llamados

PUFA n-3 pueden prevenir diversas enfermedades (enfermedad cardiovascular, cáncer, diabetes tipo 2, enfermedad inflamatoria intestinal, asma, artritis, enfermedad renal y cutánea, depresión y enfermedad cardíaca) y estos compuestos se extraen actualmente y principalmente del aceite de pescado, pero otros compuestos tóxicos no se puede realizar esta acción debido a una serie de problemas como es la acumulación de compuestos tóxicos en el pescado, olor peculiar, molestia, inestabilidad, etc., determinación de oxidación.(8). Por las demás especies que son aptas a consumir los ácidos grasos beneficioso pues ayuda a la agudeza visual, mejor habilidad cognitiva para agregar información, ayuda al sistema cardiovascular, al sistema inmunológico como coadyuvantes en el tratamiento del SIDA y sobre el sistema nervioso, durante la gestación (9).

### **Principios bioactivos de las microalgas con evidencia de ser beneficioso para la salud**

La Ficocianina o C-ficocianina es una proteína de color azul, presente en la mayoría de las cianobacterias, que se encuentra en grandes concentraciones (casi un 15% del peso seco de la biomasa) en el aparato fotosintético de *Spirulina sp.* Se sabe que tiene un poder antioxidante, gracias a la capacidad de neutralizar radicales libres. En cuanto a las actividades antiinflamatorias, la ficocianina inhibe la formación de citoquinas proinflamatorias como TNF $\alpha$  suprime la expresión de ciclooxigenasas-2 (COX-2) y disminuye la producción de prostaglandina E. Además, reduce la concentración de los lípidos a través de la búsqueda de radicales libres, inhibiendo la peroxidación de los lípidos, inhibiendo también la expresión de la NADPH oxidasa e incrementando la actividad de la GSH peroxidasa y superóxido dismutasa que disminuya la expresión de NADPH se puede traducir en una disminución del metabolismo de las grasas, ya que es un cofactor directamente implicado en este proceso. El  $\beta$ -caroteno es un tipo de carotenoide, implicado en mecanismos de fotosíntesis y foto protección de organismos fotosintéticos, que posee un potente poder antioxidante y antiinflamatorio. Se ha demostrado que el  $\beta$ -caroteno protege frente a la peroxidación de lípidos mediada por oxígeno. Además, inhibe la producción de óxido nítrico y prostaglandina E, suprime la expresión de iNOS, COX-2, TNF $\alpha$  y suprime la transcripción de citoquinas inflamatorias incluyendo IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-2 en las células macrófagas estimulada por los lipopolisacáridos. Otra de las propiedades importantes que posee el  $\beta$ -caroteno es que parte de él se convierte directamente en retinol (Vitamina A) una vez se ha digerido. La *Dunaliella salina* ha sido reconocida como una fuente de  $\beta$ -carotenos, ya que hasta un 80% del contenido total de carotenoides que produce pueden ser  $\beta$ -carotenos. (10)

La astaxantina es un carotenoide, concretamente

una xantofila, posee un gran efecto antioxidante y antiinflamatorio debido su capacidad para neutralizar radicales libres. Este efecto antioxidante es mucho más potente que en otros carotenoides como el  $\beta$ -caroteno. La microalga *Haematococcus pluvialis* es capaz de acumular hasta un 4-5% de astaxantina en peso seco, produce el isómero 3S, 3S' que es el mismo que se encuentra en el salmón. Además, la astaxantina no puede convertirse en vitamina A, eso significa que un exceso no causara ninguna intoxicación por hipervitaminosis A. En cuanto a las dosis, la astaxantina natural comercializada en Europa gira entorno a las 12mg, pero las autoridades competentes han aprobado las dosis de 24 mg. No se han identificado efectos nocivos en los estudios realizados con humanos para ninguna dosis. (10)

La luteína es un carotenoide presente en las microalgas, principalmente en la especie *Chlorella*. Tiene un efecto antioxidante y comparte el mecanismo de acción del  $\beta$ -caroteno. Los ácidos grasos omega-3, incluyendo el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), presentan un gran poder antiinflamatorio. Los ácidos grasos omega-3 podemos encontrarlos mayoritariamente en especies de microalgas como *Ulkenia* sp. y *Schizochytrium* sp. con concentraciones de hasta un 32% y 22,5%. Sin embargo, también se puede encontrar en especies como *Chlorella* sp. y *Dunaliella* sp. (10).

#### **Microalgas como sustituto de proteínas de origen animal**

Un estudio de encontró que la sal de las microalgas no inducía hipertensión como ocurre con las sales de sodio en los alimentos procesados, la adición de microalgas a los alimentos procesados y la industria cárnica que aumenta el riesgo de enfermedad cardiovascular (11). El principal potencial del uso de microalgas como sustituto de productos cárnicos es prevenir la contaminación de piensos o alimentos. Además de aumentar el apetito y mejorar la calidad nutricional (12). Los alimentos de origen animal son ricos en aminoácidos como metionina, treonina y triptófano, asimismo, ofrece una mejor digestibilidad y mejora los productos cárnicos disponibles en el mercado.

Las microalgas juegan un papel importante como fuente de nutrientes como proteínas, vitaminas y minerales para la salud. En 2015, investigadores de la Universidad Estatal de Oregón desarrollaron un alga roja que sabe y se siente muy similar al tocino. Los estudios muestran que esta nueva variante de mar crece muy rápidamente y contiene un 16% de proteína. También aporta una gran cantidad de nutrientes en la dieta y es más rico en proteínas que el cerdo, aunque el mayor obstáculo es incluir microalgas en la dieta diaria y no comparte el mismo origen y diversificación que los consumidores están acostumbrados a centrarse en las variedades de

carne. Primero debemos aprender los sabores desconocidos y las nuevas texturas que aportan las algas ya que este es un freno importante en el consumo de algas y tan importante como la aceptación de los hábitos sociales por parte del consumidor (13) El uso de microalgas como sustituto de la carne muestra beneficios de producción y esto se debe a que las microalgas no solo proporcionan la cantidad de proteína que ofrece la carne, sino que también benefician al cuerpo de vitaminas, minerales y otros nutrientes.

El uso de microalgas se acepta cada vez más para el consumo humano. Ya que por medio de su cultivo éste se ha ido produciendo a partir de residuos (monóxido de carbono, etc.) como fuente de nutrientes biomasa. Por otro lado, el correcto diseño y optimización de los fotobiorreactores es fundamental (14). La cría de animales es una de las actividades más caras, ya que esta actividad aumenta las emisiones de dióxido de carbono alrededor 7.1 con gigatoneladas de CO<sub>2</sub> que representa el 14,5% de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero siendo factores que influyen en el cambio climático. Algunas emisiones representan el 41% de las emisiones industriales y la producción avícola es del 9% y 8% respectivamente. Ante este problema el cultivo y consumo masivo de microalgas es una posible alternativa (15).

#### **Introducción de las microalgas en la dieta diaria de los seres humanos**

Las microalgas comestibles son una rica fuente de proteínas. Las algas rojas, como *Parumaria parumata* (suelta) y alga ajonjolí (wash), pueden contener hasta un 47% de proteína en peso seco, incluso en comparación con la soja (16). Estas semillas se utilizan como suplemento o como sustituto de una ración a base de carne de una comida diaria y son buenas candidatas para colocarse en la parte superior de la lista al aumentar el porcentaje de proteína consumida. Hay dos formas de incorporar microalgas, una nueva fuente de proteínas para la alimentación, en la dieta humana. Agregue cortes de carne y reemplace las porciones de carne en las comidas.

Hay muchas carnes alternativas en el mercado hoy en día, y opciones comunes como la carne de trigo y soja (17) tienen un contenido de proteína de aproximadamente el 35% de su masa seca (18). Sin embargo, proporcionar estas alternativas no es suficiente y es necesario implementar nuevas alternativas (como las microalgas). La principal ventaja de las microalgas sobre la soja es que el contenido de proteínas de algunas especies de microalgas supera el contenido de proteínas de esta leguminosa. La FAO garantiza que para el 2050, la población crecerá un 30% con respecto a su nivel actual. Este crecimiento poblacional significa que la carne produce más de 265 millones de toneladas de proteína (19).

## Discusión

Existe el debate entre muchos autores que en la actualidad diversos países se ha dado que la inclusión de microalgas como sustituto de proteínas de origen animal ha presentado ciertos desafíos tanto nutricionales como económicos, sin embargo, creemos que se requiere de más estudios investigativos pues utilizando las correctas estrategias de promoción se puede aplicar fácilmente este producto biotecnológico en todo el mundo, siendo uno de estos retos el uso e innovación de los procesos de producción y extracción acoplando equipos técnicos de alto rendimiento, duraderos y muy económicos en referencia de aquellas que se manipulan como producción de carne. El auge del desarrollo de alimentos funcionales se basa en la necesidad de identificar nuevas tecnologías de proceso y aplicarlas en la producción, abriendo nuevas oportunidades para crear productos nuevos, diferentes y potencialmente nutritivos para todo grupo etario ya que en la actualidad existen escasos artículos sobre algún producto innovador de este organismo unicelular por lo cual es importante el progreso de la extracción de principios activos de microalgas como materia prima y por supuesto un estudio detallado de biodisponibilidad, cediendo la posibilidad de otorgar soluciones prácticas en el campo de la nutrición y la alimentación. Por otro lado, se data en estudios previos que la introducción de microalgas en el sector alimentario causa competencias en otras áreas, como nuevas alternativas energéticas a los biocombustibles teniendo resultados generalizados. Y si nos adentramos como sustituto de productos que se ha venido consumiendo por miles de años ejerciendo culturas dietarias difíciles de erradicar y que estas mismas se han visto cuestionadas por las enfermedades que causan si se los consume diariamente, por lo cual el conjunto de dichas problemáticas resulta difícil el integrar nuevos ingredientes en la dieta humana diaria.

## Conclusiones

Está claro que la carne de origen animal tiene implicaciones para la salud, ya que la ingesta de carne interfiere directamente con el buen funcionamiento de los intestinos. Las aves, por otro lado, proporcionan niveles más altos de nutrición y participan en la resolución y el control de enfermedades. A pesar de la diversidad de microalgas, uno de los desafíos más controvertidos es la falta de recursos. Introducir proyectos de laboratorio en la industria significa utilizar tecnología eficiente y de vanguardia. Asimismo, uno de los obstáculos a considerar para la libre integración de la carne a base de microalgas es la originalidad de sabor, textura y color, ya que es casi completamente diferente al cerdo y al vacuno (en su

mayoría). Hoy en día, las microalgas hacen una contribución importante a la dieta debido a su contenido nutricional, y se espera que los resultados de laboratorio y a escala piloto sean la base para una mayor producción.

## Referencias bibliográficas

1. Cebrián M. Uso de las Microalgas en la industria Alimentaria. 48160 Derio -Bizkaia. 2015: 7-20
2. Hernández A. Microalgas, cultivo y beneficios. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 17. 2019: 43-65
3. LATAM. Microalgas de nueva apariencia para crear productos más nutritivos. [Internet]. 2021 [cited 2021 Jun 24];3(3): 102–108. Available from: <https://www.lacteoslatam.com/productos/2-3-ingredientes-aditivos/4138-microalgas-de-nueva-apariencia-para-crear-productos-mas-nutritivos.html>
4. Lomelí M. Microalgas como fuente de biomasa para la producción de biogás. IPICYT. 2018: 22-33.
5. Lomelí M. Microalgas como fuente de biomasa para la producción de biogás. IPICYT. 2018: 22-33.
6. Thomas, E. El potencial de las microalgas en alimentación. Grupo biotecnología de algas. Universidad de Huelva Innovagro. [Internet]. 2017 [cited 2021 Jun 24]:1-4. Available from: <https://www.redinnovagro.in/pdfs/Microalgas.pdf>
7. NUTRIDAM (2021). Software tabla de composición de alimentos ecuatorianos nova 2017
8. García, J. L. Presente y futuro del cultivo de las microalgas para su uso como superalimento. Centro de Investigaciones Biológicas-CSIC e Instituto de Biología Integrativa de Sistemas-CSIC. 2018 1-37
9. Sánchez J. Técnicas de cultivo y métodos de extracción de ácidos grasos a base de microalgas en beneficio de la humanidad. *Agroindustrial Science*. 2020: 13-24
10. Rivera A. Las microalgas como fuente de nutrientes en vías de desarrollo. Universidad de Alicante, 200-2016. 2019: 1-5
11. Cornish, M. C. A role for dietary algae in the amelioration of certain risk factors associated with cardiovascular disease. *Phycologia*. 2015: 208 – 253
12. Iciar, A. L. Alimentos y nutrición en la práctica sanitaria. España: Ediciones Díaz de Santos. 2019: 46 - 56
- Vílchez, C. El potencial de las microalgas como suplemento en dietas alimenticias, a debate en Córdoba. [Internet]. 2018 [cited 2021 Jun 24]: 5–8. Available from: <http://www.lavanguardia.com/local/sevilla/2017117/432948656494/el-potencial-de->

- las-microalgas-como-suplemento-en-dietas-alimenticias-a-debate-en-cordoba.html
13. FAO. Hace falta aumentar la eficiencia en los sistemas pecuarios. [Internet]. 2011 [cited 2021 Jun 24] 2–9. Available from:
  14. <http://www.fao.org/news/story/es/item/117075/icode/>
  15. FAO. Tackling climate change through livestock. A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Roma: FAO. 2013: 20-56
  16. Ibáñez, E. Las algas que comemos. Madrid: Los libros de la Catarata. 2017: 36-54
  17. Badui, S. Química de los alimentos. México: Pearson. 2016: 38-56
  18. Pomin, V. Seaweed: ecology, nutrient composition, and medicinal uses. Athens. EE.UU: Nova Science Publishers. 2019: 32 - 45
  19. FAO. La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. [Internet]. 2009 [cited 2021 Jun 24]: 13–17. Available from: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/Issues\\_papers\\_SP/La\\_agricultura\\_mundial.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf)
  20. Ángeles J., F. P. Microalgas: cultivo y aplicaciones. Coruña: universidad da coruña servicio de publicación. 2018: 37-41
  21. Carmona Reverte, V. J. Diseño y prototipado de extrusor para impresora 3D de alimentos. 2016: 199 - 214
  22. Cebrián M. Uso de las Microalgas en la industria Alimentaria. 48160 Derio - Bizkaia. 2015: 7-20
  23. Espinoza, F. Microalgas en la alimentación ¿Suplementos novedosos o reinventados? [Internet]. 2018 Jul [cited 2021 Jun 24]:1-3 Available from: <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/MicroAlgas.pdf>
  24. FAO. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. [Internet]. 2020 [cited 2021 Jun 24]:3-4. Available from: <http://www.fao.org/3/ab473s/AB473S02.htm>
  25. FAO. Un tercio más de bocas que alimentar. [Internet]. 2009 [cited 2021 Jun 24]:1–8. Available from: <http://www.fao.org/news/story/es/item/35675/icode/>
  26. García S. Evaluación de las condiciones de proceso para la obtención de proteína unicelular de *Candida* útiles a partir de un subproducto de piña por fermentación en lote alimentado. 2018: 26-34
  27. Salazar M. La importancia de la ética en la investigación. Revista Universidad y Sociedad, 2018: 15.
  28. Universidad de Huelga Innovagro. El potencial de las Microalgas en Alimentación. [Internet]. 2020 [cited 2021 Jun 24]: 25–38. Available from: <http://www.redinnovagro.in/pdfs/Microalgas.pdf>

Artículo de Revisión

**Artocarpus Heterophyllus (Jackfruit): propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. Revisión de la literatura**  
**Artocarpus Heterophyllus (Jackfruit): anti-inflammatory and antioxidant properties. Literature review**

Marilyn Anaís Guamán Chipantiza\*, Joceline Lizbeth Paredes Játiva\*\*, Domenica Monserrath Robayo Poveda\*\*\*

\*Analista de Investigación. Nutrición y Dietética Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. ORCID 0000-0002-1386-919X

\*\* Analista de Investigación. Nutrición y Dietética Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. ORCID 0000-0003-1788-516X

\*\*\* Analista de Investigación. Nutrición y Dietética. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. ORCID /0000-0003-3432-6853

[drobayo3623@uta.edu.ec](mailto:drobayo3623@uta.edu.ec)

**Resumen.**

**Introducción:** La *Artocarpus heterophyllus* Lam., también conocida por los ingleses como Jackfruit o Yaca en Latinoamérica, es un árbol de la familia de las moreras (Moraceae), proveniente de varias regiones de la India; sin embargo, crece en zonas tropicales y subtropicales en varias partes del mundo. Su estudio ha ido incrementando en gran auge por su gran valor nutricional y sus propiedades farmacológicas.

**Objetivo:** Elaborar una revisión bibliográfica referente a las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias de la *Artocarpus Heterophyllus* o Jackfruit.

**Metodología:** Este artículo de revisión es un estudio observacional descriptivo retrospectivo de revisión de la bibliografía. Se realizó una búsqueda sistemática basada en evidencia y estudios de artículos actualizados y relevantes de carácter experimental que se pueden encontrar en revistas virtuales como: Medigraphic, SciELO, Scopus, Elsevier y Cochrane.

**Resultados:** Se evidenció la potente actividad antiinflamatoria de los tipos de compuestos fenólicos, especialmente de la artocarpesina que suprimió el óxido nítrico (NO) y prostaglandina E2 producidas por los lipopolisacáridos, a través de la regulación disminuida de la ciclooxigenasa 2. Varios estudios han confirmado que las prenilflavonas, junto con otros polisacáridos aislados de la Yaca, tienen propiedades antioxidantes de eliminación de DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo) y radicales hidroxilos, además de eliminar residuos de la catalización del hierro.

**Conclusiones:** Los compuestos fenólicos actúan directamente sobre la producción de NO, COX-2 y prostaglandinas E2 producidas por los lipopolisacáridos; inhibiendo mediadores proinflamatorios nos dan una nueva esperanza terapéutica en patologías inflamatorias. Las prenilflavonas y otros compuestos, proporcionan de actividad antioxidante inhibiendo la peroxidación lipídica.

**Palabras clave:** *Artocarpus Heterophyllus*; Jackfruit; propiedades; antiinflamatorio; antioxidante.

**Abstract**

**Introduction:** *Artocarpus heterophyllus* Lam. also known by the English as Jackfruit or Yaca in Latin America, is a tree of the mulberry family (Moraceae), originating from various regions of India; however, it grows in tropical and subtropical zones in various parts of the world. Its study has been increasing due to its great nutritional value and pharmacological properties.

**Objective:** To elaborate a bibliographic review on the antioxidant and anti-inflammatory properties of *Artocarpus Heterophyllus* or Jackfruit.

**Methodology:** This review article is a retrospective descriptive observational retrospective literature review study. A systematic search was carried out based on evidence and studies of updated and relevant articles of experimental nature that can be found in virtual journals such as: Medigraphic, SciELO, Scopus, Elsevier and Cochrane.

**Results:** The potent anti-inflammatory activity of phenolic compounds, especially artocarpesin which suppressed nitric oxide (NO) and prostaglandin E2 produced by lipopolysaccharides, was evidenced through the down-regulation of cyclooxygenase 2. Several studies have confirmed that prenylflavones, along with other polysaccharides isolated from Jackfruit, have antioxidant properties of scavenging DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) and hydroxyl radicals, in addition to scavenging iron catalytic residues.

**Conclusions:** Phenolic compounds act directly on the production of NO, COX-2 and prostaglandin E2 produced by lipopolysaccharides; inhibiting proinflammatory mediators give us new therapeutic hope in inflammatory pathologies. Prenylflavones and other compounds provide antioxidant activity by inhibiting lipid peroxidation.

**Keywords:** *Artocarpus Heterophyllus*; Jackfruit; properties; anti-inflammatory; antioxidant.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### Introducción.

La *Artocarpus heterophyllus* Lam., también conocida por los ingleses como Jackfruit o Yaca en Latinoamérica, es un árbol de la familia de las moreras (Moraceae). Proviene de los Ghats occidentales en la India y Malasia, también se la puede encontrar en África central y oriental, el sudeste asiático, Australia, Florida, el Caribe, Puerto Rico, Brasil y muchas islas del Pacífico. En el Ecuador la producción de la Jackfruit se centra en el norte de Quito, en la provincia de Guayas y Quevedo, debido a que la planta crece en zonas húmedas tropicales y subtropicales, especialmente en los 1600 m.s.n.m.; por lo que, las plantas sembradas en lugares bajos dan mejor producción (1). Sin embargo, hay que recalcar que la etapa de producción varía dependiendo del tipo de planta, es decir, existen variedades que toman alrededor de 4 a 5 años aprox. y las silvestres tardarían alrededor de 8 años. Es un árbol grande que tiene hoja perenne, con una altura de 10 a 15 metros, autóctono de los bosques de hojas del mismo nombre a una altitud de 450 a 1200 metros y cultivado en la India en sus zonas más cálidas. La corteza tiene un espesor de 1.25 centímetros de color negro o verde, con un exudado de látex lechoso; su tallo es recto y rugoso, ramas sobre brotes cortos de hojas anchas elípticas, obovadas, glabras, decurrentes, con toda la inflorescencia, axilares solitarios y cauliflorosos (2).

La Yaca tiene un rendimiento mayor a cualquier otra especie de árbol con la fruta comestible más grande de hasta 35 kilogramos. A pesar de esto, cada parte del árbol es utilizado para diferentes fines; por ejemplo, las hojuelas de las frutas maduras tienen un alto valor nutricional, cada 100 gramos de copos maduros aportan de 287-323 mg de potasio, 30-73.2 mg de calcio y 11-19 gramos de carbohidratos. En el sur de Asia, se le conoce como "comida de los pobres", por su costo bajo y su producción abundante en temporadas. Hierven y tuestan las semillas nutritivas de este fruto para comérselas como castañas, también son conocidos sus platos enharinados y horneados en esta región (2).

Por otro lado, la yaca posee una fruta compuesta o múltiple con cáscara de color verde a marrón amarillento de acuerdo a su maduración, compuesta de ápices de carpelo cónicos y hexagonales que cubren una pared gruesa, blanquecina a amarillenta y gomosa. Son de forma cilíndrica oblonga, que mide por lo general de 30 a 40 centímetros (12 a 16 pulgadas) de largo. La pulpa de la fruta tiene un sabor a plátano, de ácido a dulzor de acuerdo a su maduración, que rodea cada semilla. La fruta pesada mantiene su unión por un núcleo fibroso central. Cuando los frutos tiernos son ácidos, astringentes y carminativos, por otro lado, en su maduración son dulces, refrescantes, afrodisíacos, laxantes, por lo que también se usa como tónico cerebral (2).

Además, las muchas otras partes del árbol, incluida la corteza, las hojas, las raíces y los frutos, tienen

propiedades medicinales reportadas por varios estudios tales como efectos antiinflamatorios, antioxidantes, antidiabéticos, inmunomoduladores, antifúngicos, antibacterianos, anti-helmínticos, etc. (2).

### Objetivo

Elaborar una revisión bibliográfica referente a las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias de la *Artocarpus Heterophyllus* o Jackfruit.

### Metodología

Este artículo de revisión es un estudio observacional descriptivo retrospectivo de revisión de la literatura. Se realizó una búsqueda sistemática basada en evidencia y estudios de artículos actualizados y relevantes de carácter experimental que se pueden encontrar en revistas virtuales como: Medigraphic, SciELO, Scopus, Elsevier y Cochrane. Para esta búsqueda se describieron ciertos parámetros de inclusión como: el tiempo de la publicación, artículos que hayan sido publicados en los últimos 10 años, que tengan relevancia científica, en más del 80% en idioma inglés, se adjuntó información acerca de las propiedades antiinflamatorias y antioxidantes del árbol de la *Artocarpus Heterophyllus*, Yaca o Jackfruit, los mismos que se utilizaron como palabras claves para la investigación. De igual forma se excluyeron aquellos artículos que no presenten relevancia científica sobre estas características o sobre otras propiedades perteneciente a esta planta.

### Resultados y discusión

#### Propiedades Antiinflamatorias

Existen estudios que han observado in vitro efectos antiinflamatorios en los frutos del *Artocarpus heterophyllus* Lam, esto se vio en los compuestos fenólicos aislados de extractos frutales de acetato de etilo. Se han caracterizado tres tipos de compuestos fenólicos como artocarpesina (5,7,2',4'-tetrahidroxi-6-(3-metilbut-3-enil) flavona), norartocarpesina (5,7,2',4'-tetrahidroxiflavona) y la oxiresveratrol (trans-2,4,3',5'-tetrahidroxiestilbeno). Todos estos compuestos fueron encontrados mediante métodos espectroscópicos y comparación de otros los datos publicados en la bibliografía. Se evaluaron sobre la producción de mediadores proinflamatorios en células macrófagos de cepas especiales de ratones murinos activadas por lipopolisacáridos. Se evidenció una potente actividad antiinflamatoria, especialmente de la artocarpesina que suprimió el óxido nítrico (NO) y la prostaglandina E2 producidas por los lipopolisacáridos, a través de la regulación disminuida de la ciclooxigenasa 2 (COX-2) y la proteína de óxido nítrico sintasa inducible (iNOS). Por lo tanto, este compuesto puede dar un nuevo enfoque terapéutico para las enfermedades asociadas a la inflamación (2,3,4).

Por otro lado, experimentación centrada en tallos y hojas *A. heterophyllus* secados al aire y pulverizados que se extrajeron mediante maceración con metanol,

aisló e identificó 7 cromonas preniladas y 5 flavonoides prenilados, entre ellos incluyen dos nuevas cromonas, las artoheterofinas A y B. Se evaluó la actividad antiinflamatoria de todos los 12 compuestos aislados mediante la eliminación de actividades inhibitoras de la producción de NO. Por otro lado, se valoró la citotoxicidad de los componentes aislados contra las células de macrófagos de ratón especiales de experimentación. Estos estudios lanzan como resultado, que los doce compuestos presentan actividad inhibitoria estadísticamente significativa contra la producción de NO, mostrando valores IC<sub>50</sub> en el rango de  $0,48 \pm 0,05$  a  $19,87 \pm 0,21 \mu\text{M}$ . No se mostró citotoxicidad en las células de macrófagos de experimentación, tratadas con estos compuestos probados (viabilidad celular >90%), esto se analizará más adelante con resultados encontrados en otros estudios (5,6,7).

#### Propiedades Antioxidantes

Las prenilflavonas, aisladas de la Yaca, proporciona propiedades antioxidantes a la utilización de la planta. Entre los compuestos que se encontraron se puede evidenciar artocarpina, artocarpetina A y el diacetato, además del peracetato de cicloheterofilina, que estos no tuvieron efectos en la peroxidación lipídica producida por el hierro en el homogeneizado de cerebro de las ratas experimentales; de la misma manera, tampoco eliminaron el radical libre estable de 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo. Por otro lado, compuestos aislados como la cicloheterofilina y las artoninas A y B si cumplieron con las expectativas investigativas inhibiendo la peroxidación lipídica y eliminando el compuesto antes mencionado y radicales peroxilo e hidroxilo que fueron inducidos por el dihidrocloruro de 2,2'-azobis y el sistema Fe<sup>3+</sup> + -ascorbato-EDTA-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, respectivamente (2).

Además, estos componentes inhibieron la oxidación inducida por la catalización del cobre de lipoproteína humana de densidad baja, esta medida por la intensidad de fluorescencia. Algunos ensayos han visto que los polisacáridos aislados en plantas naturales tienen propiedades de eliminación de DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo) y radicales hidroxilos. Se ha observado la capacidad de la pulpa de la Yaca sobre el radical DPPH, en comparación con el ascórbico como estándar positivo. Resultados de varios estudios ha mostrado que en concentraciones de 0,25 - 4 mg/mL tiene la capacidad de eliminación de los radicales DPPH en el rango de 21,82 - 69,64%, lo que sugiere una fuerte actividad antioxidante dependiente de la dosis (8,9,10). De la misma forma, el radical OH es riesgoso para los organismos porque induce daño oxidativo a las biomoléculas adyacentes. Los estudios afirman, el efecto de barrido de -OH de la pulpa de Jackfruit que se incrementa con el aumento de las concentraciones, ya que en el rango de 0,5 a 2 mg/mL, las capacidades de barrido variaron en dependencia de la dosis administrada. A concentraciones de 1 mg/mL, los

efectos de barrido en comparación con la vitamina C sobre los radicales -OH fueron del 68,30% y del 91,16%, respectivamente (8,9,11). A pesar de estos hallazgos, no eliminaron el anión superóxido, radical de carbono, el peróxido de hidrógeno o radicales peroxilo; tampoco inhibieron la actividad de la xantina oxidasa. Sin embargo, es evidente que la cicloheterofilina y las artoninas A y B pueden ser utilizados como potentes antioxidantes sobre la peroxidación de lípidos cuando las biomembranas están en contacto a radicales libres de oxígeno (2).

Referente a las propiedades antiinflamatorias de la Jackfruit, en 2020 se realizó un estudio con el objetivo de medir la actividad inhibitoria de la lipooxigenasa en función de su polaridad utilizando extractos de la corteza y las hojas de este árbol. Para la extracción se usó disolventes como el n-hexano, el acetato de etilo y el etanol, para la medición de fenoles se analizó mediante el método de Folin-Ciocalteu y para la inhibición enzimática fue utilizada la 15-lipoxigenasa, que se obtuvo de la soja junto a un tampón de borato. Los resultados lanzaron que el mayor contenido de fenoles lo tenía el extracto de hojas de Yaca (404,903  $\mu\text{g}$  GAE/mg de extracto) y la mayor cantidad de flavonoides lo tenía el extracto de acetato de etilo de corteza (372,362  $\mu\text{g}$  QE/mg de extracto); mientras que, el análisis de inhibición mostró que el valor IC<sub>50</sub> más bajo lo mostró el extracto de corteza de acetato de etilo con un valor de 31,82  $\mu\text{g/mL}$ . Por lo tanto, determinaron que juntos producen una actividad de inhibición de la lipooxigenasa mayor al 50%, directamente proporcional a la cantidad de fenoles y flavonoides (12).

Además, en años anteriores se descubrió un nuevo esteroide con gran capacidad antiinflamatoria junto con otros siete ya encontrados anteriormente, el artoheterofoide, que fue aislado de un extracto de etanol al 90% de los frutos de la Jackfruit, que se sumergió en agua destilada y posteriormente en éter de petróleo y acetato de etilo. Con estos compuestos se evaluó la actividad inhibitoria de la producción de NO en células macrófagos de ratones experimentales, lo que evidenció una potente actividad inhibitoria con valores de IC<sub>50</sub> en el rango de  $0,72 \pm 0,07$  a  $5,93 \pm 0,12 \text{ mM}$ , equivalente a la actividad farmacológica de la hidrocortisona. No se evidenció ningún tipo de citotoxicidad proveniente de la utilización de estos esteroides (viabilidad celular mayor al 90%) (13).

Por otro lado, las propiedades antioxidantes se evidenciaron en un estudio publicado en la India utilizando semillas de Yaca, donde se midió la actividad de eliminación del DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo), productor de radicales libres, la actividad captadora de cationes y el poder reductor férrico en comparación con el ácido ascórbico. Determinó que extracto de metanol (1:1) mostró mayor de barrido del DPPH que otros métodos empleados (IC<sub>50</sub>= $0,6433 \pm 0,0029 \text{ mg/ml}$ ); sin embargo, el ácido ascórbico fue más activo ( $p < 0,05$ ). El extracto de

acetona (IC<sub>50</sub> = 0.0491 ± 0.0005 mg/ml) y diclorometano: metanol (1:1) (IC<sub>50</sub> = 0.0556 ± 0.0002 mg/ml) mostraron menos capacidad captadora de radicales libres que la del ácido ascórbico estándar (p < 0,05). Mientras que, ante el poder reductor férrico el diclorometano fue el extracto antioxidante más potente y que equipara al ácido ascórbico (p < 0,05) (14).

Las semillas del *A. heterophyllum* demuestran una gran capacidad antioxidantes, otro estudio que las utilizó cultivándolas de plantas provenientes de Brasil. Demostró que la utilización de las semillas en la alimentación es complementaria ya que sus estudios mencionan que impidieron la peroxidación del ácido linoleico medido por el método del tiocianato, una actividad depuradora superior al 50% de peróxido de hidrógeno y DPPH, y un poder reductor del molibdeno VI a molibdeno V, que pueden inhibir la acción de la xantina oxidasa, la misma que es la encargada de procesar la hipoxantina a la xantina, como al ácido úrico (15).

### Conclusiones

La *Artocarpus heterophyllum* Lam., es un árbol de hojas perennes proveniente de algunas regiones de la India; sin embargo, se observan cultivos de esta planta en regiones tropicales y subtropicales donde las condiciones para su crecimiento son aptas y desarrollar todas sus propiedades para explotarla al máximo. Además de sus usos en diferentes aspectos culturales, también se observan varias propiedades farmacológicas, las que se pueden destacar las antiinflamatorias y antioxidantes. Estas primeras son las más estudiadas en el campo experimental, donde se ha comprobado por medio de estas investigaciones que los compuestos fenólicos actúan directamente sobre la producción de NO, de COX-2 y prostaglandinas E2 producidas por los lipopolisacáridos; inhibiendo estos mediadores proinflamatorios nos da una nueva esperanza terapéutica en patologías inflamatorias.

Por otro lado, las prenilflavonas y otros compuestos como la cicloheterofilina y las artoninas A y B, proporcionan de actividad antioxidante inhibiendo la peroxidación lipídica, eliminado el DPPH y radicales libres hidroxilos y otros provenientes de la catalización de hierro; esta nos proporcionaría una mejor calidad de vida evitando enfermedades de depósito por acúmulo de cristales, como es el ejemplo de la Gota. Los estudios analizados nos dan un enfoque real de la actividad de los extractos de la Yaca en la eliminación de los productos provenientes de la oxidación de los compuestos orgánicos.

### Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés

### Referencias bibliográficas

1. Macías Aguirre MJ. Análisis de la semilla Yaca o Jackfruit (*Artocarpus Heterophyllum*) y su propuesta de aplicación en la culinaria. Repositorio

Institucional de la Universidad de Guayaquil. 2020 Junio; p. 1-86. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49544/1/BINGQ-GS-20P34.pdf>

2. Prakash O, Kumar R, Mishra A, Gupta R. *Artocarpus heterophyllum* (Jackfruit): An Overview. *Phcog Rev.* 2009; 3(6): p. 353-358. Disponible en: <https://www.phcogrev.com/sites/default/files/Phcog Rev-3-6-353.pdf>
3. Munira S, Nesa L, Islam M, Sultana S, Hossain S, Khanam H. Analgesic, anti-inflammatory and CNS activities of the methanolic extract of *Artocarpus heterophyllum* seed. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.* 2015 Abril; 4(5): p. 91-103. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Md-Monirul-Islam/4/publication/331651259\\_analgesic\\_antiinflammatory\\_and\\_cns\\_activities\\_of\\_the\\_methanolic\\_extract\\_of\\_artocarpus\\_heterophyllum\\_seed/links/5c86769d4585153209c2b797/analgesic-anti-inflammatory-and-cns-activities-of-themethanolic-extract-of-artocarpusheterophyllum-seed.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Md-Monirul-Islam/4/publication/331651259_analgesic_antiinflammatory_and_cns_activities_of_the_methanolic_extract_of_artocarpus_heterophyllum_seed/links/5c86769d4585153209c2b797/analgesic-anti-inflammatory-and-cns-activities-of-themethanolic-extract-of-artocarpusheterophyllum-seed.pdf)
4. Kumar N, Patel A, Sahoo HB. Formulation and Biological Evaluation of Some Selected Medicinal Plants for Anti-inflammatory Potential. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives.* 2020; 11(1): p. 56-64. Disponible en: [https://zenodo.org/record/4500401/files/08\\_IJPBA\\_1863\\_20.pdf](https://zenodo.org/record/4500401/files/08_IJPBA_1863_20.pdf)
5. Septama AW, Jantan I, Panichayupakaranant P. Flavonoids of *Artocarpus heterophyllum* Lam. heartwood inhibit the innate immune responses of human phagocytes. *Journal of Pharmacy and Pharmacology.* 2018; 70: p. 1242–1252. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jphp.12952>
6. Liu YP, Yu XM, Zhang W, Wang T, Jiang B. Prenylated chromones and flavonoids from *Artocarpus heterophyllum* with their potential antiproliferative and anti-inflammatory activities. *Bioorganic Chemistry.* 2020 Agosto; 101: p. 104030. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.104030>
7. Ajiboye BO, Ojo OA, Oyinloye BE, Okesola MA, Oluwatosin A, Boligon AA, et al. Antihyperglycemic and anti-inflammatory activities of polyphenolic-rich extract of *Artocarpus heterophyllum* lam stem bark in streptozotocin-induced diabetic rats. *Cogent Medicine.* 2019; 6(1): p. 1649628. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/2331205X.2019.1649628>
8. Kexue Z, Yanjun Z, Nie S. Physicochemical properties and in vitro antioxidant activities of polysaccharide from *Artocarpus heterophyllum* Lam. pulp. *Carbohydrate Polymers.* 2016 Agosto; p. 1-31. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.08.074>

<https://doi.org/10.5897/JMPR2015.5926>

9. Biworo , Suhartono E, Tanjung E, Iskandar , Khairina , Suhartono E. Antidiabetic and Antioxidant Activity of Jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus*) Extract. *Journal of Medical and Bioengineering*. 2015 Agosto; 4(4). Disponible en: <http://www.jomb.org/uploadfile/2014/1114/20141114115102232.pdf>
10. Zhang L, Tu Zc, Xie X, Wang H, Wang H, Wang Zx, et al. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) peel: A better source of antioxidants and a-glucosidase inhibitors than pulp, flake and seed, and phytochemical profile by HPLC-QTOF-MS/MS. *Food Chemistry*. 2017;; p. 1-39. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.003>
11. Gogoi AK, Borthakur PK, Saikia S, Baruah S, Gogoi B. Effect of Antioxidants on Quality of Minimally Processed Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) Bulbs. *Ind. J. Pure App. Biosci*. 2021; 9(2): p. 134-137. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18782/2582-2845.8630>
12. Ilmi HM, Elya B, Handayani R. Association between total phenol and flavonoid contents in *Artocarpus Heterophyllus* (Jackfruit) bark and leaf extracts and lipoxygenase inhibition. *Int J App Pharm*. 2020; 12(1): p. 252-256. Disponible en: <https://doi.org/10.22159/ijap.2020.v12s1.FF055>
13. Liu YY, Wang T, Yang RX, Tang HX, Qiang L, Liu YP. Anti-inflammatory steroids from the fruits of *Artocarpus heterophyllus*. *Natural Product Research*. 2019 Noviembre;; p. 1-8 Disponible en: <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1693562>
14. Gupta D, Mann S, Sood A, Gupta R. Phytochemical, nutritional and antioxidant activity evaluation of seeds of Jackfruit (*Artocarpous Heterolphyllus* Lam.). *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. 2011 Octubre-Diciembre; 2(4): p. 336345. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.641.3771&rep=rep1&type=pdf>
15. Burci LM, Da Silva CB, De Oliveira M, Dalarmi L, Warumby Zanin SM. Determination of antioxidant, radical scavenging activity and total phenolic compounds of *Artocarpus heterophyllus* (Jackfruit) seeds extracts. *J. Med. Plants Res*. 2015 Octubre; 8(40): p. 1013-1020. Disponible en:

Artículo de revisión

**Cisteína generadora de glutatión y su efecto antioxidante en pacientes con nutrición parenteral**  
**Glutathione-generating cysteine and its antioxidant effect in patients on parenteral nutrition**

Stephany María Aldás Garcés\*; Jennifer Paola Barrera Morales \*\*; Erika Michelle Guevara Arroba \*\*\*

\*Analista de investigación Nutrición y Dietética. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. 0000-0002-4990-4532

\*\* Analista de investigación. Nutrición y Dietética. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. 0000-0002-3864-3912

\*\*\* Analista de investigación. Nutrición y Dietética. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. 0000-0002-7527-3770  
[eguevara9076@uta.edu.ec](mailto:eguevara9076@uta.edu.ec)

**Resumen.**

**Introducción.** La cisteína es un aminoácido azufrado, su puente disulfuro es esencial para la oxidación en el hábito alimentario y debe estar presente la ingesta de aminoácidos para mantener un sistema antioxidante equilibrado. La cisteína es la precursora del glutatión considerado un compuesto de defensa en condiciones de estrés oxidativo, en donde el paciente atraviesa por una alteración de su organismo derivado de enfermedades o accidentes, con un aumento de radicales libres de oxígeno, que en función de las circunstancias puede llegar a superar al número de antioxidantes presentes en el cuerpo, originando así el estrés oxidativo. El GSH (glutatión), actúa como antioxidante manteniendo el balance redox celular y protegiendo al organismo de los posibles efectos adversos derivados del estrés oxidativo. Cuando un paciente atraviesa una situación de enfermedad y requiere nutrición por vía parenteral para complementar sus necesidades nutricionales, por lo general se registra una concentración baja de glutatión lo que es un indicativo de una patología, debido a la enfermedad misma y no por una relación directa con la nutrición vía intravenosa, que de hecho se prescribe para corregir estos niveles bajos de antioxidantes derivados de una nutrición deficiente.

**Palabras clave:** Aminoácido; estrés oxidativo; oxidación; proteína; vía intravenosa.

**Abstract.**

Cysteine is a sulfur amino acid, its disulfide bridge is essential for oxidation in dietary habits and the intake of amino acids must be present to maintain a balanced antioxidant system. Cysteine is the precursor of glutathione considered a defense compound in conditions of oxidative stress, where the patient undergoes an alteration of his body derived from diseases or accidents, with an increase in oxygen free radicals, which depending on the circumstances it can exceed the number of antioxidants present in the body, thus causing oxidative stress. GSH (glutathione) acts as an antioxidant, maintaining the cellular redox balance and protecting the body from possible adverse effects derived from oxidative stress. When a patient goes through a disease situation and requires parenteral nutrition to supplement their nutritional needs, a low glutathione concentration is generally recorded, which is indicative of a pathology, due to the disease itself and not due to a direct relationship with intravenous nutrition, which is in fact prescribed to correct these low levels of antioxidants resulting from poor nutrition.

**Keywords:** Amino acid; oxidative stress; oxidation; protein; intravenous route

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

**Introducción**

La salud y la vida se concentran alrededor de un correcto soporte nutricional, el cual consiste directamente en la reincorporación y transformación de alimentos y líquidos necesarios que garanticen mantener las condiciones vitales del cuerpo. La nutrición parenteral es una de las maneras para dar sustento nutricional, principalmente cuando el tracto digestivo no está funcionando debido a diversos grados de disfunción gastrointestinal y se contraindica de

forma absoluta la nutrición enteral o esta no cubre totalmente las necesidades requeridas<sup>1</sup>. Básicamente se

conoce como nutrición parenteral al aprovisionamiento de nutrientes por difusión vía intravenosa, con el objetivo de cubrir las exigencias metabólicas del cuerpo, cuando este no puede hacerlo de manera convencional o ser administradas completamente por vía enteral. Se prescribe principalmente para tratar, corregir o prevenir problemas de mala nutrición en pacientes cuya asimilación oral o enteral no es posible<sup>2</sup>. En el régimen alimentario de los mamíferos es indispensable incluir aminoácidos de azufre, estos desempeñan un papel fundamental en el sistema metabólico e inmunológico, sobre todo en la oxidación de proteínas, conservar un estado equilibrado homeostático redox en el organismo está sujeto

directamente al equilibrio del sistema antioxidante<sup>3</sup>, la cisteína es uno de los aminoácidos azufrados más representativos, contiene azufre reducido y a causa de sus características bioquímicas ocupa una posición central en el metabolismo, es el metabolito precursor del glutatión considerado como un compuesto de defensa especialmente en condiciones de estrés oxidativo ya que actúa como antioxidante manteniendo el balance redox celular<sup>4</sup>

En momentos de estrés oxidativo se recomienda combatir esta condición de manera rápida, el glutatión es cuantitativamente el más importante, tiene una enorme actividad antioxidante y propiedades termorreguladoras, hoy en día el avance y progreso de la tecnológica en conjunto con la medicina, han permitido hacer de la nutrición parenteral un instrumento terapéutico de uso habitual, en situaciones críticas y en terapias de larga duración<sup>5,6,7,8,9</sup>.

### Metodología

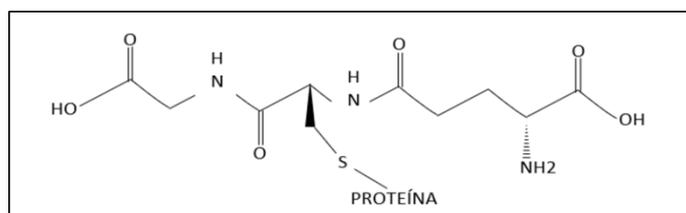
La investigación se realizó en la Universidad Técnica de Ambato haciendo uso de las plataformas virtuales, durante el periodo de Mayo-Julio del 2021, pues se trata de una investigación de revisión bibliográfica. Se recopiló información referente al efecto antioxidante del glutatión en pacientes de nutrición parenteral, de trabajos publicados en revistas científicas de las bases de datos como PubMed, Scielo, Dialnet, Elsevier, Redalyl, Medigraphic, Google Académico. Del total de revisiones encontradas, se delimitaron 25 del número de artículos de revisión con información de interés en el tema. Las revisiones correspondieron a artículos

originales y artículos de revisión que contribuyeron al análisis del estudio y sus respectivas conclusiones. La información se localizó, identificó y accedió en aquellos documentos que contenían y mantenían concordancia con el tema tratado concerniente a la investigación y se considera a la fuente de información utilizada en esta pesquisa como secundaria, puesto a que implica investigación organizada, elaborada, producto de análisis, extracción o reorganización relacionados a documentos primarios originales.

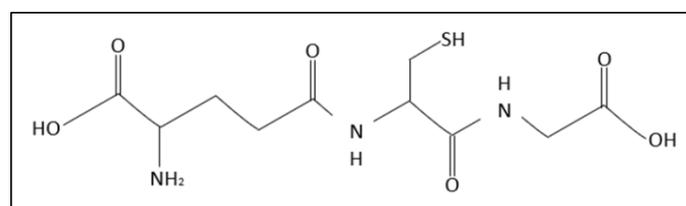
### Discusión

El glutatión (GSH), es un tiol de bajo peso molecular de gran profusión en la célula y suele estar presente en concentraciones milimolares, es un tripéptido de glutamato, cisteína y glicina y está involucrado en muchas reacciones tales como la glutatión de proteínas, la neutralización de superóxidos y la desintoxicación de metabolitos por conjugación, debido a sus características y su alta presencia en la células lo convierten en un antioxidante eliminador abundante que favorecen a la homeostasis redox celular.<sup>11</sup>

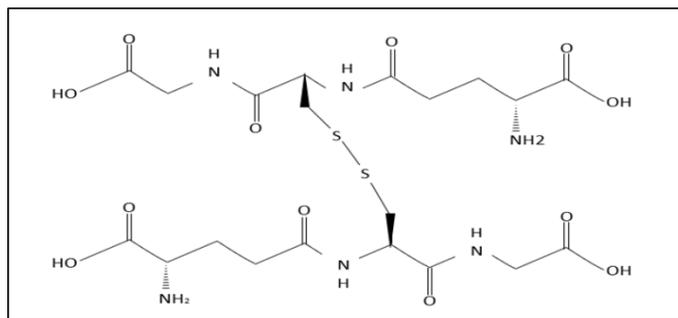
Se puede encontrar al glutatión fusionado a una proteína (figura 1) o de manera independiente; su forma libre puede ser una molécula reducida (tiol) u oxidada (disulfuro) conocido como glutatión reducido (figura 2) y glutatión oxidado (figura 3) respectivamente, en el interior de la célula la forma reducida es la más numerosa y la parte activa de la molécula, está representada por el grupo tiol (-SH) del residuo de cisteína<sup>12</sup>.



**Figura 1.** Glutatión unido a proteína



**Figura 2.** Glutatión reducido, su grupo activo es el grupo SH del residuo de Cisteína



**Figura 3.** Glutati3n oxidado, formado por dos mol3culas de GSH unidas por un enlace disulfuro

Se ha estudiado que la aportaci3n intravenosa de GSH es relevante en pacientes tratados sobre todo aquellos en condici3n cr3tica, que empiecen a experimentar estr3s oxidativo. En relaci3n a la cantidad se considera al glutati3n el m3s importante y esencial antioxidante end3geno, especialmente para la detoxificaci3n de per3xidos lip3dicos<sup>5</sup>. Se denomina estr3s oxidativo al proceso que ocurre en el cuerpo cuando produce un incontrolable n3mero de radicales libres de ox3geno y los niveles de defensa antioxidante son bajos, lo que llega a alterar funciones celulares adem3s de dañar l3pidos, prote3nas, hidratos de carbono y 3cidos nucleicos, es com3n que esta condici3n se presente durante una enfermedad cr3tica; los seres humanos cuentan con un sistema de defensa end3geno encargado de resguardar a los tejidos contra la lesi3n inducida por el estr3s oxidativo entre estos antioxidantes se encuentra el glutati3n<sup>5,13,14</sup>.

En algunos casos especialmente cuando el cuerpo ha sufrido una agresi3n, herida o alguna cirug3a los niveles de antioxidantes disminuyen r3pidamente y podr3a persistir as3 durante semanas lo que pone en riesgo la salud y la vida del paciente, cuanto m3s severo es el trauma y el s3ndrome de la respuesta inflamatoria sist3mica mayor es el consumo de los antioxidantes, esta condici3n amerita una pronta y oportuna intervenci3n para abatir los probables efectos derivados del bajo conteo de antioxidantes en el sistema, se destina entonces la nutrici3n parenteral para cubrir estas necesidades, sobre todo en pacientes cuya condici3n de salud no es 3ptima para la nutrici3n enteral<sup>15,13</sup>. Como se menciona con anterioridad el glutati3n tiene importantes funciones como antioxidante y uno de los precursores de este es la ciste3na que a su vez cuenta como provisoros que pueden suministrarse por v3a parenteral o intravenosa a la 5-oxoprolina, la oxotiazolidina carboxilato o la N-acetil ciste3na, que se proporciona con el objetivo de acrecentar los niveles de concentraci3n de glutati3n en el cuerpo para beneficiar la detoxificaci3n, con particular 3nfasis en momentos de estr3s oxidativo<sup>16</sup>.

Las especies reactivas del ox3geno esta considerados como agentes oxidantes altamente perjudiciales de car3cter end3geno, se asocia como los promotores de m3s de cien patolog3as diferentes, entre ellas ciertos

tipos de c3ncer, enfermedades cardiovasculares, des3rdenes neurovegetativos, por nombrar algunos, esto se debe al daaño oxidativo que ocasionan<sup>17</sup>. El sistema antioxidante resguarda 3rganos y tejidos de las consecuencias de los radicales libres de ox3geno, est3 constituido por un grupo de sustancias entre las cuales se destaca al glutati3n, el cual b3sicamente impide que otras mol3culas se unan con las especies reactivas del ox3geno<sup>18</sup>.

Durante la detoxificaci3n el glutati3n (GSH), reacciona de forma directa con las especies reactivas de ox3geno, estas mol3culas son capaces de provocar daaños importantes en 3rganos y tejidos, el GSH juega el papel de cofactor enzim3tico de antioxidantes como la glutati3n peroxidasa, de hecho est3 implicado en dos tipos de reacciones: la primera lo realiza al interactuar con radicales como hidroxilo, 3xido n3trico y radical super3xido, es decir una reacci3n no enzim3tica; la segunda sucede cuando el GSH cede un electr3n con el fin de reducir per3xidos en la reacci3n catalizada del glutati3n peroxidasa, en cualquiera de los dos casos expuestos se deriva glutati3n oxidado, entonces se cataliza la reducci3n de glutati3n oxidado a trav3s del glutati3n reductasa convirti3ndose en glutati3n reducido que puede ser usado por el glutati3n peroxidasa para la reducci3n de lipoper3xidos y per3xidos (especies reactivas del ox3geno). Por las caracter3sticas propias de este antioxidante es posible conservar el potencial redox celular al mantener en estado reducido a los grupos sulfidrilo de las prote3nas, adem3s de regular la sea±alizaci3n celular de la muerte programada (apoptosis)<sup>19,6,20</sup>.

El glutati3n es un trip3ptido soluble en agua y esta mol3cula 3nica forma parte de actividades esenciales del homeostasis celular, teniendo un rol central en la defensa contra el daaño oxidativo, est3 presente en todos los 3rganos sobre todo en el h3gado donde se concentra en mayor cantidad<sup>12</sup>.

Estudios epidemiol3gicos indican que los h3bitos alimenticios de una dieta basada en antioxidantes impiden el estr3s oxidativo, lo cual puede prevenir la incidencia de enfermedades como el alzh3imer o patolog3a ocular, esta afirmaci3n se ha acrecentado debido a varios estudios que prueban que la nutrici3n

juega un papel importante en la prevención de la progresión de enfermedades<sup>21</sup>.

En niños con una nutrición deficiente se evidenció un descenso significativo en el GSH y la velocidad de síntesis, además de, una baja concentración de cisteína extra e intra celular, es decir, existe una aportación menor de cisteína a partir del metabolismo proteico debido a la generación de radicales libres de oxígeno y la capacidad antioxidante propias de la mala nutrición<sup>22</sup>. En concordancia con estas aseveraciones están los ensayos experimentales en los que se negó aminoácidos sulfurados en una dieta, dando como resultado una baja velocidad de síntesis de GSH y se reportó una disminución en el recambio desde los tejidos<sup>23</sup>.

Es importante mantener las defensas antioxidantes para inactivar las especies reactivas de oxígeno y/o radicales libres y de esta manera proteger contra los daños oxidativos a los tejidos y órganos<sup>24</sup>, se ha comprobado que una buena nutrición es la clave para mantener las defensas antioxidantes equilibradas, sin embargo, cuando los pacientes presentan dificultades en la ingestión de alimentos por las vías naturales a causa de una situación clínica particular, enfermedad o circunstancias secundarias el soporte nutricional parenteral es la única alternativa terapéutica<sup>25</sup>.

Generalmente en situaciones en donde el paciente atraviesa por una alteración de su organismo derivado de cierta enfermedad o accidente, se evidencia un aumento de radicales libres de oxígeno, que en función de las circunstancias puede llegar a superar al número de antioxidantes presentes en el cuerpo, originando así al denominando estrés oxidativo, condición que puede generar o agravar el estado de salud y que debe ser tratado a tiempo. El cuerpo humano cuenta con un sistema antioxidante que lo resguarda de las especies reactivas del oxígeno, a las que se les acreditan diversas enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y algunos tipos de cáncer; en este sistema se destaca a la molécula glutatión, considerada como parte central de la defensa contra el daño oxidativo, este tripéptido tiene una alta capacidad de neutralizar radicales de oxígeno. Una correcta nutrición que incluya en su dieta el consumo de alimentos que contengan antioxidantes ha resultado ser efectiva en el control de enfermedades relacionadas al estrés oxidativo, sin embargo, existen casos en donde el individuo no puede asimilar los nutrientes necesarios por vía digestiva o enteral, especialmente en estados de salud deteriorados, por lo que se administra los nutrientes a través de vía intravenosa o parenteral en la calidad y cantidad necesaria para cada persona, en este tipo de pacientes en estado crítico se ha registrado un descenso considerable en la velocidad de síntesis de GSH, que no se relaciona con la nutrición vía intravenosa sino más bien al estado de salud en sí, se llegó a esta conjetura debido a las afirmaciones analizadas en donde los sujetos de control se encontraban en mala

nutrición, de hecho cabe recalcar que uno de los objetivos de la nutrición parenteral es cubrir las necesidades de asimilación de GSH en pacientes enfermos.

### Conclusiones

Un sistema antioxidante equilibrado es esencial para mantener un estado de salud óptimo, aún más cuando el cuerpo se encuentra en un proceso de recuperación después de un evento traumático (enfermedad, cirugía, etc.). En casos críticos o cuando la nutrición enteral no es conveniente o no cumple con los requerimientos necesarios para el paciente, se indica como tratamiento la nutrición parenteral, sin embargo, esta podría representar un riesgo si no se prescribe y administra por personal capacitado.

El conteo de antioxidantes en el cuerpo puede descender debido a diferentes causas, esto puede generar un gran problema y acrecentarse si se empieza a generar radicales libres de oxígeno, pues se presenta el denominado estrés oxidativo, y este afecta a órganos y tejidos debido al daño oxidativo que puede ocasionar, a esta condición se le acreditan varias enfermedades entre ellas ciertos tipos de cáncer, si los niveles de antioxidante son bajos es un indicativo de alguna patología y debe corregirse de manera oportuna.

El glutatión es considerado una molécula central del sistema, se encuentra en grandes cantidades en los órganos (especialmente en el hígado), forma parte esencial de la detoxificación, mantiene el potencial óxido-reductor en la célula y su alta capacidad para eliminar las especies reactivas del oxígeno lo ponen en un papel importante en la defensa contra el daño oxidativo y por lo tanto dentro del ámbito de la salud. Si se registra una concentración baja de glutatión podría utilizarse como indicador de riesgo de alguna enfermedad, en pacientes con tratamiento de nutrición parenteral es común encontrar esta condición, debido a que los que requieren de este procedimiento no han podido cubrir sus necesidades nutricionales por vía convencional o parenteral por lo general por alguna enfermedad o situación de mala nutrición y no por una relación directa con la nutrición vía intravenosa.

### Referencias bibliográficas

1. Vaquerizo C, (2017). Nutrición parenteral en el paciente crítico: indicaciones y controversias. *NUTRICION CLINICA EN MEDICINA*, Vol. XI, (1), 26–41. Recuperado el día 22 de junio de 2021, de: <https://doi.org/10.7400/NCM.2017.11.1.5048>
2. Muñoz, P. G., López, L. G., Costa, C. M., Villares, J. M. M., Pedrón, C., & Maristany, C. P. P. (2007). Documento de consenso SENPE/SEGHNP/SEFH sobre nutrición parenteral pediátrica. *Nutr Hosp.*, 10, 22, (6), 710-19. Recuperado el 22 de junio de 2021, de: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v22n6/original9.pdf>

3. Bin, P., Huang, R., Zhou, X., (2017). Oxidation Resistance of the Sulfur Amino Acids: Methionine and Cysteine. *BioMed Research International*, 1–6. Recuperado el 25 de junio de 2021, de: <https://doi.org/10.1155/2017/9584932>
4. Droux M. (2004). "Sulfur assimilation and the role of sulfur in plant metabolism: a survey". *Photosynth Res.* 79 (3): 331-348. Recuperado el 25 de junio de 2021, de : DOI: 10.1023/B:PRES.0000017196.95499.11
5. Abilés, J., Moreno-Torres, R., Moratalla, G., Castaño, J., Abú, R.P., Mudarra, A., Machado, M.J., Planells, E., (2008). Efectos de la suplementación con glutamina sobre el sistema antioxidante y la peroxidación lipídica en pacientes críticos con nutrición parenteral. *Nutr Hosp.* 23(4):332-339. Recuperado el 27 de junio de 2021, de: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v23n4/original3.pdf>
6. Díaz-Hung, M.-L., Lezcano, B., (2015). El sistema antioxidante del glutatión en la etiopatología de la disfunción nigro-estriatal 34(2):168-186, recuperado el 27 junio de 2021, de: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v34n2/ibi07215.pdf>
7. Druyan, M.E., Compher, C., Boullata, J.I., Braunschweig, C.L., George, D.E., Simpser, E., Worthington, P.A., (2012). American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.) Board of Directors, Clinical Guidelines for the Use of Parenteral and Enteral Nutrition in Adult and Pediatric Patients: Applying the GRADE System to Development of A.S.P.E.N. Clinical Guidelines. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 36, 77–80. Recuperado el 27 de junio de 2021, de: <https://doi.org/10.1177/0148607111420157>
8. Font-Noguera, I., Cercós-Lletí, A.-C., Llopis-Salvia, P., (2001). QUALITY IMPROVEMENT IN PARENTERAL NUTRITION CARE. *Clinical Nutrition* 20, 83–91. Recuperado el 27 de junio de 2021, de: <https://doi.org/10.1054/clnu.2000.0361>
9. López A., Carlos Fernando A., Zelmira Lazarova, Rómulo Bañuelos V., Sergio Hugo Sánchez R. (2012). Antioxidantes, un paradigma en el tratamiento de enfermedades. *REVISTA ANACEM*. Vol. 6, N°1. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Argelia-Lopez-Luna/publication/264233113\\_Antioxidantes\\_un\\_paradigma\\_en\\_el\\_tratamiento\\_de\\_enfermedades/links/53d53f60cf228d363ea0852/Antioxidantes-un-paradigma-en-el-tratamiento-de-enfermedades.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Argelia-Lopez-Luna/publication/264233113_Antioxidantes_un_paradigma_en_el_tratamiento_de_enfermedades/links/53d53f60cf228d363ea0852/Antioxidantes-un-paradigma-en-el-tratamiento-de-enfermedades.pdf)
10. Bachhawat, A.K., Yadav, S., (2018). The glutathione cycle: Glutathione metabolism beyond the  $\gamma$ -glutamyl cycle: GLUTATHIONE METABOLISM BEYOND THE  $\gamma$ -GLUTAMYL CYCLE. *IUBMB Life* 70, 585–592. Recuperado el 29 de junio de 2021, de: <https://doi.org/10.1002/iub.1756>
11. Rashdan, N.A., Shrestha, B., Pattillo, C.B., 2020. S-glutathionylation, friend or foe in cardiovascular health and disease. *Redox Biology* 37, 101693. Recuperado el 29 de junio de 2021, de: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101693>
12. Vulcano, L.A.D., Soraci, A.L., Tapia, M.O., 2013. Homeostasis del glutatión. *Acta Bioquím Clín Latinoam.* 47 (3), 529-539 Recuperado el 30 de junio de 2021 de: <https://www.redalyc.org/pdf/535/53529349007.pdf>
13. Canul-Medina, G., (Octubre-Diciembre 2009). Glutamina en nutrición clínica. 17, (4), 161-169. Recuperado el 30 de junio de 2021, de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/endoc/er-2009/er094e.pdf>
14. Elejalde Guerra, J.I., 2001. Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. *An. Med. Interna (Madrid)*. 18, (6), 326-335. Recuperado el 30 de junio de 2021 de: <https://doi.org/10.4321/S0212-71992001000600010>
15. Aldana, M.S.C., Hernández, M.M., (enero-marzo, 2009). Actualidades en nutrición parenteral. 14, (1), 27-36. Recuperado el 30 de junio de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/473/47311460006.pdf>
16. Sarrasague, M.M., Barrado, D.A., Zubillaga, M., Hager, A., Paoli, T.D., Boccio, J., (enero-marzo, 2006). Conceptos actuales del metabolismo del glutatión. 40, (1), 45-54. Recuperado el 2 de julio de 2021, de: <https://www.redalyc.org/pdf/535/53540108.pdf>.
17. Cabrera, L.T.C., (2000). ALGUNOS ASPECTOS SOBRE EL ESTRÉS OXIDATIVO, 6. 14(1):55-60. Recuperado el 6 de julio de 2021, de: <http://revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/471/403>
18. Venero Gutiérrez, Justo R.. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Rev Cub Med Mil.* Vol.31, (2), 126-133. Recuperado el 6 de julio de 2021, de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572002000200009&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572002000200009&lng=es&nrm=iso). ISSN 0138-6557.
19. Cisneros Prego, Elio. (1995). La glutatión reductasa y su importancia biomédica. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 14(1) Recuperado en 06 de julio de 2021, de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03001995000100003&lng=es&tlang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03001995000100003&lng=es&tlang=es)
20. Martínez-Sámamo, J., Torres-Durán, P.V., Juárez-Oropeza, M.A., (2011). EL GLUTATIÓN Y SU ASOCIACIÓN CON LAS ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS, LA ESQUIZOFRENIA, EL ENVEJECIMIENTO Y LA ISQUEMIA CEREBRAL 12.

21. Lara, H.H., Alanís-Garza, E.J., Puente, M.F.E., Mureyko, L.L., (2015). Nutrición que previene el estrés oxidativo causante del Alzheimer. *Prevención del Alzheimer. Gaceta Médica de México.* 151, 245-51. Recuperado el 6 de julio de 2021, de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2015/gm152m.pdf>
22. Reid, M., Badaloo, A., Forrester, T., Morlese, J.F., Frazer, M., Heird, W.C., Jahoor, F., (2000). In vivo rates of erythrocyte glutathione synthesis in children with severe protein-energy malnutrition. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* 278, E405–E412. Recuperado el 7 de julio de 2021, de: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.2000.278.3.E405>
23. Lyons, J., Rauh-Pfeiffer, A., Yu, Y.M., Lu, X.-M., Zurakowski, D., Tompkins, R.G., Ajami, A.M., Young, V.R., Castillo, L., (2000). Blood glutathione synthesis rates in healthy adults receiving a sulfur amino acid-free diet. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97, (10), 5071–5076. Recuperado el 7 de julio de 2021, de: <https://doi.org/10.1073/pnas.090083297>
24. Barbosa, K.B.F., Bressan, J., Zulet, M.A., Martínez, J.A., 2008. Influencia de la dieta sobre marcadores plasmáticos de estrés oxidativo en humanos. *Anales Sis San Navarra.* 31 (3): 259-280. Recuperado el 7 de julio de 2021, de: <https://doi.org/10.4321/S1137-66272008000500006>
25. Bermúdez, C., Sanabria, Á., Vega, V., (2013). Soporte nutricional del paciente adulto Resultados de la reunión de consenso de la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica. 28, 101-116. Recuperado el 10 de julio de 2021, de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcci/v28n2/v28n2a3.pdf>

**Contaminación por agentes químicos desde un enfoque interdisciplinario - efectos en la Seguridad Alimentaria**  
**Contamination by chemical agents from an interdisciplinary approach - effects on Food Safety.**

Carmen Viteri-Robayo\*

\*PhD en Investigación Interdisciplinaria, Docente – Investigador, Carrera de Nutrición y Dietética.

Universidad Técnica de Ambato, FCS\_UTA. Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-2780-8790>

[carmenpviteri@uta.edu.ec](mailto:carmenpviteri@uta.edu.ec)

**Resumen.**

**Introducción:** La contaminación ambiental ocasionada por agentes químicos, constituye un sistema complejo que debe ser analizado desde la interdisciplina. El uso de plaguicidas ha puesto en riesgo la seguridad alimentaria de la población, y con ello la salud sobre todo de quienes están directamente expuestos. A nivel mundial se registra 6400 ingredientes activos, que combinados dan más de 100000 productos químicos comerciales. Solo en Latinoamérica la demanda por el uso de plaguicidas es del 80%. El uso de estos agentes químicos tiene su auge a partir de la segunda mitad del siglo XX.

**Objetivo:** Exponer los aspectos de la contaminación por agentes químicos, y sus efectos en la seguridad alimentaria, a través de la interdisciplina, con el fin de sintetizar un conocimiento, que permita comprender un problema que requiere respuestas urgentes.

**Material y métodos:** Se realizó una búsqueda automatizada en bases de datos en línea. Se ordenó por relevancia y tiempo, para posteriormente condensar y analizar la información de las fuentes.

**Resultados:** Se revisaron 58 artículos científicos, el 56.4% estudia la contaminación por agentes químicos empleados desde diferentes disciplinas, el 45% de artículos relaciona contaminantes químicos con seguridad alimentaria, siendo importante un enfoque interdisciplinario para un manejo eficaz en seguridad alimentaria.

**Conclusión:** Existe la necesidad urgente de trabajar con un verdadero enfoque interdisciplinario que permita tomar decisiones oportunas para lograr una concientización desde nosotros a través del conocimiento, y empoderamiento de un problema que está latente. En este sentido, atender la contaminación por agentes químicos y sus efectos en la seguridad alimentaria y por ende en la salud de la población, resulta trascendental.

**Palabras clave:** Contaminación, Salud, Plaguicidas, Seguridad alimentaria, Agentes químicos, Interdisciplina.

**Abstract**

**Introduction:** Environmental pollution caused by chemical agents constitutes a complex system that must be analyzed from an interdisciplinary point of view. The use of pesticides has put the food security of the population at risk, and with it the health, especially of those who are directly exposed. Getting worse from the second half of the twentieth century. Worldwide there are 6,400 active ingredients, which combined give more than 100,000 commercial chemicals. Only in Latin America the demand for the use of pesticides is 80%.

**Objective:** To expose the aspects of contamination by chemical agents, and its effects on food safety, through interdiscipline, in order to synthesize knowledge that allows understanding a problem that requires urgent responses.

**Material and methods:** For this, automated searches were carried out in online databases. It was ordered by relevance and time, to later condense and analyze the information from the sources.

**Results:** 58 scientific articles were reviewed, 56.4% study contamination by chemical agents used from different disciplines, 45% of articles related to chemical contaminants with food safety, an interdisciplinary approach being important for effective management in food safety.

**Conclusion:** There is an urgent need to work with a true interdisciplinary approach that allows timely decisions to be made to achieve awareness from us through knowledge and empowerment of a problem that is

latent. In this sense, addressing contamination by chemical agents and its effects on food safety and therefore on the health of the population, is transcendental.

Keywords: Pollution, Health, Pesticides, Food safety, Chemical agents, Interdiscipline

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado:12-09-2021

### **Introducción.**

La problemática ambiental constituye un sistema complejo, determinado no solo por la heterogeneidad de los subsistemas social, económico, ético, legal, y de salud; sino más bien, por la interdefinibilidad que los mismos cumplen dentro del sistema total (1). Trayendo como consecuencia el deterioro de los ecosistemas; sin agua ni aire limpio, alimentos suficientes o ecosistemas biodiversos, no será posible garantizar los derechos sociales (2).

Hasta el momento se ha visto como los procesos socioeconómicos, que han llevado a una contaminación generalizada del medio, a la destrucción de la capa de ozono, y a la destrucción de los recursos naturales, se unen a la incomprensión humana del ambiente, del mundo y de la vida en su compleja totalidad, para admitir la verdadera dimensión del hombre en la naturaleza, y que ha hecho que se rompa el equilibrio, permitiendo que muchas especies desaparezcan y otras estén a punto de extinguirse (3).

Una de las muchas causas, es la presencia de plaguicidas, cuya difusión masiva ocurre después de la Segunda Guerra Mundial (4), ocasionando aumento de la contaminación del agua y del aire, la perturbación de los niveles de gases de efecto invernadero y la pérdida de biodiversidad como resultado de la enorme producción de amoníaco (5). Desde entonces, la crisis ambiental concebida como una crisis socialmente provocada por acción de los seres humanos, ha sido objeto de debate político, económico, ético y social. Los mismos que empiezan a constituirse en el elemento central del panorama político mundial, siendo esto una manifestación del límite de la racionalización de la vida humana, que ha desencadenado procesos incompatibles con la sustentabilidad de la producción por la inseguridad alimentaria, y de la vida misma (6).

Actualmente el uso de plaguicidas tensiona a la comunidad en distintas posturas ideológicas radicalmente contrapuestas, lo que deriva en un

conflicto ambiental, y en la judicialización de la búsqueda de soluciones para los mismos (7).

Si bien los plaguicidas se utilizan para proteger a los cultivos, ya sea a través de la prevención, destrucción o control de insectos, bacterias, virus, malezas, etc; sin embargo también afectan a los organismos benéficos que de manera natural contribuían al control de plagas. Por lo mismo, los sujetos que se dedican a las labores agrícolas, o se encuentran en áreas de cultivo cercanas, son los que estarían expuestos directamente y de manera frecuente a estos productos químicos, muchas veces sin ser conscientes de ello (8). Indirectamente todos los seres vivos están expuestos a estos contaminantes químicos que tantas consecuencias negativas han tenido; existen varios estudios que alertan sobre las afectaciones en los diversos ecosistemas, (9-12) entre ellos. La OMS reitera en los Objetivos del Desarrollo del Milenio (13), que favorece la salud.

En este sentido y en el contexto de la contaminación por agentes químicos, la interdisciplina busca entender la interacción contaminación – seguridad alimentaria, abordando temáticas que incluyen: el uso de plaguicidas en la actividad agrícola, la contaminación por plaguicidas desde la interdisciplina, los enfoques interdisciplinarios, y efectos en la Seguridad Alimentaria. Para ello se ha realizado una revisión exhaustiva sobre los riesgos que provoca el uso excesivo e indiscriminado de los plaguicidas en seguridad alimentaria.

### **Objetivo**

Exponer a través de la interdisciplina los aspectos de la contaminación en relación a la seguridad alimentaria que finalmente conducirá a un deterioro en la salud. Esto con el fin de sintetizar un conocimiento, que permita comprender un problema que requiere respuestas urgentes.

### **Material y métodos**

Se realizó una búsqueda automatizada en las bases de datos en línea tanto artículos científicos (90%),

como en libros (10%) v.g. Pubmed, Scholar, Scopus, empleando las siguientes palabras clave v.g. contaminación, polución, plaguicidas, factores éticos, sociales, económicos, legales, seguridad alimentaria, salud-enfermedad; y operadores booleanos v.g. and, y or. Se ordenó por relevancia y tiempo (2013-2019 - 93.1% de información. y 6.9% de años inferiores), en cualquier idioma. Hecho esto se procedió a extraer la información más destacada contenida en la fuente primaria o secundaria, sobre la base de una organización determinada; se clasificó considerando criterios organizativos, eliminando aquella que no sea necesaria, y reduciendo así el volumen de la bibliografía encontrada. Como punto final se condensa y analiza la información de las fuentes, para ello se siguió los pasos siguientes: ordenamiento de epígrafes o sub epígrafes, evaluación comparativa de los párrafos, condensación de la información con una escritura entendible al lector, y de acuerdo al objetivo que se persiguió.

#### Resultados y Discusión

Agentes químicos en la actividad agrícola.

Una vertiente muy importante relacionada con la contaminación es la práctica agrícola, que a lo largo de los siglos se ha convertido de una agricultura tradicional, a una agricultura en la que los plaguicidas forman parte del quehacer cotidiano.

Desde aproximadamente seis décadas se observa un notable crecimiento de la actividad agrícola asociado al uso de maquinarias, semillas mejoradas y agroquímicos, cuyo objetivo es optimizar la producción de alimentos en calidad y rendimiento. Su despegue fue en el siglo XX con el inicio de una agricultura a escala mayor, grandes extensiones de monocultivos, y con ello explosiones de plagas hasta ahora desconocidas; un tipo de agricultura que para muchos fue inevitable, porque la población mundial estaba creciendo a un ritmo desconocido hasta ese momento.

A nivel mundial se encuentran registrados 6400 ingredientes activos (químico biológicamente activo) de plaguicidas, que combinados con compuestos "inertes" dan más de 100000 productos comerciales (14).

Tilman y colaboradores (15), estiman que de no ocurrir cambios en el manejo de plaguicidas, en

2020 se alcanzarán los 6.5 millones Tm de ingrediente activo, se destaca el incremento en las ventas, de 850 millones de dólares en 1960 a poco más de 31000 millones de dólares en 2005 (16), y aproximadamente 60000 millones de dólares en 2016.

Smil, (2003), estimó que a fines del siglo XX, alrededor del 40% de la población mundial dependería de fertilizantes nitrogenados para una producción agrícola que alimente al 48% de la población mundial (estimación al 2008) (17), es decir la vida de alrededor de la mitad de la humanidad se debe al descubrimiento de los fertilizantes agrícolas (18-19) Contaminación desde un enfoque interdisciplinario

Los estudios sobre la problemática ambiental han puesto de manifiesto, una serie de dificultades metodológicas, existiendo un largo camino erizado de dificultades. Hay, sin duda consenso en considerar que para abordar los problemas ambientales es necesario lograr una verdadera articulación de las diversas disciplinas involucradas, a fin de obtener un estudio "integrado" de esa compleja problemática (1).

De ahí que se aborda el problema desde varias disciplinas.

Enfoque social.- Desde un enfoque social se reconoce que el estilo de vida de cada individuo se ve influenciado por amplias fuerzas sociales, económicas, culturales y políticas; que tiene una población marcada por los riesgos, enfermedades, esperanza de vida y la morbilidad de por vida (20).

Muchos riesgos a la salud humana son el resultado de decisiones tomadas consciente o inconscientemente, basadas en la comprensión de riesgo y beneficio (21). Estos, a su vez, se ven influenciados por la experiencia y motivación de las personas, condicionadas social y culturalmente, tanto en términos generales como en el ámbito de la salud.

Actualmente ha causado mucho interés en todo el mundo la contaminación del ambiente, preocupación que tiene que ver especialmente con las secuelas en todos los ámbitos, especialmente sobre la salud del ser humano. La contaminación del aire y de las aguas en gran medida, el comportamiento de la fauna y la flora determinan que se vaya observando daños y anomalías reflejadas en aberraciones, mutaciones, enfermedades infecciosas y químicas (22).

En muchas zonas del planeta Tierra, la destrucción de la capa de ozono y diversos desastres provocados por el cambio de clima, resultado de la contaminación ambiental, han puesto en alerta a los gobiernos y sus habitantes, que, tratan de discutir y sacar conclusiones tendientes a proponer posibles soluciones; a fin de aplacar catástrofes ecológicas. Esta multitud de voces trata de frenar, el abuso y agresión contra la naturaleza, cuanto se ha oído cuán importante es el problema causado en los mares por el indiscriminado acto de desechar material plástico, por poner algún ejemplo (23).

Se reconoce la existencia de la ciencia ambiental, aunque todavía no hay conciencia plena de la importancia como aporte para tratar de encontrar soluciones y además en donde se discutan aspectos como el de la multidisciplinaria participación de las disciplinas que estudian el ambiente y su interdisciplinaridad para disminuir las fragmentaciones de las investigaciones en pos de una mejor aplicación para ayudar de manera efectiva en la disminución de las causas de contaminación ambiental (23).

Enfoque ético.- Ninguna ética anterior hubo de tener en cuenta las condiciones globales de la vida humana ni el futuro remoto, más aún, la existencia misma de la especie. El hecho de que precisamente hoy estén en juego esas cosas exige, en una palabra, una concepción nueva de los derechos y deberes, algo para lo que ninguna ética ni metafísica anterior proporciona los principios y menos aún una doctrina ya lista.

El tema de la participación social, debe ser un objetivo de las sociedades democráticas. De otro lado, hay que promover formas de construcción de una actividad científica que incluya el análisis de los problemas ambientales de carácter global, cuando se trata de procesos en donde las decisiones se encuentran de cara a grandes incertidumbres, como por ejemplo la desaparición de un ecosistema o incluso de civilizaciones enteras o del planeta mismo (24)

Es probable que la gente del futuro sea más rica, pero heredarán un ambiente más degradado. En este sentido, la idea de equidad intergeneracional, como la base del concepto de sostenibilidad, se convierte así en un concepto básicamente ético, ya que busca no comprometer la capacidad medioambiental de las futuras generaciones. La ética del siglo XXI con relación al medio

ambiente, debe continuar trabajando y extendiendo a todos los niveles de la sociedad y no solo al entorno escolar, el concepto de sostenibilidad, como un concepto básicamente moral. Y se trata de una ética del género humano, en el sentido como Morin (1999) lo ha señalado recientemente, aquella que reconoce la triada individuo-sociedad-especie, para asumir la misión antropológica del milenio (25)

Enfoque económico.- Actualmente el país se encuentra en una encrucijada, las consecuencias que el capitalismo ha traído para el medio ambiente, cobra factura; la economía de las últimas décadas, 70 aproximadamente, se basó en la explotación, transformación, consumo y desecho de los recursos naturales del planeta. Podríamos decir que "El capitalismo es incompatible con la conservación de la naturaleza". "Sólo los lugares donde el Estado es fuerte, y la libertad económica se restringe, consiguen altos índices de calidad ambiental" (26).

Actualmente se tiene agua, aire, tierra, alimentos contaminados, y muchas especies que se han extinguido, todo esto a causa de no haber respetado la naturaleza. Aun cuando existen aspectos legales, convenios y acuerdos internacionales que si se los hace efectivos podrían mitigar la situación actual, sin embargo las fuerzas socio-económicas reproducen continuamente la degradación ambiental; degradando a la propia naturaleza humana (27)

Los grandes capitalistas han sobrepasado los límites de la explotación de tierras, han sido los autores de los monocultivos que dio lugar a plagas resistentes y por tanto al uso de productos más tóxicos, muchos de los cuales permanecen en el ambiente durante décadas. Las consecuencias del capitalismo se observa también en la construcción de infraestructuras y el urbanismo salvaje que cada vez gana terreno, perdiendo la biodiversidad, y permitiendo que desaparezcan paisajes naturales, y con ello calidad de vida (28).

Pero, ¿cuáles son las empresas que están detrás de todo esto? Habría que preguntarles ¿Porque no se hacen responsables de los daños económicos, sociales y ambientales que provocan? Una deuda ecológica que difícilmente va a cambiar, si no hay una concienciación profunda a todo nivel. Una deuda que se basa en modelos de producción y consumo, con la consecuente generación de

residuos, y emisión de gases de efecto invernadero (29).

Efectos en la seguridad alimentaria y salud

Desde las épocas tempranas del surgimiento y desarrollo del hombre, se tuvo la necesidad de combatir las plagas que afectaban sus cultivos y productos con el uso de sustancias capaces de eliminarlos. (30)

La presencia de contaminantes químicos es un problema que se lo ha venido tratando con mayor preocupación en los últimos años. Si bien los plaguicidas ayudan a la producción de alimentos, incrementando el rendimiento de las cosechas, permitiendo que los productos lleguen a toda la población, sin embargo la calidad con la que se obtienen los alimentos son dudosos por la presencia de residuos y efectos toxicológicos que provoca (13) En el medio ambiente, el efecto del uso intensivo de plaguicidas contamina el suelo, agua, aire (31) y por tanto afecta a la seguridad alimentaria. Pues varios estudios demuestran que los alimentos expuestos para el consumo humano también pueden estar contaminados.

por residuos de estas sustancias utilizadas en el campo (32,33) .

Por otro lado las características de los macro y micro nutrientes se ven afectados por la presencia de los plaguicidas (34). Pese a la existencia de políticas Públicas no se ha logrado controlar el uso de contaminantes químicos poniendo en riesgo la salud de la población.

Se estima que más del 70% de los contaminantes del suelo son cancerígenos por naturaleza, lo que aumenta la probabilidad de que los humanos expuestos al suelo contaminado desarrollen cáncer (35). Los contaminantes también pueden causar enfermedades de la piel, desórdenes del sistema nervioso central y bloqueo muscular (36). El agua contaminada por productos químicos ocasiona problemas hormonales y reproductivos, daños en el sistema nervioso, daño hepático, renal y cáncer. Estar expuesto a agua contaminada con sustancias como el mercurio puede conducir a la enfermedad de Parkinson, el Alzheimer, enfermedades cardíacas e incluso la muerte en concentraciones muy elevadas (37,38).

Otras enfermedades registradas son: inmunotoxicidad (39-48), enfermedad Saku, defectos de nacimiento (49), problemas respiratorios (50), dermatológicos, salud reproductiva (51), genotoxicidad (52), abortos

espontáneos (53), enfermedades de Parkinson y Alzheimer (54), esclerosis lateral amiotrófica (55,56). Otro tipo de pesticidas, incluyendo los piretroides, insecticidas, herbicidas, fungicidas y fumigantes, han sido asociados con la neurotoxicidad (57).

Se han encontrado estudios realizados en niños y adolescentes que evidencian déficit en el desempeño neuro comportamental, durante la temporada de aplicación de pesticidas (58).

#### Conclusiones

El Planeta tierra se ha visto amenazado por los diferentes factores, acciones, del convivir de la misma sociedad; de los más importantes contaminantes ambientales que se mencionan a diario son los producidos por la contaminación del aire y el agua especialmente a partir de la industria y el avance tecnológico; del uso de plaguicidas, insecticidas, metales pesados, y otros. En este sentido, atender a la contaminación ambiental y su impacto en la vida de las personas y los ecosistemas resulta trascendental.

Entonces la dimensión ética del cambio climático no puede siquiera cuestionarse, pues se trata de una responsabilidad concreta a partir de decisiones concretas tomadas sin la necesaria evaluación de riesgos, con el consiguiente impacto y daño medioambiental, si bien no irreparable. La responsabilidad es de todos abarcando desde los aspectos éticos para conseguir el verdadero cambio climático.

En lo que respecta al plano económico, se puede decir que mientras los grandes capitalistas y pequeños agricultores, así como la población en general no concientice sobre los graves riesgos a los que estamos sometidos todas las formas de vida, el futuro que se espera es muy desalentador, la extinción de las especies continúa, y después de ello que esperamos que venga?, la respuesta es clara; de que va a servir entonces el dinero, los grandes capitales, y el enriquecimiento de unos cuantos, cuando las enfermedades causadas por intoxicación serán inminentes.

Desde el enfoque de salud, las consecuencias de la contaminación ambiental han agravado la salud humana, la salud animal, los bosques y vegetación, y el ambiente en general. Esto no sólo causa discapacidades físicas, sino que también causa desórdenes psicológicos y de comportamiento en las personas. Los efectos de la

contaminación son bastante amplios. Todos los tipos de contaminación —aérea, acuática y terrestre— tienen un impacto en el ambiente. Los efectos de la contaminación en organismos vivientes pueden incluir desde malestares menores hasta enfermedades más serias, como cáncer o deformidades físicas. La contaminación ocurre cuando los contaminantes afectan los ambientes naturales, lo que genera cambios que inciden de manera negativa en los estilos de vida.

La contaminación perturba al ecosistema y al balance del ambiente. Con la modernización y el desarrollo actual, la contaminación ha alcanzado su punto máximo; el calentamiento global y las enfermedades que se relacionan con la contaminación, van en alza.

Frente a todo esto, no podemos quedarnos como espectadores de un problema que concierne a todos, tenemos que ser actores de este cambio, aunar esfuerzos para que desde este enfoque interdisciplinar se logre mitigar un problema que está latente.

#### Referencias Bibliográficas

- García, R. (2011). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 1(1). [https://www.researchgate.net/publication/237761567\\_Interdisciplinariedad\\_y\\_sistemas\\_complejos](https://www.researchgate.net/publication/237761567_Interdisciplinariedad_y_sistemas_complejos)
- González P. (2018) Impacto ambiental en las actividades humanas. Editorial Tutor Formación. La Rioja, 123 p. <https://www.libreriaproteo.com/libro/ver/2309586-impacto-ambiental-en-las-actividades-humanas-uf0735.html>
- Bravo, E. (2013). La crisis ambiental y los derechos de la naturaleza: Una visión desde la ecología política. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 17(1), 44-52. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047401003>
- King, Peteersen, & Dybkjaer. (2013). Síntesis de amoníaco: 100 años y seguimos contando *Revista petroquímica*. <https://www.revistapetroquimica.com/sintesis-de-amoniac-100-anos-y-seguimos-contando/>
- Erisman, J., Sutton, M., Galloway, J., Klimont, Z., & Winiwarter, W. (2008). How a century of ammonia synthesis changed the world (Vol. 1). <https://doi.org/10.1038/ngeo325>
- Leff, E. (2004). *Racionalidad Ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. S. XXI Ed. 1 ed: Mexico.
- Constanza, M., & Rojas, C. (2013). Construcción ideológica de la contaminación por pesticidas y sus efectos socio-ambientales: El caso del Valle del Elqui. Chile. DOI: 10.13140/RG.2.1.2623.1922
- Bejarano, F. (2017). Los plaguicidas altamente peligrosos en México. *RAPAM*, pp. 421
- Harsimran, Kaur y Harsh, Garg (2014). Pesticides: environmental impacts and management strategies. In (eds.), *Pesticides-Toxic Aspects*. Viena, Austria: InTech, pp. 187-230. <https://www.intechopen.com/books/pesticides-toxic-aspects/pesticides-environmental-impacts-and-management-strategies>. DOI: 10.5772/57399
- Albert, L. (2015). Panorama de los plaguicidas en México. *La Jornada Veracruz*. Recuperado de <http://alef.mx/el-jarocho-cuatico-49-los-plaguicidas-en-mexico/>
- Araujo-Pinto, M., Pérez, F., y Moreira, J. (2012). Utilização do modelo FPEEEA (OMS) para a análise dos riscos relacionados ao uso de agrotóxicos em atividades agrícolas do estado do Rio de Janeiro. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17, pp. 1543-1555. <http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a18.pdf>
- OMS (2016). Infant and Young child feeding [website]. Nota descriptiva #342. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 99 pp.
- OMS (2018). ¿La herencia de un mundo sostenible? Atlas sobre salud infantil y medio ambiente. Ginebra, Suiza. 139 pp.
- Kegley, S., Hill, B., Orme, S. (2016). PAN Pesticide Database, Pesticide Action Network, North America San Francisco. Retrieved from <http://www.pesticideinfo.org/09/12/2016>.
- Tilman, D., Cassman, K., Matson, P., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 671-677. DOI: 10.1038/nature01014
- Zhang, W., Jiang, F., & Ou, J. (2011). Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 1, 125-144.
- Smil, V. (2003). *Alimentar al mundo: un reto del siglo XXI* (S. X. d. España Ed.). Madrid.

18. Galloway, J., Townsend, A., Erisman, J., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J., Sutton, M. (2008). Transformation of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solutions (Vol. 320).
19. Schellenberg, G., & Montine, T. (2012). The genetics and neuropathology of Alzheimer's disease. *Acta Neuropathol*, 124(3), 305-323. DOI: 10.1007/s00401-012-0996-2
20. Swyngedouw, E. (2011). ¿La naturaleza no existe! La sostenibilidad como síntoma de una planificación despolitizada / Nature does not exist! Sustainability as Symptom of a Depoliticized Planning. *Urban*, 1(1), 41-66.
21. Silva, A., Arancibia, M., Arnao, M., Cavieres, M. F., & López, P. (2016). Exposición a plaguicidas y determinantes sociales de la salud en pequeños agricultores y agricultoras de la V Región Valparaíso, Chile. *Cuestiones de Población y Sociedad*, 7(7), 21-31.
22. Giannuzzo, A. & Ludueña, M. (2005). Una mirada ambiental. Santiago del Estero: Universidad Nacional de Santiago del Estero, p. 61-81. <http://repositorio.cenpat-conicet.gob.ar:8081/xmlui/bitstream/handle/123456789/440/santiagoDelEsteroUnaMiradaAmbiental.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
23. Martín-molero, F. (1995). Bases teóricas de la Educación Ambiental: un modelo interdisciplinar. *Revista Complutense De Educación*, 6(2), 95. <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED9595220095A>
24. Giordan, A. y Souchon, C. (1997), La educación ambiental: guía práctica, Sevilla: Diada. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=211042>
25. Morin, Edgar. (1999) La epistemología de la complejidad. París pp 43-77. Editado por L'Harmattan: París
26. Fernández, D., (2017). El capitalismo le sienta realmente bien al medio ambiente.
27. Foladori, G. (2007). La reedición capitalista de las crisis ambientales. *Revista*
28. Sánchez, E. (2013). Capitalismo y medio ambiente
29. Robles-Arangiz, M. (2012). Institutua Fundazioa. Consecuencias ambientales del capitalismo: la deuda Ecológica.
30. Palacios L. (2013). Plaguicidas. Capítulo 21. En: *Introducción a la toxicología ambiental*. Metepec: ECO/OPS/Gobierno del Estado de México; 1997. p.359-82. [citado 19 junio 2013]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/fulltext/toxico/toxico-04a21.pdf>
31. Egler M, Buss DF, Moreira JC, Baptista DF. Influence of agricultural land-use and pesticides on benthic macroinvertebrate assemblages in an agricultural river basin in southeast Brazil. *Braz J Biol* 2012; 72:437-43.
32. Jardim ANO, Mello DC, Goes FCS, Frota Junior EF, Caldas ED. Pesticide residues in cashew apple, guava, kaki and peach: GC- $\mu$ ECD, GC-FPD and LC-MS/MS multiresidue method validation, analysis and cumulative acute risk assessment. *Food Chem* 2014; 164:195-204.
33. Ciscato CHP, Gebara AB. Avaliação de resíduos de pesticidas na dieta brasileira, período de 2001 a 2010. *Higiene Alimentar* 2017; 31:110-4.
34. Lima GPP, Teixeira da Silva JA, Bernhard AB, Pirozzi DCZ, Fleuri LF, Vianello F. Organic and conventional fertilisation procedures on the nitrate, antioxidants and pesticide content in parts of vegetables. *Food Addit Contam Part B Surveill* 2012; 5:188-93.
35. Parrón, T., Requena, M., Hernández, A., & Alarcón, R. (2014). Environmental exposure to pesticides and cancer risk in multiple human organ systems. *Toxicol Lett*, 230, 157-165.
36. Environmental pollution. (2012). Recuperado de: [Conserve Energy Future: conserve-energy-future.com](http://Conserve Energy Future: conserve-energy-future.com).
37. Díaz-Fierros T., Díaz-Fierros V., y Peña C. (2000) Problemas y perspectivas de la sanidad ambiental. *Cuadernos de Bioética*, 9 (42), pp. 169-176. <http://aebioetica.org/revistas/2000/2/42/169.pdf>
38. Ferrer, A., Nogué, S., Vargas, F., y Castillo O. (2000). Toxico vigilancia: una herramienta útil para la salud pública. *Med Clín*, 115, 238. 6 <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-toxicovigilancia-una-herramienta-util-salud-S0025775300715181>
39. Arvelo, F., & Sojo, F., & Cotte, C. (2016). Contaminación, disruptores endocrinos y cáncer. *Investigación Clínica*, 57 (1), 77-92.
40. Betsaida Benitez-Trinidad, Herrera-Moreno, J. Xotlanihua-Gervacio, M., Bernal-Hernández, Y., Medina-Díaz, M., Barrón-Vivanco. (2018). Patrón de uso de plaguicidas y biomarcadores

- bioquímicos en una población de fumigadores urbanos (Vol. 34).
41. Suarez-Lopez, J., Checkoway, H., Jacobs, D., Al-Delaimy, W & Gahagan, S. (2017). Potential short-term neurobehavioral alterations in children associated with a peak pesticide spray season: The Mother's Day flower harest in Ecuador. *NeuroToxicology*, 60 (Supplement C), 125-133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2017.02.002>
42. Grillo, A., Achú, E., Muñoz-Quezada, M., & Lucero, B. (2018). Exposición a plaguicidas organofosforados y polineuropatía periférica en trabajadores de la región del Maule, Chile. *Revista Española de Salud Pública*, 92(1), e1-e10.
43. Huang, J., Hu, R., Qiao, F., Yin, Y., Liu, H., & Huang, Z. (2015). Impact of insect-resistant GM rice on pesticide use and farmers' health in China. *Sci China Life Sci*, 58(5), 466-471. doi: 10.1007/s11427-014-4768-1
44. Jayasinghe, S., Pathirana, K., & Buckley, N. (2012). Effects of acute organophosphorus poisoning on function of peripheral nerves: a cohort study. *Plos One*, 7(11). DOI: 10.1371/journal.pone.0049405
45. Takahashi, N., & Hashizume, M. (2014). A systematic review of the influence of occupational organophosphate pesticides exposure on neurological impairment. *BMJ Open*, 4(6). DOI: 10.1136/bmjopen-2014-004798
46. Pingali, P., & Roger, P. (1995). Impact of Pesticides on Farmer Health and the Rice Environment.
47. Sánchez, J., Valencia, R., Castillo, J., & Gómez, J. (2014). Genotoxicidad de plaguicidas: Daños a la salud (pp. 115-134).
- 48 Mackenzie, R., Sarah, J., Brewin, C., Curran, H., Furlong, C., Abraham-Smith, K., & Harrison, V. (2010). Neuropsychological and psychiatric functioning in sheep farmers exposed to low levels of organophosphate pesticides. *Neurotoxicology and teratology*, 32(4), 452-459. DOI: 10.1016/j.ntt.2010.03.004
49. Jiménez, D., Quiroga, J., & Sánchez, I. (2016). Evaluación de seguridad de los límites máximos de residuos (LMR) de plaguicidas organofosforados carbamatos y piretroides por el consumo de alimentos en Colombia. p.70.
50. Sarmiento, R., Hernández, L., Medina, E., Rodríguez, N., & Reyes, J. (2015). Síntomas respiratorios asociados con la exposición a la contaminación del aire en cinco localidades de Bogotá, 2008-2011, estudio en una cohorte dinámica. DOI: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2445>
51. Pardo, L., Pérez S., & Gámez, A. (2017). Reportes al Centro Nacional de Toxicología de mujeres en edad fértil expuestas a plaguicidas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 46, 10-18.
52. Gómez-Martin, A., Altakroni, B., Lozano-Paniagua, D., Margison, G., De Vocht, F., Povey, A., & Hernández, A. (2015). Increased N7-methyldeoxyguanosine DNA adducts after occupational exposure to pesticides and influence of genetic polymorphisms of paraoxonase-1 and glutathione S-transferase M1 and T1. *Environ. Mol. Mutagen*, 56, 437-445.
53. Gómez, M., Linares, B., Serrano, M., & Álvarez, V. (2017). Exposición a plaguicidas y abortos espontáneos en un Hospital Materno Infantil. *Jóvenes en la Ciencia*, 3(2), 1531-1535.
54. Casida, J. E., & Durkin, K. A. (2013). Neuroactive Insecticides: Targets, Selectivity, Resistance, and Secondary Effects. *Annual Review of Entomology*, 58(1), 99-117. DOI: 10.1146/annurev-ento-120811-153645
55. Elbazabc, A., Carcaillond, L., Kababc, S., Moisan, F., & Moisan, F. (2016). Epidemiology of Parkinson's disease. *Revue Neurologique*, 172(1), 14-26.
56. Wilk, J., Tobin, J., Suchowersky, O., (2006), Shill, H., Klein, C., Wooten, G., Golbe, L. (2006). Herbicide exposure modifies GSTP1 haplotype association to Parkinson onset age: the GenePD Study. *Neurology*, 67(12), 2206-2210. DOI: 10.1212/01.wnl.0000249149.22407.d1
57. Alavanja, M., Hoppin, J., & Kamel, F. (2004). Health Effects of Chronic Pesticide Exposure: Cancer and Neurotoxicity. *Annual Review of Public Health*, 25(1), 155-197. DOI: 10.1146/annurev.publhealth.25.101802.123020
58. Ismail, A., Wang, K., Olson, J., Bonner, M., Hendy, O., Abdel G., & Rohlman, D. (2017). The impact of repeated organophosphorus pesticide exposure on biomarkers and neurobehavioral outcomes among adolescent pesticide applicators. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 80(10-12), 542-555. DOI: 10.1080/15287394.2017.1362612

Artículo Original

**El ejercicio aeróbico en la disminución del dolor en gonartrosis.  
Aerobic exercise in reducing pain in knee osteoarthritis**

Rommel Fernando Balda Ulloa\*, Mónica Cristina Tello Moreno\*\*, Bryan Alexander Guingla Lucio\*\*\*.

\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación: Neuromusculoesquelético, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8415-5872>

\*\* Master en Terapia Manual. Universidad Autónoma de Barcelona. España. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4364-8803>

\*\*\* Estudiante de Fisioterapia, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2326-7309>

[rommel.balda@iess.gob.ec](mailto:rommel.balda@iess.gob.ec)

**Resumen.**

**Introducción:** La gonartrosis es el inicio de una enfermedad degenerativa del cartílago en la que se encuentra inmersa toda la población, acompañada de dolor, limitación funcional e inflamación, por lo que el ejercicio es la principal fuente de tratamiento para los profesionales de la salud, por ello se ha diseñado un tratamiento basado en el ejercicio aeróbico.

**Objetivo:** Determinar la efectividad del ejercicio aeróbico para reducir el dolor de la gonartrosis de rodilla entre las edades de 45 y 60 años.

**Material y Método:** Se realizó un estudio cuantitativo cuasi experimental, en 31 pacientes del Hospital Básico de Guaranda (HBG) previa firma del consentimiento informado; en quienes se aplicó una intervención con ejercicios aeróbicos, 3 veces por semana por 40 minutos cada sesión en un total de 10 intervenciones. Se aplicó la escala de dolor, fuerza muscular, rango articular antes y después de la intervención, analizando los resultados univariados y bivariados a un nivel de significancia del 5%, a través de una prueba de wilcoxon para la comprobación de hipótesis.

**Resultados:** El rango de flexión de las articulaciones de la rodilla izquierda paso de  $109,35 \pm 16,152$  a  $122,61 \pm 5,64$  aumentando el rango articular, el dolor fue de  $2,52 \pm 2,52$  bajando su intensidad  $0,58 \pm 0,807$  y la fuerza muscular volvió a la normalidad luego de la intervención  $3,61 \pm 0,989$  a  $4,61 \pm 0,495$  (5). Para la rodilla derecha también se demostró que la flexión de las articulaciones pasó de  $112,68 \pm 125,39$  aumentando su rango articular, el dolor fue de  $2,10 \pm 0,42$  disminuyendo la intensidad y la fuerza muscular mejoró  $3,77 \pm 4,61$ , la hipótesis nula fue rechazada para las tres variables independientes.

**Conclusión:** Los pacientes con gonartrosis han experimentado cambios significativos en la reducción del dolor, aumento de la fuerza y del rango articular demostrando su efectividad.

**Palabras Clave:** aeróbico < ejercicio < dolor < artrosis < rango articular < fuerza muscular.

**Abstract.**

**Introduction:** Knee osteoarthritis is the onset of a degenerative cartilage disease in which the entire population is immersed, accompanied by pain, functional limitation and inflammation, so exercise is the main source of treatment for health professionals, therefore a treatment based on aerobic exercise has been designed.

**Objective:** To determine the effectiveness of aerobic exercise to reduce the pain of Knee osteoarthritis between the ages of 45 and 60 years.

**Method:** A quantitative quasi-experimental study was carried out in 31 patients of the Basic Hospital of Guaranda after signing the informed consent; in whom an aerobic exercise intervention was applied 3 times a week for 40 minutes each session in a total of 10 interventions. The scale of pain, muscle strength, joint range before and after the intervention was applied, analyzing the univariate and bivariate results at a significance level of 5%, through a wilcoxon test for hypothesis testing.

**Results:** The flexion range of the bilateral joints of the left knee went from  $109.35 \pm 16.152$  to  $122.61 \pm 5.64$ , the pain was  $2.52 \pm 2.52$  lowering its intensity  $0.58 \pm 0.807$  and the muscle strength returned to normal after the intervention  $3.61 \pm 0.989$  to  $4.61 \pm 0.495$  (5). That for the right knee also shows the null hypothesis was rejected for all three independent variables.

**Conclusion:** Patients with Knee osteoarthritis have experienced very significant changes in pain reduction, increased strength and increased joint range demonstrating its effectiveness.

Key words: aerobic < exercise < pain < osteoarthritis < joint range < muscle strength

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

La artrosis de rodilla es un padecimiento que involucra a gran parte de la población durante su vida. En la actualidad, con un incremento muy elevado, esta enfermedad aparece en edades prematuras y la población no se motiva a cambiar su estilo de vida.(1) La osteoartritis (OA), es conocida también como una enfermedad degenerativa de las articulaciones, gonartrosis primaria, artritis por deterioro o relacionada con la edad, es una de las causas importantes de discapacidad en los Estados Unidos y alrededor del mundo. En salud pública, la artritis es un término general que se refiere a más de 100 enfermedades reumáticas y padecimientos que perturban a las articulaciones, tejidos circundantes y demás tejidos conectivos. (2)

El daño inicial del cartilago articular es el comienzo de la gonartrosis. El tejido debe permanecer en una adecuada homeostasis para el cumplimiento de su función.(1) La gonartrosis es una enfermedad musculoesquelética progresiva, su fisiopatología aun no es conocida por completo(3). En lo que están de acuerdo diversos investigadores es que es una enfermedad degenerativa y que su origen es multifactorial. Diversos factores de riesgo en relación con el proceso de la artrosis de rodilla se denominan como no modificables o modificables. Los no modificables son todos aquellos que son hereditarios o congénitos. Los modificables son todos aquellos que podemos someter a un tratamiento, por lo tanto son cambiables.(2)

El objetivo del tratamiento para la artrosis de rodilla debe enfocarse en aliviar el dolor, optimizando la función y limitación funcional. Debe tener énfasis en el alivio de la sintomatología y mejorar la calidad de vida de los pacientes. El tratamiento conservador es el principal para los pacientes que acuden a consulta por primera vez con dolor en la rodilla o características de gonartrosis. Se puede incluir actividades físicas que ayuden a la pérdida de peso para el paciente con obesidad, ejercicios de fortalecimiento muscular, uso de herramientas ortopédicas, aplicación de frío o calor,

electroterapia y terapias de inyección intraarticular.(2)

Los estudios realizados a pacientes con gonartrosis de cadera y rodilla mediante ejercicios aeróbicos adaptados individualmente en el programa experimentaron reducciones significativas en los síntomas y menor riesgo para acudir a una cirugía mientras comenzaron a usar menos medicamento para la gonartrosis. Estos resultados son sugeribles para incentivar este tipo de intervención como tratamiento de primera línea para la población con gonartrosis.(4)

El ejercicio aplicado en la población con gonartrosis a las 8 semanas de ejecución tiene beneficios en la disminución del dolor, la función y el rendimiento para la calidad de vida. Los efectos a largo plazo del ejercicio en gonartrosis son confiables en especial sobre el dolor. En general los resultados de estudios apoyan los beneficios del ejercicio sobre la artrosis de rodilla.(5)

### **Objetivos**

Determinar la efectividad del ejercicio aeróbico en la disminución del dolor con artrosis de rodilla.

### **Material y Métodos**

El tipo de investigación realizada fue de tipo cuasi-experimental, en 31 personas entre 45 a 60 años de edad, sin distinción de género que asistieron al "Hospital Básico Guaranda" Enero - Marzo de 2021. En el estudio se incluyó a pacientes con diagnóstico médico de artrosis de rodilla grado 1, pacientes con dolor crónico de rodilla. No fueron incluidos en el estudio pacientes que presentaron enfermedades metabólicas óseas o antecedentes de traumatismos de rodilla, cirugía previa de rodilla y población vulnerable. Para este estudio se realizó una evaluación goniométrica de rodilla, test de Daniel's y la escala de dolor EVA. El programa constó de 10 sesiones de 40 minutos por paciente, en la primera sesión se realizó la evaluación donde se obtuvo datos de filiación como talla y peso. Además se evaluó el rango articular de ambas

rodillas, se evaluó la fuerza muscular y por último se aplicó la escala analógica visual. Posterior a la evaluación se aplicó el programa de intervención, el cual consta de 25 minutos de caminata en caminadora eléctrica a 2.5 km por hora seguido bicicleta elíptica 10 minutos con resistencia de 1 sobre 5. Se aplicó un post test, utilizando la ficha obtenida al inicio del programa. Los datos fueron sistematizados y analizados en el paquete informático de estadística SPSS versión 26, se utilizó una estadística bivariada para comparar longitudinalmente los datos. Para realizar el plan de análisis se utilizó el programa estadístico Stata v14. La prueba de Wilcoxon dio como resultado un valor  $p=000$ , con el nivel de significancia del 5% por lo cual la hipótesis del mejoramiento con ejercicio aeróbico sobre el dolor es efectivo.

#### Resultados

Se evidenció que 10 sesiones de entrenamiento con ejercicio aeróbico confirieron un beneficio excelente sobre el dolor presentado por los pacientes al comienzo del programa, alcanzando mejoría en los tres test de utilizados para evaluar el rango articular obteniendo una mayor flexibilidad de manera lenta y progresiva y pasó de  $109,35 \pm 16,152$  a  $122,61 \pm 5,64$  aumentando el rango articular, la fuerza muscular fue incrementada como respuesta a una estimulación neuromuscular pasando de  $3,61 \pm 989$  a  $4,61 \pm 495$ , y el dolor disminuyendo en intensidad al aumentar la flexibilidad muscular consiguiendo una regulación de la presión intraarticular que de igual manera disminuye pasando de  $2,52 \pm 2,52$  bajando su intensidad  $0,58 \pm 807$ . Siendo de gran utilidad el programa propuesto para cada individuo durante 40 minutos.

#### Discusión

En el estudio hallamos que los ejercicios aeróbicos son efectivos y de enorme ayuda ya que se consiguió un incremento de la fuerza muscular, reducción del dolor y un aumento del rango articular mediante el post test llevado a cabo al concluir el tratamiento de diez sesiones.

#### Conclusión

Los ejercicios aeróbicos fueron eficientes en este estudio para pacientes con artrosis de rodilla de 45 – 60 años del HBG. Se descubrió un incremento significativo del rango articular en pacientes con artrosis de rodilla que ejecutaron ejercicios aeróbicos. Al mismo tiempo se halló un incremento del grado de fuerza muscular en pacientes con artrosis de rodilla. Finalmente se descubrió que los ejercicios aeróbicos redujeron el dolor en los pacientes que presentaron la patología. Los datos obtenidos ayudaron a que los pacientes tengan la posibilidad de mejorar su desempeño en las actividades de la vida diaria.

#### Bibliografía

1. Grazina R, Andrade R, Bastos R, Costa D, Pereira R, Marinhos J, et al. Clinical management in early OA. *Adv Exp Med Biol.* 2018;1059:111–35.
2. Lespasio MJ, Piuze NS, Husni ME, Muschler GF, Guarino A, Mont MA. *Knee Osteoarthritis: A Primer.* *Perm J.* 2017;21:1–7.
3. Primorac D, Molnar V, Rod E, Jeleč Ž, Čukelj F, Matišić V, et al. Knee osteoarthritis: A review of pathogenesis and state-of-the-art non-operative therapeutic considerations. *Genes (Basel).* 2020;11(8):1–35.
4. Jönsson TS, Dahlberg LE, Dell'Isola A, Ekvall Hansson E. Better management of patients with osteoarthritis - evidence based education and exercise delivered nationwide in Sweden. *Osteoarthr Cartil.* 2019;27:S497.
5. Goh SL, Persson MSM, Stocks J, Hou Y, Lin J, Hall MC, et al. Efficacy and potential determinants of exercise therapy in knee and hip osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med [Internet].* 2019;62(5):356–65. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.04.006>

Artículo Original

**Ejercicios de estabilización del core en lumbalgia en madres gestantes**  
**Core stabilization exercises for the low back pain of gestant mothers**

Delia del Rocío Muyulema Moyolema \*, Mónica Cristina Tello Moreno \*\*, Mariela Carolina Ocaña Guerrero\*\*\*, Mayra Daniela Jurado Mogollón\*\*\*\*

\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación: Neuromusculoesquelética, Universidad Técnica de Ambato.  
ORCID. <https://orcid.org/0000-0003-3761-1051>.

\*\* Master en terapia manual del sistema musculoesquelético, Universidad Autónoma de Barcelona. ORCID  
<https://orcid.org/0000-0003-4364-8803>.

\*\*\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación: Neuromusculoesquelética, Universidad Técnica de Ambato.  
ORCID. <https://orcid.org/0000-0003-4769-9528>

\*\*\*\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación: Neuromusculoesquelética, Universidad Técnica de Ambato.  
ORCID. <https://orcid.org/0000-0002-4363-2345>  
chinita.08@hotmail.com

**Resumen.**

**Introducción.** La lumbalgia en el embarazo es una condición común, que afecta la salud materno-fetal, por su impacto sobre la calidad de vida de las gestantes, provocando una discapacidad funcional grave e interfiriendo en las actividades laborales, calidad del sueño y nivel de actividad física.

**Objetivo.** Determinar los efectos de un programa de ejercicios de estabilización del Core en la disminución del dolor lumbar en madres gestantes

**Materiales y métodos.** El estudio fue de tipo longitudinal, cuasiexperimental, en 20 participantes conectadas de manera remota a través de la plataforma zoom. Para determinar el plan de ejercicios se realizó una búsqueda y revisión sistemática de artículos científicos en diferentes bases de datos, seleccionaron 20 que fundamentaron la propuesta. Posteriormente se evaluaron antes y después de la intervención, con la escala numérica del dolor (NRS), para medir la intensidad del dolor; y la escala de Oswestry para identificar el nivel de discapacidad asociado al dolor lumbar, los datos obtenidos fueron tabulados y analizados estadísticamente utilizando el programa SPSS V22 de IBM.

**Resultados:** Se presentaron diferencias significativas tanto clínica como estadísticamente, en la intensidad del dolor pasaron de una intensidad de moderado a grave antes de la intervención a una intensidad leve luego de la intervención (0,000), y el nivel de discapacidad asociado de un nivel moderado – severo a un nivel de discapacidad leve (0,000);

**Conclusión.** Los ejercicios de fortalecimiento del Core son efectivos para disminuir el dolor lumbar en mujeres embarazadas.

**Palabras Clave:** Lumbalgia, Embarazo, Fortalecimiento del Core, Estabilización de la columna lumbar.

**Abstract.**

**Introduction.** Low back pain in pregnancy is a common condition that affects maternal-fetal health, due to its impact on the quality of life of pregnant women, causing severe functional disability and interfering with work activities, sleep quality and level of physical activity.

**Objective.** To determine the effects of a core stabilization exercise program in reducing low back pain in pregnant mothers

**Materials and methods.** The study was longitudinal, quasi-experimental, in 20 participants connected remotely through the zoom platform. To determine the exercise plan, a systematic search and review of scientific articles in different databases was carried out, selecting 20 that supported the proposal. Subsequently, they were evaluated before and after the intervention, with the numerical pain scale (NRS), to measure the intensity of pain; and the Oswestry scale to identify the level of disability associated with low back pain, the data obtained were tabulated and statistically analyzed using the IBM SPSS V22 program.

Results: There were significant differences both clinically and statistically, in the intensity of the pain they went from a moderate to severe intensity before the intervention to a mild intensity after the intervention (0.000), and the level of associated disability from a moderate level - severe to a mild disability level (0.000); Conclusion. Core strengthening exercises are effective in reducing low back pain in pregnant women.

Key Words: Low back pain, Pregnancy, Core strengthening, Lumbar spine stabilization.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

El embarazo es un proceso fisiológico natural, exclusivo de las mujeres; en el que presentan diversos cambios en la anatomía y fisiología; estas modificaciones pueden causar estados o enfermedades durante o después de la gestación, que afectan la salud materno-fetal; entre las más frecuentes son la incontinencia urinaria y la lumbalgia (1,2).

Epidemiológicamente, se conoce que la lumbalgia, por su prevalencia es inevitable en la gesta normal (3), alcanzando a nivel mundial una tasa de entre 30% a 78%, y una incidencia del 67%, de ellas la quinta parte presentan además dolor pélvico (4). El dolor generalmente inicia a la semana 18 de embarazo, y continua después del parto (5); así la prevalencia aumenta con el transcurso del embarazo, alcanzando su máxima intensidad entre la semana 24 a la 36 (6); pudiendo provocar una discapacidad funcional grave en la mujer (7); e interfiriendo en las actividades laborales, el sueño y nivel de actividad física de las pacientes; por lo que tiene un gran impacto en la calidad de vida de las madres gestantes (8).

El tratamiento de este síntoma es complejo, por las limitaciones en las intervenciones terapéuticas que contempla las implicaciones materno-fetales, tradicionalmente son conservadoras y no invasivas; y se conoce además, que las diferentes intervenciones basadas en el ejercicio de estabilización del Core de intensidad moderada (7), reducen la hiperlordosis lumbar, que es el principal cambio musculoesquelético durante el embarazo; los resultados más significativos los han reportado estudios sobre ejercicios acuáticos (8) y aunque menos significativos los ejercicios en terreno y las prácticas de Yoga, Tai Chi o Pilates; han expuesto mejorías clínicas considerables (9); en el alivio del dolor, mejoría de la fuerza y la elasticidad (10,11). Considerando que la lumbalgia es una de las complicaciones musculoesqueléticas más frecuentes en el

embarazo, donde el dolor y la limitación funcional que aparecen en respuesta al esfuerzo que debe soportar el cuerpo de la mujer por el crecimiento del sistema feto placentario, en este estudio se ha propuesto determinar los efectos de un programa de ejercicios de estabilización del Core en la disminución del dolor lumbar en madres gestantes.

### **Material y métodos**

La investigación realizada cuasiexperimental, de tipo longitudinal, al comparar el efecto antes y después de un programa de ejercicios; inicialmente se realizó una revisión sistemática de artículos científicos en diferentes bases de datos, que incluyeron PubMed, Medline, PEDro, Science Direct, y Scielo, utilizando palabras claves, obteniendo más de 50 artículos de los cuales solo se seleccionaron 20 que se relacionaban con el tema directamente. Seguidamente, para participación de las 20 mujeres gestantes, se les pidió su autorización voluntaria a través de la firma de un consentimiento informado, luego se evaluaron antes y después de la intervención con la escala numérica del dolor (NRS), para medir la intensidad del dolor, y la escala de Oswestry para medir la incapacidad por dolor lumbar. Los datos obtenidos de las evaluaciones se tabularon y analizó estadísticamente utilizando el programa SPSS V22 de IBM, donde se realizó un análisis univariado para los datos sociodemográficos y para verificar la hipótesis un análisis bivariado con la prueba t de Student y comprobar si el fortalecimiento del Core es eficaz para disminuir el dolor lumbar en mujeres embarazadas.

### **Resultados**

El protocolo de tratamiento fisioterapéutico propuesto, fue de 3 veces por semana; con una duración de 12 semanas, que correspondieron a 36 sesiones; la sesión duraba aproximadamente 30 minutos y cada ejercicio se realiza 3 series de 10

repeticiones; La sesión se esquematizó en: 5 minutos de calentamiento, 15 minutos de ejercicios específicos, 5 minutos de estiramientos, 5 minutos de vuelta a la calma. Al describir a la población se evidenciaron que un gran porcentaje estaban casadas y en unión libre, un gran porcentaje son amas de casa, y la población más frecuente fueron las mayores de 36 años.

Y pesar de que existieron semejanzas en el comportamiento del dolor según la ocupación, y el nivel de discapacidad asociado; no existieron

relaciones significativas entre las variables, atribuyendo al número de participantes que formaron parte del estudio.

El dolor lumbar al ser una condición discapacitantes, tiene un gran impacto en el bienestar de la mujer embarazada, en la población estudiada, luego de aplicado el plan de ejercicios de fortalecimiento del Core pasaron de un dolor intenso y moderado a un nivel de dolor leve en toda las participantes; por lo que clínicamente se observaron mejorías en la intensidad del dolor

**Tabla 1. Intensidad del dolor, antes y después de la intervención**

Variables		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Intensidad del dolor Pre-Test	Dolor moderado	10	50,0	50,0	50,0
	Dolor intenso	10	50,0	50,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	
Intensidad del dolor Post-Test	Dolor leve	20	100,0	100,0	100,0

**Tabla 2. Discapacidad asociada al dolor lumbar, antes y después de la intervención**

Variables		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Discapacidad asociada Pre-test	Discapacidad leve	2	10,0	10,0	10,0
	Discapacidad moderada	12	60,0	60,0	70,0
	Discapacidad severa	6	30,0	30,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	
Discapacidad asociada Post-test	Sin discapacidad	15	75,0	75,0	75,0
	Discapacidad leve	5	25,0	25,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

De igual manera en el nivel de discapacidad asociado al dolor lumbar, de manera general las participantes pasaron de una discapacidad moderada y severa a ninguna discapacidad y discapacidad leve Tabla 2.

Al analizar de la efectividad del tratamiento, mediante las pruebas estadísticas, se encontró que tanto para la intensidad del dolor (Tabla 3), como para la discapacidad asociada al dolor lumbar (Tabla 4), existieron diferencias significativas ( $p = 0,000$ ) entre las medidas antes y después de la intervención.

**Tabla 3. Prueba de Wilcoxon, para la Intensidad del dolor**

	<b>Dolor Pos-test – Dolor Pre-test</b>
Z	-4,027 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

**Tabla 4. Prueba T de Student en la Discapacidad asociada al dolor**

		<b>Diferencias emparejadas</b>							
		<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Media de error estándar</b>	<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>		<b>t</b>	<b>Gl</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>
					<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>			
Par 1	Discapacidad Pre-test – Discapacidad Post-test	18,900	3,851	,861	17,098	20,702	21,947	19	,000

#### Discusión y Conclusiones

El embarazo es un proceso fisiológico natural, exclusivo de las mujeres; en el que se presentan diversos cambios en la anatomía y fisiología; esto supone una adaptación continua (1,2). A nivel musculoesquelético, el aumento del tamaño del útero, el peso del pecho; el centro de gravedad modificado, provoca en la mujer la adopción de patrones posturales en el esqueleto axial y la pelvis, que evitan las caídas hacia adelante; asociada a una compensación de la mujer con flexión anterior de la columna cervical y separación de los pies (12,13), aumento de la cifosis dorsal y lordosis cervical, provocando una antepulsión de hombros y una hiperlordosis lumbar, además de una anteversión pélvica y la rotación externa de la articulación coxofemoral; modificaciones que ocasionan dolores y problemas añadidos (1,14). Así los músculos abdominales en las mujeres embarazadas, tienen mayores exigencias funcionales, para mantener una adecuada inclinación de la pelvis; no obstante por el aumento del útero y peso del bebé; se

presenta una separación de 7 a 15 cm de los músculos abdominales entre sí, denominada diástasis; debilitando la zona abdominal y ocasionando compensaciones lumbares que traen con ello dolores de espalda baja intensos, e implicaciones neurológicas como ciáticas (1). Existe evidencia que las medidas preventivas, tiene un efecto positivo en la prevención del dolor lumbar en gestantes, las que incluyen corrección postural, el soporte corporal, fisioterapia prenatal (15) y mejoramiento de los hábitos; promoviendo estilos de vida saludable y ergonómico; mientras que una vez instaurada la condición, las medidas terapéuticas conservadoras y farmacológicas, consideradas son el uso de zapatos con soporte para el arco, ejercicios de estabilización (16), descansar en un colchón firme, evitar la inclinación desde la cintura al levantar objetos; entre otras (17).

El ejercicio, es recomendable tanto para manejo preventivo como terapéutico en mujeres con lumbalgia instaurada (17); generando beneficios tanto a nivel físico como psicológico (18); existe evidencia de los ejercicios de fortalecimiento específicos, en la reducción del dolor y la discapacidad por dolor lumbar; en comparación con la atención habitual (18,19), aunque la

evidencia científica es limitada (9) como lo indica Tseng P., y Van-Kampen, siendo necesario investigaciones de calidad (20) (21). La realización de actividad física de tipo moderada o de alto nivel, redujo las recidivas de episodios de dolor lumbar, mejorando la fuerza muscular y la resistencia (22); además de mejorar la función, y reducir la discapacidad asociada (23), corroborado por Kokic I, que indica que el ejercicio tiene beneficios sobre la severidad del dolor lumbopélvico en el embarazo (24) y Bhaduria E, & Gururdut P, que concluyeron que la estabilización lumbar es mejor en el tratamiento de dolor lumbar inespecífico crónico (25). Aunque se conoce el beneficio del ejercicio para el alivio del dolor; no existen pautas específicas con respecto al tipo, duración y frecuencia de los ejercicios (23,24); algunos autores, afirman que al realizar ejercicio de 3 a 5 veces por semana reduce el riesgo de dolor lumbar durante el embarazo, sugiriendo que el ejercicio es más efectivo, cuando el dolor ha iniciado antes del embarazo o en el primer trimestre de la gesta (22,26), Sonmeze E, Özköslü M, &Yosmaoğlu H, recomiendan una duración de 8 semanas, 2 veces por semana (27); Abu MA, describió 6 semanas de intervención para mejorar la intensidad del dolor y mejorar la capacidad funcional (28), al igual que Fontana, A, que incluyó una frecuencia del ejercicio de 2 veces por semana con una duración de 50 minutos (7); finalmente Ozdemir, S. reveló que 4 semanas de un programa que incluyó educación en salud es suficiente para el alivio el dolor lumbopélvico y mejora el estado funcional de las mujeres embarazadas (2).

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede indicar que un plan de ejercicio de fortalecimiento del Core realizado por 12 semanas, con un frecuencia de 3 veces por semana y con una duración de 30 minutos por sesión, es efectivo en la disminución de la intensidad del dolor y el nivel de discapacidad asociada a la lumbalgia en madres gestantes.

#### Referencias bibliográficas

1. Gallo-Padilla D, Gallo-Padilla C, Gallo-Vallejo FJ, Gallo-Vallejo JL. Low back pain during pregnancy. Multidisciplinary approach. *Semergen* [Internet]. 2016;42(6):e59-64. Available from:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1138359315002476>.

2. Ozdemir S, Bebis H, Ortabag T, Acikel C. Evaluation of the efficacy of an exercise program for pregnant women with low back and pelvic pain: a prospective randomized controlled trial. *J Adv Nurs* [Internet]. 2015 Aug 1 [cited 2020 May 15];71(8):1926-39. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/jan.12659>

3. Akmeşe, ZB.; Oran N. Effects of Progressive Muscle Relaxation Exercises Accompanied by Music on Low Back Pain and Quality of Life During Pregnancy. *J Midwifery Womens Heal*. 2014;59(5):503-9.

4. Franke H, Franke JD, Belz S, Fryer G. Osteopathic manipulative treatment for low back and pelvic girdle pain during and after pregnancy: A systematic review and meta-analysis. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2017 Oct 1 [cited 2020 May 15];21(4):752-62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29037623/>

5. Haakstad LAH, Bø K. Effect of a regular exercise programme on pelvic girdle and low back pain in previously inactive pregnant women: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med* [Internet]. 2015 Mar 1 [cited 2020 May 15];47(3):229-34. Available from: <https://www.medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.2340/16501977-1906>

6. Venegas, Mónica; Fuentes, Bernardita; Carrasco, Bernardita; Cohen, David; Castro, Magdalena; Lemus, Carolina; Cárdenas, Bettina; Sarasua, Soledad; Loreto M. Lumbopelvic pain associated with disability during the third trimester of pregnancy and its evolution after childbirth. *Rev Chil Obstet Ginecol*. 2018;83(6):567-85.

7. Fontana Carvalho AP, Dufresne SS, Rogerio de Oliveira M, Furlanetto KC, Dubois M, Dallaire M, et al. Effects of lumbar stabilization and muscular stretching on pain, disabilities, postural control and muscle activation in pregnant woman with low back pain: a pilot randomized trial. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2020 [cited 2020 May 15]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32072792>

8. Rocha ADOB, Luísa BGC, De Lima GA, Dayanne MGF, Beatriz MRO, Falcão MSM. Fisioterapia acuática en el embarazo. *Environ Smoke*. 2020;3(1):057-68.

9. Gutke A, Betten C, Degerskär K, Pousette S OM. Treatments for pregnancy-related lumbopelvic pain: a systematic review of physiotherapy modalities. *Acta Obs Gynecol Scand* [Internet]. 2015;94(11):1156–67. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26018758/>
10. Hernández, R.; Rodríguez, L.; Molina, G.; Torres G. Effects of a pilates physical activity program on the on the functionality of pregnant women. Pilot study. *Rev Iberoam Ciencias la Act Física y el Deport.* 2018;7(2):40–52.
11. Rodríguez-Díaz L, Ruiz-frutos C, Vázquez-lara JM, Ramírez-rodrigo J, Villaverde-gutiérrez C. Efectividad de un programa de actividad física mediante el método Pilates en el embarazo y en el proceso del parto. *Enfermería Clínica* [Internet]. 2017;5:7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enfcli.2017.05.008>
12. Alcalde GE, Fonseca AC, Bôscua TF, Gonçalves MR, Bernardo GC, Pianna B, et al. Effect of aquatic physical therapy on pain perception, functional capacity and quality of life in older people with knee osteoarthritis: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2017;12(1):1–6.
13. Aguilar Cordero, María José; Sánchez García, Juan Carlos; Sánchez López, Antonio Manuel; Baena García,Laura; López Contreras G. Nutrición Hospitalaria Artículo Especial Correspondencia. ISSN 0212-1611 [Internet]. 2016 [cited 2020 May 23];33(1):162–76. Available from: [http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v33n1/27\\_especial1.pdf](http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v33n1/27_especial1.pdf)
14. Clark SM, Lindsey RW. Low Back Pain and Pelvic Girdle Pain in Pregnancy Abstract. 2015;23(9):539–49.
15. De Groef A, Van Kampen M, Dieltjens E, Christiaens MR, Neven P, Geraerts I, et al. Effectiveness of postoperative physical therapy for upper-limb impairments after breast cancer treatment: A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2015;96(6):1140–53. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2015.01.006>
16. Manyozo SD, Nesto T, Bonongwe P, Muula AS. Low back pain during pregnancy: Prevalence, risk factors and association with daily activities among pregnant women in urban Blantyre, Malawi. *Malawi Med J.* 2019;31(1):71–6.
17. Sequeira D, Gerardino Sánchez C, Daniel L, Sandoval F, Jose L, Saviano AM, et al. Lumbalgia en el embarazo: abordaje para el médico general. *Rev Clínica la Esc Med la Univ Costa Rica* [Internet]. 2019 Dec 11 [cited 2020 May 15];9(5):34–8. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=90300>
18. Liddle SD, Pennick V. Interventions for preventing and treating low-back and pelvic pain during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2015 Sep 30 [cited 2020 May 15];2015(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26422811/>
19. Rocha ADOB, Luísa BGC, De Lima GA, Dayanne MGF, Beatriz MRO, Falcão MSM. Fisioterapia Acuática En El Embarazo. *Environ Smoke.* 2020;3(1):057–68.
20. Tseng PC, Puthussery S, Pappas Y, Gau ML. A systematic review of randomised controlled trials on the effectiveness of exercise programs on lumbo pelvic pain among postnatal women. *BMC Pregnancy Childbirth* [Internet]. 2015 Nov 26 [cited 2020 May 15];15(1):316. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26612732/>
21. Van Kampen M, Devoogdt N, De Groef A, Gielen A, Geraerts I. The efficacy of physiotherapy for the prevention and treatment of prenatal symptoms: a systematic review. *Int Urogynecol J* [Internet]. 2015 Nov 1 [cited 2020 Jun 3];26(11):1575–86. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25822028/>
22. Davenport MH, Marchand AA, Mottola MF, Poitras VJ, Gray CE, Jaramillo Garcia A, et al. Exercise for the prevention and treatment of low back, pelvic girdle and lumbopelvic pain during pregnancy: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2020 Jun 3];53(2):90–8. Available from: [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30337344/?from\\_term=LUMBALGIA+TREATMENT+IN+PREGNANCY&from\\_filter=ds1.y\\_5&from\\_pos=10](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30337344/?from_term=LUMBALGIA+TREATMENT+IN+PREGNANCY&from_filter=ds1.y_5&from_pos=10)
23. Salar Andreu C, Orts Ruiz C. Beneficios del ejercicio terapéutico en agua en mujeres embarazadas MUJERES EMBARAZADAS. REVISIÓN SISTEMÁTICA. *Rev Investig en Act Acuáticas* [Internet]. 2020 Jan 31 [cited 2020 Jun 3];4(7):3–9. Available from: [investigacionactividadesacuaticas](https://www.investigacionactividadesacuaticas.com)

24. Kokic IS, Ivanisevic M, Uremovic M, Kokic T, Pisot R, Simunic B. Effect of therapeutic exercises on pregnancy-related low back pain and pelvic girdle pain: Secondary analysis of a randomized controlled trial. *J Rehabil Med* [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2020 Jun 3];49(3):251–7. Available from: [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28233012/?from\\_term=LUMBALGIA+TREATMENT+IN+PREGNANCY&from\\_filter=ds1.y\\_5&from\\_page=3&from\\_pos=6https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28869318/?from\\_term=LUMBALGIA+TREATMENT+IN+PREGNANCY&from\\_filter=ds1.y\\_5&from\\_pos=5https://pubme](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28233012/?from_term=LUMBALGIA+TREATMENT+IN+PREGNANCY&from_filter=ds1.y_5&from_page=3&from_pos=6https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28869318/?from_term=LUMBALGIA+TREATMENT+IN+PREGNANCY&from_filter=ds1.y_5&from_pos=5https://pubme)
25. Bhadauria EA, Gurudut P. Comparative effectiveness of lumbar stabilization, dynamic strengthening, and Pilates on chronic low back pain: randomized clinical trial. 2017 [cited 2020 Jun 17]; Available from: <http://www.e-jer.org>
26. Shiri R, Coggon D, Falah-Hassani K. Exercise for the prevention of low back and pelvic girdle pain in pregnancy: A meta-analysis of randomized controlled trials. Vol. 22, *European Journal of Pain* (United Kingdom). Blackwell Publishing Ltd; 2018. p. 19–27.
27. Sonmezer E, Özköslü MA, Yosmaoğlu HB. The effects of clinical pilates exercises on functional disability, pain, quality of life and lumbopelvic stabilization in pregnant women with low back pain: A randomized controlled study. *J Back Musculoskelet Rehabil* [Internet]. 2021 [cited 2021 May 20];34(1):69–76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32986655/>
28. Abu MA, Abdul Ghani NA, Shan LP, Sulaiman AS, Omar MH, Ariffin MHM, et al. Do exercises improve back pain in pregnancy? *Horm Mol Biol Clin Investig* [Internet]. 2017 Dec 20 [cited 2021 May 20];32(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28742515/>

Artículo Original

**Fortalecimiento del suelo pélvico como tratamiento no invasivo de Incontinencia Urinaria en mujeres atletas de montaña.**

**Pelvic floor strengthening as a non-invasive treatment for urinary incontinence in female mountain athletes**

Mayra García Moya\*, Narciza Cedeño Zamora\*\*, Paola Ortiz Villalba\*\*\*, Evelyn Pacha Jara\*\*\*\*

\*Licenciada en Terapia Física, Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica de Ambato, Ecuador,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6388-0549>

\*\*Licenciada en Terapia Física Universidad Técnica de Ambato, Facultad Ciencias de la Salud, Carrera de Terapia Física y Fisioterapia, Ecuador

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4208-8990>

\*\*\* Licenciada en Terapia Física Universidad Técnica de Ambato, Facultad Ciencias de la Salud, Carrera de Terapia Física y Fisioterapia, Ecuador

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6810-8841>

\*\*\*\* Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Terapia Física y Fisioterapia, Ecuador,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5999-6891>

mayribar\_31@hotmail.com

**Resumen.**

**Introducción:** La Incontinencia Urinaria (IU), es considerada la disfunción del suelo pélvico más común en mujeres atletas de montaña en edades entre 20 y 40 años, su causa principal es la debilidad de la musculatura pélvica y en menor escala la debilidad del core abdominal, por tal razón la aplicación de un protocolo de ejercicios de fortalecimiento del suelo pélvico puede ser beneficioso como tratamiento no invasivo de IU y mejorando así su impacto en la calidad de vida.

**Objetivo:** Analizar la eficacia de la aplicación de un protocolo de ejercicios de fortalecimiento del suelo pélvico como tratamiento no invasivo de la IU en mujeres atletas de montaña y su impacto en la calidad de vida.

**Material y Métodos:** Se realizó una investigación con un enfoque cuantitativo cuasiexperimental de corte transversal, en una población de mujeres atletas de montaña, entre 20-45 años que padecen de IU, para la recolección de información se utilizó el cuestionario para incontinencia urinaria ICIQ-SF valorando el impacto en la calidad de vida.

**Resultados:** Se evaluó la incontinencia urinaria y su impacto en la calidad de vida de 20 mujeres atletas de montaña. Comprobando la efectividad de la aplicación del protocolo de ejercicios de fortalecimiento del suelo pélvico como tratamiento de IU.

**Conclusiones:** El protocolo de entrenamiento aplicado para la musculatura del suelo pélvico es eficaz puesto que reduce los síntomas de IU y mejora el rendimiento deportivo.

**Palabras Clave:** Fortalecimiento suelo pélvico, ejercicios de Kegel, fortalecimiento del core, incontinencia urinaria.

**Abstract**

**Introduction:** Urinary incontinence (UI), is considered the most common pelvic floor dysfunction in female mountain athletes aged between 20 and 40 years, its main cause is the weakness of the pelvic musculature and on a smaller scale the weakness of the abdominal core, for such reason the application of a pelvic floor strengthening exercise protocol can be beneficial as a non-invasive treatment of UI and thus improving its impact on quality of life.

**Objective:** To analyze the efficacy of the application of a pelvic floor strengthening exercise protocol as a non-invasive treatment of UI in female mountain athletes and its impact on quality of life.

**Material and Methods:** A cross-sectional quantitative quaxiexperimental research was carried out in a population of female mountain athletes between 20-45 years of age suffering from UI, using the ICIQ-SF questionnaire for urinary incontinence to assess the impact on quality of life. **Results:** Urinary incontinence and its impact on quality of life were evaluated in 20 female mountain athletes. Proving the effectiveness of the application of the pelvic floor strengthening exercise protocol as a treatment for UI.

**Conclusions:** The applied training protocol for pelvic floor musculature is effective since it reduces UI symptoms and improves sports performance.

**Key words:** Pelvic floor strengthening, Kegel exercises, core strengthening, urinary incontinence.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado:12-09-2021

### **Introducción**

La práctica de atletismo de montaña por mujeres en la actualidad ha ido aumentando su intensidad, especialmente a mediana edad entre 20 y 40 años, recalando que a esta edad es donde la musculatura pélvica y abdominal no se encuentran con un grado de fortalecimiento óptimo lo que puede desencadenar disfunciones del suelo pélvico como la incontinencia urinaria (1). La Sociedad Internacional de Incontinencia (ICS) define a la incontinencia urinaria (IU) como la pérdida involuntaria de orina, la IU de esfuerzo también denominada de estrés (IUE) es uno de los tipos de IU y es aquella pérdida involuntaria de orina que se produce al realizar algún tipo de actividad física que requiera de esfuerzo como correr, estornudar entre otras (2) (3).

Estudios han demostrado que en su mayoría las mujeres que practican ejercicio físico de alto impacto padecen de incontinencia urinaria de tipo de esfuerzo, en una prevalecía del 20% al 85% considerando la intensidad y la frecuencia del ejercicio físico. Los ejercicios que requieren de alto impacto, pueden causar un aumento en la presión abdominal lo que provoca un descenso de los órganos pélvicos y por lo tanto causa daño en los músculos que sirven como soporte del suelo pélvico (2) (4). La Organización Mundial de la Salud (OMS), revela que la fisioterapia es primera elección de tratamiento no invasivo en las disfunciones primarias del suelo pélvico como la IU, debido a que presenta alivio de los síntomas, y muestra un bajo riesgo de presentar efectos secundarios (5). El fortalecimiento del suelo pélvico es de gran importancia para el tratamiento de la IUE en mujeres, se ha demostrado su eficacia en un 56%-75% de tratamientos exitosos, para entrenar y fortalecer el suelo pélvico implica

varias contracciones musculares, de esta manera se logra aumentar la fuerza y mejorar el tono muscular de la pelvis aumentando el soporte perineal y mejorando así los síntomas de IU (6) (7). Estudios realizados han demostrado que los ejercicios de fortalecimiento del suelo pélvico aplicados como tratamiento no invasivo de IUE en mujeres deportistas, tiene resultados positivos, se puede afirmar que estos ejercicios mejoran todos los síntomas de la IUE pudiendo llegar a obtener una cura total de la misma. Consiguiendo una mejoría notoria tanto en la calidad de vida de las mujeres así como en su desempeño deportivo (8).

### **Objetivo**

Analizar la eficacia de la aplicación de un protocolo de ejercicios de fortalecimiento del suelo pélvico como tratamiento no invasivo de la IU en mujeres atletas de montaña y su impacto en la calidad de vida.

### **Material y métodos**

Se realizó una investigación con un enfoque cuantitativo cuaxiexperimental de corte transversal, en la cual participaron 20 mujeres atletas de montaña que padecen de incontinencia urinaria, en edades entre 20 a 45 años, las cuales son integrantes del equipo D\_mentes Trail Running de la ciudad de Ambato. Como medio de valoración antes y después de la intervención se utilizó el cuestionario de incontinencia urinaria ICIQ-SF (“International Consultation on Incontinence Questionnaire-Short Form”), este cuestionario sirve para medir fenómenos subjetivos como es el caso de los síntomas de la incontinencia urinaria y el impacto que causa en la calidad de vida de las personas que lo presentan. Tiene un intervalo de confianza de 95%, posee

una adecuada traducción y cumpliendo con los criterios de validez, sensibilidad y confiabilidad.

La población de estudio fue parte de un protocolo de ejercicios de fortalecimiento del suelo pélvico, para lo cual se desarrolló una tabla de contenidos con los ejercicios de Kegel en base a la literatura consta de 6 ejercicios; y fortalecimiento de Core que ayudan a la musculatura abdominal; donde se aplicaron únicamente 3: bridges, bird dog y el ejercicio de escalada, esto como parte del tratamiento no invasivo de incontinencia urinaria para fortalecer el suelo pélvico. Se realizó durante 20 sesiones 3 veces a la semana con una duración entre 30-40 minutos cada sesión. Se construyó una ficha que permitió conocer algunos tipos de variables como, número embarazos, partos vaginales, partos por cesárea, datos sociodemográficos y finalmente los resultados del Cuestionario de valoración de Incontinencia Urinaria ICIQ-SF. Este estudio tiene la aprobación del comité de bioética de la Universidad Técnica de Ambato para realizar Investigación con Seres Humanos, el mismo que fue aprobado y que contó con la participación de forma voluntaria de los participantes.

Resultados.

El análisis de resultados obtenidos se realizó posterior a la intervención mediante la aplicación de un protocolo de ejercicios de fortalecimiento del suelo pélvico como tratamiento no invasivo de incontinencia urinaria en mujeres atletas de montaña, a través del sistema informático SPSS versión 20 de IBM para Windows, los datos estadísticos fueron tomados a un nivel de significancia del 0.05.

Evaluación inicial y final a través del cuestionario para incontinencia urinaria ICIQ-SF con respecto a la edad.

Mediante el cuestionario ICIQ-SF en la valoración inicial - final con respecto a la edad, indica que presenta una efectividad del 85% y tras la aplicación del tratamiento se consiguió eliminar la IU severa.

Se comprobó la efectividad de la aplicación de un protocolo de ejercicios de fortalecimiento del suelo pélvico como tratamiento de IU a un nivel de significancia del 5%, donde  $P= 0.001$  que quiere decir que la hipótesis nula se rechaza demostrando la efectividad (Tabla3).

Tabla 1. ICIQ-SF inicial ICIQ-SF final vs edad

			EDAD			Total				EDAD			Total
			20-30	31-40	41-50					20-30	31-40	41-50	
<b>TOTAL_ ICIQ_SF_INICIAL</b>	<b>0-7 IU leve</b>	Recuento	3	5	0	8	<b>0-7 IU leve</b>	4	10	3	17		
		% del total	15,00 %	25,00 %	0,00 %	40,00 %		20,00 %	50,00 %	15,00 %	85,00 %		
	<b>8-14 IU moderada</b>	Recuento	1	5	3	9	<b>8-14 IU moderada</b>	1	2	0	3		
		% del total	5,00 %	25,00 %	15,00 %	45,00 %		5,00 %	10,00 %	10,00 %	25,00 %		
	<b>15-21 IU severa</b>	Recuento	1	2	0	3	<b>15-21 IU severa</b>	0	0	0	0		
		% del total	5,00 %	10,00 %	0,00 %	15,00 %		0	0	0	0		
<b>Total</b>		Recuento	5	12	3	20	<b>Total</b>		5	12	3	20	
		% del total	25,00 %	60,00 %	15,00 %	100,00 %			25,00 %	60,00 %	15,00 %	100,00 %	

Evaluación inicial y final del impacto en la calidad de vida.

A través del cuestionario ICIQ-SF en la valoración inicial con respecto a la pregunta ¿En qué medida estos escapes de orina que tiene han afectado su vida diaria?, que valora el impacto en

la calidad de vida. Nos indica que disminuyó la afectación de un grado severo a moderado y leve, lo que permitió mejorar su calidad de vida y rendimiento deportivo.

Tabla 2. Impacto en la calidad de vida inicial – final

								TOTAL_ ICIQ-SF_INICIAL				TOTAL_ ICIQ-SF_FINAL					
		N° DE EMBARAZOS				Total		En qué medida estos escapes de orina que tiene han afectado su vida diaria			Total		En qué medida estos escapes de orina que tiene han afectado su vida diaria			Total	
		0	1	2	3			0_3	4_6	7_10			0_3	4_6	7_10		
EDAD	20-30	2	2	0	1	5	25%	3	0	2	5	25%	3	2	0	5	25%
	31-40	2	4	4	2	12	60%	6	3	3	12	60%	9	3	0	12	60%
	41-50	1	1	1	0	3	15%	0	2	1	3	15%	1	2	0	3	15%
Total		5	7	5	3	20		9	5	6	20		13	7	0	20	
		25%	35%	25%	15%		100%	45%	25%	30%		100%	65%	35%	0%		100%

Tabla 3 Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

	<b>TOTAL_ ICIQ_SF_FINAL - TOTAL_ ICIQ_SF_INICIAL</b>
Z	-3,207 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	0,001

### Prueba de comprobación de hipótesis

La hipótesis se comprueba es decir las técnicas aplicadas fueron efectivas al 5%

### Discusión

La incontinencia urinaria de esfuerzo (IUE) es la pérdida de orina involuntaria en relación a un esfuerzo físico, por lo que es primordial que la musculatura de suelo pélvico posea una adecuada función (9) (10). En un estudio realizado, evaluaron los efectos del entrenamiento de los músculos del suelo pélvico, guiado por fisioterapeutas sobre la pérdida de orina en 84 mujeres que padecen de Incontinencia Urinaria; una vez finalizado el estudio los autores concluyen que aumento la fuerza y resistencia de la musculatura del suelo pélvico, disminuyendo significativamente la tasa de incontinencia urinaria y las molestias relacionadas a la misma (11) (12). Comprobando la similitud al presente estudio que muestra resultados significativos en la mejora de calidad de vida de mujeres que padecen de incontinencia urinaria después de ser sometidas a un programa de entrenamiento del suelo pélvico. Sin embargo, existen autores como en un estudio realizado donde concluyen que deben realizarse múltiples investigaciones más, para evaluar diferentes regímenes de entrenamiento muscular del suelo pélvico, puesto que no existe la evidencia necesaria para determinar un tipo de entrenamiento específico que tenga la efectividad necesaria para mejorar completamente la sintomatología de incontinencia urinaria en mujeres (13).

### Conclusión

El protocolo de entrenamiento aplicado para la musculatura del suelo pélvico es una terapia eficaz que nos ayuda a reducir la pérdida de orina en mujeres atletas de montaña con incontinencia urinaria de esfuerzo. Los resultados plantean que el entrenamiento mediante sesiones cortas de entre 35-40 min y con una frecuencia de 3 días a la semana podrían provocar mayores cambios en las mujeres con IUE, mejorando la fuerza y función de los músculos de suelo pélvico, y con ello optimizar su calidad de vida en el ámbito personal y deportivo. Es importante que se realice nuevos estudios investigativos con una muestra mayor de mujeres atletas de montaña y con una intervención de más tiempo.

### Referencias Bibliográficas

1. Blyholder L, Chumanov E, Carr K, Heiderscheit B. Exercise Behaviors and Health Conditions of Runners After Childbirth. *Sports Health*. 2017;9(1):45–51.
2. Caetano AS, Suzuki FS, Lopes MHB de M. Urinary incontinence and exercise: Kinesiological description of an intervention proposal. *Rev Bras Med do Esporte*. 2019;04(08):409–12.
3. Lukacz ES, Santiago-Lastra Y, Albo ME, Brubaker L. Urinary incontinence in women a review. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2017;318(16):1592–604.
4. Oliveira M, Ferreira M, Azevedo MJ, Firmino-Machado J, Santos P clara. Pelvic floor muscle training protocol for stress urinary incontinence in women: A systematic review. *Rev Assoc Med Bras*. 2017;63(7):642–50.
5. Marín Mora CM, Fonseca Chaves M. Prevalencia y factores de riesgo de Incontinencia Urinaria de esfuerzo en mujeres deportistas nulíparas. *Pensar en Mov Rev Ciencias del Ejerc y la Salud*. 2019;17(2):e35033.
6. Celiker Tosun O, Kaya Mutlu E, Ergenoglu AM, Yeniel AO, Tosun G, Malkoc M, et al. Does pelvic floor muscle training abolish symptoms of urinary incontinence? A randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2015;29(6):525–37.
7. Pires TF, Pires PM, Moreira MH, Gabriel RECD, João PV, Viana SA, et al. Pelvic Floor Muscle Training in Female Athletes: A Randomized Controlled Pilot Study. *Int J Sports Med*. 2020;41(4):264–70.
8. García-Sánchez E, Rubio-Arias JA, Ávila-Gandía V, Ramos-Campo DJ, López-Román J. Efectividad del entrenamiento de la musculatura del suelo pélvico en el tratamiento de la incontinencia urinaria en la mujer: una revisión actual. *Actas Urol Esp*. 2016;03(09):271–8.
9. Cabrera Guerra M. La incontinencia urinaria en la mujer deportista de élite. *Rev Iberoam Fisioter y Kinesiol*. 2006;9(2):78–89.
10. Hernández AS, PadillaFernandez B, MarquezSanchez MT, Fraile MCF, Fraile JF, Pascual CM, et al. Benefits of Physiotherapy on Urinary Incontinence in High-Performance Female Athletes. *Meta-Analysis Alba. Clin Med (Northfield Il)*. 2020;1.
11. Sigurdardottir T, Steingrimsdottir T, Geirsson RT, Halldorsson TI, Aspelund T, Bø K.

Can postpartum pelvic floor muscle training reduce urinary and anal incontinence?: An assessor-blinded randomized controlled trial. *Am J Obstet Gynecol* [Internet]. 2020;222(3):247.e1-247.e8. Available from:

<https://doi.org/10.1016/j.ajog.2019.09.011>

12. Cacciari LP, Dumoulin C, Hay-Smith EJ. Pelvic floor muscle training versus no treatment, or inactive control treatments, for urinary incontinence in women: a cochrane systematic review abridged republication. *Brazilian J Phys Ther.* 2019;23(2).

13. Flandin-Crétinon S, Roelens I, Sellier Y, Bader G, Carbonnel M, Ayoubi JM. Assessment of pelvic floor muscle training programs and urinary incontinence in women: A literature Review. *Gynecol Obstet Fertil Senol.* 2019;47(7-8):591-8.

Artículo Original

**Kinesioterapia en la prevención de trastornos funcionales de miembro superior post cirugía de cáncer de mama**

**Kinesiotherapy in the prevention of functional disorders of the upper limb post breast cancer surgery.**

Daniela Jurado\*, Gabriela Robalino \*\*, Delia Muyulema\*\*\*

\* Licenciada en Terapia Física, Universidad Técnica de Ambato, estudiante. ORCID.

<https://orcid.org/0000-0002-4363-2345>

\*\*Master Universitario en Terapia Física Neuromusculoesquelético. Universidad de Rioja España, docente. ORCID.

<https://orcid.org/0000-0002-9301-3411>

\*\*\*Licenciada en Terapia Física, Universidad Técnica de Ambato, estudiante. ORCID.

<https://orcid.org/0000-0003-3761-1051>

daniela25\_5@yahoo.es

**Resumen.**

**Introducción.** Los trastornos musculoesqueléticos de miembro superior en pacientes postquirúrgicas de cáncer de mama, son una de las complicaciones más frecuentes, llevando al desarrollo de limitaciones, disfunciones y hasta discapacidades, asociadas al dolor, debilidad y disminución del rango de movimiento de hombro, afectando su calidad de vida. Una intervención fisioterapéutica temprana puede reducir y prevenir estas condiciones.

**Objetivo:** Determinar la efectividad de los ejercicios kinesioterapéuticos en miembro superior para la prevención de trastornos funcionales posteriores a cirugía por cáncer de mama.

**Material y métodos:** La investigación fue de tipo cuantitativa, longitudinal, mediante la aplicación de un plan de ejercicios de 5 semanas, donde se evaluó antes y después de la intervención, la fuerza muscular (Escala de Oxford), la amplitud articular (Test Goniométrico) y la funcionalidad global (Test de Constant-Murley), a 22 mujeres de entre 18 a 60 años, previo consentimiento informado.

**Resultados:** Se observaron mejorías clínicas y estadísticamente significativas en la fuerza muscular de todos los grupos musculares ( $P=0,000$ ) pasando de un nivel 2 de movilidad en todo el arco articular sin gravedad, a nivel 3 de movilidad en todo el arco articular con gravedad; en la amplitud articular ( $P=0,000$ ) mejoró el rango de desplazamiento de todos los movimientos de hombro, excepto en la aducción ( $P=1,000$ ) y en la función global de hombro ( $P=0,000$ ), pasando se obtuvo una mejoría promedio pasando de una pobre de funcionalidad de 44,60 a un nivel medio de funcionalidad de 78,08.

**Conclusiones:** Los ejercicios kinesioterapéuticos en miembro superior son efectivos para la prevenir de trastornos funcionales posteriores a cirugía por cáncer de mama.

**Palabras claves:** Trastornos musculoesqueléticos, Cáncer de mama, Ejercicios kinesioterapéuticos.

**Abstract.**

**Introduction.** Upper limb musculoskeletal disorders in post-surgical breast cancer patients are one of the most frequent complications, leading to the development of limitations, dysfunctions and even disabilities, associated with pain, weakness and decreased range of movement of the shoulder, affecting its quality of life. An early physiotherapeutic intervention can reduce and prevent these conditions.

**Objective:** To determine the effectiveness of kinesiotherapeutic exercises in the upper limb for the prevention of functional disorders after breast cancer surgery.

**Material and methods:** The research was quantitative, longitudinal, through the application of a 5-week exercise plan, where muscle strength (Oxford Scale), joint amplitude (Goniometric Test) were evaluated before and after the intervention.) and global functionality (Constant-Murley test), in 22 women aged 18 to 60 years, with prior informed consent.

**Results:** Clinically and statistically significant improvements were observed in muscle strength of all muscle groups ( $P = 0.000$ ), going from level 2 of mobility in the entire joint arch without gravity, to level 3 of mobility in the entire joint arch with gravity ; in joint amplitude ( $P = 0.000$ ) the range of displacement of all shoulder movements improved, except in adduction ( $P = 1.000$ ) and in global shoulder function ( $P = 0.000$ ), passing an average improvement was obtained passing from a poor functionality of 44.60 to an average level of functionality of 78.08.

Conclusions: Kinesiotherapeutic exercises in the upper limb are effective for preventing functional disorders after breast cancer surgery.

Key words: Musculoskeletal disorders, Breast cancer, Kinesiotherapeutic exercises

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado:12-09-2021

### **Introducción.**

El cáncer de mama es la primera causa de neoplasia maligna en el sexo femenino ; su prevalencia alcanza un 11.6% del total de los carcinomas y es la más creciente en comparación con otras poblaciones (1,2); existiendo además, una alta supervivencia de la pacientes oncológicas (3–6), que a pesar de superar la patología, desarrollan alteraciones o lesiones relacionadas con la misma enfermedad o las intervenciones para su tratamiento.

Las alteraciones o trastornos de miembro superior, son ocasionadas por el compromiso linfvascular; que puede ocasionada por linfedema y síndrome de red axilar (7), lo que perturba la funcionalidad de músculos nervios y sistema tegumentario; a esto se le suman los tratamientos antineoplásicos que complican esta condición. Las alteraciones del movimiento, se relacionan con la disminución de fuerza muscular, el dolor y el déficit del rango articular del hombro, especialmente en la flexión, rotación externa y abducción; así se dificulta la realización de AVD, generando una dependencia temporal o permanente de la paciente oncológica postquirúrgica (8).

Estas llevan al desarrollo de limitaciones, disfunciones y hasta discapacidades, asociadas al dolor, debilidad y disminución del rango de movimiento de hombro que afectan considerablemente su calidad vida (9). La repercusión del cáncer de mama y sus secuelas, afectan la esfera personal, social, así como el ámbito productivo y laboral de las pacientes; además de representar altos costos socio-sanitarios. Por lo que la investigación tendrá un gran impacto no solo en la vida de la persona que a través por el proceso quirúrgico de cáncer de mama, sino también a su familia, y esferas; así como los sistemas sanitarios que reducirán costos, reincorporando a las pacientes a su entorno laboral de una manera más productiva y con mejores condiciones físicas y emocionales.

Varios estudios afirman que los ejercicios son efectivos en la prevención y tratamiento de alteraciones en el miembro superior, secundarias a cirugía en cáncer de mama (10). Las recomendaciones son en base a terapia

multifactorial, que incluya estiramiento manual y ejercicios activos; y los ejercicios que sean de movilidad activa , fuerza, posturales de coordinación y yoga; con una duración aproximada de tres meses , en dos sesiones semanales(11,12), para un buen resultado.

Otros autores revelan que las intervenciones alternativas relacionadas con el ejercicio, y el Yoga, practicados durante 8 semanas, mejoran el funcionamiento físico y emocional; además de reducir la fatiga, el dolor e insomnio, sugiriendo la práctica de yoga en el tratamiento y prevención de linfedema (13). También, el Tai Chi, ha demostrado ser efectivo en el mejoramiento de la función y bienestar de pacientes con cáncer de mama, con una duración de 3 a 6 meses, con efectos sobre la calidad de vida en general, procedimiento recomendado para la integración en el tratamiento convencional (14).

Aunque existe evidencia de la efectividad de la intervención fisioterapéutica temprana, es muy poca la descripción del tipo, intensidad y duración de los programas de ejercicios para el alivio del dolor y la movilidad del hombro, como resultado postoperatorio en cáncer de mama; por esta razón en la investigación se planteó determinar la efectividad de los ejercicios kinesioterapéuticos en miembro superior para la prevención de trastornos funcionales posteriores a cirugía por cáncer de mama.

### **Material y métodos**

La investigación fue cuasiexperimental, de tipo longitudinal; para la cual inicialmente se estructuró un plan de ejercicios kinesioterapéuticos, fundamentados en la movilidad de hombro. Para la determinación de la efectividad del plan de ejercicios, se evaluaron por dos ocasiones (antes y después de la intervención) a 22 mujeres de entre 18 a 60 años, seleccionadas a través de criterios de inclusión y exclusión y con la participación voluntaria por medio de la firma de un consentimiento informado. Se valoró la fuerza muscular con la escala de Oxford, la amplitud articular con el test Goniométrico y la funcionalidad global de hombro con el test de Constant-Murley. Los datos fueron procesados y

analizados en el sistema estadístico SPSS V22 de IBM para Windows, donde se realizó un análisis univariado de los datos sociodemográficos y bivariado para determinar la diferencia entre las medidas antes y después de la intervención, con la prueba estadística de Wilcoxon.

#### Resultados

El programa propuesto tuvo una duración de 5 semanas, con una frecuencia de 3 veces por semana, correspondiente a 15 sesiones los ejercicios incluyeron respiraciones; movilidad, estiramiento de hombro y omóplato, lo cuales se realizaron inicialmente 3 series de 5 repeticiones, progresando a 10 repeticiones, según la tolerancia de la paciente, así se inició con 15 minutos de ejercicios, los que fueron progresando en tiempo cada semana 5 minutos hasta alcanzar en la tercera semana un tiempo de 45 minutos.

Al describir a la población se evidenciaron que más de la mitad tenían instrucción secundaria y estudios post secundarios, gran porcentaje de ellas

eran casadas y la población más frecuente se encontraba en un rango de edad de entre los 38 a 59 años.

En la evaluación de la fuerza muscular, se apreciaron cambios clínicos tanto en los valores mínimos como máximos en todos los grupos musculares, de manera general en la Escala de Oxford luego de la intervención según los valores mínimos en la flexión, extensión se ganó 1 punto en la fuerza, mientras que en los otros grupos musculares no se presentaron diferencia; en cuanto a los valores máximos en todos los grupos musculares se presentó la ganancia de un grado de fuerza; además en la comparación de las medias también existió una ganancia de entre 0,3 a 1,5 puntos en todos los grupos musculares, pasando de un nivel 2, que representa una movilidad en todo el arco articular sin gravedad, a nivel 3 que indica una movilidad en todo el arco articular con gravedad (Tabla 1).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la fuerza muscular antes y después de la intervención

Fuerza muscular	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Flexores Inicial	22	2	3	2,82	,395
Flexores Final	22	3	4	3,09	,294
Extensores Inicial	22	2	3	2,45	,510
Extensores Final	22	3	4	3,09	,294
Aductores Inicial	22	2	3	2,23	,429
Aductores Final	22	2	4	2,86	,468
Abductores Inicial	22	2	3	2,45	,510
Abductores Final	22	2	3	2,77	,429
Rotadores int Inicial	22	2	2	2,00	,000
Rotadores int Final	22	2	3	2,64	,492
Rotadores ext Inicial	22	2	2	2,00	,000
Rotadores ext Final	22	2	3	2,64	,492

En cuanto a la amplitud articular la amplitud articular a través de la evaluación con el test goniométrico, antes y después de la intervención, se pudo identificar que de manera general existió una gran ganancia en los rangos articulares siendo más evidente en los movimientos de flexión y abducción de hombro en los valores mínimos, máximos y las medias; de acuerdo a la comparación entre las medidas de las medias antes

y después de la intervención, se presenta una ganancia de entre 15° a 130° grados de movimiento en la mayoría de movimiento; exceptuando la aducción de hombro donde no se registraron cambios en los valores mínimos ni en las medias (Tabla 2).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la amplitud articular antes y después de la intervención

<b>Amplitud articular</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>
Flex Inicial	70	150	105,23	28,262
Flex Final	170	180	178,86	3,060
Ext Inicial	30	55	42,27	8,961
Ext Final	50	60	59,32	2,338
Aduc Inicial	0	20	2,27	5,284
Aduc Final	0	30	2,27	6,853
Abdu Inicial	65	145	97,50	25,716
Abdu Final	160	180	177,05	5,490
Rot int Inicial	30	60	45,45	8,852
Rot int Final	60	70	67,95	3,671
Rot ext Inicial	40	80	60,91	11,916
Rot ext Final	60	90	85,23	7,940

Los resultados en la medición de la funcionalidad global de hombro a través del Test de Constant Murley, se obtuvieron diferencias entre los valores mínimos, máximos y la comparación entre medias de la población, lo que indica que la funcionalidad de hombro mejoro de manera global; así según la interpretación del test el promedio de la población se encontraba en un estado pobre de funcionalidad (44,60); y luego de la intervención mejoró considerablemente alcanzando un promedio de 78,08 que representa una funcionalidad media (Tabla 3).

La efectividad de los ejercicios kinesioterapéuticos en los trastornos musculoesqueléticos posteriores a cirugía de cáncer de mama, se calculó a través de prueba estadística de Wilcoxon, evidenciando diferencias significativas entre las medidas tomadas antes y después de la intervención, resultando un p valor menor al alfa ( $p=0,05$ ), en la fuerza por grupos musculares se obtuvo en flexores ( $p=0,014$ ), extensores ( $p=0,000$ ), aductores ( $p=0,000$ ), abductores ( $p=0,020$ ), rotadores internos ( $p=0,000$ ), rotadores externos ( $p=0,000$ ) reflejado en la Tabla 4.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de la funcionalidad de hombro antes y después de la intervención

Funcionalidad de hombro	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Test de Constant Murley Inicial	31	59	44,60	9,439
Test de Constant Murley Final	78	78	78,08	,000

Tabla 4. Prueba de Wilcoxon para las medidas de fuerza muscular

	Flex Final - Flex Inicial	Ext Final - Ext Inicial	Aduc Final - Aduc Inicial	Abdu Final - Abdu Inicial	Rot int Final - Rot int Inicial	Rot ext Final - Rot ext Inicial
Z	-2,449 <sup>b</sup>	-3,742 <sup>b</sup>	-3,742 <sup>b</sup>	-2,333 <sup>b</sup>	-3,742 <sup>b</sup>	-3,742 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,014	,000	,000	,020	,000	,000

Tabla 5. Prueba de Wilcoxon para las medidas de la amplitud articular

	Flex Final - Flex Inicial	Ext Final - Ext Inicial	Aduc Final - Aduc Inicial	Abdu Final - Abdu Inicial	Rot int Final - Rot int Inicial	Rot ext Final - Rot ext Inicial
Z	-4,115 <sup>b</sup>	-4,161 <sup>b</sup>	,000 <sup>c</sup>	-4,111 <sup>b</sup>	-4,137 <sup>b</sup>	-4,023 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,000	1,000	,000	,000	,000

En cuanto a la amplitud articular se observaron diferencias significativas en todos los rangos ( $p=0,000$ ), excepto la aducción de hombro ( $p=1,000$ ) Tabla 5;

#### Discusión

En la actualidad el manejo clínico del cáncer ha aumentado la supervivencia global en el cáncer de mama (3–6); pero un gran porcentaje de las pacientes presentan alteraciones posteriores a la cirugía que aparecen a corto y largo plazo (15). Cualquier tratamiento de cáncer de cualquier involucra a los tejidos neuromusculoesqueléticos de la extremidad comprometida, causando dolor nociceptivo musculoesquelético de hombro y limitando la movilidad del hombro por choque subacromial (16); de tal manera la cirugía, al ser una de las intervenciones más efectivas (6), conlleva a alteraciones de miembro superior;

como la limitación de la amplitud del movimiento, el síndrome de red axilar y el linfedema (8).

Las alteraciones del movimiento de hombro, están relacionadas con la disminución de la fuerza muscular, el dolor y el déficit del rango articular del hombro; especialmente de la flexión, rotación externa y abducción (8) (7); por lo que al estar disminuida la función del miembro superior del lado de la cirugía, dificulta la ejecución de las actividades de la vida diaria, generando una dependencia temporal o permanente de la paciente oncológico postquirúrgica.

Las diferentes modalidades de fisioterapia efectivas en el tratamiento de dolor y la disminución de la amplitud articular del hombro, incluyen movilizaciones pasivas, estiramiento manual y ejercicios activos (12). La fisioterapia dirigida al alivio del dolor postquirúrgico en pacientes con cáncer de mama, se describe de

acuerdo al tipo de dolor; en el dolor musculoesquelético nociceptivo, fase subaguda, se recomienda ejercicios activos progresivos, pasada esta fase se integran ejercicios de refuerzo selectivo y facilitación neuromuscular propioceptiva; en el dolor neuropático inducido por fármacos; se sugieren ejercicios activos mantenidos por 12 meses; y en el inducido por la radioterapia, el ejercicio debe ser terapéutico y supervisado, de intensidad moderada es efectivo; mientras que en el dolor crónico, el ejercicio terapéutico activo es el más adecuado, acompañado de apoyo psicológico y la educación, disminuyen la intensidad del dolor, reducen la discapacidad por dolor, mejoran la calidad de vida y contribuyen en el mejoramiento de los problemas del sueño (9).

Algunos estudios confirmaron que la terapia multifactorial 6 meses o más, son efectivos en el tratamiento de complicaciones postoperatorias del cáncer de mama, donde el rango de movimiento del hombro se ha deteriorado. De Groef et al., indica que movilizaciones pasivas de hombro con una duración entre 8 y 24 meses, pero ya encuentra efectos a corto plazo a los 3 meses de intervención con una frecuencia de 2 veces por semana (12); así mismo, Soriano, A.; et al, encontró efectivo en la movilidad articular de hombro y la discapacidad los ejercicios de resistencia supervisado durante 12 semanas combinado con ejercicio aeróbico (17); mientras que Arranz, B. & Navarro, B, mostraron efectos en el dolor miofascial desde las 6 sesiones de fisioterapia (18). Además autores comprobaron que las personas activas preoperatoriamente tienen una probabilidad de sentirse físicamente recuperados a las tres semanas después de la cirugía (19).

El programa propuesto en el estudio tuvo una duración de 5 semanas, con una frecuencia de 3 veces por semana, correspondiente a 15 sesiones los ejercicios incluyeron respiraciones; movilidad y estiramiento de hombro y omóplato, lo cuales se realizaron inicialmente 3 series de 5 repeticiones, progresando a 10 repeticiones, según la tolerancia de la paciente, así se inició con 15 minutos de ejercicios, los que fueron progresando cada semana 5 minutos hasta alcanzar en la tercera semana a 45 minutos; encontrándose mejorías en la amplitud articular de 15° a 130° grados de movimiento en la mayoría de movimiento; exceptuando la aducción de hombro donde no se registraron cambios en los valores mínimos ni en las medias, lo que concuerda con los cambios clínicos percibidos por De Groef et al, entre los

15° a 24° mínimo; aplicando ejercicio sólo y mucha mayor en combinación con estiramientos y movilizaciones (12).

Existe evidencia, donde el entrenamiento de resistencia postoperatorio no aumenta la hinchazón; y se sugiere que el entrenamiento de fuerza debe ser progresivo, los ejercicios deben adaptarse según el nivel de fuerza de cada paciente que se obtiene a través de pruebas iniciales (5), para poder dosificar de manera personalizada; así en el estudio se pudo mejorar entre 15° a 130° grados, excepto en el movimiento de aducción de hombro; de igual manera en la fuerza muscular las pacientes ganaron entre 0,3 a 1,5 puntos de fuerza en los diferentes grupos musculares siendo mayor la ganancia en flexores, extensores y aductores de hombro; y en la funcionalidad global de hombro, donde antes de la intervención las participantes presentaban un funcionalidad pobre (44,60) y luego de la intervención mejoraron al nivel de funcional medio (78,08).

#### Conclusiones

De manera general la funcionalidad de hombro mejoró considerablemente luego de aplicada la intervención, así la fuerza muscular pasó de un nivel 2 en la escala de Oxford a nivel 3, en la amplitud articular de hombro, todos los movimientos ganaron rango entre 15° y 130°, excepto la aducción de hombro que se mantuvo en su rango; finalmente con la escala de Constant Murley se constató esta mejoría al reflejar cambios luego del plan de ejercicios pasando de un nivel de funcionalidad pobre inicialmente a un nivel medio.

Estadísticamente las mejorías clínicas luego de la intervención se observaron en valores significativos de todas las pruebas, entre las medidas antes y después de la intervención, por lo que a pesar de que las complicaciones musculoesqueléticas asociadas a la cirugía de hombro post mastectomía, pueden ser discapacitantes y afectar considerablemente la calidad de vida de la sobrevivientes por alteraciones de la funcionalidad de hombro; se ha comprobado que un plan de ejercicios kinesioterapéuticos en miembro superior es efectivo tanto clínica como estadísticamente en la prevención de los trastornos funcionales posteriores a cirugía por cáncer de mama.

#### Referencias bibliográficas

1. Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics

- 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* [Internet]. 2018;68(6):394–424. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30207593>.
2. OPS/OMS. Perfiles de país sobre cáncer, 2020 [Internet]. OPS/OMS. 2020 [cited 2020 May 20]. Available from: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15716:country-cancer-profiles-2020&Itemid=72576&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15716:country-cancer-profiles-2020&Itemid=72576&lang=es)
3. Curigliano G, Burstein HJ, Winer EP, Gnant M, Dubsy P, Loibl S, et al. De-escalating and escalating treatments for early-stage breast cancer: The St. Gallen International Expert Consensus Conference on the Primary Therapy of Early Breast Cancer 2017. *Ann Oncol*. 2017;28(8):1700–12.
4. Narod SA, Iqbal J, Miller AB. Why have breast cancer mortality rates declined? *J Cancer Policy* [Internet]. 2015;5:8–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcpo.2015.03.002>
5. Korsholm-Rosfort T, Larsen S, Aagaard T, Ammitzbøll G, Dalton SO. Interrater Reliability of Dynamic Muscle Testing After Breast Cancer Surgery in Women at High Risk of Lymphedema: To Improve Quality in Clinical Practice. *Integr Cancer Ther*. 2020;19.
6. Arroyo Yustos M, Martín Angulo M, Álvarez-Mon Soto M. Cáncer de mama. *Med* [Internet]. 2017;12(34):2011–23. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.med.2017.05.001>
7. Stubblefield MD, Keole N. Upper Body Pain and Functional Disorders in Patients With Breast Cancer. *PM R*. 2014;6(2):170–83.
8. Hidding JT, Beurskens CHG, Van Der Wees PJ, Van Laarhoven HWM, Nijhuis-van Der Sanden MWG. Treatment related impairments in arm and shoulder in patients with breast cancer: A systematic review. *PLoS One*. 2014;9(5).
9. Giacalone A, Alessandria P, Ruberti E. The Physiotherapy Intervention for Shoulder Pain in Patients Treated for Breast Cancer: Systematic Review. *Cureus*. 2019;11(12).
10. Leal NFB da S, De Oliveira HF, Carrara HHA. Fisioterapia supervisionada nas mulheres em radioterapia para o câncer de mama. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2016;24.
11. Lipps DB, Sachdev S, Strauss JB. Quantifying radiation dose delivered to individual shoulder muscles during breast radiotherapy. *Radiother Oncol* [Internet]. 2017;122(3):431–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.radonc.2016.12.032>
12. De Groef A, Van Kampen M, Dieltjens E, Christiaens MR, Neven P, Geraerts I, et al. Effectiveness of postoperative physical therapy for upper-limb impairments after breast cancer treatment: A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2015;96(6):1140–53. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2015.01.006>
13. Pasyar N, Barshan Tashnizi N, Mansouri P, Tahmasebi S. Effect of yoga exercise on the quality of life and upper extremity volume among women with breast cancer related lymphedema: A pilot study. *Eur J Oncol Nurs* [Internet]. 2019;42(July 2018):103–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejon.2019.08.008>
14. Liu L, Tan H, Yu S, Yin H, Baxter GD. The effectiveness of tai chi in breast cancer patients: A systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Clin Pract* [Internet]. 2020;38:101078. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2019.101078>
15. Ramírez K, Acevedo F, Herrera ME, Ibáñez C, Sánchez C. Physical activity and breast cancer. *Rev méd Chile* [Internet]. 2017;145(1):75–84. Available from: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v145n1/art11.pdf> %0Ahttp://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0034-98872017000100011
16. Brookham RL, Cudlip AC, Dickerson CR. Examining upper limb kinematics and dysfunction of breast cancer survivors in functional dynamic tasks. *Clin Biomech* [Internet]. 2018;55(April):86–93. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.04.010>
17. Soriano-Maldonado A, Carrera-Ruiz Á, Díez-Fernández DM, Esteban-Simón A, Maldonado-Quesada M, Moreno-Poza N, et al. Effects of a 12-week resistance and aerobic exercise program on muscular strength and quality of life in breast cancer survivors. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2019;98(44):e17625. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31689771/>
18. Arranz Martín B, Navarro Brazález B. A physiotherapy approach for myofascial pain syndrome after reconstructive surgery for breast cancer: A case study. *Asoc Española Fisioter* [Internet]. 2018;40(5):273–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ft.2018.05.001>
19. Yang A, Sokolof J, Gulati A. The effect of preoperative exercise on upper extremity recovery following breast cancer surgery: A systematic review. *Int J Rehabil Res*. 2018;41(3):189–96.

Artículo original

### **Reeducación biomecánica en la corrección postural de adultos mayores**

#### **Biomechanical reeducation in postural correction of older adults**

Ocaña Guerrero Mariela Carolina\*, Zavala Calahorrano Alicia Mariferanda\*\*  
Ortiz Reyes María Gabriela\*\*\*

\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculo-esquelético.

Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4769-9528>

\*\*Doctor Of Philosophy Universidad Emisora Griffith University, Magister en Auditoría de Gestión De La Calidad Universidad Emisora Universidad Técnica Particular De Loja, Magister En Gerencia En Salud Para El Desarrollo Local Universidad Emisora Universidad Técnica Particular De Loja, Doctor En Medicina Y Cirugía Universidad Emisora Universidad Central Del Ecuador. ORCID: <https://Orcid.Org/0000-0002-5670-7641>

\*\*\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculo-esquelético.

Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1699-927X>  
carito.andresito@gmail.com

#### **Resumen.**

**Introducción:** Es importante conocer los problemas que ocurren con el proceso natural del envejecimiento, afectando considerablemente el desempeño en acciones físicas, actividades cotidianas, así como la salud y bienestar. El problema de la alteración en la biomecánica postural conlleva a un riesgo de caída en adultos mayores.

**Objetivo:** Analizar la importancia de la corrección postural en la reeducación biomecánica en adultos mayores.

**Material y Métodos:** El diseño metodológico tiene un enfoque cuantitativo de tipo cuasi – experimental. A través de un test de Adams se evaluó la escoliosis, y la debilidad muscular en miembros inferiores con las escalas de Tinetti y Daniels, en 21 adultos mayores en una edad de 65 a 85 años, previa firma del consentimiento informado. Se realizó la intervención Fisioterapéutica por 12 semanas con visitas domiciliarias. En la intervención los ejercicios se aplicaron de manera progresiva hasta alcanzar el máximo potencial de cada adulto mayor de acuerdo a su capacidad física.

**Resultados:** Los datos fueron procesados mediante el programa estadístico SPSS versión 25.0. Se encontró una escoliosis moderada en el 42,9%. El Test de Tinetti demuestra en marcha antes de la intervención en 66,7%, después de la intervención 71,4% considerado como bueno, Tinetti en equilibrio antes de la intervención es bueno en el 52,4%, después de la intervención 33,3%

Con la escala de Daniels que mide la fuerza muscular, demostró 47,3% antes de la intervención que la fuerza muscular en miembro inferior derecho, 38,1% luego de la intervención es bueno, en miembro inferior izquierdo antes de la intervención 38,1% luego de la intervención es de 23,8%. Al realizar la prueba de comprobación de hipótesis a través de Wilcoxon y Mcnemar se demostró la necesidad de una intervención para corregir el problema en la población seleccionada para el estudio.

**Conclusión:** La intervención de la aplicación de ejercicios terapéuticos para Escoliosis y Debilidad Muscular en Miembros Inferiores fue efectiva, con resultados satisfactorios.

**Palabra Claves:** adulto mayor, corrección postural, evaluación, reeducación biomecánica, riesgo de caídas.

#### **Abstract**

**Introduction:** It is important to know the problems that occur with the natural aging process, considerably affecting performance in physical actions, daily activities, as well as health and well-being. The problem of altered postural biomechanics leads to a risk of falls in older adults.

**Objective:** To analyze the importance of postural correction in biomechanical reeducation in older adults.

**Material and Methods:** The methodological design has a quasi-experimental quantitative approach. Through an Adams test, scoliosis and muscle weakness in the lower limbs were evaluated with the Tinetti and Daniels scales, in 21 older adults aged 65 to 85 years, after signing the informed consent. The Physiotherapeutic intervention was carried out for 12 weeks with home visits. In the intervention, the exercises were applied progressively until reaching the maximum potential of each older adult according to their physical capacity.

**Results:** The data were processed using the statistical program SPSS version 25.0. Moderate scoliosis was found in 42.9%. The Tinetti Test shows running before the intervention in 66.7%, after the intervention 71.4% considered good, Tinetti in balance before the intervention is good in 52.4%, after the intervention 33,3%

With the Daniels scale that measures muscle strength, 47.3% before the intervention showed that muscle strength in the lower right limb, 38.1% after the intervention is good, in the lower left limb before the intervention 38, 1% after the intervention is 23.8%. By performing the hypothesis testing test through Wilcoxon and McNemar, the need for an intervention to correct the problem in the population selected for the study was demonstrated.

**Conclusion:** The intervention of the application of therapeutic exercises for Scoliosis and Muscular Weakness in Lower Limbs was effective, with satisfactory results.

**Keywords:** older adult, postural correction, evaluation, biomechanical re-education, risk of falls.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado:12-09-2021

## **Introducción.**

Las alteraciones posturales en la reeducación biomecánica en los adultos mayores y disminuir el riesgo de caída, es un tema esencial, es importante estudiar los problemas que ocurren con el proceso natural del envejecimiento, afectando considerablemente el desempeño en acciones físicas, actividades cotidianas, así como la salud y bienestar.

Con el paso de los años, la capacidad del cuerpo para regenerar células se deteriora; los cambios en el cuerpo como resultado del envejecimiento son similares a lesiones en patologías. El envejecimiento es parte del ciclo de vida humano, se da como un proceso normal y progresivo de cambios biológicos, psicológicos y de comportamiento, la apariencia es diferente para cada persona: hay quienes padecen enfermedades antiguas, en algún momento se encuentran nuevas enfermedades y otras envejecen bien; depende de cómo se relaciona la herencia genética, la raza, la experiencia, la cantidad y la calidad del trabajo (1).

Con el envejecimiento, hay pérdida de células nerviosas, una disminución del volumen cerebral, de la corteza anterior y el cuerpo estriado, todo debido a la muerte celular. Otro cambio en el envejecimiento es la respuesta al desequilibrio cuando se trata de una postura incorrecta. Uno de los factores en la adaptación del cuerpo a cambios

corporales se da en el sistema musculoesquelético, que mantiene el cuerpo en posición vertical; la estructura es reversible. A veces, cambia con respecto al proceso, se produce la pérdida de grasa y su tejido conectivo; de esta manera el músculo y la fuerza disminuyen gradualmente (2).

A estos aspectos mencionados no se da importancia y las cifras por caídas en adultos mayores son subestimadas, tanto en la familia como desde el enfoque de los profesionales de salud. Se han obtenido datos de quienes sufrieron daños corporales, sin mencionar a los que no requieren atención médica inmediata; las caídas son parte de los Grandes Síndromes Geriátricos. Lo que sucede con mucha frecuencia, aunque no están clasificados como un problema, que afecta a las personas adultas mayores más sensibles y tienen una mortalidad y morbilidad significativas. La etiología es interdependiente y requiere un enfoque coordinado, con evaluaciones de los pacientes con caídas, en los procesos de prevención y recuperación (3) (4).

Sobre la actividad física, la vida diaria y la función cognitiva destaca el potencial de estas intervenciones para prevenir la progresión de la enfermedad, es posible que haya rendimiento funcional adecuado, para aumentar la seguridad en su entorno y la confianza en sí mismo para mejorar su independencia. Las personas mayores necesitan relacionarse con el entorno de forma oral y sin palabras, expresar sus deseos y

opiniones y pertenecer a un grupo, mantener una movilidad adecuada que les permita las relaciones sociales, poseer una imagen de sí mismos que corresponda con la realidad y expresarse sin miedo. Por este motivo, es necesario determinar el papel de la corrección postural (5).

Objetivo: Analizar la importancia de la corrección postural en la reeducación biomecánica en adultos mayores.

Material y métodos:

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, por cuanto permitió obtener datos medibles con la comprobación de la pregunta de investigación, por medio de los test aplicados a 20 adultos mayores que acuden a la Asociación de Adultos Mayores “Juanitas de Oro” de la parroquia Atahualpa de la ciudad de Ambato. Se aplicó test y escalas de evaluación al inicio y al final de la intervención, que se detalla a continuación:

Test de Adams: Esta escala evalúa la asimetría comparativa del hemitórax y tronco, se realiza pidiéndole al paciente que junte sus extremidades inferiores y mantenga extendidas las rodillas, mientras flexiona el tronco hacia adelante, el profesional que evalúa se coloca en la parte posterior del paciente para poder observar la asimetría, de esta manera se podrá concluir con el diagnóstico de una alteración de desviación en la columna escoliosis.

Escala de Daniels Modificada: Es una escala que se usa para medir y clasificar la fuerza muscular en un movimiento articular. Puede emplearse para un músculo aislado, pero generalmente se utiliza para evaluar el movimiento articular, es decir, el conjunto de músculos que al contraerse permiten el movimiento de una articulación. Con una valoración de 0 a 5.

Escala de Tinetti: La escala de Tinetti diseñada para evaluación de adultos mayores de 65 años o

más se divide en dos secciones, la primera parte evalúa el equilibrio y la segunda la marcha, cada una con sus respectivos ítems se evalúa de 0 – 2 siendo 0 si no mantiene el equilibrio o si tiene alteraciones en la marcha anormal; 1 que logra realizar la tarea por compensación; 2 sin dificultad para la actividad es considerada normal; para la marcha será un total de 12 puntos y para el equilibrio de 16 con un total de 28 puntos; considerándose como riesgo alto de caídas menos de (19 puntos) (6).

Resultados:

Para el estudio se trabajó con el 61,9 % de mujeres y un 38,1% de varones; cuya edad predominante se ubica en el rango de 71 a 80 años, representado por el 66,7% y que corresponde a 14 personas. La mayoría ha cursado al menos la primaria 66,7%, el 52,4% es de estado civil casado, el 38,1% tiene como ocupación la agricultura, 23,8% admiten la hipertensión como enfermedad previa que es la más sobresaliente del grupo.

Los resultados del pre test se obtuvieron al aplicar la evaluación de Daniels para fuerza muscular en miembros inferiores, el Test de Tinetti para marcha y equilibrio y la Evaluación de Escoliosis a través del Test de Adams, cuyos datos son los siguientes:

La Escala de Daniels demuestra que la fuerza muscular en miembro inferior izquierdo antes de la intervención es normal en el 38,1% es decir en 8 personas evaluadas, mientras que en el 28,6% es bueno esto corresponde a 6 personas valoradas. En la fuerza muscular en miembro inferior derecho después de la intervención es normal 57,1% es decir en 12 personas evaluadas, mientras que en el 38% es regular esto corresponde a 8 personas valoradas. (Tabla 1)

Tabla 1. Escala de Daniels en miembro inferior derecho antes y después de la intervención

		Pretest	Postest
<b>Válido</b>	Regular (2)	28,6 (6)	4,8 (1)
	Bueno (3)	47,6 (10)	38,1 (8)
	Normal (4, 5)	23,8 (5)	57,1 (12)
	Total	100,0 (21)	100,0 (21)

Fuente: Elaboración propia

La Escala de Daniels demuestra que la fuerza muscular en miembro inferior izquierdo después de la intervención es normal en el 71,4% es decir

en 15 personas evaluadas, mientras que en el 23,8% es bueno esto corresponde a 5 personas valoradas. (Tabla 2)

Tabla 2. Escala de Daniels en miembro inferior izquierdo antes y después de la intervención

		Pretest	Postest
Válido	Regular (2)	33,3 (7)	4,8 (1)
	Bueno (3)	28,6 (6)	23,8 (5)
	Normal (4, 5)	38,1 (8)	71,4 (15)
	Total	100,0 (21)	100,0 (21)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Escala de Tinetti en marcha antes y después de la intervención

		Pretest	Postest
Válido	Regular (6, 7, 8)	33,3 (7)	9,5 (2)
	Bueno (9, 10, 11)	66,7 (14)	71,4 (15)
	Total	100,0 (21)	19,0 (4)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Escala de Tinetti en equilibrio antes y después de la intervención

		Pretest	Postest
Válido	Regular (8, 9, 10)	28,6 (6)	14,3 (3)
	Bueno (11, 12, 13)	52,4 (11)	33,3 (7)
	Normal (14, 15, 16)	14,3 (3)	52,4 (11)
	Total	100,0 (21)	100,0 (21)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Test de Adams

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Grave	3	14,3 (3)	14,3	14,3
	Moderado	9	42,9 (9)	42,9	57,1
	Leve	3	14,3 (3)	14,3	71,4
	Normal	6	28,6 (6)	28,6	100,0
	Total	21	100,0 (21)	100,0	

Fuente: Elaboración propia

El Test de Tinetti demuestra que en marcha antes de la intervención es bueno en el 66,7% es decir, en 14 personas evaluadas, mientras que en el 3,3% es regular esto corresponde a 7 personas valoradas. En marcha después de la intervención es bueno en el 71,4% es decir en 14 personas evaluadas, mientras que en el 19,0% es normal esto corresponde a 4 personas valoradas. (Tabla 3) El Test de Tinetti demuestra que en equilibrio antes de la intervención es bueno en el 52,4% es decir en 11 personas evaluadas, mientras que en el 28,6% es regular esto corresponde a 6 personas valoradas. En equilibrio después de la intervención es normal en el 52,4% es decir en 11 personas, mientras que en el 33,3% es normal esto corresponde a 7 personas. (Tabla 4)

Obtenidos los resultados se procedió a realizar el protocolo de tratamiento de acuerdo a la alteración que arrojaron los test clasificando a los participantes que presentaron escoliosis o debilidad muscular en miembros inferiores oh las dos alteraciones.

Una vez diseñado el protocolo de tratamiento, en base a ejercicios terapéuticos para escoliosis y debilidad muscular en miembros inferiores, se estableció el método de intervención; se procedió a la socialización individual con cada participante (adulto mayor), para explicarle sobre su alteración los riesgos que acarrea y los beneficios que obtendrá al realizar los ejercicios terapéuticos y la frecuencia con que se va a realizar.

De esta manera se le explicó si acepta oh no el ser partícipe del proyecto para proceder a leer, llene y firme el consentimiento informado en el caso de que aceptó el trabajar en el proyecto, se procedió a planificar el horario de visita para la intervención domiciliaria, cumpliendo con todas las medidas de bioseguridad, la intervención tuvo una duración de 12 semanas con una frecuencia de una vez por semana. Los ejercicios que se aplicaron fueron de manera progresiva hasta alcanzar el máximo potencial de cada adulto mayor de acuerdo a su capacidad física.

Una vez aplicada la intervención, se vuelve a evaluar y se obtienen los siguientes resultados:

Finalmente se aplica por única vez el Test de Adams que en general demuestra una escoliosis moderada en el 42,9% de la población estudiada, lo que corresponde a 9 personas, se observa además que el valor cercano es considerado

normal en 6 personas que representa el 28,6%. (Tabla 5)

En la prueba de hipótesis de Wilcoxon la suma de rangos alcanza un valor máximo de 78,00, mientras que en los estadísticos de prueba el valor z de -3,00 en la evaluación en marcha y -3,357 en equilibrio en la escala de Tinetti después de la intervención, con un nivel de significancia de 0,001, por lo tanto, con estos valores se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna que dice: sí hay diferencia significativa entre la corrección postural, antes y después de la intervención.

Conclusiones:

Para la evaluación de escoliosis y debilidad muscular en miembros inferiores a los adultos mayores se realizó las pruebas de marcha, equilibrio. Mediante los test de Adams se evaluó la Escoliosis. El Test de Tinetti se aplicó para la evaluación de marcha y equilibrio. La escala de Daniels se aplicó para la valoración de fuerza muscular en miembros inferiores, de tal manera se pudo evidenciar que necesitaban de una intervención para corregir el problema en la población seleccionada.

Una vez diseñado el protocolo de tratamiento, en base a ejercicios terapéuticos para escoliosis y debilidad muscular en miembros inferiores, la intervención tuvo una duración de 12 semanas con una frecuencia de una vez por semana. Los ejercicios se aplicaron de manera progresiva hasta alcanzar el máximo potencial de cada adulto mayor según su capacidad física.

La efectividad de la intervención del protocolo de tratamiento con ejercicios terapéuticos para escoliosis y debilidad muscular en miembros inferiores en los adultos mayores, se estableció con el test de Daniels la fuerza muscular en miembro inferior derecho después de la intervención. El Test de Tinetti demostró su efectividad en marcha después de la intervención.

Bibliografía

1. Anierte N. Medwave Dic;3(11):e2753 doi: 10.5867/medwave.2003.11.2753. [Online].; 2016. Available from: <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Enfermeria/Dic2003/2753>.
2. Villar T, Mesa P. Síndromes geriátricos. [Online].; 2017. Available from: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&e&src=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=>

2ahUKEwjxu5LZmvnwAhUPhuAKHYIJB AEQF  
jABegQIAxAD&url=https%3A%2F%2Fwww.seg  
g.es%2Fdownload.asp%3Ffile%3D%2Ftratadoger  
iatria%2FPDF%2FS35-  
05%252019\_II.pdf&usg=AOvVaw3ntlMtzakzs.

3. Carballo A, Gómez J, Casado I, Ordás B, Fernández D. Gerokomos vol.29 no.3 Barcelona sep. [Online].; 2018. Available from: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1134-928X2018000300110&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1134-928X2018000300110&script=sci_arttext&tlng=pt)

4. Aliaga E, Cuba S, Mar M. Rev Peru Med Exp Salud Publica. Jun;33(2):311-20. [Online].; 2016. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27656932/>.

5. Judge J. Revisiones Bibliográficas. Acta Odontológica Venezolana. [Online].; 2017. Available from: <https://www.msmanuals.com/es-es/professional/geriatr%C3%ADa/trastornos-de-la-marcha-en-los-ancianos/trastornos-de-la-marcha-en-los-ancianos>.

6. Rodríguez C, Lugo L. Asociación Colombiana de Reumatología. [Online].; 2017. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-reumatologia-374-pdf-S0121812312700178>.

Artículo original

**Estimulación basal en adultos mayores con alteraciones de equilibrio y marcha  
Basal stimulation in older adults with balance and gait problems..**

Jesenia Elizabeth Carrasco Cajo\* Jazmín Micaela Montero Guizado\*\* Iván Patricio Valente Anilema \*\*\*

\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelética  
Universidad Técnica de Ambato <https://orcid.org/0000-0002-2225-0110>

\*\*Magister en Fisioterapia y rehabilitación mención Neuromusculoesquelética  
Universidad Técnica de Ambato <https://orcid.org/0000-0003-4521-0960>.

\*\*\* Magister en fisioterapia y rehabilitación mención neuromusculoesquelético,  
Universidad Técnica de Ambato. <https://orcid.org/0000-0001-9005-9476>

[jcarrasco1751@uta.uedu.ec](mailto:jcarrasco1751@uta.uedu.ec)

**Resumen.**

**Introducción:** Uno de los problemas que se suele encontrar en los adultos mayores es la dificultad para movilizarse; debido a afecciones en el equilibrio y la marcha. La estimulación basal es una alternativa para ayudar a este grupo poblacional.

**Objetivo:** Determinar los efectos de la estimulación basal en las alteraciones del equilibrio y marcha en adultos mayores.

**Material y métodos:** Se realizó una investigación cuasi experimental. Previo a la aprobación del comité de bioética, se trabajó con 26 adultos mayores que recibieron 36 intervenciones, divididas en tres sesiones por semana, con una duración de 20 minutos y con un protocolo de estimulación basal. Se realizó una valoración a través de una encuesta y escala de Tinetti antes y después de la intervención. Se aplicó una estadística descriptiva e inferencial para análisis de los resultados.

**Resultados:** En la evaluación final se mostró que, de 26 pacientes, el 65% mantuvieron problemas con el equilibrio y el 34 % sin problemas. Al evaluar la marcha, el 69.2% presentaron problemas en la marcha y el 30% no presentan dificultad. El 61% mantuvieron riesgo alto de caídas, el 23.1% riesgo de caída promedio, y el 3.8% con bajo riesgo de caída. Se muestra que a un nivel de significancia del 5% se obtuvo  $P_x = 0.011$  lo que significa que la hipótesis nula se rechaza, por tanto, la estimulación basal tiene efectos beneficiosos en estas afecciones.

**Conclusión:** La estimulación basal ayuda en problemas de marcha, equilibrio y a disminuir el riesgo de caídas en esta población.

**Palabras Claves:** Marcha, equilibrio, estimulación basal, adulto mayor

**Abstract**

**Introduction:** One of the problems usually found in older adults is the difficulty to move due to impaired balance and gait. Basal stimulation is an alternative to help this population group.

**Objective:** To determine the effects of basal stimulation on balance and gait problems in older adults.

**Material and methods:** A quasi-experimental investigation was carried out. Prior to the approval of the bioethics committee, we worked with 26 older adults who received 36 interventions, divided into three sessions per week lasting 20 minutes and with a baseline stimulation protocol. An assessment was made through a survey and Tinetti scale before and after the intervention. Descriptive and inferential statistics were applied to analyze the results.

**Results:** In the final evaluation it was shown that of 26 patients, 65% had problems with balance and 34% had no problems. When evaluating gait, 69.2% presented gait problems and 30% did not present difficulty, 61% had a high risk of falls, 23.1% had an average risk of falling, and 3.8% had a low risk of falls. It is shown that at a significance level of 5%,  $P_x = 0.011$ , which means that the null hypothesis is rejected, therefore, basal stimulation has beneficial effects in these conditions.

**Conclusion:** Basal stimulation helps with gait and balance problems and reduces the risk of falls in this population.

**Key Words:** gait, balance, basal stimulation, older adult.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

El porcentaje de la población adulta mayor de todo género, condición social, y raza actualmente tiene un incremento acelerado (1). La marcha es un proceso fundamental en la vida, es el resultado de una armonía compleja del sistema propioceptivo, vestibular y órganos de los sentidos, así se logra un proceso voluntario ordenado por reflejos, en la vejez se ve alterada dicha función dando paso a una marcha desordenada (2). SABE en el año 2009 encontró que en el Ecuador, la población adulta mayor, representada con el 38.7%, ha sufrido caídas; el 46.3% son de género femenino y el 29.8% masculino (3). En Chimborazo se desconoce datos similares, es por esto que se estableció una posible solución al utilizar estimulación basal, método creado por Andreas Frohlich, que ofrece una libertad postural, el reentrenamiento de funciones básicas, reglas sencillas sin presiones, así el paciente estará en un ambiente tranquilo y reorganizará el equilibrio gracias a la estimulación de la percepción de su propio cuerpo (4). Ferlic, Fabiani, Velnar y Gradisnik resalta la importancia de un aspecto propioceptivo necesario para mejorar postura, aspecto físico, equilibrio y disminuir el riesgo de caídas (5). La estimulación basal es una terapia muy aceptada en la población adulta mayor dentro de tendencias modernas en la revisión bibliografía en los años 2014 y 2018, se precisa la importancia de los sentidos como el gusto del tacto, olfato, y sobre todo la percepción de uno mismo en el espacio, este método brinda un adiestramiento y logra comprender y entender los límites de nuestro cuerpo (6). Es relevante emplear este método para buscar una solución a tales problemas de locomoción es esta población.

### **Objetivo**

Determinar que efectos tiene la estimulación basal sobre las alteraciones de marcha y equilibrio en adultos mayores.

### **Material y Métodos**

Se trató de una investigación con un enfoque cuantitativo de tipo prospectivo cuasi

experimental (7). La población estuvo formado por 26 adultos mayores de 65 a 80 años del cantón Colta de nacionalidad indígena, los cuales fueron seleccionados tomando en cuenta los criterios de inclusión; la muestra es probabilística, conformada por adultos mayores que acuden al centro gerontológico diurno perteneciente al gobierno autónomo del cantón Colta, calculada con un margen de error de 5% y un nivel de confiabilidad del 95%, se empezó con la firma del consentimiento informado el cual consta de información clara sobre el estudio, el participante tiene libre autonomía, podrá abandonar la investigación si así lo prefiere en cualquier momento, no se utilizan técnicas invasivas y de esta manera no hay riesgos, no habrá ayuda monetaria por su participación y se respeta la confidencialidad, todos firmaron de forma voluntaria. Se realizó una encuesta, seguida de una evaluación con la escala de Tinetti, este contiene dos partes, la primera evalúa problemas de equilibrio con nueve ítems y la segunda marcha con siete ítems así la suma de estas dos mide el riesgo de caídas en personas adultas mayores, está traducida al español, validada con un alfa de Cronbach de 0.95, equilibrio con 13.89 con una adecuada congruencia para los ítems de 0.75 y varianza de 3.9 (8). Posteriormente se intervino con un protocolo de estimulación basal el cual estuvo compuesto por estimulación, somática, vestibular, visual, cada sesión duró 20 minutos, tres veces por semana, en total fueron 36 intervenciones, para finalizar se evaluó con la escala de Tinetti; para establecer los resultados se utilizó la prueba de Wilcoxon. Fue fundamental la aprobación del comité de bioético para el desarrollo del proyecto. Al obtener el permiso bioético.

### **Resultados**

A continuación, se muestra los resultados obtenidos posterior a una intervención con estimulación basal. Con la aplicación de la escala de Tinetti se pudo observar que, al iniciar, el 100% de la población tenía problemas de equilibrio y marcha, actualmente el 34.6%

muestra no tener problemas de equilibrio, y el 30.8% no tenían problemas en la marcha.

Presentación Estadística de cuadros y figuras

Equilibrio antes y después de la intervención

En la tabla 1 se observa que, el 34.6% mostró una mejora en el equilibrio, después de la intervención.

Tabla 1. Resultados de equilibrio en la escala de Tinetti antes y después de la intervención

Equilibrio Escala de Tinetti			
Después de la Intervención			
Antes de la Intervención	Con problemas de Equilibrio	Sin problemas de Equilibrio	Total
Con problemas de Equilibrio	65,4% (17)	34,6% (9)	100% (26)
Total	65,4% (17)	34,6% (9)	100% (26)

Tabla 2. Resultados de marcha en la escala de Tinetti antes y después de la intervención

Marcha Escala de Tinetti			
Después de la Intervención			
Antes de la Intervención	Con problemas de Marcha	Sin problemas de Marcha	Total
Con problemas de Marcha	69,2% (18)	30,8% (8)	100% (26)
Total	69,2% (18)	30,8% (8)	100% (26)

Tabla 3 Riesgo de caída en la escala de Tinetti antes y después de la Intervención

Escala de Tinetti				
Después de la Intervención				
Antes de la Intervención	Riesgo alto de Caída	Riesgo de Caída	Riesgo Bajo de caída	Total
Riesgo Alto de Caída	61,5% (16)	23,1% (6)	3,8% (1)	88,5% (23)
Riesgo de Caída	0,0% (0)	11,5% (3)	0,0% (0)	11,5% (3)
Total	61,5% (16)	34,6% (9)	3,8% (1)	100% (26)

Tabla 4. Prueba de Wilcoxon para riesgos de caída

Marcha Antes y Después de la Intervención	
Z	-2,828 <sup>b</sup>
Sig. Asintótico (Bilateral)	,011

Equilibrio antes y después de la intervención

En la tabla 2 se muestra que, el 30.8% en la etapa final de la investigación ya no presentan alteraciones en la marcha posterior al recibir estimulación basal.

#### Riesgo de caída

En la tabla 3 observa que, al finalizar el estudio, el 3.8% presenta bajo riesgo de caída.

#### Prueba de comprobación de hipótesis.

En la tabla 4 se observa que, el nivel de significancia del 5% obtuvo  $P_x = 0.011$  así la hipótesis nula queda descartada, evidenciando efectos positivos de la aplicación de estimulación basal

#### Discusión

En este estudio de Lubomíra Tkáčová Dagmar Magurová, Jana Cuperová, Helena Galdunová y Beáta Grešš Halász se encuentra que la estimulación basal como tratamiento alternativo en comparación a técnicas tradicionales en ancianos, logra que estos acepten de mejor manera el tratamiento, es así que se mejora evidentemente la movilidad (9). De igual manera, Fábio Marcon Alfieri, Marcelo Riberto, Lucila Silveira Gatz, Carla Paschoal Corsi Ribeiro, José Augusto Fernandes Lopes, Linamara Rizzo Battistella, encuentran la importancia de una estimulación multisensorial enfocada en adultos mayor con problemas de movilidad, enfatizaron que dicha técnica mejora en el equilibrio (10). Sin embargo, Alehe Seyyedrasooli y colaboradores, al estudiar los efectos de la estimulación sensorial con respecto a las caídas en adultos mayores, encontraron que no tienen ningún efecto positivo sobre este problema (11). Los resultados antes mencionados no concuerdan con lo encontrado dentro de esta investigación donde los beneficiarios, mostraron una notable recuperación en el equilibrio y marcha, pasaron de un alto riesgo de caídas a un bajo riesgo.

#### Conclusiones

Al encontrar problemas en la edad adulta se observa un deterioro constante, la estimulación basal en problemas de marcha y equilibrio demostró que puede ayudar de manera significativa e incluso poner una pequeña pausa a tales afecciones.

#### Bibliografía

1. Salud OM de la. Caídas [Internet]. 2018. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>
2. Lorena Cerda A. Manejo del trastorno de marcha del adulto mayor. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 2014;25(2):265–75.
3. Encuesta de Salud B del AM. Instituto nacional de estadística y censos [Internet]. Available from: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-salud-bienestar-del-adulto-mayor/>
4. Hoffmann D. Basale Stimulation in der Pflege. *Osterr Krankenpflegez*. 2016;48(2):30.
5. Ana Ferlinc, Ester Fabiani, Tomaz Velnar LG. The Importance and Role of Proprioception in the Elderly: a Short Review. *Mater Socio Medica*. 2019;31(3):219.
6. Dvořáčková D, Mojžíšová A. Modern trends in the care of seniors in the residential facilities of the social services. *Kontakt* [Internet]. 2019;21(1):93–7. Available from: <https://doi.org/10.32725/kont.2018.002>
7. Hernández R. Metodología de la investigación. 6th ed. Martínez MIR, editor. Vol. 3. México: McGRAW-HILL; 2015. 54–67 p.
8. Guevara CR, Lugo LH. Validez y confiabilidad de la escala de tinetti para población colombiana. *Rev Colomb Reumatol*. 2012;19(4):218–33.
9. Tkáčová Lubomíra, Dagmar Magurová, Jana Cuperová, Helena Galdunová BGH. Implementation of Alternative Methods into Nursing Care of Elderly with Alzheimer Disease. *Gerontol Geriatr Med*. 2021;7(1):1–5.
10. Fábio Marcon Alfieri, Marcelo Riberto, Lucila Silveira Gatz, Carla Paschoal Corsi Ribeiro, José Augusto Fernandes Lopes LRB. Comparison of multisensory and strength training for postural control in the elderly. *Clin Interv Aging*. 2012;7(May 2014):119–25.
11. Alehe Seyyedrasooli, Morteza Ghojzadehm, Sakineh Goljaryan Mohammad-Salar Hosseini M, Esmailnezhad.

The effect of sensory stimulation on quality of life of the elderly and their self-efficacy for coping with the fear of falling. *Iran J Nurs Midwifery Res.* 2020;25(5):407–13.

Artículo original

**Ejercicios de equilibrio y coordinación en el adulto mayor con riesgo de caída**  
**Balance and coordination exercises in the older adult at risk of falling.**

Gabriela Maribel Ortiz Reyes \*, Darío Fernando Pérez Pérez\*\*, Delia del Rocío Muyulema Moyolema\*\*\*,  
Luis Ernesto Córdova Velasco\*\*\*\*

\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculo-esquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1699-927X>

\*\*Licenciado en Ciencias de la Educación Mención Cultura Física. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5573-6766>

\*\*\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculo-esquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3761-1051>

\*\*\*\* Dr. Esp. Luis Ernesto Córdova Velasco. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4333-4639>  
gabriela.ortiz@iess.gob.ec

**Resumen.**

**Introducción.** Con el pasar de los años, el adulto mayor presenta varios estados de salud, donde las caídas es una de las causas más comunes de morbilidad ocasionada por la pérdida del equilibrio y la disminución de la movilidad, provocando el desarrollo de enfermedades discapacitantes y hasta la muerte; además que representa altos gastos socio sanitarios; que pueden ser evitados y reducidos mediante una intervención adecuada-

**Objetivo:** Determinar los efectos de un plan de los ejercicios de equilibrio y coordinación para evitar caídas en el adulto mayor.

**Materiales y métodos.** Estudio cuasiexperimental, de diseño longitudinal, a 23 adultos mayores ecuatorianos de entre 65 a 85 años; seleccionado a partir de criterios de inclusión y exclusión. Se realizó una revisión sistemática en bases de datos como PubMed, PEDro, Scielo, Medline, Medigraphic, y Science Direct, a partir de palabras claves, generando 50 artículos y de los cuales se obtuvieron 20 elegibles para el plan de ejercicios. El riesgo de caídas se valoró con la escala de Tinetti y la prueba Times Up and Go (TUG); mientras que el nivel de dependencia se evaluó con el índice de Barthel. Los datos obtenidos fueron tabulados y analizados a través del programa estadístico SPSS V22 de IBM,

**Resultados.** Se observaron cambios clínicos y estadísticos significativos entre las medidas antes y después de la intervención en la escala de Tinetti (0,001) y en el índice de Barthel (0,046); mientras que en la prueba TUG no existió diferencias significativas.

**Conclusión.** Los ejercicios de coordinación y equilibrio, son efectivos para prevenir el riesgo de caídas en este grupo de adultos mayores.

**Palabras Clave:** Envejecimiento, Riesgo de caídas, Escala de Tinetti, Índice de Barthel, Adulto mayor.

**Abstract**

**Introduction.** Over the years, the elderly present various health states, where falls is one of the most common causes of morbidity and mortality caused by loss of balance and decreased mobility, causing the development of disabling diseases and even death. In addition, it represents high social health expenses; that can be avoided and reduced by appropriate intervention-

**Objective:** To determine the effects of a plan of balance and coordination exercises to prevent falls in the elderly.

**Materials and methods.** Quasi-experimental study, of longitudinal design, in 23 Ecuadorian older adults between 65 and 85 years of age; selected based on inclusion and exclusion criteria. A systematic review was carried out in databases such as PubMed, PEDro, Scielo, Medline, Medigraphic, and Science Direct, based on keywords, generating 50 articles and of which 20 eligible for the exercise plan were obtained. The risk of falls was assessed with the Tinetti scale and the Times Up and Go (TUG) test; while the level of dependency was evaluated with the Barthel index. The data obtained were tabulated and analyzed through the statistical program SPSS V22 from IBM,

Results. Significant clinical and statistical changes were observed between the measurements before and after the intervention in the Tinetti scale (0.001) and in the Barthel index (0.046); while in the TUG test there were no significant differences.

Conclusion. Coordination and balance exercises are effective in preventing the risk of falls in this group of older adults.

Key Words: Aging, Risk of falls, Tinetti scale, Barthel index, Older adult.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

En la vejez se presentan varios estados de salud, que no se enmarcan dentro de una morbilidad específica, denominándose síndromes geriátricos, que incluyen la fragilidad, incontinencia urinaria, caídas, estados delirantes, entre otros (1); estas condiciones representan altos costos socio sanitarios para los países y la sociedad en general. Siendo importante el desarrollo de entornos propicios, e intervenciones eficaces que se relacionen con los protocolos preventivos para responder de manera efectiva a las necesidades de esta población.

El envejecimiento, es un proceso fisiológico normal, que se acompaña con el descenso gradual de las capacidades físicas y mentales individuales en cada adulto mayor y comprendiendo que su vinculación con la edad es relativa; de tal manera adultos mayores con una excelente salud mientras que otros se encuentran muy afectados y llegan a ser dependientes de otra persona, perdiendo su total autonomía (2).

A partir de los 60 años, el riesgo de discapacidad aumenta gradualmente, por pérdida paulatina de la audición, visión y movilidad; además del apareamiento de cataratas, dolor de cuello y de espalda; entre otros(3). Con la edad, se presenta una creciente pérdida de masa muscular y densidad ósea alcanzando un 6,3% de disminución del tamaño de la masa magra; tejido graso, se pierde en la periferia y se acumula en el interior o periorgánicas; la masa ósea disminuye provocando una reducción de la estatura de entre 0,1 a 0,5 cm por cada año de vida a partir de los 70 años(4); estas manifestaciones afectan la movilidad global de la persona y especialmente su deambulacion, haciendo que el adulto mayor sea más lento, torpe y tenga un mayor riesgo de caídas(4).

La caída, es un evento involuntario en el cual que se pierde el equilibrio y como consecuencia el cuerpo se precipita al suelo (5), representa uno de los mecanismos más comunes de lesiones geriátricas y perduran como un riesgo de

morbilidad y mortalidad (6); en mayores de 65 años la prevalencia es de 1 caída por año, lo que aumenta en un 30% a los 75 años de edad y en un 50% en mayores de 80 años (7).

Por lo que se debe entender que la velocidad de envejecimiento depende de los hábitos que se practican, la alimentación y sobre todo la actividad física; modificando el nivel de fragilidad y el riesgo de desarrollo de enfermedades limitantes en el adulto mayor (8).

La multiplicidad de las condiciones que aparecen con el envejecimiento, requiere la consideración de muchos aspectos dentro del entorno del adulto mayor, para garantizar un envejecimiento saludable y extender la esperanza de vida libre de enfermedad; es necesario el estudio de varios factores entre ellos el riesgo de caídas, que es una de las causas más frecuente de morbilidades en este grupo. La aplicación de un plan de ejercicios de equilibrio, coordinación y marcha, principalmente contribuyen a la disminución este factor, previniendo el suceso; además de reducir sustancialmente las posibles morbilidades, limitaciones, discapacidades y la pérdida de autonomía de la persona; que aparecen como consecuencia de los traumas sufridos cuando el adulto mayor cae.

Las ventajas del ejercicio de equilibrio y coordinación, han sido demostradas en varios estudios, en la prevención de caídas (9,10), pero en nuestro entorno no han sido estudiadas; se ha encontrado que el enfoque terapéutico basado en ejercicios, son eficaces en la mejoría de la capacidad locomotora, el equilibrio, la coordinación; disminuyendo la fragilidad y mejorando su independencia funcional (11,12), además de la calidad de vida (9,10). Por lo que en este estudio se propuso determinar los efectos de un plan de los ejercicios de equilibrio y coordinación para evitar caídas en el adulto mayor de la Asociación Juanitas de Oro, perteneciente al GAD Parroquial de Atahualpa, cantón Ambato, país Ecuador

**Materiales y Métodos**

El estudio fue de tipo cuasiexperimental, bajo un diseño longitudinal, ya que se analizó y comprobó los efectos en cuanto al riesgo de caída, y el nivel de dependencia del adulto mayor. Para determinar la dosificación de los ejercicios se realizó una revisión sistemática en diferentes bases de datos científicas como PubMed, PEDro, Scielo, Medline, Medigraphic, y Science Direct, donde a partir de palabras claves se obtuvieron 50 artículos y de estos 20 artículos científicos elegibles que fundamentaron el plan de ejercicios, encontrándose que el enfoque terapéutico basado en ejercicios, son eficaces en la mejoría de la capacidad locomotora, el equilibrio, la coordinación. La medición del equilibrio y marcha, se realizó con la escala de Tinetti y el test Times Up and Go (TUG) mientras que el nivel de dependencia con el índice de Barthel; las valoraciones se realizaron antes y después de la aplicación del plan de ejercicios, previo a la firma del consentimiento informado por parte de 23 adultos mayores participantes, los que fueron seleccionados bajo criterios de inclusión y exclusión. Además, los datos obtenidos fueron tabulados y analizados estadísticamente; a través del programa estadístico SPSS V22 de IBM.

**Resultados**

La tabulación, análisis y procesamiento de datos se realizó en el programa estadístico SPSS-V22 de IBM, para las variables sociodemográficas y la

variables específicas de las valoraciones del riesgo de caídas y el nivel de discapacidad; para lo que se realizó un análisis univariado, donde se describieron la frecuencia en la población de adultos mayores; mientras que para la verificación de la hipótesis se realizó la prueba de Wilcoxon, ya que los datos a pesar de ser numéricos no tuvieron un comportamiento normal optando por una prueba alterna, para dos medidas relacionadas. La población estuvo conformada por 25 participantes, de los cuales 2 no culminaron el tratamiento por situaciones relacionadas con la pandemia; de tal forma se pudo observar que la mayoría de adultos mayores fueron mujeres, el grupo más prevalente se encontraba entre los 71 a 75 años, y la mayoría de participantes estaban casado y viudos en similares proporciones.

Al evaluar el riesgo de caídas antes y después de la intervención se puede concluir que los adultos mayores tanto hombres como mujeres, mejoraron su equilibrio y marcha; evidenciado en la disminución del riesgo de caída según la escala de Tinetti. Así antes de la intervención al 64% tuvieron riesgo alto de caída, un 28% con riesgo de caída medio y ninguno con menor riesgo de caída; después de la intervención estos valores se modificaron, mostrando un progreso; de tal manera que bajo al 40% la población con un alto riesgo de caídas, el 28% obtuvieron un riesgo de caída medio y 24% alcanzaron menor riesgo de caída Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la escala de Tinetti antes y después de la intervención

	<b>Variables</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Tinetti Inicial	Riesgo de caída medio	7	28,0	30,4	30,4
	Alto riesgo de caída	16	64,0	69,6	100,0
	Total	23	92,0	100,0	
Perdidos	Sistema	2	8,0		
Tinetti Final	Menor riesgo de caída	6	24,0	26,1	26,1
	Riesgo de caída medio	7	28,0	30,4	56,5
	Alto riesgo de caída	10	40,0	43,5	100,0
	Total	23	92,0	100,0	
Perdidos	Sistema	2	8,0		

Los resultados en cuanto el riesgo de caídas a través de la prueba Times up and Go, antes y después de la intervención, revelan que inicialmente los participantes presentaban dos niveles de riesgo de caída; el 68% con un nivel medio y el 24% con nivel bajo. Posteriormente a

la intervención, se presentaron tres niveles, donde el 32% tuvieron bajo riesgo de caída, el 44% con un riesgo medio de caída, y el 16% con elevado riesgo de caída. Indicando que se debe realizar una investigación más profunda en la población, al encontrarse deterioro en la prueba TUG,

resultado que no se relaciona con las otras evaluaciones Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la prueba Times Up and Go, antes y después de la intervención

Variable		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Times Up and Go Inicial	Bajo riesgo de caída	6	24,0	26,1	26,1
	Riesgo medio de caída	17	68,0	73,9	100,0
	Total	23	92,0	100,0	
Perdidos Total	Sistema	2	8,0		
		25	100,0		
Times Up and Go Final	Bajo riesgo de caída	8	32,0	34,8	34,8
	Riesgo medio de caída	11	44,0	47,8	82,6
	Elevado riesgo de caída	4	16,0	17,4	100,0
	Total	23	92,0	100,0	
Perdidos Total	Sistema	2	8,0		
		25	100,0		

Tabla 3. Resultados del Índice de Barthel antes y después de la intervención

Variables		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Índice de Barthel Inicial	Dependencia leve	7	28,0	30,4	30,4
	Dependencia moderada	13	52,0	56,5	87,0
	Dependencia grave	3	12,0	13,0	100,0
	Total	23	92,0	100,0	
Perdidos Total	Sistema	2	8,0		
		25	100,0		
Índice de Barthel Final	Dependencia leve	4	16,0	17,4	17,4
	Dependencia moderada	15	60,0	65,2	82,6
	Dependencia grave	4	16,0	17,4	100,0
	Total	23	92,0	100,0	
Perdidos Total	Sistema	2	8,0		
		25	100,0		

Tabla 4. Prueba de Wilcoxon para las medidas de la escala de Tinetti, Times Up and Go e índice de Barthel

	Tinetti-Total Final – Tinetti-Total Inicial	Times Up and Go Final - Times Up And Go Inicial	Índice de Barthel Final - Índice de Barthel Inicial
Z	-3,207 <sup>b</sup>	-,632 <sup>c</sup>	-2,000 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,001	,527	,046

En el nivel de dependencia a través del índice de Barthel, se observaron que antes de la intervención un 52% con dependencia moderada, un 28% con dependencia leve y un 12% con dependencia grave; mientras que luego de la

intervención estos valores se modificaron de manera positiva; así el 60% lograron una dependencia moderada, el 16% dependencia leve, al igual que el 16% evidenciaron dependencia grave Tabla 3.

En cuanto a la relación entre el riesgo de caídas y el sexo; se encontró que la mayoría de hombres antes de la intervención presentaban riesgo medio de caída, y las mujeres alto riesgo de caída; para luego de la intervención mejorar su condición; mientras que en la prueba TUG, se encontró una respuesta inversa donde en lugar de disminuir el riesgo, este aumentó, especialmente en el sexo masculino. Además no se encontró relaciones significativa entre el riesgo de caídas y el sexo tanto antes como después de la intervención, por lo que el sexo no influye en el nivel de riesgo de caída del adulto mayor.

Y de igual forma en la relación entre el nivel de dependencia en los adultos mayores y el sexo, por lo que además la intervención no tuvo efectos

#### Discusión

Un envejecimiento saludable, depende de varios factores que influyen en el bienestar del adulto mayor, pero a medida que pasan los años el riesgo de discapacidad y dependencia aumentan gradualmente; originada por la pérdida paulatina de la audición, visión y movilidad (3); además de una creciente pérdida de masa muscular y densidad ósea(4), que afectan la movilidad global de la persona y especialmente su deambulación, haciendo que el adulto mayor sea más lento, torpe y tenga un mayor riesgo de caídas (4).

La caída, al ser un evento involuntario en el cual que se pierde el equilibrio y como consecuencia el cuerpo se precipita al suelo (5), representa uno de los mecanismos más comunes de lesiones geriátricas que perduran como un riesgo de morbilidad y mortalidad, de tipo multifactorial (6) trayendo consigo serias consecuencias físicas, sociales y psicológicas (13). Varios estudios han revelado que la frecuencia de caídas, tiene relación con trastornos musculoesqueléticos como el deterioro del equilibrio y la deambulación (14); y aunque no todos los adultos mayores experimentan cambios en la mecánica de su marcha, el deterioro físico provoca numerosos alteraciones que afectan los segmentos corporales. (15,16) desarrollando el síndrome poscaída; y apareciendo consecuencias tardías como limitación en las actividades diarias; afectando su autonomía (17). Escenarios que pueden ser prevenidos con programas de ejercicios enfocados a mejorar el equilibrio y la coordinación.

Las ventajas del ejercicio de equilibrio y coordinación, se han evidenciado con una frecuencia de 2 a 3 sesiones por semana, durante 8 semanas y se recomienda la medición de la calidad de vida. Según, Dunsky, A., los

independientes relacionados con el sexo, y el sexo no es un factor que influya en el nivel de dependencia del adulto mayor.

Los efectos del plan de ejercicios de equilibrio y coordinación para evitar caídas en el adulto mayor clínicamente son evidentes, al encontrarse mejorías en el riesgo de caídas y el nivel de dependencia que presentó la población; corroborado por los resultados estadísticos, que evidenciaron diferencias significativas entre las medidas (antes y después de la intervención) tanto en la escala de Tinetti ( $p=0,001$ ) como en el índice de Barthel ( $p=0,046$ ), excepto en la prueba Times Up and Go donde los resultados no fueron significativos ( $p=0,527$ ) Tabla 4.

programas deben incluir, posturas de estabilidad estática y dinámica, cambios en la base de apoyo, variaciones en la altura del centro de gravedad y diferentes superficies en bipedestación. La progresión debe ser gradual donde se estructuren ejercicios básicos y luego complejos; incluyendo actividades motoras y cognitivas (tareas dobles y múltiples) (9).

En el estudio se aplicó el plan de ejercicios de coordinación y equilibrio, en un lapso de 16 semanas, desarrolladas en 16 sesiones (1 semanal), con una duración por sesión de 30 minutos; los ejercicios aplicados incluyeron equilibrio en decúbitos, sentado, de pie y marcha; además fueron progresando en dificultad e intensidad, de acuerdo a la sucesión de las semanas, existiendo 3 niveles de dificultad, lo que disminuyó el riesgo de caídas (escala de Tinetti) y el nivel de dependencia (índice de Barthel) a niveles bajos, pero no óptimos en la mayoría de la población; exceptuando el riesgo de caída (prueba Times Up and Go), que suponen un explicación inadecuada en la prueba ya que aquí por lo contrario aumentó el riesgo de caídas; por lo que los resultados se relacionan con los hallazgos de las intervenciones que se basan en tareas de marcha, coordinación y equilibrio; para mejorar la movilidad de los adultos mayores; como lo encontrado por Algahtani, BA., et al., donde los ejercicios de calentamiento, sincronización de la marcha y coordinación, más ejercicios de fortalecimiento y estiramiento; durante 12 semanas; fueron efectivos para el mejoramiento del equilibrio y fuerza de miembro inferior (18).

A esto, Boher, RCD; et al., asegura que el entrenamiento multicomponente, a través de ejercicios de resistencia, agilidad y coordinación, centrándose en la musculatura flexora específicamente, durante 12 semanas (3 días a la

semana) es efectivo para reducir o revertir las debilidad muscular relacionada con la edad, además de mejorar la movilidad funcional; por ende se mejorará la capacidad funcional y disminuir el riesgo de caídas en adultos mayores (19).

#### Conclusiones

Se puede concluir que el plan de ejercicios de coordinación y equilibrio realizado durante 16 semanas, con una frecuencia de 1 día a la semana, con una duración de 30 minutos por sesión, es efectivo para reducir el riesgo de caídas y el nivel de dependencia en este grupo de adultos mayores. Y a pesar de existir diferencias significativas en el riesgo de caídas y el nivel de dependencia antes y después de la intervención; sería recomendable reducir el tiempo de duración del plan de ejercicios, aumentar a frecuencia durante la semana, e incluir ejercicios localizados de fortalecimiento en la musculatura flexora para alcanzar los niveles óptimos en el riesgo de caídas y el nivel de dependencia.

#### Bibliografía

- Osoba MY, Rao AK, Agrawal SK, Lalwani AK. Balance and gait in the elderly: A contemporary review. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2019 Feb;4(1):143–53.
- Organización Mundial de la Salud. Envejecimiento y salud [Internet]. 2018 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud>
- Díaz-Pelegrina A, Cabrera-Martos I, López-Torres I, Rodríguez-Torres J, Valenza MC. Efectos del estado cognitivo sobre las alteraciones del equilibrio y la marcha en ancianos institucionalizados. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2016 Mar 1;51(2):88–91.
- Zayas Somoza, Emilio; Fundora Álvarez V, La esquina D, Docente H, Habana Cuba L, Zayas Somoza E, Fundora Álvarez V. Revisión temática: Sobre las interrelaciones entre la Nutrición y el Envejecimiento. *Rev Cuba Aliment Nutr* [Internet]. 2017 [cited 2020 May 13];27; N°2:394–429. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2017/can172k.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. Caídas [Internet]. 2018 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>
- James SL, Lucchesi LR, Bisignano C, Castle CD, Dingels Z V., Fox JT, et al. The global burden of falls: Global, regional and national estimates of morbidity and mortality from the Global Burden of Disease Study 2017. *Inj Prev*. 2019 Jan 15;
- Organización Mundial de la Salud. Informe Mundial sobre el envejecimiento y la salud [Internet]. 2015 [cited 2020 May 13]. Available from: [www.who.int](http://www.who.int)
- Caballero, Juan; Navarrete, Gonzalo; Crisp, Francisca; Brizzolara A et al. Manual de Geriatría para Médicos [Internet]. Primera. 2018 [cited 2020 May 13]. 427 p. Available from: <http://familiarcomunitaria.cl/FyC/wp-content/uploads/2019/01/Manual-Geriatría.pdf>
- Dunsky A. The Effect of Balance and Coordination Exercises on Quality of Life in Older Adults: A Mini-Review. Vol. 11, *Frontiers in Aging Neuroscience*. Frontiers Media S.A.; 2019.
- Damulin I V. Changes in walking in the elderly. *Zhurnal Nevrol i Psihiatr Im SS Korsakova*. 2018;118(2):100–4.
- Lelard T, Ahmaidi S. Effects of physical training on age-related balance and postural control. Vol. 45, *Neurophysiologie Clinique*. Elsevier Masson SAS; 2015. p. 357–69.
- Berková M, Berka Z. Falls: a significant cause of morbidity and mortality in elderly people. *Vnitr Lek* [Internet]. 2018 [cited 2020 May 13];64(11):1076–83. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30606025>
- Silva-Fhon JR, Partezani-Rodrigues R, Miyamura K, Fuentes-Neira W. Causas y factores asociados a las caídas del adulto mayor. *Enfermería Univ*. 2019 Jan 25;16(1):31–40.
- Marcen Román Y, López Bernués R, Sieso Sevil AI. Efecto de dos protocolos de ejercicios en personas mayores de 65 años institucionalizadas. *Eur J Invest Heal Psychol Educ*. 2015 Oct 22;4(3):215.
- Cerda L. Manejo del trastorno de marcha del adulto mayor. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 2014 Mar 1;25(2):265–75.
- Taguchi CK, Teixeira JP, Alves LV, Oliveira PF, Raposo OFF. Quality of Life and Gait in Elderly Group. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2016 Jul 1;20(3):235–40.
- Álvarez Rodríguez ML. REVISTA MEDICA DE COSTA RICA Y CENTROAMERICA LXXI (617) 807-810, 2015.
- Alqahtani BA, Sparto PJ, Whitney SL, Greenspan SL, Perera S, Vanswearingen J, et al. Effect of Community-Based Group Exercise Interventions on Standing Balance and Strength in Independent Living Older Adults. *J Geriatr Phys Ther* [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2020 Jun

3];42(4):E7–15. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31592997/>  
19. Bohrer RCD, Pereira G, Beck JK,  
Lodovico A, Rodacki ALF. Multicomponent  
Training Program with High-Speed Movement  
Execution of Ankle Muscles Reduces Risk of  
Falls in Older Adults. *Rejuvenation Res* [Internet].  
2019 Feb 1 [cited 2020 Jun 3];22(1):43–50.  
Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29911496/>

Artículo original

**Método Kaltenborn sobre la funcionalidad en el síndrome de manguito rotador**  
**Kaltenborn method on functionality in rotator cuff syndrome**

Ana Victoria Mullo Manovanda \*; Ana Cristina Díaz Cevallos\*\*; Andrés Ulises López Martínez \*\*\* Angela Priscila Campos Moposita \*\*\*\* Andrea Gissela Lozada Castro \*\*\*\*\*

\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0108-6649>

\*\* Magister en Terapia Manual Ortopédica Universidad Andrés Bello, Chile. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0177-2734>

\*\*\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9351-6062>

\*\*\*\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6826-8319>

\*\*\*\*\*Estudiante de Fisioterapia y Rehabilitación. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8256-0615>

[ana.mullo@iess.gob.ec](mailto:ana.mullo@iess.gob.ec)

[amullo9407@uta.edu.ec](mailto:amullo9407@uta.edu.ec)

**Resumen.**

**Introducción:** El síndrome de manguito rotador es una de las principales patologías limitantes y discapacitantes en la población de edad media, las técnicas de terapia manual como el método Kaltenborn se proponen como alternativa de tratamiento para tratar su sintomatología y poder mejorar su funcionalidad.

**Objetivo:** Determinar la efectividad del método Kaltenborn en el síndrome de manguito rotador, en pacientes adultos para mejorar su funcionalidad.

**Material y métodos:** Se realizó una investigación con diseño prospectivo de intervención cuasiexperimental, longitudinal, en 30 pacientes adultos de entre 40 a 59 años con síndrome de manguito rotador, se evaluó la intensidad de dolor, rango de movilidad articular y discapacidad antes y después de la intervención, mediante los test de Eva, goniométrico y test de Spadi. Se intervino con cuatro técnicas del método Kaltenborn durante diez días, cinco veces por semana, con una duración de 20 minutos cada intervención. Criterios de inclusión: Presencia de dolor y limitación del rango de movilidad articular de al menos 3 meses. Criterios de exclusión: Discapacidad intelectual, cirugía en el hombro afecto, traumatismos graves. El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad Técnica de Ambato, los participantes firmaron el consentimiento informado.

**Resultados:** Con los resultados obtenidos, se afirma la efectividad de la aplicación del método Kaltenborn en el síndrome de manguito rotador respecto al dolor, ROM y funcionalidad, el Test EVA con la prueba de Wilcoxon  $P29=0.00$ , Test goniométrico en todos los rangos de movimiento analizados con T de Student  $P29=0.00$  y el test de Spadi con T de student  $P29=0.00$ .

**Conclusiones:** La aplicación del método Kaltenborn, mejoro la intensidad de dolor, el rango de movilidad articular y la funcionalidad en la articulación del hombro en los pacientes adultos con síndrome de manguito rotador.

**Palabras clave:** Manguito rotador, método Kaltenborn, test EVA, test goniométrico, test Spadi.

**Abstract**

**Introduction:** Rotator cuff syndrome is one of the main limiting and disabling pathologies in the middle-aged population, manual therapy techniques such as the Kaltenborn method are proposed as a treatment alternative to treat its symptomatology and to be able to improve its functionality.

**Objective:** To determine the effectiveness of the Kaltenborn method in rotator cuff syndrome in adult patients to improve their functionality.

**Material and methods:** A prospective research with a quasi-experimental, longitudinal intervention design was carried out in 30 adult patients between 40 and 59 years of age with rotator cuff syndrome. Pain intensity, range of joint mobility and disability were evaluated before and after the intervention, by means of the Eva test, goniometric test and Spadi test. Four techniques of the Kaltenborn method were used for ten days, five times a week, with a duration of 20 minutes each intervention. Inclusion criteria: Presence of pain and limitation of the range of joint mobility for at least 3 months. Exclusion criteria: Intellectual disability, surgery on the affected shoulder, severe trauma. The study was approved by the Bioethics Committee of the Technical University of Ambato, the participants signed the informed consent.

**Results:** With the results obtained, the effectiveness of the application of the Kaltenborn method in rotator cuff syndrome regarding pain, ROM and functionality is affirmed, the EVA Test with Wilcoxon test  $P29=0.00$ , Goniometric test in all ranges of motion analyzed with Student's t-test  $P29=0.00$  and Spadi's test with student's t-test  $P29=0.00$ .

**Conclusions:** The application of the Kaltenborn method, improved pain intensity, joint range of motion and functionality in the shoulder joint in adult patients with rotator cuff syndrome.

**Key words:** rotator cuff, Kaltenborn method, EVA test, goniometric test, Spadi test

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado:12-09-2021

### **Introducción.**

El manguito rotador es una estructura musculo tendinosa que permite estabilidad y movilidad en la articulación del hombro, formado por los músculos subescapular, supraespinoso, infraespinoso y redondo menor, su porción muscular se inserta en la escapula y su porción tendinosa en las tuberosidades de la cabeza humeral (1). El síndrome de manguito rotador, ocasionado generalmente por diferentes factores como la genética, influencias hormonales, posiciones estáticas prolongadas, movimientos repetitivos, envejecimiento y levantar peso por encima de la cabeza, conllevan a la afección de cualquier tendón que forma parte de esta estructura ya sea en conjunto o solo, el más común suele ser el supraespinoso (2). La enfermedad de los tendones del manguito rotador es una afección común en la población que aumenta con la edad y que da como resultado discapacidad afectado la integridad social y la salud (3).

Kaltenborn y Evjenth (1989) basaron su análisis clínico en la regla cóncava-convexa. Las movilizaciones articulares son consideradas como tratamiento en la dirección disminuida y su objetivo de restaurar el movimiento normal por lo que el terapeuta examina los movimientos fisiológicos en la articulación glenohumeral, la fosa glenoidea es considerada como la superficie cóncava por lo tanto es estable mientras que la cabeza humeral es la superficie convexa es decir la superficie móvil. Según la regla convexo-cóncava la cabeza humeral se desliza en dirección

opuesta al movimiento del hueso por lo que durante la abducción del brazo la cabeza del humero se desliza hacia caudal (4).

La terapia manipulativa ortopédica - Kaltenborn se basa en la movilidad traslatoria con tracción y deslizamiento en diferentes grados de movimiento procurando el estiramiento de la capsula articular y la tracción de los ligamentos con el propósito de restablecer la función y la estructura de los elementos que la conforman (5). La tracción consiste en la distracción de una superficie articular con el propósito de generar una tensión. Kaltenborn establece tres grados de tracción, el grado 1 en el que la fuerza es mínima pero suficiente para eliminar la compresión en la superficie articular, el grado 2 en el que se procura eliminar la holgura articular tensando los tejidos periarticulares y el grado 3 en el que se aplica una fuerza mayor consiguiendo separar los tejidos blandos que se encuentra alrededor de articulación (6).

Los síntomas, generalmente dolor y limitación funcional son evidentes tanto en su fase aguda como crónica; más frecuente en pacientes mayores de 40 años (7). Ante la falta de evidencia científica que muestre fiabilidad respecto a la efectividad de este método fisioterapéutico, es preciso desarrollar planes de tratamiento innovadores para obtener resultados que permitan evidenciar la alternativa de tratamiento más viable y efectiva para esta patología (8). El objetivo de este estudio es identificar la efectividad del método Kaltenborn en el síndrome de manguito rotador, relacionado a la funcionalidad articular.

### Objetivo

Determinar la efectividad del método Kaltenborn en la funcionalidad articular, en pacientes adultos con síndrome de manguito rotador.

### Material y métodos

Estudio cuasi experimental con diseño prospectivo de intervención longitudinal en 30 participantes de 40 a 59 años con diagnóstico de síndrome de manguito rotador del Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día IESS Sangolquí, en el año 2019, la muestra se escogió mediante el muestreo no probabilístico por conveniencia. Criterios de inclusión; Pacientes diagnosticados con síndrome de manguito rotador, sin distinción de género, pacientes con dolor y restricción del rango de movilidad articular del hombro afecto en relación al hombro contrario de al menos tres meses de duración. Criterios de exclusión; Pacientes con discapacidad intelectual, con antecedentes de cirugía en el hombro afecto, condiciones neurológicas que alteren el movimiento y sensación del dolor, condiciones crónicas del tejido conectivo, traumatismos recientes y alteraciones óseas que interfieran en la aplicación de las técnicas.

Se recogieron variables sociodemográficas y variables de estudio, para la evaluación del dolor se usó la escala analógica visual, para medir el rango de movilidad articular el test goniométrico, y para valorar el dolor y la discapacidad de hombro, el test de Spadi.

El protocolo de intervención con el método Kaltenborn en la articulación glenohumeral, consistió en la aplicación de las técnicas de tracción con palanca corta, deslizamiento hacia anterior, deslizamiento hacia posterior y deslizamiento hacia inferior, la técnica de tracción se realizó en dirección perpendicular al plano de tratamiento, en los grados I, II Y III y el deslizamiento paralelo al plano de tratamiento en los grados I y II, se intervino con 10 sesiones, 5 días seguidos por semana, se realizó una serie de 10 repeticiones por técnica. Estas técnicas se mantuvieron por un lapso de 20 segundos con descansos de 10 segundos, tratando de mantener la posición lograda, sumando un total de 20 minutos por intervención. Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 25, se utilizó la prueba Wilcoxon y T de Student con un nivel de significancia del 0.05, con lo que se prueba la hipótesis planteada. Se aprobó la Investigación con seres humanos por el Comité

de ética de la Universidad Técnica de Ambato y se obtuvo el consentimiento informado de los pacientes previo a la intervención.

### Resultados

Se presentan los resultados de la media de cada valor, obtenidos antes y después de la intervención con el método Kaltenborn, hubo diferencias significativas en el dolor, el ROM y discapacidad de la articulación del hombro.

El test de Eva consiste en una línea horizontal con valores comprendidos entre 0 y 10, siendo 0 ausencia o menor intensidad de dolor y 10 mayor intensidad de dolor.

El test Goniométrico, valora el rango de movilidad articular, en este estudio se valoró la flexión, extensión, abducción, rotación interna y rotación externa.

El test de Spadi se presenta a manera de porcentaje, de 0% a 100%, interpretándose a la menor puntuación como el mejor estado funcional y la mayor puntuación el peor estado de discapacidad en la articulación de hombro del paciente. Gráfico. 1.

Para la comprobación de hipótesis se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Willks, esta muestra fue considerada como paramétrica, por lo que se procedió a usar la prueba de Wilcoxon cuando se trató de variables ordinales y la prueba de T de student para muestras relacionadas. La regla de decisión fue: Si  $p \leq 0.05$  se rechaza  $H_0$ .

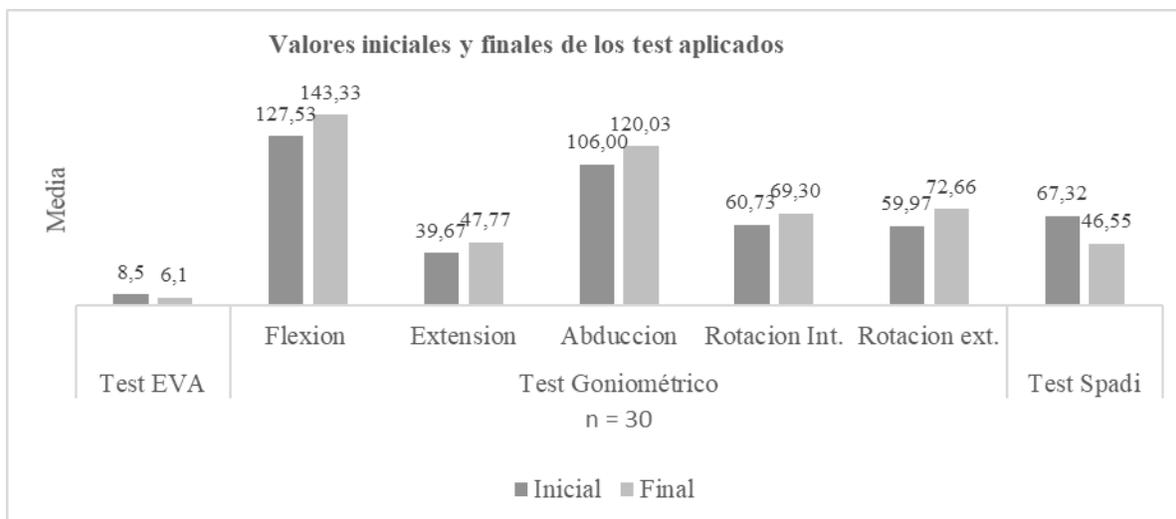
Para el test de EVA se realizó la prueba de Wilcoxon, el resultado conseguido fue  $P=0.00$ .

Para el test Goniométrico se usó la prueba de T de Student, con la que se obtienen los siguientes valores t en flexión -9.196 y  $P29=0.00$ , t en extensión -9.225 y  $P29=0.00$ , t en abducción -8.445 y  $P29=0.00$ , t en rotación interna -5.165 y  $P29=0.00$ , t en rotación externa -8.852 y  $P29=0.00$ .

El resultado del test de Spadi en t de student corresponde a 10,703 y  $P29=0.00$ .

Con estos valores se evidencia una diferencia significativa en los resultados en los test de; Test de EVA, goniométrico y de Spadi inicial y final, lo que conlleva a rechazar la hipótesis nula y permite afirmar que el tratamiento fue efectivo, es decir la intervención con el método de Kaltenborn en los pacientes con síndrome de manguito rotador es efectiva para mejorar la intensidad de dolor, el ROM, y la funcionalidad en la articulación del hombro de los participantes.

Gráfico 1. Cambios en el dolor, goniometría y discapacidad antes y después de la intervención



EVA: Escala visual análoga del dolor. ( $p < 0,05$ ) Pre vs. Post intervención.

#### Discusión

El objetivo de esta investigación fue determinar la efectividad de la aplicación del método Kaltenborn en pacientes adultos con síndrome de manguito rotador para evidenciar su efectividad en cuanto a la mejora en el nivel de discapacidad articular, estudios previos exponen la eficacia del método de Kaltenborn en la evaluación y tratamiento de alteraciones articulares con el objetivo de contrastar la hipomovilidad y dolor mediante tracciones y movilidad articular (9). Como se demostró en el estudio en el análisis goniométrico de los movimientos de flexión, extensión, aducción y rotaciones, la limitación en el rango de movilidad se vio disminuida alcanzando un incremento en el rango articular del miembro superior después de la intervención al igual que el estudio realizado por Brzozowski et al, donde se muestra una mejora significativa en la amplitud de movimiento y funcionalidad del supraespinoso(10).

Los resultados evidencian la efectividad de la aplicación del Método de Kaltenborn en la reducción del dolor, la deficiencia de ROM en los movimientos de flexo-extensión, abducción, rotación interna y externa y por ende la recuperación de la funcionalidad de hombro, como se menciona en el estudio comparativo de Moon et al, (11). Donde se determina que la aplicación tanto del método Maitland como de Kaltenborn resultan efectivas para el alivio del dolor y la amplitud del movimiento articular.

Esta investigación empleó cuatro técnicas del método Kaltenborn; Deslizamiento anterior, posterior e inferior y tracción con palanca corta

durante 10 sesiones. Cada técnica se realizó en una serie de 10 repeticiones y no se usó ningún medio físico adicional a diferencia del trabajo investigativo realizado por Hammad et al. (5) quienes intervinieron con 3 series de 10 repeticiones por serie, 3 veces/semana en días alternos durante un periodo de 3 semanas, aplicaron las mismas técnicas excepto tracción con palanca corta, a un grupo de estudio aplicaron termoterapia antes de cada intervención y fue el grupo que alcanzó mejores resultados.

En este estudio se aplicó solamente el método de Kaltenborn como tratamiento alcanzando resultados efectivos, sin embargo, no se determinó si la efectividad sea a corto o largo plazo, en contraste con los demás estudios que integran en su intervención otros métodos y técnicas como Bennell et al. (12). Que suman a la técnica masaje, entrenamiento postural, ejercicio y agentes físicos, entre ellos el ultrasonido, asegurando su eficacia a largo plazo en efecto placebo, ROM e invalidez.

#### Conclusiones

Al finalizar la intervención se determinó la importancia del método de Kaltenborn como un tratamiento de fácil accesibilidad porque no requiere de una alta inversión económica, además que su diagnóstico es rápido y los resultados son favorecedores. El estudio contribuye a plantear en el futuro estudios similares con la combinación de diferentes técnicas y métodos, además de estudios comparativos que permitan determinar conclusiones más acertadas respecto a este tipo de tratamiento en diferentes patologías.

#### Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada por la Universidad Técnica de Ambato y el hospital del día IESS Sangolquí.

Conflicto de Intereses: La autora y coautores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

#### Referencias bibliográficas

1. García Martínez O, Hernández Rodríguez AR, Candelario Álvarez JL, Peña R del S, Buess E. Partial-thickness rotator cuff tear: diagnosis and arthroscopic treatment. *Rev Cuba Ortop y Traumatol.* 2014;28(2).
2. Lin KM, Wang D, Dines JS. Injection Therapies for Rotator Cuff Disease. Vol. 49, *Orthopedic Clinics of North America.* W.B. Saunders; 2018. p. 231-9.
3. Ryösä A, Laimi K, Äärimala V, Lehtimäki K, Kukkonen J, Saltychev M. Surgery or conservative treatment for rotator cuff tear: a meta-analysis. Vol. 39, *Disability and Rehabilitation.* Taylor and Francis Ltd; 2017. p. 1357-63.
4. Freddy M. Kaltenborn. Movilización manual de las articulaciones de las extremidades. OLAF NORLI. Alemania; 1986. 184 p.
5. Hammad S, Arsh A, Iqbal M, Khan W, Bilal B, Shah A. Comparing the Effectiveness of Kaltenborn Mobilization with Thermotherapy versus Kaltenborn Mobilization Alone In Patients With Frozen Shoulder (adhesive capsulitis); A Randomized Control Trial. *J Pak Med Assoc.* 2019;1.
6. Moon G Do, Kim TH, Lim JY. Changes in joint space width during kaltenborn traction according to traction grade in healthy adults. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(1):246-9.
7. Bartoszewski N, Parnes N. Rotator cuff injuries. Vol. 31, *Journal of the American Academy of Physician Assistants.* Lippincott Williams and Wilkins; 2018. p. 49-50.
8. Vicente Pardo JM. Hombro doloroso e incapacidad temporal. El retorno al trabajo tras larga baja por hombro doloroso. Causalidad del trabajo en el hombro doloroso. *Med Segur Trab (Madr).* 2016;62(245):337-59.
9. Georgina CO, Valeria Irais MG, Ángel Salvador XM, Nadia Edith GM. Eficiencia De La Terapia Manual Omt KaltenbornEvjenth En La Marcha Del Paciente Geriátrico Diabético. *Eur Sci J ESJ.* 2020;16(9):28-35.
10. Brzozowski A, Chomiuk T, Jacek L, Mamcarz A. Usefulness of Soft Tissue Therapy in Patients with Shoulder Pain Syndrome - PubMed. 2019;21:329-39.
11. Moon G Do, Lim JY, Kim DY, Kim TH. Comparison of Maitland and Kaltenborn mobilization techniques for improving shoulder pain and range of motion in frozen shoulders. *J Phys Ther Sci.* 1 de mayo de 2015;27(5):1391-5.
12. Villalvilla AL. Effectiveness of standardized manual therapy and home exercise program in chronic rotator cuff tendonitis. *FMC Form Medica Contin en Aten Primaria.* 2011;18(3):174.

Artículo original

**Habilidades psicomotrices en el adulto mayor a través de la estimulación multisensorial**  
**Psychomotor skills in the older adult through multisensory stimulation.**

Gualpa Ramón Elías\*, Sarco Tipán Diana \*\*, Toscano Teneda Cecilia\*\*\*, Vallejo Chinche Silvia\*\*\*\*

\* Magister en fisioterapia y rehabilitación, mención neuromusculoesquelética. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. <https://orcid.org/0000-0001-6831-4338>

\*\* Magister en Rehabilitación RUA, Universidad Central del Ecuador. <https://orcid.org/0000-0003-3397-9879>

\*\*\* Licenciada en Laboratorio Clínico Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-3061-4981>

\*\*\*\*Magister En Fisioterapia y Rehabilitación, mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica de Ambato. Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0002-8310-1071>  
[elias.gualpa@05d04.mspz3.gob.ec](mailto:elias.gualpa@05d04.mspz3.gob.ec)

**Resumen.**

**Introducción:** La Estimulación multisensorial es un método terapéutico no farmacológico que proporciona un estado de relajación y reactiva los órganos de los sentidos, mejorando la capacidad cognitiva y motora en el adulto mayor.

**Objetivo:** Determinar la eficacia de la estimulación multisensorial en adultos mayores para mejorar las habilidades Psicomotrices.

**Material y Métodos:** Es una investigación de tipo cuasi experimental, de corte transversal; en la que se trabajó con 30 adultos mayores previo a la firma del consentimiento informado, aplicando el índice de Barthel, la escala de Tinetti y el Mini-Mental State Examination test, durante 13 semanas. El análisis de resultados se lo hizo a través de una estadística descriptiva e inferencial.

**Resultados:** Mediante la aplicación del índice de Barthel no se observaron cambios en las actividades de la vida diaria; al aplicar el test de Tinetti se identificó al inicio de la intervención hubo un 60% que paso al 46,7% después de la intervención en lo que corresponde al riesgo de caída alto y del riesgo de caída mínimo hubo una variación del 40% al 53,3%.; en el Mini-Mental State Examination test se evidencio que después de la intervención no existió pacientes en los niveles de deterioro severo y deterioro cognitivo de moderado a severo. Mediante la prueba de comprobación de hipótesis a partir de un nivel de significancia del 5% señala que es significativa para el test de Tinetti y el Mini-Mental State Examination test y no es significativa para el índice de Barthel evaluado a través de la prueba de Wilcoxon.

**Conclusión:** La intervención con la técnica de estimulación multisensorial son factibles en pacientes con cualquier nivel de demencia en adultos mayor que presentes riesgos de caídas.

**Palabras Clave:** Estimulación Multisensorial, Habilidades Psicomotrices, Procesos Cognitivos.

**Abstract.**

**Introduction:** Multisensory stimulation is a non-pharmacological therapeutic method that provides a state of relaxation and reactivates the sense organs, improving cognitive and motor capacity.

**Objective:** To determine the efficacy of multisensory stimulation in older adults to improve psychomotor skills.

**Material and Methods:** It is a quasi-experimental, cross-sectional investigation; In which we worked with 30 older adults prior to signing the informed consent, applying the Barthel index, the Tinetti scale and the Mini-Mental State Examination test, for 13 weeks. The results analysis was done through descriptive and inferential statistics.

**Results:** By means of the Barthel index, no changes were observed in the activities of daily living, with the Tinetti test it was identified at the beginning of the intervention there was 60% that went to 46.7% after the intervention in what corresponds The risk of a high fall and the risk of a minimum fall went from 40% to 53.3%. In the Mini-Mental State Examination test it was evidenced that after the intervention there were no

patients at the levels of severe impairment and moderate to severe cognitive impairment. By means of the hypothesis verification test from a significance level of 5%, it indicates that it is significant for the Tinetti test and the Mini-Mental State Examination test and it is not significant for the Barthel index evaluated through the test of Wilcoxon.

Conclusion: Intervention with the multisensory stimulation technique is feasible in patients with any level of dementia in older adults who present risk of falls.

Key Words: Multisensory Stimulation, Psychomotor Skills, Cognitive Processes.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

Aguila Navarro, señala que al transcurso que las personas envejecen producen una disminución de las funciones fisiológicas y una serie de alteraciones musculo-esqueléticas produciendo una reducción de la inervación neuromuscular como consecuencia se observa cambios inevitables en los órganos internos y externos(1)(2) que se pueden observar como la disminución de la estatura, el tono muscular, afectación de los órganos de los sentidos, produciendo un deterioro de las capacidades cognitivas que se encuentran relacionadas con el procesamiento de la información, la percepción, la atención, memoria, resolución de problemas y comprensión(3).

Según cifras del Ministerio de Inclusión Económica y Social "MIES" existen: 1.049.824 personas mayores de 65 años (6,5% de la población total)(4), al ser personas vulnerables sufren estigma y discriminación, así como la violación de sus derechos a nivel individual, comunitario e institucional, simplemente debido a su edad(5).

Las salas multisensorial o Snoezelen fueron creadas para tratar a personas con discapacidad, niños y adultos mayores son espacios amplios de fácil adaptación de acuerdo al deterioro sensorial que presentan cada persona(6), el lugar asignado debe contar con una iluminación adecuada, música, los pisos y paredes deben presentar diferentes tipos de texturas y colores, los objetos a utilizarse en las terapias deben estar ordenadas dependiendo la estimulación que se necesite realizar (visual, auditiva, táctil, motriz) generando confianza y accesibilidad para todos, sin provocar ningún riesgo para la salud(7).

Boneti Moreira señala que mediante la estimulación multisensorial, técnica que surgió como un apoyo terapéutico no farmacológico que se basa en ejercicios fáciles de aplicar a bajo costo resultando ser eficaz en la rehabilitación(8), mediante la aplicación de esta

técnica se consigue mejor las áreas: psicosocial, emocional, funcional y motora; entre los múltiples beneficios esta desacelerar el proceso degenerativo, disminuir los trastornos de conducta, mantener el mayor tiempo posible la autonomía y mejorar la calidad de vida del paciente y su familia(9). A través de este estudio se pretende incentivar a las personas que trabajen con este grupo vulnerable que incluyan en sus programas la realización de esta técnica.

### **Objetivo**

Determinar la eficacia de la estimulación multisensorial en adultos mayores para mejorar las habilidades Psicomotrices.

### **Material y métodos**

El tipo de estudio fue cuasi experimental de corte transversal, se trabajó con 30 adultos mayores, 09 hombres y 21 mujeres; la población incluyente fue: mayores de 65 años hombres y mujeres, pertenecientes a la comunidad San José de Alpamág del cantón Pujilí, los participantes que aceptaron voluntariamente a ser parte de la investigación, firmaron previamente un consentimiento informado.

La Población que se excluyó fueron aquellos participantes que presenten consumo excesivo de alcohol, que presenten deficiencia sensorial que les impida hablar, oír o ver y participantes que presenten algún trastorno mental grave.

Los instrumentos de evaluación fueron el índice de Barthel (mide las actividades de la vida diaria)(10), test de Tinetti (evalúa el riesgo de caídas en el adulto mayor)(11) y el Mini-Mental State Examination test (nos permite valorar el grado de deterioro cognitivo)(12). Con la muestra obtenida se aplicó una evaluación inicial, se continuo con la aplicación de la técnica que duro 13 semanas, los días escogidos fueron lunes, martes, miércoles de 17:00 a 19:00 y los domingos de 09:00 a 17:00 la duración por participante fue de 30 minutos, se trabajó en la estimulación visual con un foco que cambiaba de colores mediante un control, se les asignaba una

actividad con cada color por ejemplo levante el brazo derecho cuando observe la luz roja o levante la pierna izquierda cuando observe la luz azul, etc. Para la estimulación táctil se trabajó con diferentes texturas primero se lo realizaba con los ojos abiertos para que reconozca el tipo de textura el color y el número que se le asignó a cada objeto una vez que el participante reconocía todos los objetos se le vendaron los ojos. Trabajamos el estado cognitivo mediante preguntas sencillas claras y de importancia como por ejemplo que desayuno ayer, que nomás realizo en el transcurso del día, cuál es su fecha de nacimiento, que fecha es navidad etc. Cada sesión se les recordaba algunas preguntas anteriores y se les realizaba

otras preguntas. En la estimulación vestibular se trabajó con colchonetas de diferentes texturas y balones bobath para mejorar la propiocepción, coordinación y equilibrio. Se concluyó con la aplicación de la evolución final. Se utilizó la prueba de Wilcoxon para la validez de la técnica. Resultados.

En los datos sociodemográficos de 30 participantes que se realizó el estudio se evidencia que la mayor parte fue del género femenino y el rango de edad que tuvo mayor frecuencia fue de 65-75 años, en cuanto al estado civil 76,6% fueron casados y la ocupación por prevalecer el género femenino y encontrarse en una zona rural son Ama de casa. (tabla 1).

Tabla 1. Resultados sociodemográficos de la población investigada en la comunidad san José de Alpamagal.

Factores Sociodemográficos	Ítems	Frecuencia	Porcentaje
<b>Genero</b>	Femenino	21	70%
	Masculino	9	30%
<b>Edad</b>	65-70	9	30%
	71-75	9	30%
	76-80	6	20%
	81-85	4	13,3%
	86-90	2	6,7%
<b>Estado civil</b>	Casado(a)	23	76,7%
	Viudo(a)	7	23,3%
<b>Ocupación</b>	Agricultor	9	30%
	Ama de casa	21	70%
<b>Residencia</b>	Rural	30	100%

Tabla 2. Efectividad de la técnica en el riesgo de caídas

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Tinetti inicial – Tinetti final
Z	-2,000 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,046
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Tabla 3. Efectividad de la técnica en el deterioro cognitivo

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Minimetal inicial – Minimetal final
Z	-3,419 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,001
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Mediante la aplicación del índice de Barthel, test de Tinetti y el Mini-Mental State Examination test, se obtuvieron los siguientes datos.

La eficacia de la estimulación multisensorial en las actividades de la vida diaria no se observa ninguna diferencia en comparación entre el antes y después de la intervención como se puede observar en la (Gráfico 1),

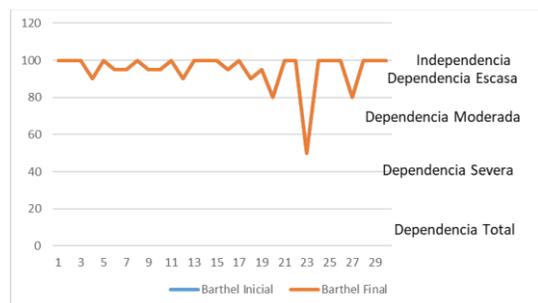


Gráfico 1. Actividades de la vida diaria en los pacientes investigados antes y después de la intervención.

La eficacia de la técnica en el riesgo de caídas del adulto mayor se obtuvo una disminución del riesgo de caída alto de 60% a 46,7% después de la intervención. Mediante la prueba de Wilcoxon se puede observar que hay diferencias significativas por lo tanto se rechaza la hipótesis nula al 5%, la diferencia significativa  $P_{0,05}=0,046$  lo que nos dice que la aplicación de la técnica tuvo efectos después de la intervención (Tabla 2)

La Tabla 3, refleja que con la aplicación de la técnica los participantes que se encontraba en los indicadores de deterioro cognitivo severo y en el deterioro cognitivo de moderado severo el estado cognitivo después de la intervención se observa que ya no existen paciente en esos indicadores. A través de la prueba de Wilcoxon, se evidencian de la hipótesis nula se rechaza y comprueba que tuvo efectos positivos en el estado cognitivo del participante.

#### Discusión.

En este estudio realizado a 30 adultos mayores pertenecientes a la Comunidad San José de Alpamág se pudo evidenciar que al aplicar el índice de Barthel no hubo cambios en los niveles de dependencia, después de la intervención manteniéndose en los mismos porcentajes de la encuesta inicial en comparación con la aplicación de la escala de Tinetti y el Mini Mental State Examination test, presentaron cambios significativos al término de la aplicación de la técnica, demostrando la eficacia en la disminución

del riesgo de caídas alta y mejorando el estado cognitivo de la población adulta mayor.

Heesterbeek M, Van Der Zee en Holanda realizaron un estudio en 120 pacientes el cual demostraron sobre la viabilidad de tres nuevas formas de ejercicio pasivo en un entorno multisensorial en adultos mayores institucionalizados vulnerables con demencia aplicando la escala de Tinetti y el Mini mental State Examination Test evidenciando la efectividad de los ejercicios pasivos en un ambiente multisensorial en todas las etapas de la demencia y rompiendo patrones de inactividad(13).

Vega F, Rodríguez O, en Colombia se investigó el efecto de la implementación de un programa de estimulación cognitiva en una población adulta mayor con la participación de 40 adultos mayores que se dividieron en 20 para el estudio y 20 del grupo control utilizando las herramientas de evaluación el índice de Barthel y el Mini mental State Examination Test, los resultados que se obtuvo en esta investigación fue que se mejoró el estado emocional y rendimiento físico en los sujetos que hicieron parte del programa de estimulación cognitiva. Sin embargo, el perfil cognitivo de los participantes que hicieron parte del grupo de comparación, se mantuvo o presentó un declive en algunas funciones(14).

Guzmán E, Pimentel B en México se realizó un estudio sobre la prevención a la dependencia física y al deterioro cognitivo mediante la implementación de un programa de rehabilitación temprana en adultos mayores institucionalizados con una población de 58 adultos mayores los instrumentos aplicados fueron el índice de Barthel, test de Tinetti, mediante los resultados obtenidos se concluye que los adultos mayores mejoraron en la capacidad motriz, disminución física y una disminución del deterioro cognitivo después de participar en el programa implementado(15).

García Miguel, González-Bernal en España se investigó el efecto que tiene una intervención desde Terapia Ocupacional en un entorno Snoezelen o sala de estimulación multisensorial como medio para potenciar las destrezas cognitivas, sensoriales, motoras y emocionales en usuarios con deterioro cognitivo leve, moderado y grave, y su repercusión en la calidad de vida los participantes eran personas mayores de 65 años la muestra fue de 24 adultas mayores se aplicó Mini mental State Examination Test se concluyó que los resultados alcanzados no muestran efectividad de este tipo de intervención en un breve período

de tiempo a nivel cognitivo, afectivo o funcional pero refleja una eficacia a nivel cognitivo dentro del grupo con deterioro cognitivo grave(16).

Conclusiones.

En comparación con los resultados obtenidos antes y después de la intervención que duro 13 semanas se determinó que mediante la aplicación de estimulación multisensorial se puede mejorar el riesgo de caídas y el estado cognitivo en las personas adultas mayores mientras que para las actividades de la vida diaria se evidencio que no tubo relevancia la aplicación de la técnica.

Se debe tomar en cuenta en futuras investigaciones la aplicación de la técnica multisensorial ya que mediante las estimulaciones adecuada de los órganos de los sentidos logramos disminuir el riesgo de caídas y mejorar el estado cognitivo en el adulto mayor tomando en cuenta que al realizar mayor número de sesiones los resultados son más eficaces.

Referencias:

1. Aguila Navarro SG, Gutierrez Gutierrez L, Samudio Cruz MA. Estimulación De La Atención Y La Memoria En Adultos Mayores Con Deterioro Cognitivo. *Permanyer México* [Internet]. 2018;22(03):32. Available from: [www.permanyer.com](http://www.permanyer.com)
2. Rebollo Cobos Roberto, Silva Correa Cleitón J. Functional implications of strength training on older adults: a literature review. *Fed Española Med del Deport y la Confed Iberoam Med del Deport* [Internet]. 2016;29(7):31–9. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6263967>
3. Sánchez Cabaco A, Fernández Mateos L, Villasan Rueda A, Carrasco Calzada A. Envejecimiento activo y reserva cognitiva: guía para la evaluación y la estimulación. *Stud Zamorensia*. 2017;30(9):195–204.
4. MIES. Dirección Población Adulta Mayor [Internet]. Vol. 2013, Ministerio de Inclusion Economica y Social. 2015. p. 2013. Available from: <https://www.inclusion.gob.ec/direccion-poblacion-adulta-mayor/>
5. Suárez Lilian GR. Estimulación cognitiva y apoyo familiar hacia adulto mayor con deterioro cognitivo. *Rev Inf Científica*. 2019;98(1):88–97.
6. Rodríguez Laura, Gaspar Martha, Solé Carmen, Cifré Ignacio CM. Contribuciones de la estimulación multisensorial (snoezelen) en personas mayores con demencia. *Int J Dev Educ Psychol Rev INFAD Psicol*. 2019;30(04):311–20.
7. Silva R, Abrunheiro S, Cardoso D, Costa P, Couto F, Agrenha C, et al. Effectiveness of multisensory stimulation in managing neuropsychiatric symptoms in older adults with major neurocognitive disorder: A systematic review. *JB Database Syst Rev Implement Reports*. 2018;16(8):1663–708.
8. Boneti Moreira Natália, Goncalver Gabriele DST. Multisensory exercise programme improves cognition and functionality in institutionalized older adults: A randomized control trial. *Physiother Res Int*. 2018;2(6):1–6.
9. United Nations. World Population Prospects 2017. United Nations, Dep Econ Soc Aff Popul Div. 2017;21(6):1–24.
10. Ohura T, Hase K, Nakajima Y, Nakayama T. Validity and reliability of a performance evaluation tool based on the modified Barthel Index for stroke patients. *BMC Med Res Methodol*. 2017;17(1):1–8.
11. Meyer G, Köpke S, Bender R, Mühlhauser I. Predicting the risk of falling - Efficacy of a risk assessment tool compared to nurses' judgement: A cluster-randomised controlled trial [ISRCTN37794278]. *BMC Geriatr*. 2005;5:1–4.
12. Tombaugh TN, McIntyre NJ. The Mini-Mental State Examination: *Prog Geriatr*. 1992;23(09):922–35.
13. Heesterbeek M, Van Der Zee EA, Van Heuvelen MJG. Feasibility of Three Novel Forms of Passive Exercise in a Multisensory Environment in Vulnerable Institutionalized Older Adults with Dementia. *J Alzheimer's Dis*. 2019;14(05):681–90.
14. Vega Rozo F, Rodríguez O, Montenegro Z, Dorado C. Effect of implementing a program of cognitive stimulation in a population of institutionalized elderly in. *Neuropsicológica* [Internet]. 2016;01(07):12–8. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/1793/179346558004.pdf>
15. Guzmán Olea E, Pimentel Pérez BM, Salas Casas A, Armenta Carrasco AI, Oliver González LB, Agis Juárez RA. Prevention of physical dependence and cognitive impairment by implementing an early rehabilitation program in institutionalized elderly. *Acta Univ*. 2016;26(09):53–9.
16. García Miguel, González-Bernal Inmaculada, González-Santos Jerónimo J-EJ. Intervención en la esfera cognitiva, afectiva, y funcional en demencia, desde terapia ocupacional aplicada en sala Snoezelen. *INFAD Psicol*. 2018;01(11):67.

Artículo original

**Actividad física con el uso de balón terapéutico en la lumbalgia crónica**  
**Physical activity with the use of a therapeutic balloon in chronic low back pain.**

Silvia Del Pilar Vallejo Chinche\* Sonia Alexandra Alvarez Carrión\*\* Carmen Viteri-Robayo\*\*\*Elías Gualpa  
Ramón \*\*\*\*

\*Magister En Fisioterapia y Rehabilitación, mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica de  
Ambato Ecuador <https://orcid.org/0000-0002-8310-1071>

\*\* Magister En Fisioterapia y Rehabilitación, mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica de  
Ambato Ecuador <https://orcid.org/0000-0002-9439-2257>

\*\*\*PhD En Investigación Interdisciplinaria Universidad Técnica De Ambato Ecuador <https://orcid.org/0000-0003-2780-8790>

\*\*\*\* Magister En Fisioterapia y Rehabilitación, mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica de  
Ambato Ecuador <https://orcid.org/0000-0001-6831-4338>

svallejo8131@uta.edu.ec

**Resumen.**

**Introducción:** La lumbalgia es el dolor que se localiza en la zona lumbar y es crónica porque sobrepasa los tres meses. La actividad física en una etapa crónica resulta beneficiosa pues reduce el dolor y aumenta la funcionalidad.

**Objetivo:** Determinar el efecto de la actividad física con el uso de balón terapéutico en pacientes adultos con lumbalgia crónica

**Materiales y métodos:** El estudio fue conducido bajo un enfoque cuantitativo, cuasi- experimental, se realizó en 20 pacientes entre hombres y mujeres de 25 a 55 años con dolor lumbar crónico; Los ejercicios se realizaron tres veces por semana en un total de 10 sesiones, para el análisis estadístico se utilizó la prueba T-Student, la evaluación se la realizó mediante la escala analógica del dolor EVA y el cuestionario de discapacidad lumbar OWESTRY antes y después de la intervención. La investigación fue avalada por el comité de bioética y cada participante firmó su consentimiento informado.

**Resultados:** Al aplicar el protocolo de ejercicios con el balón terapéutico los resultados mediante la escala de EVA fueron favorables pues al inicio presentaron dolor moderado a muy severo con un 85%, después de la investigación se logró bajar a un 35%. Al analizar los resultados del test de OWESTRY se puede afirmar una notable mejoría en la funcionalidad, pasando de un 90% de incapacidad modera antes de la intervención a un 50% después de aplicar el protocolo. Con respecto a la incapacidad severa se obtuvo un 10% antes de la intervención, llegando a eliminarse totalmente una vez aplicado el protocolo. El valor de significancia estadística fue menor a 0,05 ( $p=0,00$ ) por tanto se rechaza  $H_0$  y se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de discapacidad de OWESTRY y la escala analógica del dolor EVA antes y después de la aplicación del protocolo de ejercicios con balón terapéutico.

**Conclusión:** El tratamiento con el uso de balón terapéutico en adultos con lumbalgia crónica resultó positivo pues disminuyo el dolor y aumento la funcionalidad.

**Palabras clave:** Lumbalgia crónica, ejercicios, balón terapéutico

Abstrac.

**Introduction:** Low back pain is the pain that is located in the lumbar area and is chronic because it exceeds three months. Physical activity in a chronic stage is beneficial because it reduces pain and increases functionality.

**Objective:** Determine the effect of physical activity with the use of therapeutic balloon in adult patients with chronic low back pain

**Materials and methods:** The study was conducted under a quantitative, quasi-experimental approach, was conducted in 20 patients among men and women aged 25 to 55 years with chronic low back pain; The

exercises were performed three times a week in a total of 10 sessions, for the statistical analysis the T-Student test was used, the evaluation was performed using the EVA analog pain scale and the OWESTRY lumbar disability questionnaire before and after the intervention. The research was endorsed by the bioethics committee and each participant signed their informed consent.

Results: When applying the exercise protocol with the therapeutic balloon, the results using the VAS scale were favorable because at the beginning they presented moderate to very severe pain with 85%, after the research it was possible to reduce to 35%. When analyzing the results of the OWESTRY test, a marked improvement in functionality can be affirmed, going from a 90% moderate disability before the intervention to 50% after applying the protocol. With regard to severe disability, 10% was obtained before the intervention, and it was completely eliminated once the protocol was applied. The value of statistical significance was less than 0.05 ( $p=0.00$ ) therefore  $H_0$  is rejected and it is concluded that there are statistically significant differences in the percentage of disability of OWESTRY and the analog scale of EVA pain before and after the application of the protocol of exercises with therapeutic balloon.

Conclusion: Treatment with the use of therapeutic balloon in adults with chronic low back pain was positive because it decreased pain and increased functionality.

Keywords: Chronic low back pain, training, therapeutic balloon.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

La lumbalgia es el dolor que se produce en las vértebras lumbares y que se extiende desde las últimas costillas hasta los pliegues glúteos(1). El dolor de espalda puede clasificarse de acuerdo al tiempo y duración en: Agudo de inicio repentino y puede ser menor a 6 semanas, subagudo puede persistir en periodos de 6 a 12 semanas y crónico que persiste en un rango mayor a 12 semanas(2).

En países europeos las estadísticas muestran un 10-15% de ausencias laborales por dolor lumbar y una prevalencia de 25-45%. La lumbalgia crónica se presenta en un 3-7% en la población adulta(3). En América latina el dolor lumbar causa innumerables afecciones que dificulta las actividades diarias, en países como Argentina la lumbalgia es la lesión musculoesquelética que se presenta con más frecuencia y afecta en su mayoría a hombres(4). Mas del 70% de la población en algún momento presentarán lumbalgia la cual puede mejorar en aproximadamente dos semanas, pero un 7% de la población desarrollará lumbalgia crónica(5). En el Ecuador no hay estudios concluyentes sobre el tema, por lo que solo se encuentra estudios en tesis de pregrado. Se ha investigado que la actividad física tiene varios efectos beneficiosos para el dolor lumbar crónico entre ellos ejercicios de fuerza, coordinación, estabilidad y resistencia(6).

Muchos de los ejercicios para el dolor lumbar han resultado de baja calidad en el alivio del dolor, los cuales deberían ser investigados a profundidad (7). Entre los tratamientos habituales para la

lumbalgia se pueden mencionar varios que han resultado óptimos en dolor agudo, mientras que en un proceso crónico no han tenido mayor relevancia e incluso han sido ineficaces y obsoletos en estos casos crónicos(8). Al realizar actividad física el individuo mantiene una calidad de vida buena y reduce significativamente el riesgo de padecer discapacidad(9). El uso de balón o esfera flexible es recomendado en el dolor de espalda baja puesto que es un elemento beneficioso para ejecutar ejercicios en pacientes con lumbalgia crónica, ya que actúa en el sitio del dolor(10). La actividad física que se realiza en el balón terapéutico se pueden ejecutar en distintas posturas y decúbitos que facilitan al paciente su rehabilitación (11).

### **Objetivo:**

Determinar el efecto de la actividad física con el uso de balón terapéutica en la lumbalgia crónica.

### **Materiales Y Métodos:**

Se realizó una investigación bajo un enfoque cuantitativo de tipo cuasi experimental con una población de 20 pacientes de 25 a 55 años entre hombres y mujeres que acudieron a fisioterapia al Centro de Rehabilitación Physical Med de la Ciudad de Riobamba, para la evaluación del dolor e incapacidad lumbar se utilizó el Test de EVA y el cuestionario de discapacidad lumbar OWESTRY. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó la prueba T-Student, La muestra se calculará con un margen de error admitido del 5% y nivel de confiabilidad del 95%. Se incluyeron pacientes con procesos

inflamatorios crónicos superiores a 12 semanas de edades comprendidas entre 25 a 55 años. Se excluyeron pacientes con procesos de osteosíntesis de columna, pacientes con patologías neurológicas o radiculopatías y con incapacidades de recibir órdenes; La investigación contó con la aprobación del comité de bioética y para la obtención del consentimiento informado se comunicó oportunamente a cada participante de los beneficios del estudio.

**Resultados:**

Para el análisis y tabulación de los datos obtenidos en la investigación se utilizó datos sociodemográficos como edad, sexo y ocupación los cuales son relevantes para la realización del presente proyecto. Se trabajó con 20 pacientes de edades comprendidas de 25 a 55 años y el resultado indica que la edad de los participantes

con mayor frecuencia corresponde a menores de 35 años con un 45%.

En la tabla 1 se muestra que la ocupación de los participantes: Comerciante, conductores y estudiante son los grupos mayoritarios o de mayor frecuencia en el estudio con un porcentaje de 20% cada uno y con un porcentaje total de 60% y el resto se divide en otras ocupaciones con un 40%. Dentro del grupo por edad de menos de 35 años los estudiantes con un 44,40%, tanto hombres como mujeres, el grupo siguiente de 36 a 46 años son los conductores y profesores con 42,90%, en el grupo de 46 años en adelante el grupo de mayor tendencia son los comerciantes con 50% y el otro 50% son jubilados y profesores. De los 28 hombres y mujeres seleccionados, el sexo masculino predomina más en la investigación siendo 11 los participantes que corresponde al 55% y el sexo femenino al 45%.

Tabla 1. Diagnóstico de acuerdo al sexo y la ocupación de los participantes

Edad agrupada	Ocupación	Sexo		
		Masculino	Femenino	Total
<= 35,00	Ama de casa	0.00%	1 (16.7%)	11.1%
	Comerciante	0.00%	1 (16.70%)	11.10%
	Conductor	1 (33.3%)	0.00%	1 (11.1%)
	Enfermera	0.00%	1 (16.70%)	1(11.1%)
	Estudiante	2(66.70%)	2(33.30%)	4(44.40%)
	Fisioterapeuta	0.00%	1(16.70%)	1(11.10%)
36,00 - 45,00	Carpintero	1(16.70%)	0.00%	1(14.30%)
	Comerciante	0.00%	1(100.0%)	1(14.30%)
	Conductor	3(50.00%)	0.00%	3(42.90%)
	Profesor	1(16.70%)	0.00%	1(14.30%)
	Taxista	1(16.70%)	0.00%	1(14.30%)
	Comerciante	0.00%	2(100.0%)	2(50.00%)
	Jubilado	1(50.00%)	0.00%	1(25.00%)
	Profesor	1(50.00%)	0.00%	1(25.00%)

Fuente: Registro de pacientes

En la figura 1 se observa que los participantes han tenido notable disminución del dolor de acuerdo con la valoración según la escala analógica de EVA, estimado antes y después de la intervención, se observa además que solo dos casos mantuvieron los niveles de dolor.

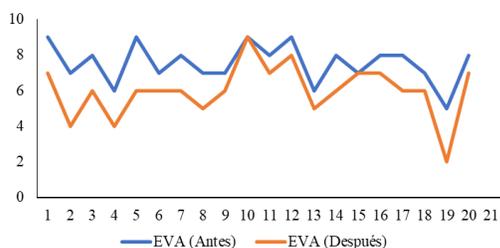


Figura 1 : Gráfico de la escala analógica de EVA antes y después de la intervención

Fuente: Análisis SPSS del Test EVA

En la figura 2 se observa el análisis de datos correspondientes al test de OWESTRY que evalúa la capacidad funcional del paciente con lumbalgia crónica, del mismo se analiza que se obtuvo es una disminución de la discapacidad funcional en pacientes con lumbalgia crónica en la mayoría de los casos. Ciertos pacientes lograron ubicarse en los primeros niveles de capacidad funcional.

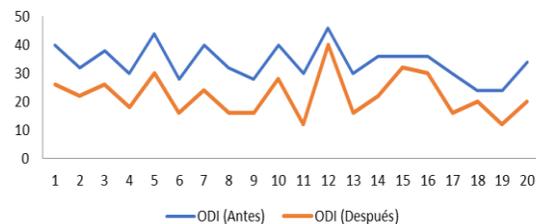


Figura 2. Cuestionario de OWESTRY antes y después de la intervención

Fuente: Análisis SPSS del cuestionario de OWESTRY.

La prueba de normalidad mostró un valor mayor a 0,05 por tanto se concluye que los datos tienen distribución normal, por lo que para efectos de la comprobación de hipótesis se estimarán pruebas paramétricas.

Para determinar los efectos en el dolor del protocolo de ejercicios con balón terapéutico en pacientes con dolor lumbar crónico se ha realizado una prueba T Student para muestras relacionadas; a través del cual también se prueba la hipótesis a un nivel de significancia del 5%. (tabla2).

Tabla 2: Asociación o relación de las variables cuantitativas se determinó la distribución de datos mediante la prueba de normalidad.

		95% de intervalo de confianza de la diferencia							
		Media	Desvest	Media de error están.	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Escala de Valoración Analógica (Antes) - Escala de Valoración Analógica (Después)		1,55	0,88704	0,19835	1,13	1,96515	7,8	19	0,00

Fuente: registro de pacientes

Tabla 3: Comprobación de la prueba de hipótesis a con Shapiro Wilk, para EVA

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EVA (Antes)	0,906	20	0,530
EVA (Después)	0,963	20	0,612
Owestry (Antes)	0,918	20	0,092
Owestry (Después)	0,941	20	0,251

Tabla 4. Comprobación de la prueba de hipótesis a con Shapiro Wilk, para Índice de Discapacidad

	95% de intervalo de confianza de la diferencia							
	Media	Desves t	Media de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilate ral)
Índice de Discapacidad de Owestry (Antes) - Índice de Discapacidad de Owestry (Después)	11,8	3,941	0,8813	9,955	13,644	13	19	0,00

El valor de significancia estadística fue menor a 0,05 ( $p=0,00$ ) por tanto se rechaza  $H_0$  y se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas del nivel de dolor lumbar mediante la escala EVA antes y después de la aplicación del protocolo de ejercicios con balón terapéutico (tabla 3).

El valor de significancia estadística fue menor a 0,05 ( $p=0,00$ ) por tanto se rechaza  $H_0$  y se concluye existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de discapacidad de Owestry antes y después de la aplicación del protocolo de ejercicios con balón terapéutico (tabla 4)

#### Discusión:

Los ejercicios con el balón terapéutico resultan positivos en pacientes con dolor lumbar crónico pues se demostró al realizar una evaluación inicial y una evaluación final mediante la escala analógica EVA y el cuestionario de discapacidad lumbar OWESTRY, los participantes aumentaron su capacidad funcional y en la mayoría de casos disminuyó el dolor permitiendo reintegrarse a sus actividades diarias. La actividad física en una etapa crónica resulta útil y es una alternativa a muchos tratamientos que resultan ineficaces y obsoletos.

La aplicación del método utilizado en este estudio es consistente con el estudio Calvo Soto, ya que tiene un efecto prometedor en la reducción de la discapacidad lumbar de los pacientes. Calvo Soto (2017) muestra efectos positivos al aplicar un protocolo de ejercicios utilizando un balón terapéutico obteniendo como resultados aumento en la flexibilidad, fuerza y equilibrio lumbar permitiendo incrementar la funcionalidad de los pacientes valorados mediante el cuestionario de incapacidad OWESTRY (12).

Un porcentaje alto de pacientes con dolor lumbar crónico presentan dificultad para realizar sus tareas diarias debido a ello este estudio concuerda con Cinthya Pasco que asegura que al realizar

actividad física con la ayuda de un fitball mejora el Core, el control postural que contribuye al alivio del dolor lumbar crónico (13).

Los pacientes con dolor lumbar crónico requieren de una evaluación adecuada y se ha demostrado según el estudio de Álvarez – Lindo (2012) quien cita la validez y adecuada utilidad de las escalas de dolor EVA y cuestionario de discapacidad OWESTRY para una correcto seguimiento y diagnóstico de la lumbalgia crónica (14), Los resultados del presente estudio verifican dicha afirmación pues se utilizó los test de EVA y OWESTRY, los cuales permitieron verificar el avance o retroceso de cada paciente.

En un estudio realizado para comprobar la relación que existe entre la calidad de vida y el dolor utilizando la escala de EVA y el cuestionario de OWESTRY en pacientes con dolor lumbar crónico demostró que hay correlación positiva entre el dolor y la limitación funcional (15). En contraste con la presente investigación se obtuvo resultados en pacientes que presentaron dolor moderado e incapacidad mínima lo que demuestra que la funcionalidad no tiene relación con el dolor.

#### Conclusiones:

La actividad física con el uso de balón terapéutico en pacientes con dolor lumbar crónico resulta eficaz en el alivio del dolor y aumento de la capacidad funcional el mismo que se evidencio en la evaluación final y en los resultados del Test de EVA y en el cuestionario OWESTRY, además el tratamiento con el balón terapéutico resultó positivo y motivó a los pacientes a realizar actividad física de una forma más atrayente y fácil, Al verificar los resultados de los test de EVA y OWESTRY se encontró que el dolor y la funcionalidad no tienen relación puesto que un porcentaje de pacientes presentaron dolor moderado y discapacidad mínima. Se recomienda realizar estudios con una población más grande y efectuar más sesiones de rehabilitación.

Conflicto de intereses: El autor declara no tener ningún conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

1. Zavarize SF, Wechsler SM. Evaluación de las diferencias de género en las estrategias de afrontamiento del dolor lumbar. *Acta Colomb Psicol.* 2015;19(11):35–45.
2. Pires FO, Samulski DM. Visão interdisciplinar na lombalgia crônica, causada por tensão muscular TT - Interdisciplinary vision in chronic low back pain caused for muscle tension. *Rev bras ciênc mov* [Internet]. 2006;14(1):13–20. Available from: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/articloe/viewFile/673/678>
3. Gunnar B J Andersson. Epidemiology of low back pain. *Clin Calcium.* 1998;15(3):35–8.
4. Soriano ER, Zingoni C, Lucco F, Catoggio LJ. Consultations for work related low back pain in Argentina. *J Rheumatol.* 2002;29(4):1029–33.
5. Hall H, McIntosh G. Low back pain (chronic). *BMJ Clin Evid.* 2007;(5):1–28.
6. Angela Searle, Martin Spink AH and VC. Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Clin Rehabil.* 2014;29(12):1155–67.
7. Hayden JA, Wilson MN, Stewart S, Cartwright JL, Smith AO, Riley RD, et al. Exercise treatment effect modifiers in persistent low back pain: An individual participant data meta-analysis of 3514 participants from 27 randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2019;(11):1–16.
8. Ebadi S, Henschke N, Nakhostin Ansari N, Fallah E, van Tulder MW. Therapeutic ultrasound for chronic low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;(3).
9. Leonardo I, Vera D, María I, Illera U. Nivel De Actividad Física Y Grado. *Rev Hacia la Promoción la Salud.* 2017;22(5).
10. Park H, Jeong T, Lee J. Effects of sling exercise on flexibility, balance ability, body form, and pain in patients with chronic low back pain. *Rehabil Nurs.* 2016;42(4):E1–8.
11. Anabella Lozano CM. esferodinamia reorganización postural. In: *Esferodinamia-reorganización postural.* 2a ed. Buenos Aires 2012; 2011. p. 3–117.
12. Soto AC, Gómez Ramirez E. Los ejercicios del core como opción terapéutica para el manejo de dolor de espalda baja The exercises of

core as a therapeutic option for the management of low back pain. *Barranquilla (Col).* 2017;33(2):259–67.

13. Pasco-Donayre C, Félix-Aroni F. Efecto de ejercicios con apoyo del fitball en el control postural en alumnas de secundaria. *CASUS Rev Investig y Casos en Salud.* 2018;3(3):167–74.
14. Mc L, Clave P. Escalas de Dolor e Incapacidad y Test para medir el Rango de Movimiento en Lumbalgias. 2012;7(3):113–21.
15. Ruth Fanny Texcucano-Ramírez1, Álvaro, Vázquez-Cruz1 E, Akihiki, González-López3, Barragán-Hervella2 RG, et al. Funcionalidad, calidad de vida y grado de dolor en 243 pacientes con lumbalgia crónica degenerativa. *Prensa Med Argent.* 2017;103(5):149–55.

Artículo original de Investigación

**Ejercicios de Frenkel en el equilibrio de adultos mayores**  
**Frenkel exercises on balance in older adults.**

Jazmín Micaela Montero \*, María Narciza Cedeño \*\*, Jesenia Elizabeth Carrasco\*\*\*.

\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelética. UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4521-0960>.

\*\* Master en Fisioterapia Neuromusculoesquelética Carrera de Fisioterapia – Terapia Física. UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4208-8990>.

\*\*\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelética. UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2225-0110>.

[jmontero5802@uta.edu.ec](mailto:jmontero5802@uta.edu.ec)

**Resumen.**

**Introducción:** La pérdida de equilibrio es un factor importante para sufrir una caída en adultos mayores, esto representa un problema mundial a nivel de salud; el miedo a caerse y el bajo nivel de equilibrio son obstáculos para realizar ejercicio físico; sin embargo realizar ejercicios de Frenkel son necesarios para el control motor.

**Objetivo:** Determinar la efectividad de los ejercicios de Frenkel para mejorar el equilibrio en adultos mayores.  
**Material y Métodos:** Se realizó una investigación cuasi-experimental, con una población de 30 adultos mayores de 65 a 75 años con problemas de equilibrio que firmaron el consentimiento informado. Recibieron un protocolo de ejercicios de Frenkel durante 30 minutos; en el primer mes ejercicios en decúbito supino, en el segundo mes en sedestación y en el tercer mes en bipedestación; para la recolección de la información se realizó una evaluación antes y después de la intervención con el Test de Tinetti. El análisis estadístico de los resultados fue con el programa SPSS mediante frecuencias, porcentajes, pruebas de chi-cuadrado y Wilcoxon.  
**Resultados:** En la primera evaluación el 100% de la población tenía problemas de equilibrio, marcha, un riesgo alto de caída y riesgo de caída. Luego de la intervención mejoró el equilibrio y disminuyó significativamente el riesgo de caídas. En las pruebas de chi-cuadrado antes y después de la evaluación del equilibrio se obtuvo  $P=0,010$ ; de la marcha  $P=0,018$ ; se aceptan las hipótesis nulas porque es mayor a 0,05, si hay diferencia significativa. En la prueba de Wilcoxon  $P=0,000$  lo cual comprobó que los ejercicios de Frenkel son efectivos en adultos mayores.

**Conclusión:** Es importante realizar ejercicios de Frenkel para mejorar el equilibrio en adultos mayores ya que estos ayudan a evitar caídas.

**Palabras Claves:** Ejercicios de Frenkel, Equilibrio, Adultos Mayores, Caídas.

**Abstract**

**Introduction:** The loss of balance is an important factor to suffer a fall in older adults, this represents a worldwide problem at a health level; the fear of falling and the low level of balance are obstacles to perform physical exercise; however performing Frenkel exercises are necessary for motor control.

**Objective:** To determine the effectiveness of Frenkel exercises to improve balance in older adults.

**Material and Methods:** A quasi-experimental study was carried out with a population of 30 older adults aged 65 to 75 years with balance problems who signed the informed consent form. They received a protocol of Frenkel exercises for 30 minutes; in the first month exercises in supine decubitus, in the second month in seated position and in the third month in standing position; for the collection of information an evaluation was made before and after the intervention with the Tinetti Test. The statistical analysis of the results was done with the SPSS program using frequencies, percentages, chi-square and Wilcoxon tests.

**Results:** In the first evaluation, 100% of the population had problems with balance, gait, high risk of falling and risk of falling. After the intervention, balance improved and the risk of falling decreased significantly. In the chi-square tests before and after the balance evaluation,  $P=0.010$  was obtained; for gait  $P=0.018$ ; the null hypothesis is accepted because it is greater than 0.05, if there is a significant difference. In the Wilcoxon test  $P=0.000$  which proved that the Frenkel exercises are effective in older adults.

Conclusion: It is important to perform Frenkel exercises to improve balance in older adults as they help to avoid falls and sedentary lifestyles.

Key words: Frenkel exercises, Balance, Older adults, Falls.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

El mayor problema de los adultos mayores son las caídas debido a la pérdida de equilibrio; el cuerpo humano con el tiempo se deteriora y sufre una serie de cambios fisiológicos y dinámicos; estos cambios son complejos e individualizados que pueden actuar como un envejecimiento exitoso o conllevar a la muerte, se dan en el ámbito biológico(1). La entrada vestibular, visual y propioceptiva son señales que usa el cerebro para mantener el equilibrio y realizar reacciones motoras correctas que provienen del sistema nervioso central; por esta razón el deterioro del equilibrio es sumamente variable de un individuo a otro, si la deficiencia es mayor el sujeto tiene menor reacción ante una situación de riesgo o caída(2).

La pérdida de equilibrio en el adulto mayor es una de las causas principales para sufrir una caída; en el mundo adultos mayores de 65 años y más sufren una caída cada año aproximadamente del 28 al 35% y estos valores aumentan del 32 a 42 % en personas mayores a 70 años por el nivel de fragilidad. En un estudio realizado en América (región de América Latina / Caribe) en Barbados el 34% y en Chile el 21,6% de adultos mayores sufrieron una caída al año(3). En el Ecuador en una encuesta de Salud, Bienestar y envejecimiento realizada por el INEC en el año 2009 el 38,7% de adultos mayores de 65 a 74 años sufrieron una caída(4)

Una de las actividades humanas básicas es el ejercicio físico. Con el tiempo el ser humano va desarrollando por varios años un organismo completo, que realiza múltiples tareas, desde grupos musculares grandes para correr, hasta tareas pequeñas para desarrollar una destreza manual fina(5). Los ejercicios de Frenkel (EF) consisten en un programa para el cerebelo; ya que esta estructura es el motor principal para controlar el equilibrio; se los realiza en diferentes posiciones de forma lenta y con movimientos repetitivos(6).

Se conoce que los adultos mayores son personas frágiles que deben tener muchos más cuidados para que vivan su vejez de una manera plena y digna; es necesario que un adulto mayor realice

distintas actividades para que tenga una mejor propiocepción, equilibrio y reacción ante una situación de riesgo de esta manera evitar una vida sedentaria. Se registran un total de 2205 casos de fracturas en el año 2016, 677 en hombres y 1528 en mujeres; indistintamente del género la incidencia cada año por 100,00 personas aumentan con la edad, a partir de los 70 a 89 años el porcentaje de fractura aumenta casi el doble en mujeres (7).

De acuerdo a la edad y la fragilidad el número o frecuencia de caídas aumenta; el 20% ocurre en la noche y su gran mayoría por lo general en el día. El hombre tiene mayor probabilidad a caerse al estar activo en el aire libre; en cambio la mujer aumentan el riesgo de caer en su hogar; del 40 a 60 % las mujeres están más propensas a caerse y tienen el doble de probabilidades de sufrir una fractura que los hombres, por este motivo tanto para la salud como para la sociedad las caídas son un problema de gran relevancia en las personas de tercera edad (8).

### **Objetivo**

Determinar la efectividad de los ejercicios de Frenkel para mejorar el equilibrio en adultos mayores

### **Material y Métodos**

Se trata de una investigación con un enfoque cuantitativo de tipo prospectivo de intervención cuasi-experimental; se trabajó con una población de 30 adultos mayores del Hospital Geriátrico Doctor Bolívar Arguello pertenecientes al Club Años Dorados en rangos de edad de 65 a 75 años con problemas de equilibrio que firmaron el consentimiento informado. Entre los criterios de inclusión están: adultos mayores de 65 a 75 años, de género masculino o femenino, de cualquier estado civil, que puedan caminar solos y sean independientes, que acaten órdenes sencillas; por el contrario se excluyeron a: Adultos mayores que tengan algún tipo de discapacidad, que tengan una enfermedad maligna (cáncer), con problemas cardiacos, con enfermedades neurológicas, que se encuentren en silla de ruedas y con enfermedades cognitivas graves. Se aplicó evaluaciones mediante el Test de Tinetti antes y después de la intervención; el protocolo de ejercicios de Frenkel

tuvo una duración de 30 minutos; en el primer mes se trabajó con ejercicios en decúbito supino, en el segundo mes en sedestación y en el tercer mes en bipedestación. El análisis estadístico de los resultados fue con el programa SPSS mediante frecuencias, porcentajes, pruebas de chi-cuadrado y Wilcoxon.

**Resultados**

El análisis de los resultados obtenidos se realizó posterior a la intervención con el protocolo de ejercicios de Frenkel en adultos mayores con alteraciones de equilibrio. La tabulación y procesamiento de datos se realizaron a través del programa estadístico SPSS-V21 de IBM, las decisiones estadísticas a un nivel de significancia de 0,05.

**Evaluación del Equilibrio Inicial vs Equilibrio Final**

Se realizó la comparación de la evaluación del equilibrio antes y después de la intervención en la cual se evidencio que 9 participantes que corresponde al 30% al inicio tenían en su equilibrio un puntaje de 11 y al finalizar el tratamiento 6 participantes que corresponde al 20% subieron su puntaje a 13 y 3 participantes que corresponde al 10% aumento su puntuación 14.

8 participantes que corresponde al 26,7% al inicio de la evaluación del equilibrio tenían una puntuación de 10 y después de la intervención 3 participantes que corresponden al 10% aumentaron su puntuación a 12, 3 participantes que corresponde al 10% aumento su puntuación a 14 y 2 participantes que corresponde al 6,7% aumento su puntuación a 13.

Tabla 1. Equilibrio Inicial vs Equilibrio Final

			TEST FINAL TINETTI EQUILIBRIO				Total
			12	13	14	15	
TEST INICIAL TINETTI EQUILIBRIO	9		6(20%)	1(3,3)	0 (0,0%)	0(0,0%)	7(23,3%)
	10		3(10,0%)	2(6,7%)	3(10,0%)	0(0,0%)	8(26,7%)
	11		0(0,0%)	6(20,0%)	3(10,0%)	0(0,0%)	9(30,0%)
	12		0(0,0%)	3(10,0%)	2(6,7%)	1(3,3%)	6(20,0%)
			30,0%	40,0%	26,7%	3,3%	100,0%

Tabla 2. Prueba de Chi-cuadrado del Equilibrio Antes y Después de la Intervención

	Valor	G1	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	21,719 <sup>a</sup>	9	,010
Razón de verosimilitudes	24,962	9	,003
Asociación lineal por lineal	11,297	1	,001
N de casos válidos	30		

En la prueba de chi-cuadrado el nivel de significancia es de 0,010 y se acepta la hipótesis nula porque es mayor a 0,05; si hay diferencia significativa entre el análisis de evaluación de equilibrio antes y después de la intervención.

**Evaluación de la Marcha Inicial vs Marcha Final**

Se realizó la comparación de la evaluación de la marcha antes y después de la intervención en la cual se evidencio que 12 participantes que corresponde al 40% al inicio tenían en su marcha

un puntaje de 9 y al finalizar el tratamiento 7 participantes que corresponde al 23,3% subieron su puntaje a 10 y 5 participantes que corresponde al 16,7% aumento su puntuación 11.

8participantes que corresponde al 26,7% al inicio de la evaluación de la marcha tenían un puntuación de 8 y después de la intervención 5 participantes que corresponden al 16,7% aumentaron su puntuación a 10, 1 participante que corresponde al 3,3% aumento su puntuación a 9, 1 participante que corresponde al 3,3% aumento su puntuación a 11 y 1 participante que corresponde al 3,3% aumento su puntuación a 12.

Tabla 3. Marcha Inicial vs Marcha Final

		TEST FINAL TINETTI MARCHA				Total
		9	10	11	12	
TEST INICIAL TINETTI MARCHA	8	1(3,3%)	5(16,7%)	1(3,3%)	1(3,3%)	8(26,7%)
	9	0(0,0%)	7(23,3%)	5(16,7%)	0(0,0%)	12(40%)
	10	0(0,0%)	0(0,0%)	4(13,3%)	4(13,3%)	8(26,7%)
	11	0(0,0%)	0(0,0%)	2(6,7%)	0(0,0%)	2(6,7%)
Total		1(3,3%)	12(40%)	12(40%)	5(16,7%)	30(100%)

Tabla 4. Prueba de Chi-cuadrado de la Marcha Antes y Después de la Intervención

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	20,042 <sup>a</sup>	9	,018
Razón de verosimilitudes	24,134	9	,004
Asociación lineal por lineal	8,471	1	,004
N de casos válidos	30		

Tabla 5. Riesgo de Caída Inicial vs Riesgo de Caída Final

		RIESGO DE CAIDA FINAL		Total
		RIESGO DE CAIDA	RIESGO BAJO DE CAIDA	
RIESGO CAIDA INICIAL	RIESGO ALTO DE CAIDA	10(33,3%)	4(13,3%)	14(46,7%)
	RIESGO DE CAIDA	3(10,0%)	13(43,3%)	16(53,3%)
Total		13(43,3%)	17(56,7%)	30(100,0%)

Tabla 6 Chi-cuadrado de Riesgo de Caída Antes y Después de la intervención.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,438 <sup>a</sup>	1	,004		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	6,429	1	,011		
Razón de verosimilitudes	8,860	1	,003		
Estadístico exacto de Fisher				,009	,005
Asociación lineal por lineal	8,157	1	,004		

Tabla 7. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

	TOTAL FINAL EQUILIBRIO - TOTAL INICIAL EQUILIBRIO
Z	-4,849 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Con respecto a la prueba de chi-cuadrado el nivel de significancia es de 0.018 y se acepta la hipótesis nula porque es mayor a 0,05; si hay diferencia significativa entre el análisis de evaluación de la marcha antes y después de la intervención.

Evaluación del Riesgo de Caída Inicial vs Riesgo de Caída Final

El 90% que corresponde a 27 participantes disminuyó su riesgo de caída y que el 10% que corresponde a 3 participantes no aumento ni disminuyo su riesgo de caída se mantuvo.

Con respecto a la prueba de chi-cuadrado el nivel de significancia es de 0.004 y se rechaza la hipótesis nula porque es menor a 0,05; no hay diferencia significativa entre el análisis de riesgo de caída inicial con riesgo de caída final.

Evaluación de la efectividad del plan de tratamiento de los ejercicios de Frenkel en adultos mayores del Club Años Dorados con deterioro del equilibrio.

Para evaluar la efectividad del plan de tratamiento de los ejercicios de Frenkel se aplicó la prueba de Wilcoxon al tratarse de variables categóricas numéricas, en este caso el nivel de significancia es de 0 esto quiere decir que la hipótesis nula se rechaza porque es menor a 0.05 comprobando que los ejercicios de Frenkel aplicados fueron efectivos para los adultos mayores.

Discusión

Rojhani, en un estudio en el que realizó una comparación de los efectos de los ejercicios terapéuticos de Frenkel vs Pelota Suiza sobre las medidas de equilibrio, ejecutó una serie de ejercicios de Frenkel durante 3 semanas en el cual presentó resultados beneficios, mejoraron significativamente el equilibrio en la postura en una sola pierna y en los resultados de la escala de Tinetti (9). Esta investigación que se realizó con un protocolo de ejercicios de Frenkel concuerda con el estudio de este autor pues los participantes tuvieron efectos beneficiosos en la mejora del equilibrio disminuyendo el riesgo de caídas de alto a bajo.

Afrasiabifar, en un estudio en el que se realizó la comparación de los efectos de los ejercicios de Cawthorne-Cooksey y los ejercicios de Frenkel sobre el equilibrio, se conformaron tres grupos el

primero de Cawthorne-Cooksey (24), el segundo de Frenkel (23) y el tercero un grupo de control (25) durante 12 semanas con la medida principal la escala de Tinetti; el grupo de Frenkel presentó resultados más significativos en el equilibrio con respecto a los dos grupos (6). En esta investigación se concuerda que los ejercicios de Frenkel son efectivos y de gran utilidad para mejorar el equilibrio.

Conclusión

Realizar un protocolo de ejercicios de Frenkel es beneficioso para la población adulta mayor puesto que ayudan a mejorar el equilibrio, disminuir el riesgo de caídas evitando de esta manera sufrir fracturas y así puedan tener una mejor calidad de vida.

Referencias Bibliográficas

1. Soria-romero Z, Montoya-arce BJ. Envejecimiento y factores asociados a la calidad de vida de los adultos mayores en el Estado de México\*. Papeles POBLACIÓN No 93 Introd CIEAP/UAEM. 2017;25(7):60.
2. Robillard R, Prince F, Filipini D, Carrier J. Aging worsens the effects of sleep deprivation on postural control. PLoS One. 2011;6(12):5.
3. Blake AJ, Morgan K, Bendall MJ, Dallosso H, Ebrahim SBJ, Arie THD, et al. Falls by elderly people at home: Prevalence and associated factors. Age Ageing. 1988;17(6):365.
4. INEC. Salud, Bienestar y Envejecimiento. Vol. 3. 2009. p. 3–8.
5. E M, Russell R-, Helena V. Actividad física y salud: Una síntesis histórica, epidemiológica y psicosocial. ResearchGate. 2009;24(7):2.
6. Afrasiabifar A, Karami F, Najafi Doulatabad S. Comparing the effect of Cawthorne–Cooksey and Frenkel exercises on balance in patients with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2017;18(5):3.
7. Lopez Gavilanez E, Johansson H, McCloskey E, Harvey NC, Segale Bajana A, Marriott Blum D, et al. Assessing the risk of osteoporotic fractures: the Ecuadorian FRAX model. Arch Osteoporos. 2019;12(8):3.
8. Rn SG, Margaret MA, Catherine G, Dphil SP, Lasserson D, Jackson D. Older people ’

s experiences of falling and perceived risk of falls in the community: A narrative synthesis of qualitative research. *Int J OLDER PEOPLE Nurs.* 2017;22(2):1–8.

9. Rojhani-Shirazi Z, Barzintaj F, Salimifard MR. Comparison the effects of two types of therapeutic exercises Frenkele vs. Swiss ball on the clinical balance measures in patients with type II diabetic neuropathy. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev [Internet].* 2016;22(8):4–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsx.2016.08.020>

Artículo original

**Evaluación del core y fuerza funcional en deportistas**  
**Core and functional strength assessment in athletes.**

Angela Priscila Campos Moposita \*; Victoria Estefanía Espín Pastor\*\*; Grace Verónica Moscoso Córdova\*\*\*; Andrés Ulises López Martínez \*\*\*\* ; Ana Victoria Mullo Manovanda \*\*\*\*\*; Arias Córdova Paúl Adrián\*\*\*\*\*; —Karla Belén Chicaiza Bosquez \*\*\*\*\*

\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6826-8319>

\*\* Master Universitario en Fisioterapia del deporte y readaptación en la actividad física. Universidad Autónoma de Barcelona ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0500-1948>

\*\*\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador ORCID: [ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0703-2668](https://orcid.org/0000-0002-0703-2668)

\*\*\*\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9351-6062>

\*\*\*\*\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0108-6649>

\*\*\*\*\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2452-4349>

\*\*\*\*\*Estudiante Carrera Terapia Física. Universidad Técnica de Ambato.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9801-3368>

[ap.campos@uta.edu.ec](mailto:ap.campos@uta.edu.ec)

**Resumen.**

**Introducción:** La evaluación del core y el rendimiento funcional en el deportista determina el nivel de resistencia, fuerza, estabilidad, al conservar las curvaturas fisiológicas frente al movimiento articular de la extremidad inferior.

**Objetivo:** Determinar estabilidad del core y funcionalidad de la biomecánica de miembro inferior en deportistas de la Federación Deportiva de Tungurahua.

**Material y Métodos:** El enfoque de la investigación fue observacional. La población total de estudio fue de 33 deportistas en un rango de edad 12 a 45 años, se evaluó el rendimiento funcional para la biomecánica de miembros inferiores y la evaluación global del core para prevenir lesiones. Se excluyeron del estudio a deportistas con desplazamiento de vertebras, fracturas en la región lumbar, implantes metálicos. La participación fue voluntaria para lo cual firmaron el consentimiento y asentimiento informado siendo avalada por el Comité de Bioética de la Universidad Técnica de Ambato. El análisis de datos se realizó a través del programa Software Spss versión 21.0, los resultados se evaluaron a través de una estadística descriptiva e inferencial.

**Resultados:** Se recogieron los datos de las evaluaciones iniciales realizadas a los deportistas las mismas que tuvieron diferencias significativas con un valor  $p=0,00$  siendo que la regla indica  $p=0,005$ , rechazando la hipótesis nula lo que indica la estabilidad del core y el miembro inferior.

**Conclusiones:** Los deportistas tienen mayor riesgo de sufrir lesiones debido a que presentan una inestabilidad del miembro inferior y debilidad de la musculatura del core.

**Palabras clave:** Rendimiento Deportivo; Deportistas; evaluación del core; Músculos del core; Biomecánica de miembros inferiores

**Abstract**

**Introduction:** The evaluation of core and functional performance in the athlete determines the level of endurance, strength, stability, by preserving the physiological curvatures against the articular movement of the lower limb.

**Objective:** To determine core stability and functionality of the biomechanics of the lower limb in athletes of the Tungurahua Sports Federation.

**Material and Methods:** The research approach was observational. The total study population was 33 athletes in a range of age 12 to 45 years, functional performance was evaluated for lower limb biomechanics and global core assessment to prevent injuries. Athletes with displaced vertebrae, fractures in the lumbar region and metal implants were excluded from the study. Participation was voluntary, for which they signed the informed consent and assent form, which was endorsed by the Bioethics Committee of the Technical University of Ambato. Data analysis was carried out using Spss software version 21.0, and the results were evaluated using descriptive and inferential statistics.

**Results:** The data of the initial evaluations made to the athletes were collected, the same ones that had significant differences with a value  $p=0,00$  being that the rule indicates  $p=0,005$ , rejecting the null hypothesis which indicates the stability of the core and the lower limb.

**Conclusions:** Athletes are at greater risk of injury due to lower limb instability and weakness of the core musculature.

**Keywords:** Sports Performance; Athletes; Core Assessment; Core Muscles; Lower Limb Biomechanics.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado:12-09-2021

### **Introducción.**

Las lesiones deportivas se consideran un problema de incapacidad prolongada que afecta al deportista, generando gastos relacionados con la recuperación y el ausentismo al campo deportivo, además pueden tener consecuencias a nivel personal, social y psicológico, el objetivo principal de la biomecánica es actuar directamente en la prevención de lesiones sobre el deportista, el medio que lo rodea o los elementos deportivos (1). El sistema musculoesquelético responde frente a los estímulos mecánicos con adaptaciones permanentes, los entrenamientos que realizan de forma prolongada y permanente pueden provocar diferentes alteraciones en las estructuras óseas siendo una consecuencia para la presencia de lesiones que a menudo se presentan en el pie y otras estructuras que forman parte de la extremidad inferior producto de una mala biomecánica por la alteración a nivel de la pelvis a consecuencia de los cambios cinemáticos y cinéticos (2).

Hay que tomar en cuenta que el miembro inferior es el más incidente en lesiones deportivas en la mayoría de disciplinas fútbol con el 31.5%, taekwondo 24%, atletismo con el 11.3% (3). En los juegos olímpicos de Río de Janeiro en el 2016 Hayashi, Daichi indica que se evaluaron 1.101 lesiones de las cuales 84% se produjeron en la extremidad inferior, 44% en la tibia, 12% en los metatarsianos 8% en la columna lumbar(4).

Los estudios realizados demuestran que el diagnóstico de las lesiones por contacto más frecuentes en los dos sexos son las contusiones 65.5%, seguido de desgarros musculares,

esguinces, contusiones cráneo cefálicas 44%; estas lesiones ocurren en el tercer cuarto de la hora de juego, lo que ocasiona disminución del control neuromuscular, fatiga, debilidad de la fuerza muscular y problemas de equilibrio de esta manera, el deportista debe ausentarse del escenario deportivo hasta conseguir su mejoría (5)(6).

Por otro lado, la debilidad de los músculos que forman parte del core implican un factor de riesgo para mantener la estabilidad y el equilibrio a nivel pélvico frente a los encuentros deportivos. El propósito del fortalecimiento del core es estabilizar la columna lumbar para que la mantenga en posición neutra y mejorar el rendimiento deportivo

Los déficits que se presentan en el control neuromuscular de la zona media del tronco así como en la fuerza de los músculos que se encargan de la estabilidad del core son factores de predisponentes para presentar lesiones en los deportistas de las diferentes disciplinas, los estudios realizados por Molina García indican los deportistas lesionados tienen mayor inestabilidad en los miembros inferiores en un 66,7% (7).

Siendo el miembro inferior el más susceptible a presentar lesiones, es importante realizar una evaluación funcional de la biomecánica y del core en el deportista para valorar el movimiento que cumplen las regiones que forman la extremidad inferior, el apoyo que mantiene al realizar desplazamientos, la capacidad con la que genera la fuerza o con la que aplica la misma, la estabilidad de la zona media al realizar el ejercicio frente a los aprendizajes y adaptaciones al esfuerzo para

mejorar la capacidad de entrenamiento del deportista y prevenir lesiones.

#### Objetivo

Determinar estabilidad del core y funcionalidad de la biomecánica de miembro inferior en deportistas de la Federación Deportiva de Tungurahua.

#### Material y métodos

La investigación fue un estudio de tipo observacional con la participación de 92 deportistas evaluados inicialmente, al analizar la valoración 57 deportistas se incluyeron en la intervención del programa. Siendo un total de 32 participantes, que pertenecen a la Federación Deportiva de Tungurahua tomando en cuenta los siguientes criterios.

Criterios de inclusión: Deportistas entre 12 a 45 años de edad, que asistan al centro de rehabilitación física, que presenten lesiones musculoesqueléticas crónicas

Criterios de exclusión: Deportistas con desplazamiento de vértebra, compresión radicular o síndrome facetario, con fracturas en la región lumbar y miembro inferior de 3 meses de evolución, ó tumores óseos

Para la recolección de la información se recogieron bajo dos criterios de variables. La primera con variables sociodemográficas en las que se incluyeron edad, género, Factores asociados con datos de peso, talla, índice de masa corporal, ocupación, hábitos alimenticios, disciplina que practican, tipo de entrenamiento que realizan.

La segunda con variables de estudio enfocados en la biomecánica de miembros inferiores mediante la evaluación de rendimiento funcional que consta de los siguientes test:

La sentadilla bilateral o bipodal, el deportista se mantenía en bipedestación, con los pies en abducción, conservando el centro de gravedad y una buena postura, además que las rodillas permanecían simétricas con relación al retropié y maniando la fijación en el suelo, el movimiento que realizaban consistía en simular a la sedestación. Para pasar la prueba el deportista debía realizar 10 repeticiones del ejercicio, sin embargo, si llegaba a 8 puede pasar la prueba, dándole una valoración de 1 punto.

Sentadilla con una pierna o monopodal, en bípedo el deportista se encontraba con los miembros superiores cruzados sobre el dorso del tórax, realizando a la vez una sentadilla de 60°, manteniendo el equilibrio y la postura. El fisioterapeuta observaba que el participante tenga

simetría en las estructuras de: la pelvis y el tronco al realizar el ejercicio debía mantenerse erguido y cumplir con el descenso de la sentadilla. Para alcanzar la valoración de un 1 punto, tenía que ejecutar 5 repeticiones en el miembro inferior derecho e izquierdo. Sin embargo sí, el deportista lograba hacer 8 repeticiones podía pasar la prueba(8). Este test posee un nivel de confianza del 95% y un p-valor de 0.05 para la aplicación de la prueba con regularidad(9).

Test de equilibrio con una pierna con los ojos cerrados, el deportista se mantenía en apoyo monopodal con una ligera semiflexión de rodilla de la pierna contraria, teniendo los ojos cerrados por 30 segundos. Se debe tomar en cuenta que, al realizar esta prueba, el deportista no podía perder el equilibrio ni colocar el pie en el suelo y viceversa. Para obtener la puntuación de 1 punto, las dos extremidades debían permanecer por el tiempo de 30 segundos (8).

Test de caída pélvica, A la altura de una grada de 15cm, el deportista apoyado con el miembro inferior a evaluar en bipedestación. Si el participante realizaba un descenso de cadera acompañada de un valgo de rodilla se consideraba una prueba fallida, ya que debía conservar la alineación de la postura para ser una prueba exitosa. La valoración se considera como valgo o normal.

En la Evaluación Global del Core, el deportista mantenía un control adecuado de la zona lumbopélvica constando de 4 evaluaciones en diferentes posturas o decúbitos:

El test de Prono Brigde, se evaluó la resistencia de los músculos que conforman core, tanto de la zona anterior como posterior. El deportista debía mantenerse en decúbito prono, con apoyo en los antebrazos y la punta de los pies, conservando una alineación de la postura por un tiempo aproximado de 60 segundos, en caso de no llegar al tiempo establecido, se considera una debilidad del mismo(10).

El test de Side Brigde, para la activación de los músculos laterales del core, el deportista se colocaba en decúbito lateral derecha o izquierda, apoyado sobre el antebrazo y las extremidades inferiores en extensión con borde lateral del pie del lado a evaluar. Finaliza la prueba cuando el participante no alcanzaba a mantener la postura, considerando que debía permanecer por un tiempo de 97 segundos y en el lado derecho por 94 segundos(11).

El Test de Ito, el deportista en se colocaba en posición fetal con relación al plano sagital, teniendo en cuenta que las rodillas debían realizar

una flexión de 90, sin tener los pies en contacto con el suelo por un tiempo aproximado de 144 segundos(12).

El Test Biering Sorensen, este test ayuda en la activación de los músculos extensores del tronco, el deportista se colocaba sobre la camilla en decúbito prono con el tren inferior fijado mientras que el tronco en extensión y suspensión al filo de la misma los brazos se mantienen cruzados al pecho. Finalizaba el test cuando el participante declinaba la posición, el deportista debía permanecer al menos 189 segundos en el caso de las mujeres y 146 segundos en varones.(13).

Los test de forma individual tuvieron una puntuación por el tiempo alcanzado en segundos, al final se realizó una suma total considerando una un tiempo establecido de 584 segundos en las mujeres y 541 segundos en varones para ser considerado como un core estable o inestable por la contracción isométrica mantenida en los movimientos dinámicos.

La fiabilidad relativa fue buena, con ICC mayores de 0.80 en todos los test, pero no así la fiabilidad absoluta, con SEM que oscilaron entre el 13,36 % en el BST y el 19,89 % en el IT.(13)

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS Versión 21.0, de tipo descriptiva univariada

en las variables sociodemográficas y con la prueba T de Student con un nivel de significancia del 0,05 lo que comprueba la hipótesis planteada. Al ser parte de una Investigación realizada en seres humanos se aprobó con el Comité de Bioética de la Universidad Técnica de Ambato, para lo cual se cuenta con el consentimiento informado del representante y el asentimiento informado para adolescentes.

#### Resultados

La población total de estudio estuvo conformada por 33 deportistas, la evaluación se llevó a cabo en la Polideportivo Iván Vallejo de la Federación Deportiva de Tungurahua, la misma que fue desarrollada de forma presencial tomando en cuenta las normas de bioseguridad, tomando los valores de las medias y como referencia el máximo funcional y la desviación estándar, se procedió a evaluar el rendimiento funcional de los miembros inferiores con el número de repeticiones que realiza cada ejercicio y la evaluación del core tomando el tiempo en segundos de cada prueba para finalmente realizar una suma total y determinar la estabilidad o inestabilidad del core.

Tabla 1. Resultados sociodemográficos

	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Edad (años)	Adolescencia	12	36,4
	Juventud	20	60,6
	Adulto	1	3,0
Sexo	Femenino	24	72,7
	Masculino	9	27,3
Peso	27-39,20 kg	9	27,3
	39,21-51,40 kg	8	24,2
	51,41-63,60 kg	9	27,3
	63,61-75,80 kg	2	6,1
	75,81-88 kg	5	15,2
	Talla	1,34-1,42 m	4
Talla	1,43-1,50 m	8	24,2
	1,51-1,59 m	5	15,2
	1,60-1,67 m	8	24,2
	1,68-1,76 m	8	24,2
IMC	Bajo peso	11	33,3
	Normal	17	51,5
	Sobrepeso	5	15,2
TOTAL:		n=33	100,0

**Tabla 2.** Disciplina Deportiva

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Judo	3	9,1
	Lev. Pesas	9	27,3
	Boxeo	3	9,1
	Atletismo	7	21,2
	Taekwondo	4	12,1
	G. Artística	6	18,2
	Lucha	1	3,0
Total		n=33	100,0

En la tabla 1, se registra los factores sociodemográficos, de los 33 deportistas la población con mayor participación en el programa de entrenamiento formó parte del 60,6% que corresponde a la categoría juvenil con una edad comprendida de 13 a 16 años, el sexo femenino en el 72,7%, el 27,3% corresponden a un peso con un rango de 27 a 39,20 kilogramos, el 24,2% de

deportistas tienen una talla estimada de 1,43 a 1,50 metros, con un 51,5% de participantes con peso normal. En la Tabla 2, se detalla la disciplina deportiva con más afluencia en el programa de entrenamiento, siendo con mayor población el grupo de levantamiento de pesas con un 27,3%, seguido del atletismo con 21,2% y en menor proporción la lucha con 3%.

Tabla 3. Valoración de la Biomecánica de miembro inferior

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Equilibrio Derecha Inicial	10,4	32	0,0	14,7	11,8	17,5
Equilibrio Izquierda Inicial	10,0	32	0,0	12,6	10,0	15,2
Sentadilla Bipodal Inicial	18,8	32	0,0	7,6	6,8	8,4
Sent. Monopodal Der. Inicial	16,2	32	0,0	3,1	2,7	3,4
Sent. Monopodal Izq. Inicial	13,6	32	0,0	2,9	2,4	3,3

Tabla 4. Evaluación del core en deportistas

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Prono Brigde Inicial	14,0	32	0,00	48,9	41,8	56,1
Side brigde right Inicial	11,1	32	0,00	30,0	24,5	35,5
Side brigde left Inicial	11,5	32	0,00	26,0	21,4	30,6
Ito Inicial	9,2	32	0,00	30,6	23,8	37,3
Biering sorense Inicial	14,7	32	0,00	46,2	39,7	52,6
Core Total Inicial	16,3	32	0,00	181,7	159,0	204,4

En la Tabla 3 muestra los estadísticos descriptivos y comparación de medias de cada uno de los test de la evaluación de la biomecánica de miembros inferiores donde se valoró el rendimiento funcional. Existen diferencias significativas con un valor de  $p = 0,05$ . El porcentaje con mayor déficit se observa en el equilibrio con una pierna con los ojos cerrados por 30 segundos en la pierna derecha con media de 14,7 y una desviación estándar de +1,4, en la pierna izquierda con una media de 12,6 y desviación estándar de +1,3, alcanzando el tiempo de 30 segundos el 93,9% de la población falla la prueba; la sentadilla bipodal muestra una media de 7,6 y una desviación estándar de + 0,4 siendo lo ideal lograr 10 repeticiones en la realización del ejercicio, el 57,6% logra pasar la prueba; la sentadilla monopodal del lado derecho indica una media de 3,1 con una desviación estándar de +1,1 y en el lado izquierdo una media de 2,9 con una desviación estándar de + 1,2, teniendo un

porcentaje del 60,6% de deportistas que fallan la prueba, el test de caída pélvica del lado derecho muestra una media de 19 y en el lado izquierdo de 18,5 de participantes que mantuvieron una desalineación en la cadera con relación a la rodilla y el tobillo, es decir que presentaron un valgo de cadera con un porcentaje de 54,5% en el lado izquierdo y 51,5% en el lado derecho, siendo resultados que pueden presentar riesgos de lesiones en el miembro inferior.

De los 33 deportistas que presentan inestabilidad del core, las diferencias de las medias en las fueron significativas para las pruebas de Sit brigde leff (26,0), Side brigde right (30,0), Ito (30,6), Biering sorese (46,2), Prono Brigde (48,9). El valor de  $p=0,00$  lo que confirma los valores significativos (Tabla 4). La evaluación del core se considera como un instrumento para determinar si la zona media mantiene la estabilidad al realizar o ejecutar el movimiento.

Tabla 5. Relación entre el core y las pruebas de biomecánica funcional de miembros inferiores

		Diferencias emparejadas				95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior				
Par 1	Core Total Inicial - Equilibrio Derecha Inicial	167,0	61,0	10,6	145,4	188,6	15,7	32	0,0	
Par 2	Core Total Inicial - Equilibrio Izquierda Inicial	169,1	61,7	10,7	147,2	191,0	15,7	32	0,00	
Par 3	Core Total Inicial - Sentadilla Bipodal Inicial	174,1	63,8	11,1	151,5	196,8	15,7	32	0,00	
Par 4	Core Total Inicial - Sent. Monopodal Der. Inicial	178,6	63,8	11,1	156,0	201,2	16,1	32	0,00	
Par 5	Core Total Inicial - Sent. Monopodal Izq. Inicial	178,8	63,9	11,1	156,2	201,5	16,1	32	0,00	

Los datos obtenidos del estudio biomecánico de miembros inferiores y la activación de los músculos de la zona profunda del core dan como resultados en las pruebas de: equilibrio en la pierna derecha (M=167,0), equilibrio en la pierna izquierda (M=61,7), sentadilla bipodal (M63,8), sentadilla monopodal derecha e izquierda (M=63,8 y 63,9), para identificar las deficiencias generales que indica el punto más débil o inestable del sistema, los valores indican una significancia inferior de  $p=0,00$ .

#### Discusión

Existen estudios que indican que en la práctica del ejercicio profesional existe mayor riesgo de presentar lesiones, siendo los menores de edad quienes son los más propensos a sufrirlas en las actividades físicas que realizan en su día a día teniendo factores modificables como la deficiente resistencia o la ausencia de entrenamiento en procesos de descanso producto de una evaluación deficiente(14).

Los deportistas son los propensos a presentar lesiones debido al tipo de movimiento que realizan por mantener una preparación constante en varios tipos de competiciones, se puede observar en los resultados que la disciplina que tiene más población en el estudio corresponde al levantamiento de pesas con el 27,3%, seguido del atletismo con el 21,2%, con una frecuencia mínima de judo y boxeo con el 9,1%, lucha 3%. Barcelán consideran al levantamiento de pesas como un deporte propenso a presentar lesiones por la realización de las cuclillas donde el grupo extensor debe mantener la fuerza en las extremidades inferiores con relación al rendimiento deportivo (15).

DiCesare realiza un estudio sobre los déficits biomecánicos de las extremidades inferiores en atletas adolescentes encontrando cambios cinemáticos y cinéticos de la rodilla siendo un factor de riesgo para la presencia de lesiones al adaptar los patrones de movimiento y de coordinación durante la actividad esto ocasiona al aumento de lesiones por la temprana inserción a la actividad deportiva, las atletas femeninas arrojaron una biomecánica alterada durante el aterrizaje del ejercicio. (16). En el presente estudio el sexo femenino 72,4% tuvo mayor participación en la investigación mientras que el grupo de edad fue del 60,6% de los jóvenes seguido de la adolescencia con el 36,4%.

En los deportistas el equilibrio es importante para mantener una condición específica en la ejecución de la actividad, por la alienación dinámica del

punto de gravedad con respecto a la base de sustentación siendo importante al realizar una actividad competitiva, Cordero indica en su estudio que los 12 deportistas mantienen deficiencias en la capacidad coordinativa al mantener una postura incorrecta (17). El estudio se relaciona con la prueba de equilibrio con los ojos cerrados (M= 14,7 y M=12,6) con un grado de libertad de 32

Se detalla el valor significativo de la sentadilla bipodal como déficit en los deportistas sin ser muy marcada en su realización puesto que es un ejercicio que realizan en sus actividades deportivas cotidianas. Se considera importante que las sentadillas sean más complejas donde exista un mayor compromiso muscular por parte del glúteo mayor además se incluya la relación con los isquiotibiales, cuádriceps tomando en cuenta la relación existente entre la articulación de la cadera, rodilla y tobillo teniendo una herramienta útil de valoración la misma que sirva para mantener buenos programas de entrenamiento y rehabilitación deportiva (18).

El test de valoración del core es completamente sencillo de aplicar y utilizar puesto que no necesita de materiales costosos al utilizar el cuerpo humano como la herramienta principal de evaluación. En el deporte es importante mantener la salud y el rendimiento físico del deportista para mejorar su nivel de competitividad siendo importante implementar programas de entrenamiento preventivo(19). En el presente estudio se utilizó la valoración del test global del core de tipo isoinercial dinámico expuesto por McGill siendo los flexores, extensores y laterales del tronco los músculos que proporcionan estabilidad de la columna lumbar en la mayor parte de movimientos dinámicos por lo que es importante mantener equilibrio en las funciones musculares entre ellos(20).

Diferentes estudios indican que un buen entrenamiento en el campo de la fisioterapia es importante mantener incluido en el rendimiento deportivo, la evidencia científica indica que también es importante en la disminución del dolor por incluir los ejercicios en todos los planos de movimiento manteniendo el equilibrio y estabilidad al mantener la fuerza intra e intermuscular(21) . Un plan de intervención en la estabilidad del core en deportistas se debe enfocar en mejorar el control neuromuscular, disminuir el dolor, mejorar el estiramiento que es beneficioso para el deportista con el fin de mejorar al máximo el nivel de rendimiento deportivo.

Calatayud en la investigación que realiza a estudiantes universitarios activos con el fin de evaluar los músculos del tronco con planchas supinas de tipo bilateral, unilateral, bilateral suspendida, suspendida donde el deportista debía mantener el movimiento más mínimo del tronco y de la parte inferior del cuerpo, los resultados arrojan que la plancha supina tiene menos actividad muscular y los músculos lumbares se activan cuando se aumenta la suspensión o cuando se aumenta la inestabilidad (22). Los ejercicios de plancha o puentes en los diferentes decúbitos son importantes en la evaluación a medida que el deportista mantiene la comprensión de ejercicio sostener la contracción de la zona abdominal y pélvica para mantener la activación muscular. Los estudios realizados sobre la estabilidad del core, el equilibrio dinámico de miembros inferiores y la flexibilidad en deportistas universitarios en el 2018 por Villaquiran indica que las valoraciones de flexibilidad, equilibrio y estabilidad donde se evidenció que el 77,9% presento una clasificación de malo siendo el más predominante, y el 47,7% con deficiencia en el equilibrio siendo un factor predisponente para el riesgo de lesiones en el miembro inferior(23).

#### Conclusión.

Luego de realizar el estudio, la importancia de una correcta evaluación individualizada ya que el deportista tiene un movimiento específico, la misma que arrojará resultados para mejorar el rendimiento funcional y la prevención de lesiones musculoesqueléticas en deportistas tomando en cuenta la relación de la fuerza muscular de la zona media del tronco y la funcionalidad del miembro inferior.

#### Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada por la Universidad Técnica de Ambato y la Federación deportiva del Tungurahua.

#### Consideraciones éticas

El presente estudio contó con el consentimiento y asentimiento informado al ser un gran grupo con una población menor de edad para su participación.

#### Conflicto de interés

Los participantes y autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

#### Referencias Bibliográficas

1. Berengüí R, Puga JL. Predictores psicológicos de lesión en jóvenes deportistas. *Rev Costarric Psicol.* 2015;34(0257-1439):113-29.

2. Viridiana E, Hernández S, Octavio C, Rodríguez DL, Enrique A, Bustamante C, et al. Biomecánica funcional del pie y tobillo: comprendiendo las lesiones en el deportista. *2016;12-1(1357):6-11.*

3. Soligard T, Steffen K, Palmer D, Alonso JM, Bahr R, Lopes AD, et al. Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 Olympic Summer Games: A prospective study of 11 274 athletes from 207 countries. *BJSM Online First.* 2017;29(07):1265-71.

4. Hayashi D, Jarraya M, Engebretsen L, D Crema M, Roemer FW, Skaf A, et al. Epidemiology of imaging-detected bone stress injuries in athletes participating in the Rio de Janeiro 2016 Summer Olympics. *Vol. 52, British Journal of Sports Medicine.* 2018. p. 470-4.

5. Pangrazio O, Forriol F. Diferencias de las lesiones sufridas en 4 campeonatos sudamericanos de fútbol femenino y masculino. *Rev Latinoam Cirugía Ortopédica [Internet].* 2016;06(10):58-65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rslaot.2016.10.001>

6. López-Valenciano A, Ruiz-Pérez I, García-Gómez A, Vera-García FJ, De Ste Croix M, Myer GD, et al. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sport Med [Internet].* 2019 [cited 2020 Mar 22];0:1-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2018-099577>

7. Molina García P, Moricillo JA, Cervera F. Estrategias de prevención de lesiones deportivas en jóvenes futbolistas profesionales: estabilidad del core y propiocepción. *Rev Andaluza Med del Deport [Internet].* 2018;11(4):210-4. Available from: <https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs%0AOriginal>

8. Whyte EF, Richter C, O'connor S, Moran KA. The effect of high intensity exercise and anticipation on trunk and lower limb biomechanics during a crossover cutting manoeuvre. *J Sports Sci.* 2018;36(8):889-900.

9. Ota M, Tateuchi H, Hashiguchi T, Kato T, Ogino Y, Yamagata M, et al. Verification of reliability and validity of motion analysis systems during bilateral squat using human pose tracking algorithm. *Gait Posture [Internet].* 2020;18(05):62-7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.05.027>

10. García F. V, Barbado D, Moreno Pérez V, Hernández Sánchez S JRC, JL E. Core stability: evaluación y criterios para su entrenamiento. *Rev Andaluza Med del Deport.* 2015;2015;8(3):

11. Hole Saeterbakken A, Chaudhari A, van den Tillaar R, Andersen V. The effects of performing integrated compared to isolated core exercises. *PLoS One*. 2019;27(2):1–14.
12. Villaquirán Hurtado AF. Fuerza-resistencia del Core en futbolistas de categoría juvenil. *Rev Colomb Salud Libr*. 2016;11(2):142–8.
13. Casto J-R, Barbado Murillo D, López-Valenciano A, Vera-García FJ. Test de campo para valorar la resistencia de los músculos del tronco. *Apunt Educ Física y Deport*. 2014;2(4):59–68.
14. Vicente Herrero, María Teófila; Ramírez Iñiguez de la Torre MV, Capdevila García L, Torres Alberich I, Torres Vicente A. Lesiones prevalentes en deporte profesional: revisión bibliográfica. *Rev Asoc Espec Med del Trab*. 2019;28(1):66–75.
15. Barcelán Santa Cruz J, Cuervo Pérez C. Indicadores del rendimiento deportivo en Levantadoras de pesas escolares cubanas (original). *Olimp Publicación científica la Fac Cult física la Univ Granma*. 2015;12(38):1–11.
16. DiCesare CA, Montalvo A, Barber Foss KD, Thomas SM, Ford KR, Hewett TE, et al. Lower extremity biomechanics are altered across maturation in sport-specialized female adolescent athletes. *Front Pediatr*. 2019;7(June):1–11.
17. Cordero Rojas Y, Cuesta Martínez LA, Torres Peguero M, Labrador Labrador G. El desarrollo de la capacidad coordinativa equilibrio en atletas de lucha greco, categorías iniciales. *Pod (Revista Cienc y Tecnol en la Cult Física)*. 2020;15(3):577–94.
18. Mackey ER, Riemann BL. Diferencias Biomecánicas entre las Sentadillas ' Split ' Búlgaras y Sentadillas Traseras. *PubliCE [Internet]*. 2021;(21):1–9. Available from: <https://g-se.com/diferencias-biomecanicas-entre-las-sentadillas-split-bulgaras-y-sentadillas-traseras-2862>
19. Vriend I, Gouttebauge V, Finch CF, van Mechelen W, Verhagen EALM. Intervention Strategies Used in Sport Injury Prevention Studies: A Systematic Review Identifying Studies Applying the Haddon Matrix. Vol. 47, *Sports Medicine*. 2017. p. 2027–43.
20. García F. V, Barbado D, Moreno Pérez V, Hernández Sánchez S, Juan Recio C, Elvira JL. Core stability: evaluación y criterios para su entrenamiento. *Rev Andaluza Med del Deport*. 2015;8(3):130–7.
21. Pinzón Ríos ID. Core: Revisión de la literatura, evaluación y abordaje desde la perspectiva fisioterapeuta. *J Chem Inf Model*. 2018;01(01):1689–99.
22. Calatayud J, Casaña J, Martín F, Jakobsen MD, Colado JC, Gargallo P, et al. Trunk muscle activity during different variations of the supine plank exercise. *Musculoskelet Sci Pract [Internet]*. 2017;28:54–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.msksp.2017.01.011>
23. Villaquiran-Hurtado A, Molano-Tobar NJ, Portilla-Dorado E, Tello A. Flexibilidad, equilibrio dinámico y estabilidad del core para la prevención de lesiones en deportistas universitarios. *Univ y Salud Univ nariño*. 2020;22(2):148–56.

Artículo original

**Facilitación neuromuscular propioceptiva en adultos mayores con artrosis de rodilla**  
**Proprioceptive neuromuscular facilitation in older adults with knee osteoarthritis.**

Iván Patricio Valente Anilema\* Gabriela Estefanía Robalino Morales\*\* Jesenia Elizabeth Carrasco\*\*\*.

\*Magister en fisioterapia y rehabilitación mención neuromusculoesquelético,  
Universidad Técnica de Ambato. <https://orcid.org/0000-0001-9005-9476>

\*\*Master en Fisioterapia Neuromusculoesquelética, Universidad Técnica de Ambato. ORCID:  
<https://orcid.org/0000-0002-9301-3411>

\*\*\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelética. UNIVERSIDAD  
TÉCNICA AMBATO. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2225-0110>.  
[patricio41887@gmail.com](mailto:patricio41887@gmail.com)

**Resumen.**

**Introducción:** La artrosis de rodilla, una enfermedad frecuente que afecta a la articulación, producto de la tensión biomecánica, causando dolor, rigidez articular y disminución de la capacidad funcional en adulto mayor, por tanto es importante la aplicación de técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).

**Objetivo:** Aplicar la FNP, para mejorar la condición muscular en los adultos mayores con artrosis de rodilla.

**Materiales y método.** Se realizó una investigación cuasi-experimental, con una población de 26 adultos entre 60 a 70 años de edad del centro gerontológico diurna del GAD Municipal del cantón Colta, el tratamiento fue aplicar la técnica FNP tales como, iniciación rítmica, combinación de isotónicos, inversión de antagonistas y repetición, la información fue recolectada en una encuesta WOMAC, con análisis en el paquete estadístico SPSS y a través de la prueba de WILLCOXON.

**Resultados:** En dolor, en la primera evaluación el 100% de pacientes presento alguna escala de dolor, en cambio, en la segunda evaluación el 26,9% presento poco dolor. En rigidez articular, se pasó de 100% de los pacientes con alguna dificultad en rigidez articular a 61,5% con poca rigidez articular. Y de los 100% de los pacientes que presento alguna dificultad en la capacidad funcional paso a 15,4% de los pacientes con poca dificultad en la capacidad funcional. Para evaluar la efectividad de la técnica se aplicó la prueba de WILCOXON con una significancia de 0,5, con un nivel de confianza del 95% en este caso la diferencia significativa es  $P=0.000$ , es decir, que la hipótesis nula se rechazó.

**Conclusión:** Se evidenció al aplicar una rutina de ejercicios de FNP en adultos mayores mejorías en artrosis de rodilla, en dolor, rigidez articular y en la capacidad funcional, mediante las evaluaciones realizadas antes y después de la intervención.

**Palabras clave:** Artrosis, dolor, rigidez articular.

**Abstrac:**

**Introduction:** Knee osteoarthritis, a common disease that affects the joint, product of biomechanical stress, causing pain, joint stiffness and decreased functional capacity in older adults, therefore it is important to apply proprioceptive neuromuscular facilitation techniques (FNP).

**Objective:** To apply PNF to improve muscle condition in older adults with knee osteoarthritis.

**Materials and method.** A quasi-experimental investigation was carried out, with a population of 26 adults between 60 and 70 years of age from the day gerontological center of the Municipal GAD of the Colta canton, the treatment was to apply the FNP technique such as, rhythmic initiation, isotonic combination, inversion of antagonists and repetition, the information was collected in a WOMAC survey, with analysis in the SPSS statistical package and through the WILLCOXON test.

**Results:** In pain, in the first evaluation 100% of patients presented some scale of pain, on the other hand, in the second evaluation 26.9% presented little pain. In joint stiffness, it went from 100% of the patients with some difficulty in joint stiffness to 61.5% with little joint stiffness. And of the 100% of the patients who presented some difficulty in the functional capacity, it went to 15.4% of the patients with little difficulty in the functional capacity. To evaluate the effectiveness of the technique, the WILCOXON test was applied with a

significance of 0.5, with a confidence level of 95%, in this case the significant difference is  $P = 0.000$ , that is, the null hypothesis was rejected.

Conclusion: When applying a PNF exercise routine in older adults, improvements in knee osteoarthritis, pain, joint stiffness and functional capacity were evidenced, through evaluations carried out before and after the intervention.

Key words: Osteoarthritis, pain, joint stiffness.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

La artrosis de la rodilla es una de las enfermedades musculoesqueléticas más prevalentes en todo el mundo, y una de las principales causas de discapacidad por afecciones en miembros inferiores; considerando el imparable aumento del crecimiento poblacional de adultos mayores, se deben considerar nuevas alternativas eficaces de tratamiento de las complicaciones de la artrosis de rodilla (1). Dentro de los cuales las intervenciones menos invasivas, a base de ejercicios controlados que integren la globalidad de los movimientos de rodilla, como lo es las técnicas de FNP, pretenden reducir la progresión de la patología degenerativa, y mejorar la condición muscular(2), no prioriza un problema en un segmento sino su tratamiento que se dirige a un ser humano en todas sus virtudes(3), por lo tanto estudios realizados con la intervención de la técnica (FNP), demuestran la ganancia tanto en las fuerzas flexora y extensora del miembro inferior con diferentes adaptaciones neuromusculares en los pacientes de edad avanzada(4), ya que cada año se necesita y se requiere nuevas actualizaciones, así enfocar en nuevo estilo de tratamiento de la artrosis de rodilla, a través de los estándares internacionales con juicio clínico y siempre respetando los valores de cada paciente(5).

Según Song et.al, investigaron cuan efectivo es la aplicación de la técnica facilitación neuromuscular propioceptiva para el alivio de dolor, mejorar en rango de movimiento articular, para ello el estudio tuvo una duración de 12 semanas, la intervención fue con movimiento articular pasivo y activo se evaluó un total de 76 ancianos con una edad de 65 años, de cuales 36 ancianos cumplieron con los criterios de inclusión, Los resultados que obtuvieron de acuerdo a las puntuaciones fueron disminución de dolor, aumento el rango articular de la rodilla a través de la metodología de análisis descriptivo (6).

Sin embargo es importante realizar un estudio investigativo sobre la aplicación de la técnica de

facilitación neuromuscular propioceptiva a través de iniciación rítmica, combinación de isotónicos, inversión de antagonistas y repetición, la intervención tendrá una duración de 16 semanas realizando las evaluaciones en la encuesta WOMAC recomendado para la valoración en pacientes con artrosis de la rodilla(7), las cuales será evaluadas en las escalas, ninguna (0), poca (1), bastante (2), Mucho (3), muchísimo (4) (8), por tal razón el objetivo de la investigación es la reproducción de los resultados y orientar a la aplicación de la técnica por cualquier profesional de fisioterapia, sin necesidad de una formación o instrucción adicional; además se encuentra al alcance de cualquier persona que tenga el interés de informarse.

### **Objetivo:**

Aplicar la técnica Facilitación Neuromuscular Propioceptiva en adultos mayores con artrosis de rodilla del centro de atención diurna para el adulto mayor del Gobierno Autónomo Descentralizada Municipal de Cantón Colta.

### **Material y Métodos:**

El presente trabajo de investigación tiene como enfoque cuantitativo de tipo prospectivo cuasi – experimental, por lo que se realizó evaluaciones antes y después de la intervención, la población de estudio no fueron asignados al azar sino el dicho grupo eran intactos y conformados antes del estudio (2). La investigación se realizó en Ecuador – Colta, con una población de 26 adultos mayores del centro gerontológico del Gobierno Autónomo Descentralizado de Cantón Colta, con el fin de determinar la aplicación de la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) en artrosis de rodilla, escogida mediante un muestreo probabilístico. La muestra fue calculada con un margen de error de 5% y un nivel de confiabilidad de 95%, lo que resulta 20 adultos mayores.

Los pacientes incluidos en la investigación fueron desde 60 a 70 años, hombres y mujeres, con dolor, rigidez articular y dificultad en la capacidad

funcional, diagnosticados con artrosis de rodilla, a su vez fueron excluidas, pacientes con problemas osteoarticulares, con cirugía de remplazo de la articulación, cirugía artroscópica, se recogieron dos secciones como variable sociodemográfica edad, sexo, estado civil, la segunda parte como variable de estudio dolor, rigidez articular, capacidad funcional.

Para la recolección de datos se utilizó el cuestionario WOMAC (The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), la versión original consta de 24 ítems, la confiabilidad de acuerdo alfa Cronbach es de 0.92, dividido en tres partes, los cuales son, el dolor con cinco ítems, rigidez con dos ítems y función física con 17 ítem, las cuales será evaluadas en las escalas, ninguna (0), poca (1), bastante (2), Mucho (3), muchísimo (4)(9). Para el análisis de los datos al tratarse de una variable categórica ordinal se aplicó la prueba de Willcoxon que evalúa muestras relacionadas tras un proceso de intervención la regla de decisión fue: si  $P < 0.05$  inferior a este se rechaza la hipótesis, con un paquete estadístico SPSS versión 22. Los participantes para formar parte del estudio firmaron el consentimiento informado aprobado por el comité de Bioética para la investigación en seres humanos de la facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Ambato, la publicación se realiza en revistas científicas pero no expondrá la identidad de los pacientes.

#### Resultados:

A continuación se realiza los resultados que se obtuvo en el proyecto de investigación sobre la aplicación de facilitación neuromuscular propioceptiva, a través de una información sociodemográfica y factores causales en los adultos mayores con artrosis de la rodilla con la encuesta WOMAC, con el paquete estadístico SPSS versión 22, las decisiones estadísticas se tomara a un nivel de significancia del 0.05.

#### Información sociodemográfica.

Se tomó la información la edad, sexo y estado civil de los pacientes.

#### Edad de participantes.

La edad de los pacientes con 60, 62 y 67 años representa el 3,8%, pacientes con 63 y 66 años representa el 7,7% respectivamente, paciente con 68 representa el 19,2%, pacientes con 65 y 70 años representa el 26,9% respectivamente, encontrando en un promedio medio de 65 años con más o menos dos rangos cercanos.

#### Genero de participantes.

Se realizó la intervención con una población de 21 paciente femeninos que representa el 80,8% siendo 5 la población masculina restante que representa el 19,2%.

#### Estado Civil de los participantes.

El estado civil de los pacientes, 26 pacientes incluidos en la investigación que representa el 100% de la población, los 24 pacientes casados representa el 92.3%, mientras 1 paciente soltero representa el 3,8%, y 1 paciente divorciada representa el 3,8%.

Modificaciones clínicas antes y después de una intervención con una rutina de ejercicios de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva en adultos mayores con artrosis de rodilla, mediante la encuesta de WOMAC.

Previo a la intervención con la técnica facilitación neuromuscular propioceptiva se realizó la evaluación del dolor, rigidez y capacidad funcional con la encuesta WOMAC en los adultos mayores con artrosis de rodilla del centro gerontológico del cantón Colta.

#### Evaluación del dolor.

Según análisis de resultados en la Figura #1, con respecto a la distribución porcentual del cuestionario WOMAC acerca del dolor, se observa, los 26 pacientes que representan el 100% de la totalidad del proyecto de investigación, de los cuales en la primera evaluación ningún paciente presenta poco dolor, mientras en la segunda evaluación después de la intervención con la técnica FNP, se observa una mejoría en los 7 pacientes que representan el 26,9% con poco dolor. El presente análisis de resultados corresponde a la segunda evaluación después de la intervención con la técnica FNP en los adultos mayores del centro gerontológico GAD municipal del cantón Colta.

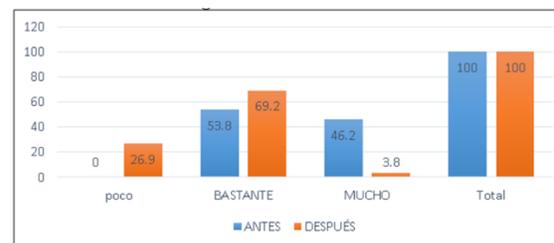


Figura #1. Evaluación del dolor

#### Evaluación de rigidez articular.

Según análisis de resultados en la Figura #2 con respecto a la distribución porcentual del

cuestionario WOMAC acerca de la rigidez articular, se observa, los 26 pacientes que representan el 100% de la totalidad del proyecto de investigación, de los cuales, en la primera evaluación ningún paciente presenta poco rigidez articular, mientras en la segunda evaluación después de la intervención con la técnica FNP, se observa, una mejoría en los 16 pacientes que representan 61,5% que nos indican con poco rigidez articular. El presente análisis de resultados corresponde a la segunda evaluación después de la intervención con la técnica FNP en los adultos mayores del centro gerontológico GAD municipal del cantón Colta



Figura #2. Evaluación de rigidez articular

Evaluación de la capacidad funcional.

Según análisis de resultados en la Figura #3 con respecto a la distribución porcentual del cuestionario WOMAC acerca de la capacidad funcional, se observa, los 26 pacientes que representan el 100% de la totalidad del proyecto de investigación, de los cuales, en la primera evaluación ningún paciente presenta poca capacidad funcional, mientras en la segunda evaluación después de la intervención con la técnica FNP, se observa, una mejoría en los 4 pacientes que representan 15,4% que nos indican con poca dificultad en la capacidad funcional. El presente análisis de resultados corresponde a la segunda evaluación después de la intervención con la técnica FNP en los adultos mayores del centro gerontológico GAD municipal del cantón Colta.



Figura #3. Evaluación de la capacidad funcional

Evaluación de la efectividad de la técnica facilitación neuromuscular propioceptiva en adultos mayores con artrosis de rodilla.

A continuación se realizará la evaluación de la efectividad de la técnica facilitación neuromuscular propioceptiva a través de la prueba de WILCOXON, con un nivel de significancia, cuando es inferior a 0,5 se rechazará la hipótesis nula, mientras si es superior a 0,5 se aceptara la hipótesis nula, en los pacientes adultos mayores del centro gerontológico del GAD Municipal del cantón Colta.

Evaluación de la efectividad de la técnica en dolor, rigidez articular y capacidad funcional.

En la tabla #1, se evalúa la efectividad de la técnica en la cual se aplicó la prueba de WILCOXON con una significancia de 0,5, al tratarse de una prueba no paramétrica, relacionadas, con un nivel de confianza del 95% en este caso se señala diferencia significativa  $P=0.000$ , es decir, que la hipótesis nula se rechaza, esto significa que la técnica facilitación neuromuscular propioceptiva fue efectiva en la intervención del dolor en pacientes adultos mayores con artrosis de rodilla del centro gerontológico del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Colta.

Tabla #1. Prueba de Wilcoxon

Tabla #1. Prueba de Wilcoxon	
	Dolor, Rigidez Articular y capacidad funcional_ DESPUES - y _ANTES
Z	-3,819 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000
a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon	
b. Basado en los rangos positivos.	

Discusión.

A partir de los resultados encontrados en presente proyecto de investigación establece que existe mejorías del dolor, rigidez articular y capacidad funcional en pacientes adultos mayores del centro gerontológico diurna del GAD municipal de cantón colta con artrosis de la rodilla al aplicar la técnica facilitación neuromuscular propioceptiva.

Estos resultados tienen relación con los autores, Chen et.al, en 2019, quienes investigaron en

pacientes adultos mayores con promedio de edad de 60 a 70 años. Estos autores mencionan que aquellos pacientes presentaron mejoría del dolor y rigidez articular en un periodo de un mes del tratamiento fisioterapéutico no quirúrgica, por tal razón este estudio guarda relación con este proyecto de investigación realizada (10).

Pero los autores no concuerdan con el estudio realizada y el presente, ellos mencionan el tratamiento fue en el transcurso de un mes y el siguiente mes no lo hicieron el seguimiento, por tal motivo existió una interrupción en el proceso de la intervención, por el contrario, este proyecto de investigación obtuvo mejores resultados con un periodo de 4 meses de tratamiento con la técnica facilitación neuromuscular propioceptiva.

Por otra parte Song et.al, en 2020 mencionan, la técnica FNP es útil para el tratamiento de la artrosis de rodilla, con ello, se llega al objetivo alivio del dolor, mejorar el rango articular con la finalidad de tener una buena capacidad funcional en los adultos mayores, los autores mencionan, el proceso de la intervención se llevó acabo 12 semanas, a su vez, todas las evaluaciones fueron realizadas a base de puntuación de una encuesta WOMAC, tanto el periodo de tratamiento, la técnica y el instrumento para la recolección de las evaluaciones son acordes con los resultados que se obtuvo en presente estudio en la población del adultos mayor de 60 a 70 años (6).

#### Conclusiones.

En este proyecto de investigación se evidenció la efectividad, al aplicar una rutina de ejercicios de facilitación neuromuscular propioceptiva en adultos mayores, porque demuestran mejorías en artrosis de rodilla, tales, con 69,2% de pacientes presenta alivio del dolor, el 61.5% de pacientes presentan mejorías en rigidez articular y el 76.9% de los pacientes presentan mejorías en la capacidad funcional, mediante las evaluaciones realizadas antes y después de la intervención a través de una encuesta WOMAC.

En el presente proyecto de investigación por medio de la utilización de un paquete estadístico SPSS, en la cual se aplicó la prueba de WILCOXON con una nivel de confianza del 95%, donde existe una diferencia significativa de  $P=0.000$ , es decir, la hipótesis nula se rechaza, esto significa la técnica FNP fue efectiva en la intervención de acuerdo a las evaluaciones realizadas entre la segunda y la primera, lo que nos muestra la mejoría de la artrosis de rodilla en los adultos mayores.

#### Recomendaciones.

Continuar con la misma aplicación de la técnica FNP para el mejoramiento de la artrosis de rodilla por haber demostrado en los resultados de la investigación la efectividad de su aplicación en la población adulta mayor, alivio del dolor, rigidez articular y en la capacidad funcional.

Recomendar a los investigadores utilizar el instrumento para la evaluación de artrosis de rodilla, la encuesta WOMAC, por cumplir los parámetros esenciales así determinar lo antes y después de la evolución de la enfermedad, posteriormente obtener resultados eficaces mediante un análisis estadístico.

Aconsejar a los pacientes durante la investigación, intervención o tratamiento con técnica FNP tener la buena predisposición, el deseo, la buena voluntad de terminar todo el proceso, para lograron resultados en la mejora del dolor, rigidez articular y en la capacidad funcional así lograr buena satisfacción por parte de la población.

#### Bibliografía.

1. Pereira D, Ramos E, Branco J. revista científica da ordem dos médicos osteoarthritis osteoartrite. [Internet]. 2015;28(enero-febrero):99–106. Available from: [www.actamedicaportuguesa.com](http://www.actamedicaportuguesa.com)
2. Hernandez R. metodología de la investigación. sexta edic. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES SADCV, editor. México; 2014. 634 p.
3. Buck SSADBM. PNF in practice. Introd to proprioceptive Neuromuscul Facil. 2008;3aedition(junio):4–302.
4. Fabiana Teixeira de Carvalho, Laiana Sepúlveda de Andrade Mesquita, Rafael Pereira OPN& RAZ. pilates and proprioceptive neuromuscular facilitation methods induce similar strength gains but different neuromuscular adaptations in elderly women. Exp Aging Res [Internet]. 2017;43(26 sep):440–52. Available from: <https://doi.org/10.1080/0361073X.2017.1369624>
5. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC, Arden NK, Berenbaum F, Bierma-Zeinstra SM, et al. oarsi guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. Osteoarthr Cartil [Internet]. 2014;22(15 january):363–88. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joca.2014.01.003>
6. Song Q, Shen P, Mao M, Sun W, Zhang C, Li L. Proprioceptive neuromuscular facilitation improves pain and descending mechanics among

elderly with knee osteoarthritis. *Scand J Med Sci Sport*. 2020;30(9):1655–63.

7. Xie F, Li SC, Roos EM, Fong KY, Lo NN, Yeo SJ, et al. cross-cultural adaptation and validation of singapore english and chinese versions of the knee injury and osteoarthritis outcome score (koos) in asians with knee osteoarthritis in singapore. *Osteoarthr Cartil*. 2006;14(9 de mayo):1098–103.

8. Huang L, Guo B, Xu F, Zhao J. Effects of quadriceps functional exercise with isometric contraction in the treatment of knee osteoarthritis. *Int J Rheum Dis*. 2018;21(5):952–9.

9. López Alonso SR, Martínez Sánchez CM, Romero Cañadillas AB, Navarro Casado F, González Rojo J. Propiedades métricas del cuestionario WOMAC y de una versión reducida para medir la sintomatología y la discapacidad física. *Aten Primaria*. 2009;41(11):613–20.

10. Chen H, Zheng X, Huang H, Liu C, Wan Q, Shang S. the effects of a home-based exercise intervention on elderly patients with knee osteoarthritis: a quasi-experimental study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(9 de Julio):1–11

Artículo original

**Facilitación neuromuscular propioceptiva en adultos mayores con dolor de rodillas**  
**Proprioceptive neuromuscular facilitation in older adults with knee pain.**

Manzano Vinueza Gabriela Cristina\*, Latta Sánchez María Augusta\*\*, Arias Córdova Paúl Adrián\*\*\*

\*Licenciada en Terapia Física. Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0486-3199>

\*\*Licenciada en Terapia Física. Magister en Neuro Rehabilitación. Universidad Andrés Bello. Chile. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8896-9910>

\*\*\* Licenciado en Terapia Física. Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2452-4349>

[gmanzano2518@uta.edu.ec](mailto:gmanzano2518@uta.edu.ec)

**Resumen.**

**Introducción:** El dolor de rodillas es un padecimiento frecuente en la población mayor de 65 años. Los ejercicios realizados con Iniciación Rítmica, Inversiones Dinámicas y Contracción-Relajación, pertenecientes a la técnica Facilitación Neuromuscular Propioceptiva FNP se han sugerido como una alternativa de tratamiento, para disminuir los impactos de este síntoma.

**Objetivo:** aplicar un protocolo de ejercicios con la técnica Facilitación Neuromuscular Propioceptiva para mejorar el rango de movimiento, fuerza muscular y disminuir el dolor en adultos mayores con dolor de rodillas.

**Material y Métodos:** El estudio fue cuasi experimental, de corte transversal y estuvo avalado por el comité de bioética de la Universidad Técnica de Ambato. Participaron veinte adultos mayores previo consentimiento informado, con un rango de edad entre 65 y 80 años provenientes de la parroquia Atahualpa. La recolección de información fue a través de entrevistas y los pacientes fueron evaluados antes y después de la intervención mediante la escala de calificación numérica del dolor, test goniométrico y test de Daniels. El protocolo se aplicó una vez a la semana durante 12 semanas. El análisis estadístico se lo realizó a través del programa SPSS.

**Resultados:** En la evaluación inicial del rango de movimiento de flexión de rodilla izquierda mediante el test goniométrico, el 65% de los pacientes presentaban un movimiento no funcional, cifra que varió al 45% en la evaluación final. El 30% mostraba un movimiento funcional al inicio y al final la cifra aumentó al 50%. En extensión de rodilla izquierda no hubo mayores cambios. En ambos movimientos de rodilla derecha no existieron variaciones mayores. Los rangos Wilcoxon se utilizaron para el análisis de fuerza muscular con test de Daniels tanto para rodilla derecha e izquierda, en cuanto a flexión y extensión se reportan resultados de probabilidad q corresponden a P: 0.14 flexión derecha, p:0.025 extensión derecha, p:0,005 flexión izquierda y p=:0.014 extensión izquierda. Mediante la Escala Numérica se evaluó la intensidad del dolor inicial en rodilla derecha obteniendo que el 20% mostraba un dolor leve y en la evaluación final la cifra aumentó al 50%. Al inicio, un 40% presentaba dolor moderado, al final varió este valor a un 25% y el 35% de pacientes inicialmente calificaban su dolor como intenso que al final disminuyó al 20%. La hipótesis nula se rechazó en 5% para las tres variables.

**Conclusión:** La técnica FNP aplicada en un protocolo de ejercicios aumenta la movilidad, fuerza muscular y disminuye la intensidad del dolor en la población adulta mayor de 65 a 80 años. Futuras investigaciones son necesarias considerando variables o limitaciones que pueden haber intervenido en este estudio.

**Palabras Clave:** Facilitación Neuromuscular propioceptiva, adultos mayores, rodillas, fuerza muscular  
**Abstract.**

**Introduction:** Knee pain is a frequent ailment in the population over 65 years of age. The exercises performed with Rhythmic Initiation, Dynamic Inversions and Contraction-Relaxation, belonging to the Proprioceptive

Neuromuscular Facilitation technique, have been suggested as a treatment alternative to reduce the impact of this symptom.

**Objective:** To apply an exercise protocol with the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation technique to improve range of motion and muscle strength in older adults with knee pain. **Material and Methods:** The study was quasi-experimental, cross-sectional and was approved by the bioethics committee of the Technical University of Ambato. Twenty older adults participated with prior informed consent, with an age range between 65 and 80 years from the Atahualpa parish. Information was collected through interviews and the patients were evaluated before and after the intervention by means of the numerical pain rating scale, goniometric test and Daniels test. The protocol was applied once a week for 12 weeks. Statistical analysis was performed using SPSS software.

**Results:** In the initial evaluation of left knee flexion range of motion using the goniometric test, 65% of the patients had non-functional motion, a figure that varied to 45% in the final evaluation. Thirty percent showed functional movement at the beginning and at the end the figure increased to 50%. In left knee extension there were no major changes. In both right knee movements there were no major variations. The Wilcoxon ranges were used for the analysis of muscle strength with Daniels test for both right and left knee, in terms of flexion and extension, the results of probability  $q$  correspond to  $P: 0.14$  right flexion,  $p:0.025$  right extension,  $p:0.005$  left flexion and  $p=:0.014$  left extension. Using the Numerical Scale, the intensity of initial pain in the right knee was evaluated, obtaining that 20% showed mild pain and in the final evaluation, the figure increased to 50%. At the beginning, 40% presented moderate pain, at the end this value varied to 25% and 35% of patients initially rated their pain as intense, which at the end decreased to 20%. The null hypothesis was rejected at 5% for the three variables. **Conclusion:** The FNP technique applied in an exercise protocol increases muscle mobility and strength in the older adult population aged 65 to 80 years. Future research is necessary considering variables or limitations that may have intervened in this study.

**Key words:** Proprioceptive neuromuscular facilitation, older adults, knees, muscle strength.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado:12-09-2021

### **Introducción.**

El dolor de rodilla o gonalgia es uno de los principales problemas que aquejan a la población adulta mayor y está relacionado con artrosis, definida como una patología cuya principal característica es la degeneración del cartilago articular. La debilidad muscular, rigidez, disminución en el rango de movimiento y limitación funcional son manifestaciones clínicas que están asociadas a la intensidad con la que actúe el dolor, este último es el principal responsable del desacondicionamiento físico y de la restricción en la calidad de vida de la población mayor a los 65 años (1). La rodilla es la articulación que más se afectada a causa de artrosis, seguida por la cadera y las manos (2). Ante la presencia de dos fenómenos mundiales, el envejecimiento poblacional y el aumento de la esperanza de vida, es oportuno atender las necesidades de la población adulta mayor, limitada en sus capacidades físicas y restringida en su integración a causa del dolor (3,4).

El uso de técnicas de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) es una alternativa de tratamiento de rehabilitación para la gonalgia que permite mantener la movilidad articular y la fuerza muscular a través de movimientos

diagonales y espirales, además facilita patrones de movimientos normales con mayor coordinación, fuerza, movilidad y estabilidad; activando propioceptores que generan una mejor respuesta motora (5). La aplicación de un protocolo de FNP detallado y secuenciado para su propósito mediante tres técnicas: Iniciación Rítmica, Inversiones Dinámicas y Contracción-Relajación aporta con información específica sobre este método, a diferencia de la descripción generalizada que se encuentra disponible en varias investigaciones previas. En relación a la fuerza muscular, que está dentro de las capacidades físicas además de la flexibilidad y la rapidez, Bueno (et. al) 2015, demostró que la FNP, es superior para el desarrollo de las capacidades físicas en comparación a los métodos tradicionales en personas que practican actividad física con fines de salud (6). Silva (eat. al) 2015 ratifica la eficacia de este método en el entrenamiento para ganar fuerza muscular en la población adulta mayor en general, se llegó a esta conclusión, al culminar 15 sesiones de entrenamiento en la extremidad inferior con dos diagonales de FNP en participantes femeninas de 60 a 70 años(7).

**Objetivo**

Aplicar un protocolo de ejercicios con la técnica Facilitación Neuromuscular Propioceptiva para mejorar el rango de movimiento, fuerza muscular y disminuir el dolor en adultos mayores con dolor de rodillas.

#### Material y Métodos:

Intervención de tipo Cuasi Experimental, de corte transversal en 20 adultos mayores con un rango de edad entre 65 y 80 años, provenientes de la parroquia Atahualpa. Entre los criterios de inclusión están: adultos mayores hombres y mujeres activos físicamente que presenten dolor en una o ambas rodillas que no reciban tratamiento fisioterapéutico, por el contrario, se excluyen a adultos mayores con enfermedades no controladas como insuficiencia cardíaca y renal y ciertos tipos de cáncer. Se añaden inflamaciones del sistema musculoesquelético en fase aguda, que comprometan los miembros inferiores, deformidades importantes en rodillas por artrosis severa, pacientes con cirugía reciente de rodilla y adultos mayores con nivel medio o alto de deterioro cognitivo. El muestreo fue no aleatorio, se obtuvo el consentimiento informado de cada participante y se respetó la confidencialidad en el transcurso de la investigación. Para la recolección de datos se utilizó: la entrevista conformada por variables sociodemográficas de edad, sexo y ocupación, además de tres instrumentos de evaluación aplicados al inicio y al final de la intervención: El primero fue la escala de calificación numérica para evaluar la intensidad del dolor, seleccionada por su fácil comprensión y aplicabilidad en dolor crónico. El test Goniométrico para medir los ángulos que presenta la articulación de la rodilla y finalmente el test de Daniels para medir la fuerza muscular. Estos instrumentos han sido validados internacionalmente. Para el cumplimiento de la investigación se requirió espacio libre en el domicilio de cada adulto mayor de al menos 2x2 metros y se utilizó una camilla portátil. Dentro del equipo de bioseguridad utilizado por la fisioterapeuta se encuentran: mascarilla, visor, traje de protección, alcohol y toallas desinfectantes desechables. La aplicación del protocolo de ejercicios con FNP tuvo una duración promedio en cada sesión de treinta a cuarenta minutos, la frecuencia con la que se trabajó fue de una vez a la semana, por un tiempo total de intervención de doce semanas. Se utilizaron tres técnicas de FNP, cada cuatro semanas se modificaba su aplicación en el siguiente orden: La primera técnica ejecutada fue

Iniciación Rítmica, se trabajó con las diagonales Flexión, Abducción y Rotación Interna - Extensión, Aducción y Rotación Externa, Flexión, Aducción y Rotación Externa - Extensión, Abducción y Rotación Interna, Flexión, Abducción y Rotación Interna flexionando la rodilla - Extensión, Aducción y Rotación Externa extendiendo la rodilla, Flexión, Aducción y Rotación Externa flexionando la rodilla - Extensión, Abducción y Rotación Interna extendiendo la rodilla. Se inició con diez repeticiones en cada miembro y se fue sumando en cada intervención una diagonal. Para la cuarta semana las dos primeras diagonales se repitieron ocho veces y las dos diagonales restantes cinco repeticiones en cada miembro. Durante las cuatro semanas siguientes, se aplicó la técnica Inversiones Dinámicas en las diagonales de flexión - abducción - rotación interna con flexión de rodilla hacia la extensión - aducción - rotación externa con extensión de rodilla en la quinta semana y, flexión - aducción con flexión de rodilla hacia la extensión - abducción con extensión de rodilla en la sexta semana, diez repeticiones y ofreciendo resistencia al último patrón de cada diagonal. La resistencia aplicada fue progresiva de acuerdo a la tolerancia del paciente y se trabajó de igual manera en la extremidad contralateral. Para la séptima semana, se mantuvo la rutina de ejercicios aplicados en la semana previa, con la diferencia en el número de repeticiones, fueron cinco. Seguidamente, en ambas diagonales se aplicó resistencia a todos los patrones de movimiento, con el cambio de presa y consigna necesarios. Diez repeticiones. En la Octava semana se resistieron todos los patrones de movimiento de las dos diagonales. 15 repeticiones. En las cuatro últimas semanas se trabajó con la técnica Contracción-Relajación en las dos diagonales, con un tiempo de contracción de ocho segundos y repitiendo su ejecución a partir de la nueva amplitud de movimiento lograda. En la semana nueve se realizó la contracción de la musculatura antagonista de la diagonal de flexión - abducción con flexión de rodilla, diez repeticiones. En la décima semana se añadió la contracción de la musculatura antagonista de la diagonal extensión - aducción con extensión de rodilla por cinco repeticiones. Se prosiguió a ejercitar conjuntamente patrones agonistas y antagonistas con aplicación de contracciones alternas sin relajación a través de toda la amplitud articular de la extremidad por diez repeticiones. Para las dos últimas semanas de intervención se trabajó con la diagonal flexión - aducción con

flexión de rodilla - extensión - abducción con extensión de rodilla conservando el procedimiento efectuado en las dos semanas anteriores. El análisis estadístico se lo realizó mediante el programa informático SPSS versión 25.

**Resultados.**

En base a la aplicación de tres instrumentos de evaluación: escala de calificación numérica, test Goniométrico y test de Daniels para la valoración de intensidad de dolor, rango de movimiento y fuerza muscular respectivamente se obtuvieron los siguientes resultados:

Se evidencia un mejor rango en el movimiento de flexión de rodilla izquierda, adultos mayores

alcanzaron un movimiento funcional después de la aplicación del protocolo de ejercicios, lo que no ocurre en flexión de rodilla derecha y extensión bilateral, donde los datos no presentan variaciones Tabla 1.

Para flexión de rodilla, un movimiento corresponde al criterio de no funcional si su medición es inferior a 90°. Por el contrario, es funcional si supera los 90°.

Para extensión de rodilla, un movimiento corresponde al criterio de No funcional si su medición es inferior a 10°. Por el contrario, es Funcional si supera los 10°.

Tabla 1. Test Goniométrico de rodilla derecha e izquierda

<b>Rodilla Derecha</b>		<b>Flexión inicial</b>	<b>Flexión Final</b>	<b>Extensión Inicial</b>	<b>Extensión Final</b>
Válido	<b>NO FUNCIONAL</b>	50% (10)	50% (10)	95% (19)	95% (19)
	<b>FUNCIONAL</b>	45% (9)	45% (9)		
	<b>Total</b>	95% (19)	95% (19)	95% (19)	95% (19)
*Perdidos	Sistema	5% (1)	5% (1)	5% (1)	5% (1)
<b>Rodilla Izquierda</b>		<b>Flexión inicial</b>	<b>Flexión Final</b>	<b>Extensión Inicial</b>	<b>Extensión Final</b>
Válido	<b>NO FUNCIONAL</b>	65% (13)	45% (9)	95% (19)	95% (19)
	<b>FUNCIONAL</b>	30% (6)	50% (10)	95% (19)	95% (19)
	<b>Total</b>	95% (19)	95% (19)	95% (19)	95% (19)
*Perdidos	Sistema	5% (1)	5% (1)	5% (1)	5% (1)

\*se registra 1 participante perdido en cada rodilla porque no se le realizó la evaluación respectiva.

Tabla 2. Test de Daniels de rodilla derecha e izquierda

<b>Rodilla Derecha</b>		<b>Flexión Inicial</b>	<b>Flexión Final</b>	<b>Extensión Inicial</b>	<b>Extensión Final</b>
Válido	MAL	50% (10)	45% (9)	55% (11)	50% (10)
	REGULAR	35% (7)	15% (3)	30% (6)	15% (3)
	BIEN	10% (2)	35% (7)	10% (2)	30% (6)
	<b>Total</b>	95% (19)	95% (19)	95% (19)	95% (19)
*Perdidos	Sistema	5% (1)	5% (1)	5% (1)	5% (1)
<b>Rodilla Izquierda</b>		<b>Flexión Inicial</b>	<b>Flexión Final</b>	<b>Extensión Inicial</b>	<b>Extensión Final</b>
Válido	MAL	60% (12)	35% (7)	60% (12)	45% (9)
	REGULAR	25% (5)	35% (7)	25% (5)	25% (5)
	BIEN	10% (2)	25% (5)	10% (2)	25% (5)
	<b>Total</b>	95% (19)	95% (19)	95% (19)	95% (19)
*Perdidos	Sistema	5% (1)	5% (1)	5% (1)	5% (1)

Tanto en rodilla derecha como izquierda, en los cuatro movimientos valorados se incrementó la fuerza muscular, es decir, aumentó el número de

participantes que alcanzaron un criterio de evaluación de BIEN y disminuyeron los pacientes con un criterio de MAL posterior a la intervención Tabla 2.

El test de Daniels comprende dos tipos de puntuación: numérica y cualitativa que abarcan seis criterios. En base a la evaluación inicial y final realizada, se trabajó con tres criterios: Músculo de grado 2 (MAL), músculo de grado 3 (REGULAR) y músculo de grado 4 (BIEN).

Respecto al dolor, en rodilla derecha e izquierda, la mayoría de los participantes inicialmente calificaron su dolor como moderado y al finalizar la intervención, la intensidad de su dolor disminuyó, y fue calificado como leve Gráfico 1.

En la escala de calificación numérica: Leve obedece a la puntuación del 1 al 3. Moderado: del 4 al 6 e Intenso del 7 al 10.

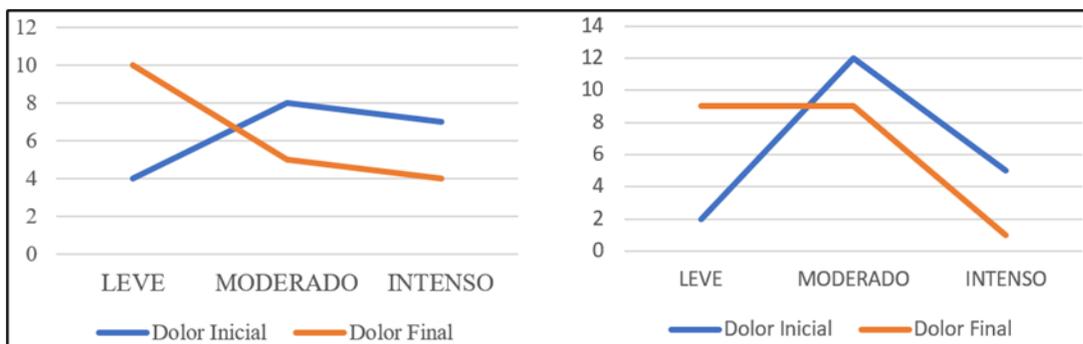


Gráfico 1. A. Rodilla Derecha

B. Rodilla Izquierda

Tabla 3. Comprobación de Hipótesis

	Goniometría	Fuerza Muscular	Dolor
<b>Flex. Rodilla Derecha Inicial- Final</b>	p=0.000	P: 0.14	p: 0.003
<b>Ext. Rodilla Derecha Inicial- Final</b>	p=0.002	p:0.025	
<b>Flex. Rodilla Izquierda Inicial- Final</b>	p=0.000	p:0,005	p= 0.000
<b>Ext. Rodilla Izquierda Inicial- Final</b>	p=0,001	p=:0.014	

Se realizó el chi-cuadrado de los tres instrumentos de evaluación en relación a la edad, sexo y ocupación, sin embargo, los resultados no fueron significativos.

Para la comprobación de hipótesis se trabajó con la prueba t de student para el rango articular y a través de los rangos Wilcoxon la fuerza muscular y la intensidad del dolor. Tabla 3.

La hipótesis nula se rechazó para las tres variables y se demuestra que la aplicación de un protocolo de ejercicios con FNP mejora el rango de movimiento, fuerza muscular y disminuye la intensidad de dolor en adultos mayores con dolor de rodillas

#### Discusión.

La Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) como técnica utilizada para ganar fuerza y movimiento, ha sido puesta en práctica en varios estudios con la participación de adultos mayores en quienes predomina la gonartrosis (8). Uno de

los resultados de esta investigación señala que la fuerza muscular de las rodillas en sus movimientos de flexión y extensión mejora después de la aplicación de un protocolo de ejercicios con FNP con una frecuencia de una vez por semana durante 12 semanas. Esto se corrobora con lo expuesto por Pereira (et.al) (9) quienes evaluaron los efectos de un programa de ejercicios de FNP en adultos mayores tomando en cuenta la respuesta del rendimiento neuromuscular e isométrico y en 10 semanas con 3 intervenciones por semana lograron mejorar el torque de extensión de rodilla e incrementar la fuerza de los extensores de esta articulación. Esta información guarda coherencia con el estudio de Cesário (et.al) que concluye que la técnica FNP practicada en adultas mayores, incrementa la fuerza muscular del cuádriceps en doce semanas con una frecuencia de tres veces a la semana(10). Teixeira (et.al) en 2017 comprobó que los métodos Pilates y FNP mejoran la fuerza de los músculos de la

rodilla en adultas mayores. Cada programa con el respectivo método duró alrededor de 50 minutos por sesión, tres veces por semana durante un mes. La progresión de los ejercicios en ambos programas fue semejante a la desarrollada en el actual estudio, porque la resistencia, complejidad y repeticiones fueron incrementándose paulatinamente(11).

Entre los efectos de la aplicación de técnicas de FNP se encuentran el aumento del rango del movimiento articular y la disminución del dolor, en este estudio se lograron ambos, cumpliendo con un tiempo promedio de 30 a 40 minutos por sesión. En la medición de flexión de rodillas se evidencian buenos progresos y en lo referente al dolor, su intensidad disminuyó considerablemente. Estos resultados son similares a los alcanzados por Ochianá en el año 2017, quien determinó que las técnicas neuromusculares propioceptivas aplicadas en fase inicial de gonartrosis alivian el dolor e incrementan la fuerza, movilidad y estabilidad de la rodilla (12).

En el estudio de Ochianá, el tiempo de intervención fue de 35 min y la frecuencia de 3 sesiones por semana durante 6 meses. Los instrumentos utilizados para la evaluación fueron: anamnesis, Escala Visual Analógica, pruebas articulares, pruebas musculares y evaluación global de la rodilla. Dichos instrumentos son semejantes a los aplicados en esta investigación.

En lo referente a la ocupación de los participantes, estudios previos no señalan alguna relación con la FNP o el dolor de rodillas. Esta investigación ha demostrado que los adultos mayores que realizan actividades domésticas y de agricultura presentan gonalgia asociada a gonartrosis. Cabe mencionar que se evidenció una mejoría en la movilidad de la articulación de la rodilla tanto derecha e izquierda en la mayoría de los pacientes, sin embargo, los datos tuvieron estadísticamente mayor significancia para flexión de rodilla izquierda, esto se atribuye a que en flexión de rodilla derecha y extensión bilateral existieron mejoras que no alcanzaron a ser diferenciadas entre movimiento no funcional y movimiento funcional.

La implicación práctica se evidenció constatar que todos los estudios dados a conocer únicamente mencionan el uso de la FNP, más no detallan su aplicación, a diferencia de las tres técnicas ampliamente desarrolladas en esta investigación, cada una ejecutada por cuatro semanas y presentada con sus pertinentes indicaciones.

Finalmente, la metodología planteada en este estudio permite demostrar resultados relevantes y que guardan correspondencia con la literatura

disponible. Existe similitud en los efectos conseguidos con varias investigaciones pese a las diferencias en la frecuencia de intervención; lo que sugiere que el incremento en el número de sesiones semanales, sería un indicador que garantiza resultados más significativos.

#### Conclusiones.

La aplicación de un protocolo de ejercicios con tres técnicas de FNP: iniciación rítmica, inversiones dinámicas y contracción-relajación, aumenta la movilidad, fuerza muscular y disminuye la intensidad del dolor en la población adulta mayor de 65 a 80 años con dolor de rodillas, posterior a 12 semanas de intervención.

Dentro de las limitaciones del estudio se considera por ejemplo el hecho de que a causa de la pandemia se aplicó el protocolo una sola vez por semana.

Se recomienda replicar este protocolo de ejercicios fisioterapéuticos en un mayor número de participantes, para diversificar hallazgos y referencias, además, la FNP es de ejecución sencilla, accesible económicamente y de bajo riesgo para la salud, por lo tanto, se recomienda su práctica no solo para tratamiento sino también en programas preventivos que permitan mejorar la calidad de vida de la población que supera los 65 años.

#### Referencias Bibliográficas.

1. López CAÁ, Soto-Carrasco SR, Lorenzo Y de la CG. Dolor en la Artrosis de Rodilla. *Rev Chil Ortop y Traumatol.* 2019;60(03):106–11.
2. Hunter DJ, Bierma-Zeinstra S. Osteoarthritis. *Lancet.* 2019;3(9):1745–59.
3. PAHO, OMS. OPS Plataforma de Información en Salud para las Américas [Internet]. Organización Mundial de la Salud. Acción multisectorial para un enfoque de curso de vida para el envejecimiento saludable: proyecto de estrategia global y plan de acción sobre envejecimiento y salud. 2016. p. Asamblea Mundial de la Salud, Ginebra. Available from: [http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA69/A69\\_17-en.pdf](http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA69/A69_17-en.pdf).
4. Santos MG dos, Damiani P, Marcon ACZ, Hauptenthal A, Avelar NPC de. Influence of knee osteoarthritis on functional performance, quality of life and pain in older women. *Fisioter em Mov.* 2020;33:1–9.
5. Bertinchamp U. Concepto FNP: facilitación neuromuscular propioceptiva (método Kabat-Knott-Voss). *EMC - Kinesiterapia - Med Física.* 2017;3(4):1–13.

6. Bueno E, Gonzalez S, Aparicio D, Aloma G. La facilitación neuromuscular propioceptiva en la mejora de algunas capacidades físicas. *Rev Digit Buenos Aires*. 2015;204(1):1–10.
7. Silva EB da, Pin A dos S, Silva Filho M da. Changes in muscle strength in elderly women after proprioceptive neuromuscular facilitation based training. *Fisioter em Mov*. 2015;2(4):357–63.
8. Gordo YM, Ra D, Hern D, Actividad E, Neuro E, Sas R. Beneficios de la rehabilitación física en adultos mayores con gonartrosis. 2020;16:1–10.
9. Pereira MP, Gonçalves M. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Improves Balance and Knee Extensors Strength of Older Fallers. *ISRN Rehabil*. 2012;20(4):1–7.
10. Cesário DF, Mendes GB da S, Uchôa ÉPBL, Veiga PHA. Proprioceptive neuromuscular facilitation and strength training to gain muscle strength in elderly women. *Rev Bras Geriatr e Gerontol*. 2014;17(1):67–77.
11. Teixeira de Carvalho F, de Andrade Mesquita LS, Pereira R, Neto OP, Amaro Zangaro R. Pilates and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Methods Induce Similar Strength Gains but Different Neuromuscular Adaptations in Elderly Women. *Exp Aging Res*. 2017;28(9):440–52.
12. Ochiană Gabriela. The Role of Facilitation Techniques in Gonarthrosis Recovery. 2017;XVIII(2):83–100.

Artículo original

**Técnica de liberación miofascial en puntos gatillo del trapecio para dolor cervical**  
**Myofascial release technique at trapeze trigger points for cervical pain.**

Cecilia Natividad Guamán Capito\*, Sonia Alexandra Álvarez Carrión\*\*, Carmen Viteri-Robayo\*\*\*, Cynthia Elizabeth Pilco Toscano\*\*\*\*, Carlos Guamán Capito \*\*\*\*\*Ángel Patricio Ipiales Estrella\*\*\*\*\*

\*Magister en Fisioterapia Y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6255-0206>

Universidad Técnica de Ambato

Hospital Básico Dr. Eduardo Montenegro

\*\*Magister en fisioterapia y Rehabilitación mención Neuromusculoesquelético

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9439-2257>

Universidad Técnica de Ambato

\*\*\*PhD en Investigación Interdisciplinaria

Universidad Técnica de Ambato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2780-8790>

\*\*\*\*Magister en fisioterapia y Rehabilitación mención Neuromusculoesquelético

Universidad Técnica de Ambato

Universidad Estatal de Bolívar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3201-0441>

\*\*\*\*Estudiante de la Carrera en Ingeniería en Gestión de Riesgos y Desastres

Universidad Estatal de Bolívar

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-4727-962X>

\*\*\*\*\*Estudiante de la Carrera de Terapia Física

Universidad Técnica de Ambato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5600-8122>

cecicg1901@gmail.com

**Resumen.**

Introducción: La Cervicalgia causa dolor de cuello como consecuencia de nódulos palpables denominados puntos gatillo, los cuales pueden ser tratados mediante la técnica de liberación miofascial.

Objetivo: Determinar la efectividad de la aplicación de la técnica de liberación miofascial sobre el punto gatillo del músculo trapecio para aliviar el dolor cervical.

Material y métodos: Investigación de tipo descriptivo longitudinal, cuasiexperimental, para determinar la efectividad de la técnica de liberación miofascial. Se analizó los datos de forma numérica, antes y después de la aplicación del tratamiento de rehabilitación. Se empleó la escala analógica visual del dolor (EVA), para determinar y diferenciar el grado de intensidad; el cuestionario del índice de discapacidad de cuello con el que identificamos el dolor cervical, y cómo éste puede interferir en las actividades de la vida diaria; otro instrumento aplicado fue el test goniómetro para determinar el grado de función a nivel cervical. La muestra estuvo constituida por 27 pacientes, con edad promedio de  $33,59 \pm 8,19$  años. Para el análisis de los resultados se utilizó el sistema informático SPSS versión 21.0. La estadística fue univariada para las variables sociodemográficas, y bivariada para la comparación longitudinal. Los niveles de significancia adoptados fue 0.05 para las comparaciones generales del control interno.

Resultados: La media de las valoraciones EVA pasó de  $7,59 \pm 1,37$  antes del tratamiento terapéutico a  $2,22 \pm 1,48$  después del tratamiento; el índice de discapacidad de cuello cambió de  $32,59 \pm 4,81$  al inicio del estudio a  $14,48 \pm 2,74$  después de la terapia; mientras que, todas las mediciones con el goniómetro en los movimientos de flexión y extensión mejoraron de un 50 % de limitación a un 85 % de función, aumentando el rango articular en todos sus movimientos después de la aplicación del protocolo de rehabilitación en donde

incluía la terapia de liberación miofascial, indicando mayor movilidad del cuello. Todos los cambios fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ).

Conclusión: La técnica de liberación miofascial es efectiva para la reducción del dolor cervical.

Palabras Clave: Liberación Miofascial, Trapecio, Puntos Gatillo, Índice de Discapacidad del cuello.

#### Abstract

Introduction: Cervicalgia causes neck pain as a consequence of palpable nodules called trigger points, which can be treated using the myofascial release technique.

Objective: To determine the effectiveness of the application of the myofascial release technique on the trigger point of the trapezius muscle to relieve neck pain.

Material and methods: it was of a longitudinal descriptive type, to determine the effectiveness of the myofascial release technique and quantitative approach, for which the data was analyzed numerically, before and after the application of the rehabilitation treatment. It was considered to evaluate the visual analog scale of pain (VAS), to determine and differentiate the degree of intensity, the questionnaire of the neck disability index, with which we identify how neck pain can interfere with activities of daily life, and with the goniometer to determine the degree of function at the cervical level.

The sample consisted of 27 patients, with an average age of  $33.59 \pm 8.19$  years.

For the analysis of the results, the SPSS version 21.0 computer system was used. Statistics were univariate for sociodemographic variables, and bivariate relational for longitudinal comparison. The levels of significance adopted were 0.05 for the general comparisons of the internal control.

Results: The mean of the VAS evaluations went from  $7.59 \pm 1.37$  before the therapeutic treatment to  $2.22 \pm 1.48$  after the treatment; the neck disability index changed from  $32.59 \pm 4.81$  at the start of the study to  $14.48 \pm 2.74$  after therapy; while, all measurements with the goniometer in the flexion and extension movements improved from a 50% limitation to an 85% function, increasing the joint range in all its movements after the application of the rehabilitation protocol which included the myofascial release therapy, indicating increased neck mobility. All changes were statistically significant ( $p < 0.05$ ).

Conclusion: The myofascial release technique is effective for reducing neck pain.

Key Words: Myofascial Release, Trapezius, Trigger Points, Neck Disability Index.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

#### Introducción.

El dolor cervical (DC) es un problema común, a menudo conduce a implicaciones considerables para la salud y la calidad de vida(1). Al menos un 80% de las personas han experimentado un dolor de cuello a lo largo de su vida, entre el 30% y el 50% de la población adulta general lo padece cada año(2). El DC se asocia con alteraciones posturales, (3), los músculos esternocleidomastoideo, suboccipital, esplenio y trapecio suelen alojar los puntos gatillos responsables del dolor de cabeza y cuello; el músculo trapecio es el más afectado(4). Además, los pacientes con dolor de cuello tienen la tasa más alta de puntos gatillos(5).

Los puntos gatillos miofasciales son nódulos palpables hipersensibles localizados en una banda tensa, cuando estos están activos, pueden referir un aumento de la tensión muscular, restricción del rango de movilidad, debilidad muscular, fatiga, por lo cual es recomendable saber identificar los

diversos factores para poder realizar un buen diagnóstico(6)

Actualmente la mayoría de los tratamientos para el dolor cervical se basan en observaciones anecdóticas y métodos empíricos. Algunos estudios, establecieron que, la técnica de liberación miofascial, la terapia manual y los ejercicios fisioterapéuticos son las únicas intervenciones que brindan beneficios clínicamente significativos en relación con los tratamientos convencionales.(7) Los métodos implementados para tratar el dolor cervical debido a la presencia de los puntos gatillos miofasciales incluyen, termoterapia, crioterapia, punción seca, estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS), inyecciones de esteroides, ultrasonidos terapéuticos, masajes, estimulación galvánica, tracción cervical y relajantes musculares(8). Sin embargo, la mayoría de estos métodos de tratamiento carecen de evidencia con respecto a su eficacia para desactivar los puntos gatillos y disminuir el dolor de cuello.(9)

La técnica de liberación miofascial (TLM) es una forma de terapia manual que implica el estiramiento de baja carga y larga duración del complejo miofascial, cuyo objetivo es restaurar la longitud óptima, disminuir el dolor y mejorar la función(10). Los médicos miofasciales creen que, al restaurar la longitud y la salud del tejido conectivo restringido, se puede reducir el dolor muscular, aumentar la extensibilidad de la unión musculo tendinosa, optimizar el rango de movimiento cervical, disminuir la hipertonicidad neuromuscular, mejorar la eficiencia neuromuscular y corregir el desequilibrio muscular. El fundamento de esta técnica se basa a varios estudios que investigaron las propiedades plásticas, viscoelásticas y piezoeléctricas del tejido conectivo (11)

Se ha demostrado que la TLM es mejor que la terapia manual para liberar el área de movilidad fascial deteriorada y mejorar la percepción del dolor durante un período corto en personas con dolor cervical inespecífico(12)

La mayoría de las investigaciones realizadas hasta la fecha han respaldado la eficacia de la TLM en el tratamiento de los puntos gatillo. Sin embargo, no hay estudios publicados que brinden resultados a favor de la TLM, y aún no se han determinado los beneficios a largo plazo(13)

#### Objetivo

Determinar la efectividad de la aplicación de la técnica de liberación miofascial sobre el dolor, la incapacidad y la amplitud de movimiento cervical en pacientes de 20 a 50 años que asisten al Hospital Básico Eduardo Montenegro, julio-diciembre de 2020.

#### Material Y Métodos

Se realizó una investigación de tipo descriptivo longitudinal, en el Cantón Chillanes, Provincia de Bolívar. Entre Julio- diciembre del 2020, se reclutaron un total de 30 pacientes voluntarios, que fueron referidos al Área de Rehabilitación del Hospital Básico Dr. Eduardo Montenegro, por presentar un dolor a nivel cervical. Antes del inicio del estudio, se presentó los objetivos del estudio al comité de Bioética del Hospital, aprobado y aceptado, se mantuvo una reunión con los participantes y se explicó claramente objetivos y los procedimientos del estudio a los cuales iban a estar sujetos durante el tiempo de aplicación del protocolo preestablecido, los que estuvieron de acuerdo firmaron el consentimiento informado,

mismo que fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad Técnica de Ambato. Se obtuvo una muestra de un total de 27 participantes, 3 de ellos abandonaron el estudio.

Los criterios de inclusión fueron pacientes del grupo de edad entre 20 a 50 años que refirieran dolor de cuello al menos durante los 6 últimos meses; pacientes con rigidez articular de la columna cervical, contracturas musculares a nivel del músculo trapecio. Los criterios de exclusión fueron personas con síndrome de fibromialgia (criterios de la American College of Rheumatic), otras intervenciones en puntos gatillos miofasciales, antecedentes traumatismos o infecciones, hernias discales cervicales, enfermedades degenerativas, artrosis cervical y mujeres embarazadas de alto riesgo.

El programa de tratamiento duro tres meses, 4 sesiones a la semana, 40 minutos por sesión. Todos los participantes fueron intervenidos mediante la aplicación de compresa Caliente durante 10 minutos, aplicación de la técnica de liberación miofascial durante 12 minutos, Ejercicios de Charieri (dos ejercicios por cada movimiento). Los pacientes fueron evaluados antes y después del tratamiento a través del Índice de Discapacidad Cervical o Neck Disability Index (NDI) (14), la escala visual analógica (EVA) y se evaluó la goniometría del segmento cervical.

Para el análisis de los resultados se utilizó el sistema informático SPSS versión 21.0 para Windows en español (IBM Corp. Released 2012, 2012).

Para la comprobación de la hipótesis se utilizó chi cuadrado con un margen de error del 5%, dando el 95% de confiabilidad en los resultados estadísticos del estudio. Los datos sociodemográficos univariados fueron analizados con la prueba de wilcoxon.

#### Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos tras el empleo de diferentes técnicas aplicadas para la valoración del dolor cervical

Análisis estadístico de la aplicación antes y después de la terapia: Escala de Valoración del Dolor “EVA”

El 40,7% de los participantes, tiene un grado de dolor con una numeración de 7 antes de la intervención, un 22,2% un grado de 8 y el 18,5% un Grado de Dolor de Eva de 9. El promedio de la

valoración fue de 7,59 y una desviación estándar de 1,37.

El 40,7% de los pacientes valoró visualmente el dolor en 2 después de la terapia; seguido de un 14,8% que asignó un EVA de 0 o ausencia absoluta de dolor. El promedio de la valoración fue de 2,22 y una desviación estándar de 1,48. (Figura 1)

Análisis estadístico de la aplicación antes y después de la terapia: Escala de Valoración del Índice de la Discapacidad.

En la Valoración Inicial el 63, 0% de los participantes conllevan a discapacidad severa para cuello, mientras que el 29,6 % refiere el calificador de incapacidad completa. Se aplicó la valoración final en donde representa que el 51,9% presenta discapacidad leve, y el 48,1% discapacidad, moderada. (Tabla1)

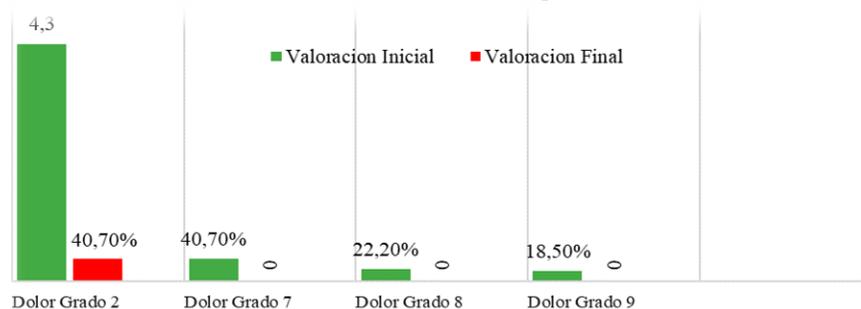


Figura 1 escala del dolor EVA

Tabla 1. Aplicación de la Escala de Valoración del Índice de la Discapacidad.

Índice de discapacidad Rangos	Valoración inicial Frecuencia	Valoración Inicial Porcentaje	Valoración Final Frecuencia	Valoración Final Porcentaje
Discapacidad Leve	0	0	14	51,9%
Discapacidad Moderada	2	7,4%	13	48,1%
Discapacidad Severa	17	63,0%	0	0
Incapacidad Completa	8	29,6%	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100,0%</b>	<b>27</b>	<b>100,0%</b>

Tabla 2 Estadística descriptiva acerca del índice de discapacidad

Summary Data				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Índice de Discapacidad del Cuello (antes de la terapia)	27	32,59	4,81	0,926
Índice de Discapacidad del Cuello (después de la terapia)	27	14,48	2,74	0,527

Independent Samples Test					
	Mean Difference	Std. Error Difference	t	Df	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	18,110	1,066	16,993	52,000	<0,001
Equal variances not assumed	18,110	1,066	16,993	41,219	<0,001

La prueba t-Student permite concluir que existen diferencias significativas entre las medias observadas para el Índice de Discapacidad del Cuello antes de la terapia (32,59) y después de la misma (14,48), dado que el p-valor es inferior a 0,001, que se encuentra por debajo del nivel de significancia de 0,05. (Tabla 2)

Análisis estadístico de la Valoración del test musculoesquelético antes y después de la terapia: Goniometría

A partir de la medición con el goniómetro antes de la realización de la terapia, se tiene que el mayor promedio se observó para la rotación izquierda con 29,6, mientras que la menor media se apreció en la desviación lateral izquierda. - Las mediciones realizadas con el goniómetro después de la terapia establecen que, las medias más altas se observaron para las desviaciones laterales derecha e izquierda con un promedio de 40,4; mientras que, la menor media se encontró en flexión de cuello (Tabla 3).

Tabla 3 Test Goniométrico para la valoración del test musculoesquelético

Estadísticos	Flexión de cuello		Extensión de cuello		Desviación lateral Derecha		Desviación lateral Izquierda		Rotación derecha		Rotación izquierda	
	A*	D**	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Media	27,8	33,5	26,9	34,3	28,9	40,4	22,6	40,4	29,1	36,9	29,6	37,6
Mediana	30,0	35,0	25,0	35,0	30,0	40,0	25,0	40,0	30,0	40,0	30,0	40,0
Desvest	2,53	2,33	2,46	1,81	2,12	4,58	2,55	4,58	4,17	3,96	4,58	4,88
Rango	5	5	5	5	5	15	5	20	15	10	15	20
Mínimo	25	30	25	30	25	30	20	25	20	30	20	25
Máximo	30	35	30	35	30	45	25	45	35	40	35	45

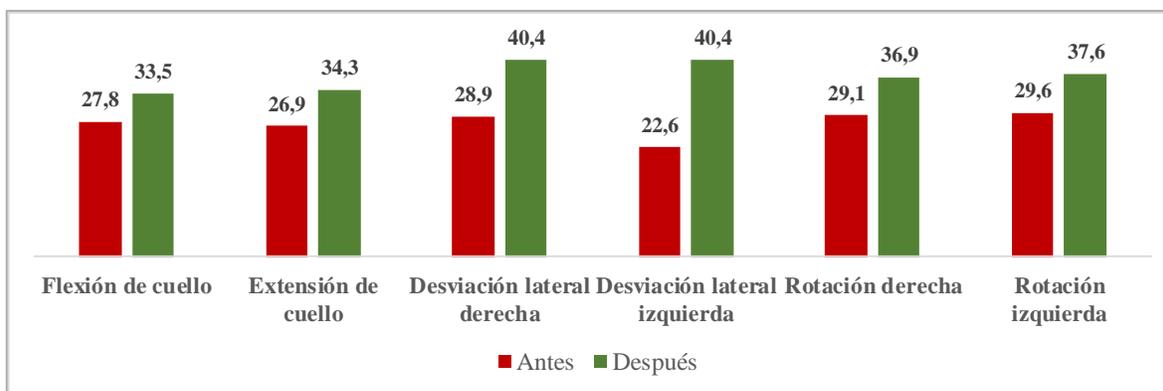


Figura 2. Comparativo de la amplitud articular cervical después de la terapia

En la figura 2 se aprecia en el comparativo de medias del goniómetro, todas las medias aumentaron y fueron significativamente diferentes respecto a la medición inicial, con valores p inferiores a 0,001, por debajo del nivel de significancia de 0,05

Los resultados fueron sometidos a una prueba de comprobación de hipótesis a un nivel de confianza del 95%, en donde  $P < 0.005$  con lo cual se rechaza la hipótesis nula lo que implica que la técnica aplicada en estos pacientes fue efectiva

#### Discusión

La investigación se realizó en 27 participantes en una edad promedio de 20 a 50 años con un diagnóstico de cervicalgia, que fueron referidos de consulta externa para el servicio de Fisiatría, posteriormente se ejecutó la ficha de valoración fisioterapéutica antes y después de la aplicación del protocolo de tratamiento, que consistía primero en la localización de puntos gatillo del musculo trapecio, aplicación de la Escala analógica del Dolor EVA, índice de Discapacidad del cuello y goniometría, se comparó los resultados de la puntuación obtenida de la valoración inicial y final.

Entre los Test musculoesqueléticos utilizados para la valoración antes y después del tratamiento mencionamos la escala analógica del Dolor EVA, la misma que es utilizada con regularidad en pacientes que acusan de cervicalgia, considerando un tes musculoesquelético eficaz, por su fácil interpretación, normalización, consistencia, análisis, y elaboración de resultados, que antes del tratamiento la media de valoración fue de 7,59

$\pm 1,37$ ; y al final del tratamiento fue de  $2,22 \pm 1,48$ , presentando una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ). (15)

La mejora en los pacientes con cervicalgia después de la aplicación de la técnica de liberación miofascial con puntos gatillo, se puede verificar con resultados aplicados en fichas de valoración antes y después del tratamiento, los autores consideran que es fundamental la aplicación del test al iniciar el tratamiento para realizar un seguimiento de evaluación e interpretación clínica al terminar la ejecución del protocolo de rehabilitación. (16)

En la Valoración del Índice de Discapacidad de Cuello, representa un promedio de  $32,59 \pm 4,81$  antes de la terapia y de  $14,48 \pm 2,74$  después de la terapia, siendo un cambio significativo ( $p < 0.001$ ). En un Estudio sobre la eficacia de una técnica de inhibición neuromuscular integrada en los puntos gatillo del trapecio superior en sujetos con dolor de cuello inespecífico, se aplicó un programa de fisioterapia, en la que se obtuvo un efecto de recuperación sobre la discapacidad del cuello de severo a leve, por lo tanto, tiene un alto grado de fiabilidad, considerándose un instrumento que arroja mediciones confiables respecto a personas con diagnóstico de cervicalgia. (17)

Según Rodríguez Fuentes et al.(9) Considera que la técnica de Liberación Miofascial su aplicación da como resultado una mayor efectividad en mejorar grados de función a nivel articular en movimientos de flexión, extensión y rotación derecha, concluyendo que la técnica de liberación miofascial es más efectiva que la terapia manual y convencional.

En un estudio sobre Masaje miofascial de cabeza y cuello centrado en puntos gatillo para dolores de

cabeza recurrentes de tipo tensional no se encontró diferencia entre la valoración inicial y final, por lo que se consideró que la liberación miofascial provoca más bien un efecto placebo y que los resultados puede varias de acuerdo a varios factores de la fisiología cervical. (18)

#### Conclusiones

En la evaluación inicial con la escala EVA, se observó que los participantes presento una media de  $7,59 \pm 1,37$ , en tanto que, al finalizar el estudio fue de  $2,22 \pm 1,48$ . Asimismo, antes de la terapia el índice de discapacidad del cuello tuvo una media de  $32,59 \pm 4,81$  y de  $14,48 \pm 2,74$  después de la misma. Las mediciones realizadas permitieron establecer referencias para evaluar el resultado del tratamiento terapéutico de manera objetiva.

Se puede constatar diferencias significativas en los resultados de los test aplicados antes del inicio del tratamiento como en la etapa final de aplicación del protocolo, es notable la disminución del dolor, la recuperación de la función cervical en la realización de las actividades de la vida diaria, mejorando su índice de discapacidad, su rango articular y grado de dolor.

#### Bibliografía

1. RBrent Leininger, DC, MS1, Christine McDonough, PT, PhD2,3,4, Roni Evans, DC, MS, PhD1, Tor Tosteson, ScD2,5,6, Anna N.A. Tosteson, ScD2,5,7, and Gert Bronfort, DC P. Cost-effectiveness of spinal manipulative therapy, supervised exercise, and home exercise for older adults with chronic neck pain Brent. *Physiol Behav.* 2016;176(12):139–48.
2. Hogg-Johnson S, van der Velde G, Carroll LJ, Holm LW, Cassidy JD, Guzman J, et al. The Burden and Determinants of Neck Pain in the General Population. Results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *J Manipulative Physiol Ther* [Internet]. 2009;32(2 SUPPL.):S46–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2008.11.010>
3. Silva AG, Punt TD, Sharples P, Vilas-Boas JP, Johnson MI. Head Posture and Neck Pain of Chronic Nontraumatic Origin: A Comparison Between Patients and Pain-Free Persons. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2009;90(4):669–74. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2008.10.018>
4. Cerezo-Téllez E, Torres-Lacomba M, Mayoral-del Moral O, Sánchez-Sánchez B, Dommerholt J, Gutiérrez-Ortega C. Prevalence of myofascial pain syndrome in chronic non-specific neck pain: A population- based cross-sectional descriptive study. *Pain Med (United States)*. 2016;17(12):2369–77.
5. Lluch E, Nijs J, De Kooning M, Van Dyck D, Vanderstraeten R, Struyf F, et al. Prevalence, Incidence, Localization, and Pathophysiology of Myofascial Trigger Points in Patients With Spinal Pain: A Systematic Literature Review. *J Manipulative Physiol Ther* [Internet]. 2015;38(8):587–600. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2015.08.004>
6. Korhonen T, Ketola R, Toivonen R, Luukkonen R, Häkkinen M, Viikari-Juntura E. Work related and individual predictors for incident neck pain among office em ... *Occup Env Med.* 2003;60:475–82.
7. Desai\*1 MJ, Bean1 MC, Heckman1 TW, Jayaseelan1 D, Moats1 N, Naval & A, et al. Treatment of myofascial pain. *J Musculoskelet Pain.* 2013;7(1–2):67–79.
8. Swenson RS. Therapeutic modalities in the management of nonspecific neck pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2003;14(3):605–27.
9. Rodríguez-Fuentes I, De Toro FJ, Rodríguez-Fuentes G, De Oliveira IMH, Mejjide-Falde R, Fuentes-Boquete IM. Myofascial release therapy in the treatment of occupational mechanical neck pain: A randomized parallel group study. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2016 Jun 21 [cited 2021 May 20];95(7):507–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26745225/>
10. Ajimsha MS, Daniel B, Chithra S. Effectiveness of Myofascial release in the management of chronic low back pain in nursing professionals. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2014;18(2):273–81. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.05.007>
11. Schleip R. Fascial plasticity - A new neurobiological explanation: Part 1. *J Bodyw Mov Ther.* 2003;7(1):11–9.
12. Tozzi P, Bongiorno D, Vitturini C. Fascial release effects on patients with non-specific cervical or lumbar pain. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2011 Oct [cited 2021 May 20];15(4):405–16. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21943614/>
13. Kashyap R, Iqbal A, Alghadir AH. Controlled intervention to compare the efficacies

of manual pressure release and the muscle energy technique for treating mechanical neck pain due to upper trapezius trigger points. *J Pain Res*. 2018;11:3151–60.

14. Yu EM, Nosova E V, Falkenstein Y, Prasad P, Leasure JM, Kondrashov DG. Validation of a Russian Language Oswestry Disability Index Questionnaire. *Glob Spine J* [Internet]. 2016 [cited 2020 Jun 20];6(7):636–9. Available from: <http://dx.doi.org/>

15. MacDowall A, Skeppholm M, Robinson Y, Olerud C. Validation of the visual analog scale in the cervical spine. *J Neurosurg Spine* [Internet]. 2018;28(3):227–35. Available from: <https://thejns.org/doi/abs/10.3171/2017.5.SPINE1732>

16. Rodríguez-Huguet M, Gil-Salú JL, Rodríguez-Huguet P, Cabrera-Afonso JR, Lomas-Vega R. Effects of Myofascial Release on Pressure Pain Thresholds in Patients with Neck Pain: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2021 May 20];97(1):16–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28678033/>

17. Nagrale A V., Glynn P, Joshi A, Ramteke G. The efficacy of an integrated neuromuscular inhibition technique on upper trapezius trigger points in subjects with non-specific neck pain: A randomized controlled trial. *J Man Manip Ther* [Internet]. 2010 [cited 2021 May 20];18(1):37–43. Available from: [/pmc/articles/PMC3103119/](http://pmc/articles/PMC3103119/)

18. Moraska AF, Stenerson L, Butryn N, Krutsch JP, Schmiede SJ, Mann JD. Myofascial trigger point-focused head and neck massage for recurrent tension-type headache: A randomized, placebo-controlled clinical trial. *Clin J Pain* [Internet]. 2015 Feb 21 [cited 2021 May 20];31(2):159–68. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25329141/>

Artículo original

**Efectos de la pliometría para el tratamiento fisioterapéutico de lesiones deportivas de rodilla**  
**Effects of plyometrics for the physiotherapeutic treatment of sport knee injuries**

Sonia Alexandra Alvarez Carrión \* Carmen Viteri Robayo \*\* Silvia del Pilar Vallejo Chinche \*\*\* Eimy Carolina Zurita Alvarez\*\*\*\* Cecilia Natividad Guamán Capito\*\*\*\*\*

\*Mgs en Fisioterapia y Rehabilitación mención Neuromusculoesquelético - Universidad Técnica de Ambato  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9439-2257>

\*\*PhD en Investigación Interdisciplinaria- Universidad Técnica de Ambato  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2780-8790>

\*\*\* Mgs en Fisioterapia y Rehabilitación mención Neuromusculoesquelético - Universidad Técnica de Ambato  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8310-1071>

\*\*\*\*Estudiante de Medicina de la Universidad Nacional de Chimborazo  
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2082-0316>

\*\*\*\*\* Mgs en Fisioterapia y Rehabilitación mención Neuromusculoesquelético – Universidad Técnica de Ambato  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6255-0206>  
sonnit.1204@hotmail.com

**Resumen.**

**Introducción:** Las lesiones de rodilla conllevan a disminución de la capacidad física del deportista, comprometido a realizar tratamiento fisioterapéutico con técnicas seguras e innovadoras, como un programa de ejercicios con tres distintos tipos de saltos en la última fase de la recuperación, realizado en 8 sesiones dos veces por semana.

**Objetivo:** Determinar los efectos de un programa de saltos en el tratamiento de pacientes con lesiones deportivas de rodilla.

**Material y métodos:** El tipo de investigación fue cuasiexperimental de enfoque cuantitativo por que se realiza un análisis de datos antes y después de aplicado a 20 participantes con el programa de Axon Jump 4.0, el estudio fue avalado previamente por el comité de ética. Se tomó en cuenta criterios de inclusión como pacientes con voluntad expresa de ser parte del estudio, con disponibilidad de tiempo, mayores de edad. Y criterio de exclusión tales como pacientes que presenten enfermedades metabólicas y degenerativas osteoarticulares; postquirúrgicos de rodilla en etapa aguda, que no tengan continuidad en la investigación, con contraindicación médica, que presenten otras lesiones musculoesqueléticas que no sean objeto de estudio.

Los datos fueron procesados mediante el programa estadístico SPSS versión 21.0. Realizando pruebas de normalidad, considerando pruebas paramétricas cuando el valor es mayor a 0,05. Para evaluar los efectos de la intervención a través de los ejercicios pliométricos se realizó una prueba T student para muestras relacionadas; a través del cual también se prueba la hipótesis a un nivel de significancia del 5%, todo ello previo una prueba de normalidad usando ShapiroWilk.

**Resultados:** El salto de contra movimiento (Counter Movement Jump) tuvo una progresión de 20,49±6,05 (antes) a 22,47±7,2 (después), respecto al salto en cuclillas (Squat Jump) sus valores fueron similares con 23,48±7,1 (antes) a 25,35±7,79 (después), finalmente en el salto en caída se observaron valores de entre 21,8±8,5 (antes) a 24,5±7,2 (después) siendo el mayor incremento.

**Conclusión:** el incremento de la elasticidad muscular, fuerza, y el nivel de saltos con el programa propuesto aumentó.

**Palabras Clave:** lesiones, pliometría, programa, entrenamiento, salto

**Abstract.**

**Introduction:** Knee injuries lead to decreased physical capacity of the athlete, committed to perform physiotherapeutic treatment with safe and innovative techniques, such as an exercise program with three different types of jumps in the last phase of recovery, performed in 8 sessions twice a week.

**Objective:** To determine the effects of a jumping program in the treatment of patients with knee sports injuries.

**Material and methods:** The type of research was quasi-experimental with a quantitative approach because a data analysis was performed before and after applying the Axon Jump 4.0 program to 20 participants; the study was previously endorsed by the ethics committee. Inclusion criteria were taken into account such as patients with express willingness to be part of the study, with time availability, of legal age. And exclusion criteria such as patients with metabolic and degenerative osteoarticular diseases; post-surgical knee in acute stage, who do not have continuity in the research, with medical contraindication, who present other musculoskeletal injuries that are not object of the study.

The data were processed using the SPSS version 21.0 statistical program. Normality tests were performed, considering parametric tests when the value is greater than 0.05. To evaluate the effects of the intervention through plyometric exercises, a T student test for related samples was performed; through which the hypothesis was also tested at a significance level of 5%.

**Results:** showed that the Counter Movement Jump had a progression from  $20.49 \pm 6.05$  (before) to  $22.47 \pm 7.2$  (after), regarding the Squat Jump its values were similar with  $23.48 \pm 7.1$  (before) to  $25.35 \pm 7.79$  (after), finally in the drop jump values were observed between  $21.8 \pm 8.5$  (before) to  $24.5 \pm 7.2$  (after) being the highest increase.

**Conclusion:** the increase in muscle elasticity, strength, and jumping level with the proposed program increased.

**Key words:** injuries, plyometrics, program, training, jump

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

Las lesiones deportivas se definen como cualquier evento traumático que ocurre durante o como resultado del desempeño deportivo (1), estas pueden ocurrir en la competencia o entrenamiento, pueden ocurrir de forma indirecta en actividades relacionadas con la competencia o entrenamiento (2).

Cada tipo de deporte tiene un nivel único de riesgo de lesiones y los tipos varían ampliamente. Los requisitos de rendimiento físico, los factores psicológicos son particularmente importantes para considerar la anatomía, los entrenadores y atletas deben ser conscientes de la importancia de un tratamiento adecuado de rehabilitación tras sufrida la lesión para evitar complicaciones posterior (3).

Entre las ventajas que se demostró en un estudio destaca el aumento de fuerza máxima voluntaria, reduciendo el tiempo de acoplamiento, eleva la rigidez activa, disminuyendo la distensibilidad, mejora la coordinación intra e intermuscular, aumenta la reactividad muscular, mejora los haces neuromusculares, la sincronización de la musculatura mejora, acoplándose a la actividad física deportiva, no reporta efectos en el volumen muscular (4).

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, realizando un análisis antes y después de aplicar el programa, sigue un proceso estructurado, los

resultados tendrán confiabilidad, validez y sus conclusiones aportarán discernimiento en emplear tratamientos fisioterapéuticos a este tipo de pacientes. El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de un programa de ejercicios pliométricos en el tratamiento fisioterapéutico de pacientes con lesiones deportivas de rodilla que acuden al centro de fisioterapia Physical-med, de la ciudad de Riobamba, durante el periodo julio-diciembre 2020.

### **Objetivo:**

Evidenciar los efectos que producen la aplicación de un programa de ejercicios pliométricos empleado a los pacientes con lesiones deportivas de rodilla.

### **Material y métodos**

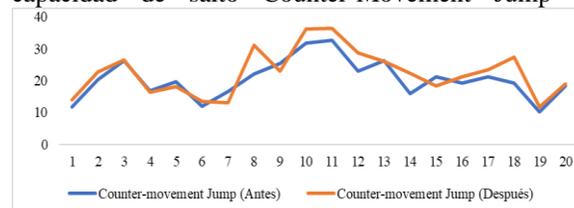
La investigación se realizó en la ciudad de Riobamba Ecuador en el centro de rehabilitación Physical-med con 20 participantes que presentaban lesiones deportivas de rodilla, el enfoque empleado fue cuantitativo realizándose un análisis antes y después de aplicado el programa de ejercicios propuesto, sigue un proceso estructurado, los resultados poseen confiabilidad, validez. El tipo de investigación fue cuasiexperimental constituido por el grupo

establecido de participantes antes de proceder a la investigación, durante 12 sesiones dos por semana. Se elaboró la pregunta: ¿Qué efectos produce el programa de ejercicios pliométricos empleado en los pacientes con lesiones de rodilla que acuden al centro de fisioterapia Physical-med de la ciudad de Riobamba en el periodo julio-diciembre 2020? Para la comprobación de hipótesis se utilizó la prueba estadística paramétrica de comparación de medias de T de student para muestras relacionadas, considerando que para la evaluación del salto se empleó un pretest y un postest (antes y después), con el fin de determinar si la prueba propuesta fue factible. Se tomó en consideración criterios de inclusión y exclusión donde el total de pacientes se vio reducido por no cumplir los criterios tales como: que practiquen actividades deportivas, pacientes con diagnóstico de lesiones deportivas de rodilla, con voluntad expresa de ser parte del estudio y se encuentren en la institución el día de la valoración. que tengan disponibilidad de tiempo para formar parte estudio, mayores de edad y que firmen el consentimiento informado. Y criterios de exclusión, pacientes que presenten enfermedades metabólicas y degenerativas osteoarticulares. postquirúrgicos de rodilla en etapa aguda, que no tengan continuidad en la investigación, faltando a una o más sesiones, con contraindicación médica para realizar ejercicios pliométricos, que presenten otras lesiones musculoesqueléticas que no sean objeto de estudio. para búsqueda bibliográfica se empleó bases de datos tales como: Pubmed, Elsevier, PEDro, Scopus, entre otras, los materiales empleados en este estudio fueron: computador donde se registraron los datos de los participantes, para el registro de saltos se empleó el programa Axon Jump 4.0 antes y después de implementar los ejercicios, el programa estadístico SPSS 2.1 se utilizó para el procesamiento de la información, y varios materiales de oficina necesarios para imprimir y anotar datos.

**Resultados:**

La figura 1 muestra las valoraciones antes y después de aplicado el protocolo de tratamiento de ejercicios pliométricos, se observa un incremento en el nivel de los saltos en los participantes en el Counter Movement Jump

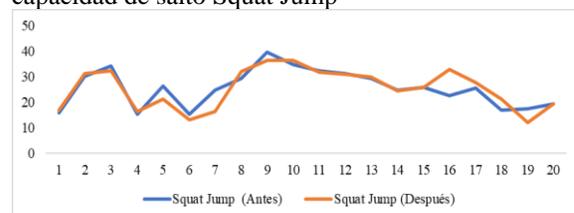
Figura 1. Análisis de datos antes y después capacidad de salto Counter-Movement Jump



Fuente: Análisis de la Capacidad de salto

Los datos del Squat Jump analizados luego de realizado el programa de ejercicios incrementaron como se muestra en la figura 2

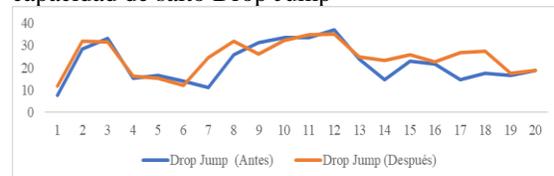
Figura 2: Análisis de datos antes y después capacidad de salto Squat Jump



Fuente: Análisis de la Capacidad de salto

Los valores del Drop Jump analizados antes y después del ejecutado el programa de ejercicios se observó incremento como se muestra en la representación de la gráfica en ciertos pacientes hubo un notable incremento.

Figura 3: Análisis de datos antes y después capacidad de salto Drop Jump



Fuente: Análisis de la Capacidad de salto

Las diferencias encontradas en la valoración antes y después de aplicado el programa de ejercicios pliométricos con los distintos tipos de saltos realizados se observaron que en el salto Counter Movemnet Jump aumentó la media a 1,98; mientras que la desviación estándar  $\pm 1,21$ . En el Squat Jump la diferencia alcanzada de la media es de 0,13 y en la desviación estándar es 0,62; y en los valores analizados del Drop Jump de la media de 2,67 y la desviación estándar es de  $\pm 1,26$  observamos un incremento en el salto de los

pacientes evidenciándose en su recuperación (Tabla 1)

Tabla 1. Estadísticos descriptivos antes y después de la aplicación del Jump Test

<b>Jump Test</b>						
	<b>Counter Movemet Jump</b>		<b>Squat Jump</b>		<b>Drop Jump</b>	
	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>
<b>Media</b>	20,495	22,47	25,485	25,355	21,85	24,525
<b>Desvest</b>	±6,0587	±7,2608	±7,1795	±7,7925	±8,5046	±7,2489

Tabla 2. Prueba estadística de Shapiro Wilk, para la evaluación de normalidad

<b>Shapiro-Wilk</b>			
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
Promedio de salto (Antes)	0,942	20	0,267
Promedio de salto (Después)	0,947	20	0,324

\* Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 3. Prueba estadística de comprobación de hipótesis

		<b>Diferencias emparejadas</b>			<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>			<b>Sig. (bilateral)</b>
	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Media error estándar</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>)</b>
Par 1	Promedio de salto (Antes)	-						
	Promedio de salto (Después)	1,50667	2,93215	0,65565	-2,87895	-0,13438	8	19
						2,29		0,033

Para determinar la asociación o relación de las variables cuantitativas se determinó la distribución de datos mediante la prueba de normalidad (Tabla 2)

La prueba de comprobación de hipótesis realizada a través de una prueba t.student para muestras relacionadas a un nivel de confianza del 95% rechaza la hipótesis nula, lo que implica la efectividad de la intervención (Tabla 3)

#### Discusión

A partir de los hallazgos encontrados se pudo apreciar que los resultados de la aplicación del programa de ejercicios pliométricos en los pacientes con lesiones deportivas de rodilla guardan relación con la investigación de Silva et. al. Presentan resultados beneficiosos sobre los estímulos y la flexibilidad, fuerza; también la

coordinación, agilidad y el movimiento eficiente e debido al aumento de la velocidad de conducción en los nervios en la investigación realizada (5). También concuerdan con Machado et. al. realizado en el 2019, y presentan resultados fructuosos en cuanto al programa de ejercicios pliométricos propuestos en su intervención en 8 semanas; (10), de igual manera los resultados en la mejora de los deportistas con lesiones de rodilla con la aplicación del programa, tomando en cuenta la diferencia entre los grupos de estudio de las 2 investigaciones que estos no poseían lesiones y mientras que la otra trabajó con deportistas post lesiones de rodilla.(6) Así también concuerda con la investigación de Haro et.al. en el 2019 enfocados en su análisis muestran que existen diferencias significativas a favor del post test

realizado a equipo de fútbol senior de la ESPE obteniendo resultados de 3,05 cm de diferencia en el pretest y post test empleados favoreciendo la aplicabilidad del programa pliométrico de la investigación a otros clubs deportivos,(7) es por cuanto al realizar las valoraciones de esta investigación a los deportistas con lesiones de rodilla coinciden que existen una diferencia significativa en la valoración de los saltos. Al igual se pudo concluir que en este estudio realizado con varios pacientes de diferentes tipos de lesiones de rodilla donde se empleó el protocolo de ejercicios y se evidenció que los efectos producidos en los pacientes tuvieron beneficio significativo en los diferentes tipos de saltos.

Una vez realizado un programa de ejercicios pliométricos durante 6 semanas se evidencian mejoras significativas en las capacidades de salto, en pacientes con lesiones deportivas de rodilla, indicando para el presente estudio que el entrenamiento pliométrico es efectivo para este tipo de lesiones antes mencionadas.

#### Conclusiones:

Al realizar el programa de ejercicios pliométricos se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre las capacidades de salto de los pacientes antes y después de la intervención ( $p=0.033$ ). concluyendo que es efectiva la aplicación del programa en pacientes con lesiones deportivas de rodilla, aumentando la capacidad de salto

Conflicto de Intereses: El autor, así como los coautores declaran no tener ningún conflicto de intereses

#### Bibliografía

1. Moreno Pascual C, Rodríguez Pérez V, Seco Calvo J. Epidemiology of sports injuries. *Fisioterapia* [Internet]. 2008;30(1):40–8. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0211-5638\(08\)72954-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0211-5638(08)72954-7)
2. Bahr R, Clarsen B, Derman W, Dvorak J, Emery CA, Finch CF, et al. International Olympic Committee consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance (STROBE- SIIS)). *Br J Sports Med.* 2020;54(7):372–89.
3. Taimela S, Kujala UM, Osterman K. Intrinsic Risk Factors and Athletic Injuries. *Sport Med.* 1990;9(4):205–15.
4. Deslandes R, Gain H, Hervé JM, Hignet R. Principios de fortalecimiento muscular: aplicaciones en el deportista. *EMC - Kinesiterapia - Med Física* [Internet]. 2003;24(4):1–10. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1293-2965\(03\)71944-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1293-2965(03)71944-6)
5. Silva AF, Clemente FM, Lima R, Nikolaidis PT, Rosemann T, Knechtle B. The effect of plyometric training in volleyball players: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(16).
6. Machado AF, De Castro JBP, Bocalini DS, Figueira Junior AJ, Nunes RDAM, Vale RGDS. Effects of plyometric training on the performance of 5-km road runners. *J Phys Educ Sport.* 2019;19(1):691–5.
7. Haro Yépez EP, Cerón Ramírez JC. La pliometría y su incidencia en la velocidad y velocidad-fuerza en jugadoras de fútbol. *Rev Cuba Investig Biomédicas.* 2019;38(2):182–94.

Artículo original

**Efectividad de la ritmo terapia en las funciones cognitivas durante el aislamiento Covid-19**  
**Effectiveness of rhythm therapy on cognitive functions during isolation Covid-19.**

Josselyn Gabriela Bonilla Ayala\*, Alicia Zavala Calahorrano\*\*, Geovanna Cristina Almeida Villegas\*\*\*

\* Licenciada en Terapia Física, Master en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica De Ambato. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1744-2609>

\*\*Doctor Of Philosophy Universidad Emisora Griffith University, Magister En Auditoría De Gestión De La Calidad Universidad Emisora Universidad Técnica Particular De Loja, Magister En Gerencia En Salud Para El Desarrollo Local Universidad Emisora Universidad Técnica Particular De Loja, Doctor En Medicina Y Cirugía Universidad Emisora Universidad Central Del Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5670-7641>

\*\*\*Licenciada en Terapia Física, Master en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica De Ambato. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6361-5550>.  
gaby1873@gmail.com

**Resumen.**

**Introducción:** En el año 2020 la OMS lo reconoce como pandemia la presencia del virus SARS-Cov-2, las entidades gubernamentales adoptaron medidas de confinamiento para salvaguardar la salud de los adultos mayores (AM), el aislamiento social se relaciona con el deterioro de las funciones cognitivas, siendo necesario implementar la ritmo terapia (RT) para mejorar su estilo de vida.

**Objetivo:** Establecer la efectividad de la ritmo terapia en las funciones cognitivas de los adultos mayores durante el confinamiento por Covid-19.

**Material y métodos:** Se realizó una investigación con enfoque cuantitativo y cuasi-experimental, la intervención fue aprobada por el comité de bioética de la Universidad Técnica de Ambato. Participaron 20 adultos entre 65 años o más, quienes firmaron el consentimiento informado; se aplicó 12 sesiones de ritmo terapia de 45 minutos una vez por semana; evaluando el deterioro mediante el test de Minimental antes y después de la intervención. Para el análisis estadístico se utilizó el sistema informático SPSS versión 25.0 y se aplicó la prueba estadística de Chi cuadrado y Wilcoxon.

**Resultados:** En la evaluación inicial presentaron los AM funciones cognitivas normales (30-27) con el 45%, el 25% con sospecha patológica (26-24), 25% deterioro (23-12) y solo el 5% demencia (9-11). Sin embargo en la post-intervención se observó efectos positivos en las funciones cognitivas representando un 85% normal, el 10% sospecha patológica y el 5% deterioro. Se observa que la técnica de RT fue efectiva para el deterioro cognitivo en la post intervención con una diferencia significativa del 5%,  $P=0.004$ .

**Conclusión:** La intervención mejoró las funciones cognitivas en la población adulta mayor, permitiéndoles un envejecimiento activo y saludable.

**Palabras claves:** Adulto mayor, ritmo terapia, funciones cognitivas, Minimental

**Abstract**

**Introduction:** In the year 2020 the OMS recognizes presence of SARS-Cov-2 virus as pandemic, entities governmental adopted confinement measures to safeguard the health of older adults (AM), isolation social is related to the deterioration of cognitive functions, it was necessary to implement Rhythm Therapy (RT) to improve their lifestyle.

**Objective:** To establish the effectiveness of therapy rhythm about cognitive functions in older adults during confinement by Covid-19.

**Methods and Material:** I was realized research with a quantitative and quasi-experimental the intervention was approved by the bioethics committee of the Technical University of Ambato. In this research participated twenty adults aged 65 years or older, who signed the informed consent form; I applied 12 rhythm therapy sessions of 45 minutes once a week, evaluating the deterioration by means of the Minimental test

before and after the intervention. For the statistical analysis, I was used the SPSS version 25.0 computer system and I was applied Wilcoxon statistical test.

Results: In the initial evaluation presented the normal AM cognitive functions (30-27) with 45%, 25% with pathological suspicion (26-24), 25% impairment, (23-12) and only 5% dementia (9-11). However, post-intervention, I was observed positive effects on cognitive functions, representing normal 85%, pathological suspicion 10% and deterioration 5%. I am observed that the RT technique was effective for cognitive impairment at post-intervention with a significant difference of 5%,  $P=0.004$ .

Conclusion: The intervention is improved cognitive functions in the older adult population, providing them an active and healthy elderly.

Key words: Older adult, rhythm therapy, cognitive functions, Minimental.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

A finales del 2019 en Wuhan - China se detectó la presencia de un nuevo virus denominado SARS-Cov-2(1). En el año 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera “el inicio de la década del envejecimiento saludable” sin embargo este mismo año en el mes de marzo la OMS le da la característica de pandemia por lo que cada estado adoptó medidas para contener el avance del virus(1,2) y sobre todo salvaguardar la salud de las personas en especial de los adultos mayores (AM) porque son considerados con mayor probabilidad de tener complicaciones severas especialmente si presentan enfermedades crónicas(3), según la Organización Panamericana de la Salud a nivel mundial entre el 40% y el 80 % de los adultos mayores entre 70 años o más durante la pandemia han muerto de COVID-19 (2).

Es así que, las restricciones planteadas en todo el mundo como el aislamiento(4), ha afectado a esta población en su bienestar no solo físico sino mental con el riesgo de padecer problemas de ansiedad, estrés, depresión y sobre todo sedentarismo porque han dejado de realizar actividades lúdicas, físicas y sociales(4,5) por ejemplo en un estudio realizado en Japón durante el confinamiento el 30% de AM presentaron deterioro de las funciones cognitivas ya que su estilo de vida se vio interrumpido(6). Estudios indican que el distanciamiento social se relaciona con factores de riesgo como la disminución del movimiento, la separación familiar y la falta de ingresos económicos provocando un deterioro en la función cognitiva demostrando que tiene efectos negativos en los AM (7,8).

Además, la población de la tercera edad calificada de alta prioridad porque con el pasar de los años sufre cambios que pueden afectar a su funcionalidad y deterioro progresivo de la misma

como también depende de los factores ambientales, es por eso importante promover un envejecimiento activo mediante la interacción social y su entorno al igual que la implementación de ejercicio y música sin embargo, no hay consenso en cuál es la combinación de actividades con mayor efectos positivos para evitar el deterioro de las funciones cognitivas(9–11).

Objetivo: Establecer la efectividad de la ritmo terapia en las funciones cognitivas de los adultos mayores durante el confinamiento por Covid-19.

Materiales y métodos

El diseño del estudio es cuasi-experimental, la intervención fue aprobada por el comité de bioética de la Universidad Técnica de Ambato. Posteriormente se socializó el estudio con el grupo de AM para incentivarlos a participar voluntariamente además, firmaron el consentimiento informado un total de veinte adultos mayores tanto hombres como mujeres. Dentro de los criterios de inclusión considerados son a partir de 65 años, que no presenten enfermedades neurológicas y trastornos mentales, con ausencia de lesiones que puedan causar limitación del movimiento, se excluyó a todos aquellos con infecciones, que usen oxígeno, con síntomas respiratorios, con lesiones musculoesqueléticas recientes.

Para la recolección de información se elaboró un formulario en el que se registró la edad y el sexo además del Minimental (MMSE) que permite evaluar las funciones cognitivas, contiene varias secciones, con una sensibilidad del 0.85 y especificidad 0.90, se aplicó pre y post intervención, donde el participante debe estar cómodo y sin presión además, las preguntas deben ser claras y comprensibles, la prueba tiene un puntaje máximo de 30 y determina como: 30-27 normal, 26-24 sospecha patológica, 23-12 deterioro y 11-0 demencia (12,13).

Los participantes se sometieron a una intervención de 45 minutos de ritmo terapia por doce semanas. Realizaron ejercicios con música lenta para el calentamiento y estiramiento y rápida para ejercicios de movilidad, fortalecimiento, equilibrio y deambulacion. Ejecutaron inicialmente una serie de 5 repeticiones por ejercicio que progresaron de 5 en 5 repeticiones una vez dominado el ejercicio en base a la tolerancia del paciente. También se trabajó con peso de 0.5 kg y 1kg.

Dentro de los ejercicios realizados están: movimientos de cabeza, de hombros, flexión y extensión de muñeca; tocarse los pies(14,15). Además flexión, extensión, abducción con y sin peso de extremidades superiores e inferiores. También se solicitó que marchen en su propio lugar, caminen en punta y talón, marchando; con apoyo subir y bajar talones, pararse en un solo pie(14,15). Como complemento se indicó durante el resto de la semana la realización de lo aprendido en las visitas domiciliarias escuchando música de su preferencia(14,15).

Para el análisis de los resultados se usó el programa SPSS V25(16) mediante estadística descriptiva análisis de frecuencias y porcentajes; y una estadística inferencial con la aplicación de Chi-cuadrado y Wilcoxon.

Como aspectos éticos considerados para salvaguardar los derechos y seguridad de los AM se incluyó el consentimiento informado que garantizó la autonomía, participación libre y voluntaria, además la protección y confidencialidad de los datos. La intervención no implicó pruebas invasivas que atenten contra el

bienestar de los mismos. Es importante mencionar las responsabilidades de ambas partes como: los AM debían ser informados el día y la hora de visita. Además, notificar previo a la intervención de cualquier situación de lesión que impida la ejecución de los ejercicios, si presentan síntomas respiratorios, diagnóstico o sospecha de COVID-19 por lo cual se suspenderá la visita para salvaguardar la salud del investigador y de los participantes y la aplicación de las medidas de bioseguridad.

Resultados:

Los resultados se obtuvieron mediante la evaluación inicial de 20 personas y después de 12 semanas se realizó una evaluación final a través del MMSE, permitiendo identificar el deterioro cognitivo de los participantes. Además se consideró un nivel de significancia en  $P < 0.05$  para todos los análisis inferenciales. Dentro del estudio participaron 10 hombres y 10 mujeres con una edad media de  $77.75 \text{ años} \pm 9.12$ .

En relación al deterioro cognitivo en la pre intervención y post intervención se observa que sus funciones cognitivas están dentro de lo normal el 45% y 85% respectivamente además, inicialmente 5 personas presentaron sospecha patológica, 25% deterioro y solo 1 demencia sin embargo al finalizar 2 personas presentaron sospecha patológica y 1 deterioro. Por lo que la efectividad de la técnica de la ritmoterapia mediante la prueba de Wilcoxon con un nivel de confianza de 95% se indica una diferencia significativa  $< 0.05 = 0.004$  la intervención es efectiva ya que se rechaza la hipótesis nula (Tabla 1).

Tabla 1. Nivel de significancia de la efectividad de la ritmoterapia en el deterioro cognitivo

	Deterioro Cognitivo Inicial - Final
Z	-2,889 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,004

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon      b. Se basa en rangos negativos.

Tabla 2. Nivel de significancia pre y post intervención del deterioro cognitivo según el sexo.

Deterioro Cognitivo	Inicial			Final		
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	4,711a	3	,194	3,529a	2	,171
<b>Razón de verosimilitud</b>	5,353	3	,148	4,691	2	,096
<b>N de casos válidos</b>	20			20		
	a. 8 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,50.			a. 4 casillas (66,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,50.		

Tabla 3. Comparación deterioro cognitivo según el sexo

	Inicial			Final		
	F	M	Total	F	M	Total
<b>Demencia</b>	5,0% (1)	0,0% (0)	5,0% (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
<b>Deterioro</b>	20,0% (4)	5,0% (1)	25,0% (5)	5,0% (1)	0,0% (0)	5,0% (1)
<b>Sospecha Patológica</b>	5,0% (1)	20,0% (4)	25,0% (5)	10,0% (2)	0,0% (0)	10,0% (2)
<b>Normal</b>	20,0% (4)	25,0% (5)	45,0% (9)	35,0% (7)	50,0% (10)	85,0% (17)

Tabla 4. Comparación del deterioro cognitivo según la edad pre intervención

	EDAD				
	65-75	76-85	86-95	96-105	Total
Demencia	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	5,0% (1)	5,0% (1)
Deterioro	5,0% (1)	10,0% (2)	10,0% (2)	0,0% (0)	25,0% (5)
Sospecha patológica	15,0% (3)	10,0% (2)	0,0% (0)	0,0% (0)	25,0% (5)
Normal	30,0% (6)	15,0% (3)	0,0% (0)	0,0% (0)	45,0% (9)

Tabla 5. Comparación del deterioro cognitivo según la edad post intervención

	EDAD				Total
	65-75	76-85	86-95	96-105	
Deterioro	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	5,0% (1)	5,0% (1)
Sospecha Patológica	0,0% (0)	10,0% (2)	0,0% (0)	0,0% (0)	10,0% (2)
Normal	50,0% (10)	25,0% (5)	10,0% (2)	0,0% (0)	85,0% (17)

Tabla 6. Nivel de significancia pre y pos intervención del deterioro cognitivo según la edad

	Inicial			Final		
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	27,429 <sup>a</sup>	9	,001	24,034 <sup>a</sup>	6	,001
Razón de verosimilitud	15,026	9	,090	12,352	6	,055
Asociación lineal por lineal	8,130	1	,004	6,958	1	,008
N de casos válidos	20			20		

a. 16 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,05.

a. 10 casillas (83,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,05.

El deterioro cognitivo en relación con el sexo se observa que los resultados no son estadísticamente significativos, es decir que el sexo no se relaciona con el deterioro cognitivo (inicial  $P_3=0.194$ . y final  $P_2=0.171$ ) (Tabla 2). Sin embargo, del 20% de mujeres que iniciaron con sus funciones cognitivas normales al finalizar el 35% de los 20 participantes preservaron o mejoraron sus funciones cognitivas y en relación a los hombres del 25% al 50% en relación a la pre y post intervención (Tabla 3).

En cuanto a la edad se identifica que mejoraron del 30% inicial (Tabla 4) al 50% final (Tabla 5) dentro de las capacidades funcionales normales entre los 65 -75 años y 5% con demencia entre 96-105 años mejoró categorizando dentro del grupo con deterioro. En la prueba de Chi-cuadrado se observa que la edad si se relaciona con el deterioro cognitivo con una diferencia significativa pre y post intervención de  $P_9=0,001$ . y  $P_6=0,001$  respectivamente (Tabla 6).

#### Discusión

Estudios indican que la ausencia de actividad física, social y el envejecimiento se relaciona estrechamente con el deterioro de las funciones cognitivas evitando un envejecimiento saludable, la poca participación de los AM combinados con factores y el cambio en el estilo de vida ha llevado a un deterioro progresivo e incluso aproximándose a la demencia en ciertos casos, por lo que la interacción social y ejecución de diversas actividades son factores importantes para un desarrollo cognitivo óptimo(17). Es así, el estudio tuvo la finalidad de establecer la efectividad de la ritmo terapia en las funciones cognitivas de los AM en confinamiento por pandemia.

En el estudio se observó que los participantes mejoraron sus capacidades cognitivas posterior a doce semanas de intervención es posible porque las actividades combinadas con música permiten la estimulación sensorial y cognitiva al igual, evoca recuerdos y emociones activando áreas cerebrales responsables de las funciones superiores(18,19); también son similares a otros estudios de actividades con música donde mencionan una mejora significativamente en el rendimiento cognitivo además, hubo mayor adherencia de los participantes al programa de intervención porque tiene un efecto positivo en el estado emocional, en las funciones cognitivas y ejecutivas(20,21).

En relación al sexo los resultados no fueron significativos, indica que el deterioro cognitivo no se relaciona con esta sin embargo todos participantes del sexo masculino mejoraron en comparación con las mujeres que solo 7 llegaron a tener funciones cognitivas normales y tres terminaron entre deterioro y sospecha patológica.

Respecto a la edad los AM mejoraron significativamente y se asocia con el deterioro cognitivo, comparado con otras investigaciones la disminución de esta funciones se relaciona con los procesos propios de la edad es así, la ejecución del ejercicio con estimulación musical y rítmica activa el cerebro porque requieren de mayor memoria, atención, aprendizaje y concentración(22). Además, según Sáez de Asteasu et al. (23) menciona que este tipo de entrenamiento permite mayor plasticidad neuronal especialmente con las áreas cerebrales relacionadas con las funciones ejecutivas superiores.

Conclusiones:

Los adultos mayores por su condición de fragilidad y vulnerabilidad al contagio se han visto obligados a aislarse en sus hogares ocasionando que dejen actividades, interacción social y familiar

afectando no solo a nivel mental, emocional y físico. Es así, la ritmoterapia ha permitido que puedan realizar actividades de ejercicio, recreación y de cierta manera de interacción social permitiéndoles mejorar sus funciones cognitivas, en algunos casos evitar la disminución de la misma, sobre todo mejorar su calidad de vida y estado emocional.

#### Bibliografía

1. Díaz-Castrillón FJ, Toro-Montoya AI. SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia. *Med y Lab.* 2020;24(3):183–205.
2. Organización Panamericana de la Salud. Las personas mayores de 60 años han sido las más afectadas por la COVID-19 en las Américas. OPS. 2020. p. 1–7.
3. Thyrian JR, Kracht F, Nikelski A, Boekholt M, Schumacher-Schönert F, Rädke A, et al. The situation of elderly with cognitive impairment living at home during lockdown in the Corona-pandemic in Germany. 2020;1–15.
4. Sepúlveda-Loyola W, Rodríguez-Sánchez I, Pérez-Rodríguez P, Ganz F, Torralba R, Oliveira D V., et al. Impact of Social Isolation Due to COVID-19 on Health in Older People: Mental and Physical Effects and Recommendations. *J Nutr Heal Aging.* 2020;24(9):938–47.
5. Goethals L, Barth N, Guyot J, Hupin D, Celarier T, Bongue B. Impact of home quarantine on physical activity among older adults living at home during the COVID-19 pandemic: Qualitative interview study. *J Med Internet Res.* 2020;22(5):1–5.
6. Makizako H, Nakai Y, Shiratsuchi D, Akanuma T, Yokoyama K, Matsuzaki-Kihara Y, et al. Perceived declining physical and cognitive fitness during the COVID-19 state of emergency among community-dwelling Japanese old-old adults. *Geriatr Gerontol Int.* 2021;21(4):364–9.
7. Evans IEM, Llewellyn DJ, Matthews FE, Woods RT, Brayne C, Clare L, et al. Social isolation, cognitive reserve, and cognition in healthy older people. *PLoS One.* 2019;13(8):1–14.
8. Fakoya OA, McCorry NK, Donnelly M. Loneliness and social isolation interventions for older adults: A scoping review of reviews. *BMC Public Health.* 2020;20(1):1–14.
9. Aranco N, Stampini M, Ibararán P, Medellín N. Panorama de envejecimiento y dependencia en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. 2018. p. 101.

10. Pereira APS, Marinho V, Gupta D, Magalhães F, Ayres C, Teixeira S. Music Therapy and Dance as Gait Rehabilitation in Patients With Parkinson Disease: A Review of Evidence. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 2019 Jan 1;32(1):49–56.
11. Salazar-Barajas ME, Crespo M, Hernández Cortez PL, Villarreal Reyna M, Gallegos Cabrales EC, Gómez Meza MV, et al. Factors Contributing to Active Aging in Older Adults, from the Framework of Roy's Adaptation Model. *Investig y Educ en Enferm.* 2018;36(2):16.
12. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12(3):189–98.
13. Creavin ST, Noel-Storr AH, Smailagic N, Giannakou A, Ewins E, Wisniewski S, et al. Mini-Mental State Examination (MMSE) for the detection of Alzheimer's dementia and other dementias in asymptomatic and previously clinically unevaluated people aged over 65 years in community and primary care populations (Review). *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;2014(6).
14. Pilar Pont Geis, Vila ÀS, Godes JF, Antuñano NPG de, Romo-Pérez V, Royo IA, et al. Guía de la Actividad Física para el Envejecimiento Activo de las Personas Mayores. Subdirección General de Promoción Deportiva y Deporte Paralímpico. 2011.
15. Ceballos-Gurrola O, Álvarez-Bermúdez J, Medina-Rodríguez RE. Actividad física en el adulto mayor. In: *El Manual Moderno.* 2012. p. 1–140.
16. IBM Corp. IBM SPSS Statistics para Windows. Armonk, NY: IBM Corp; 2012.
17. Evans IEM, Martyr A, Collins R, Brayne C, Clare L. Social Isolation and Cognitive Function in Later Life: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Alzheimer's Dis.* 2019;70(s1):S119–44.
18. Särkämö T. Cognitive, emotional, and neural benefits of musical leisure activities in aging and neurological rehabilitation: A critical review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2018;61(6):414–8.
19. Tabei KI, Satoh M, Ogawa JI, Tokita T, Nakaguchi N, Nakao K, et al. Physical exercise with music reduces gray and white matter loss in the frontal cortex of elderly people: The mihama-kiho scan project. *Front Aging Neurosci.* 2017;9(JUN):1–12.
20. Innes KE, Selfe TK, Khalsa DS, Kandati S. Meditation and Music Improve Memory and Cognitive Function in Adults with Subjective Cognitive Decline: A Pilot Randomized Controlled Trial. *J Alzheimer's Dis.* 2017;56(3).
21. Fang R, Ye S, Huangfu J, Calimag DP. Music therapy is a potential intervention for cognition of Alzheimer's Disease: A mini-review. *Transl Neurodegener.* 2017;6(1):1–8.
22. Sáez de Asteasu ML, Martínez-Velilla N, Zambom-Ferraresi F, Casas-Herrero Á, Cadore EL, Galbete A, et al. Assessing the impact of physical exercise on cognitive function in older medical patients during acute hospitalization: Secondary analysis of a randomized trial. *PLoS Med.* 2019;16(7):1–14.
23. James CE, Altenmüller E, Kliegel M, Krüger THC, Van De Ville D, Worschech F, et al. Train the brain with music (TBM): brain plasticity and cognitive benefits induced by musical training in elderly people in Germany and Switzerland, a study protocol for an RCT comparing musical instrumental practice to sensitization to music. *BMC Geriatr.* 2020;20(1):1–19.

Artículo original

**Liberación miofascial en el síndrome cruzado superior en el personal administrativo**  
**Myofascial release in upper cruciate syndrome in administrative personnel**

Geovanna Cristina Almeida Villegas\*, Andrea Carolina Peñafiel \*\*, Lucia Lastenia Cali\*\*\*, Josselyn Gabriela Bonilla Ayala\*\*\*\*

\* Licenciada en Terapia Física, Master en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica De Ambato. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6361-5550>.

\*\* Licenciada en terapia física Universidad Técnica de Ambato, Ecuador ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3360-4030>

\*\*\*Licenciada en terapia física Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1387-4554>

\*\*\*\* Licenciada en Terapia Física, Master en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica De Ambato. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1744-2609> [cristinaalmeidavillegas@yahoo.es](mailto:cristinaalmeidavillegas@yahoo.es)

**Resumen.**

**Introducción:** El dolor de cuello es una de las alteraciones más frecuentes del sistema musculoesquelético, estar sentado frente a un computador por tiempos prolongados y tener mala postura, provoca alteraciones como el síndrome cruzado superior debido a debilidad de los flexores del cuello, pectorales y esternocleidomastoideo que se tensan y provocan alteraciones musculares.

**Objetivo:** Establecer la efectividad de la aplicación de la técnica de liberación miofascial en el personal administrativo.

**Material y métodos:** El estudio tiene un enfoque cuantitativo cuasi-experimental, se realizó en 20 empleados, entre hombres y mujeres de 20 a 50 años, con dolor de cuello. Se aplicó 24 sesiones de liberación miofascial por 20 minutos, 2 veces por semana, para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Wilcoxon y Chi cuadrado, la evaluación se realizó mediante el cuestionario de índice de discapacidad cervical (NDI) y escala visual análoga del dolor (EVA) al inicio y final de la intervención. La investigación fue aprobada por el comité de bioética y cada participante firmo el consentimiento informado y el acuerdo de confidencialidad.

**Resultados:** Al aplicar la técnica de liberación miofascial cervical mediante la escala de (EVA), se encontró el 5% de dolor moderado y 95% de dolor muy severo; después de la intervención se logró bajar al 85% corresponde a dolor leve y el 15% para dolor moderado y disminuyendo el dolor severo de los pacientes. Con respecto al NDI, se obtuvo el 45% con discapacidad moderada, el 45% discapacidad severa y el 10% incapacidad completa, la valoración final después de la intervención fue el, 65% discapacidad moderada y 35% discapacidad leve consiguiendo disminuir la discapacidad severa e incapacidad completa en los trabajadores, lo que nos indica la mejoría de los pacientes tras la aplicación de la técnica. El análisis de liberación miofascial cervical permitió rechazar a la hipótesis a un nivel de confianza del 95% con diferencia significativa  $<0.05P=0.001$ .

**Conclusión:** La intervención mejoro la discapacidad cervical y disminuyo la intensidad de dolor en el personal administrativo, mejorando la calidad de vida y laboral de los empleados.

**Palabras claves:** liberación miofascial, síndrome cruzado superior, alteraciones musculoesqueléticas

**Abstract**

**Introduction:** Neck pain is one of the most frequent alterations of the musculoskeletal system, sitting in front of a computer for long periods of time and having bad posture, causes alterations such as superior cruciate syndrome due to weakness of the neck flexors, pectoral and sternocleidomastoid that tighten and cause muscular alterations.

**Objective:** To establish the effectiveness of the application of the myofascial release technique in administrative personnel.

**Material and methods:** The study has a quantitative quasi-experimental approach and was carried out on 20 employees, men and women between 20 and 50 years of age, with neck pain. Twenty-four sessions of

myofascial release were applied for 20 minutes, twice a week, for the statistical analysis the Wilcoxon test and Chi-square test were used, the evaluation was performed using the cervical disability index questionnaire (NDI) and visual pain analog scale (VAS) at the beginning and end of the intervention. The research was approved by the bioethics committee and each participant signed the informed consent and confidentiality agreement.

Results: When applying the cervical myofascial release technique by means of the VAS scale, 5% of moderate pain and 95% of very severe pain were found; after the intervention, 85% corresponded to mild pain and 15% to moderate pain, decreasing severe pain in the patients. With respect to the NDI, 45% had moderate disability, 45% severe disability and 10% complete disability. The final evaluation after the intervention was 65% moderate disability and 35% mild disability, reducing severe disability and complete disability in the workers, which indicates the improvement of the patients after the application of the technique. The cervical myofascial release analysis allowed us to reject the hypothesis at a confidence level of 95% with a significant difference  $<0.05P=0.001$ .

Conclusion: The intervention improved cervical disability and decreased pain intensity in administrative staff, improving the quality of life and work of employees.

Key words: myofascial release, upper crossed syndrome, musculoskeletal disorders

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado:12-09-2021

### **Introducción.**

La cabeza es un componente principal de la cadena biocinética, fisiológicamente se encuentra a lo largo de la línea media de nuestro cuerpo lo que hace que exista un equilibrio en su funcionamiento(1), mientras que si presenta alguna alteración o cambios en su posición afecta directamente a la musculatura, propiocepción e incluso a la respiración provocando dolor en la zona del cuello(2).

Actualmente dedicamos más tiempo a las actividades laborales relacionadas al uso de ordenadores o celulares inteligentes, que a las recreacionales, causando estrés laboral y malas posturas, las mismas que originan alteraciones en el sistema musculoesquelético(3). La investigación se enfoca en la mala higiene postural que tienen las personas que laboran en el área administrativa(4), provocando alteraciones osteomusculares y posturales que están más acentuadas en la región cervical dando origen al síndrome cruzado superior(5).

Según Janda describe al síndrome cruzado superior como desequilibrio muscular, acortamiento del trapecio superior(6), elevador de la escápula, pectoral mayor y menor, debilidad de los flexores cervicales trapecio medio e inferior(7). provocando la disfunción de la articulación atlanto-occipital, glenohumeral(14). En este síndrome se observa la alteración postural como antepulsión de cabeza, lordosis cervical incrementada, cifosis torácica incrementada, hombros elevados y protruidos, rotación y

escápula alada (5). que desde el punto de vista clínico se evalúa mediante la observación, por lo que hemos optado por usar los métodos de cuestionario (Nordic Musculokeletal Questionnaire y Copenhagen Psychosocial Questionnaire) y observación directa (evaluación de la ergonomía del trabajo) evaluando rápidamente los miembros superiores y el dolor en áreas anatómicas(8). La siguiente etapa fue determinar la efectividad de la aplicación de la técnica de liberación miofascial, puesto que es una técnica manual, utilizada para tratar las alteraciones del sistema miofascial del cuello y espalda(9). La liberación miofascial tiene su principio de estirar, presionar y relajar el sistema muscular de la región cervical(10), las investigaciones a nivel mundial demuestran los efectos analgésicos(11),y sus excelentes resultados a mejorar la calidad de vida y las condiciones de los pacientes en su ámbito laboral(12), de los profesionales que trabajan en una oficina sometidos al estudio(13).

### **Material y métodos**

La investigación tiene un enfoque cuantitativo cuasi-experimental de tipo longitudinal en 20 personas escogida al azar, con un rango de edad entre 20 a 50 años, procedentes de la cooperativa Ambato Ltda. Entre los criterios d inclusión que se tomó en cuenta fueron variables sociodemográficas, hombres y mujeres que laboren frente a un computador, presenten alteraciones en el test postural, refieran dolor a nivel del cuello y firmen el consentimiento

informado, por el contrario, se excluyen a las personas con enfermedades como: aneurismas, infecciosas o tumorales, lesiones del aparato locomotor (fracturas) y las personas que no firman el consentimiento informado. Se emplearon el cuestionario NDI índice de discapacidad del cuello, la escala visual análoga del dolor (EVA) y test postural para poder evaluar y posterior a ello intervenir con la técnica de liberación miofascial en el tratamiento del síndrome cruzado superior haciendo uso de un sistema informático SPSS con un nivel de significancia del 5%, tras consentimiento de los participantes.

**Resultados**

Se realizó el análisis de resultados obtenidos del proyecto de investigación, posterior a la intervención con la técnica de liberación miofascial en el tratamiento del síndrome cruzado superior a través de una información sociodemográfica haciendo uso de un sistema informático SPSS versión 22 de IBM para

Windows, las decisiones estadísticas se tomarán a un nivel de significancia del 0.05.

Evaluación mediante Cuestionario de índice de discapacidad cervical (NDI)

A través del cuestionario de discapacidad cervical (NDI) se logró evaluar el grado de dolor y disfunción cervical en los empleados de la cooperativa Ambato Ltda, el mismo que corresponde a la valoración inicial del 45% (9) para discapacidad moderada en un rango de 15-24 puntos, del 45% (9) para discapacidad severa en un rango de 25-34 puntos y del 10% (2) para incapacidad completa en un rango de 35 – 50 puntos, mientras que en la valoración final observamos que el 65% (13) es para discapacidad moderada en un rango de 15-24 puntos consiguiendo disminuir la discapacidad severa e incapacidad completa en los trabajadores, lo que nos indica la mejoría de los pacientes tras la aplicación de la técnica.

Tabla 1. Índice de discapacidad cervical (NDI) antes y después.

INDICADORES	FRECUENCIA /PORCENTAJE	
	ANTES	DESPUES
5_14 discapacidad leve		35% (7)
15_24 discapacidad moderada	45% (9)	65% (13)
25_34 discapacidad severa	45% (9)	
35_50 incapacidad completa	10% (2)	

Tabla 2. Evaluación escala visual analógica del dolor (EVA)

INDICADORES	FRECUENCIA /PORCENTAJE	
	ANTES	DESPUES
Leve		85% (17)
Moderado	5% (1)	15% (3)
Muy severo	95% (19)	

Tabla 3. Prueba de Wilcoxon del índice de discapacidad cervical (NDI) y escala visual analógica del dolor (EVA)

Prueba de Wilcoxon		
	TOTAL_CAT_2 - TOTAL_CAT_1	EVA_CAT_II - EVA_CAT
Z	-3,573 <sup>b</sup>	-4,179 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	0.000	0.000

Evaluación mediante la escala visual analógica del dolor (EVA)

Mediante la escala visual analógica del dolor (EVA) se pudo evaluar el nivel de dolor en los trabajadores de la cooperativa Ambato Ltda, en donde la valoración inicial es del 5% (1) para dolor moderado y del 95% (19) para dolor muy severo, mientras que en la valoración final el 85% (17) corresponde a dolor leve y el 15% (3) para dolor moderado lo que nos indica que el dolor mejoró y disminuyó la discapacidad en los empleados.

Después de la aplicación de la técnica de liberación miofascial, mediante la escala de (EVA), se encontró el 5% de dolor moderado y 95% de dolor muy severo; después de la intervención se logró bajar al 85% corresponde a dolor leve y el 15% para dolor moderado y disminuyendo el dolor severo de los pacientes. Con respecto al NDI, se obtuvo el 45% con discapacidad moderada, el 45% discapacidad severa y el 10% incapacidad completa, la valoración final después de la intervención fue el, 65% discapacidad moderada y 35% discapacidad leve consiguiendo disminuir la discapacidad severa e incapacidad completa en los trabajadores, lo que nos indica la mejoría de los pacientes tras la aplicación de la técnica. El análisis de liberación miofascial cervical permitió rechazar a la hipótesis a un nivel de confianza del 95% con diferencia significativa  $<0.05$   $P = 0.001$ . Esto significa que la técnica de liberación miofascial fue efectiva en la intervención del dolor de la región cervical en pacientes que trabajan frente a un computador y que presentan el síndrome cruzado superior.

#### Discusión

El síndrome cruzado superior que se ha identificado en los empleados de la cooperativa Ambato Ltda. de la ciudad de Cevallos, con un factor sociodemográfico en edades de 20 a 50 años, induce a un desequilibrio muscular de antagonistas causando posturas hacia adelante, de la cabeza y los hombros, alterando la mecánica regional. Por lo que mediante la presente investigación determinamos la efectividad de la aplicación de la técnica de liberación miofascial en el tratamiento del mismo, durante tres meses (dos veces por semana con una duración de 20 minutos cada sesión); ayudando a la relajación de los tejidos tensos y de esta manera controlamos el dolor de lesiones musculoesqueléticas en el cuello. Se observa que, tras el uso del cuestionario

de índice de discapacidad cervical (NDI) se consiguió eliminar la discapacidad severa e incapacidad completa, conservando la discapacidad moderada en un rango de 15-24 puntos con el 65% (13). Así mismo, mediante la evaluación visual analógica del dolor (EVA) se redujo el nivel de dolor a leve con el 85% (17) y el 15% (3) para dolor moderado, y en el test postural, aunque no se logró un cambio significativo se obtuvo un  $P = 0.001$  lo que indica que la técnica aplicada es efectiva. Tras la búsqueda en varios artículos se confirman que mediante la aplicación de la terapia de liberación miofascial se logra corregir la posición de la cabeza, recuperando la amplitud de movimiento(13). en el test postural los grupos A y B mostraron cambios en el ángulo craneovertebral (CVA), pero no en un grado estadísticamente significativo; después de una intervención de seis semanas ( $p < 0.05$ )(14). y también se hallaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la gravedad del dolor, y en varios aspectos de la funcionalidad(15). De esta manera, se coincide con los estudios ya existentes en que se debe ampliar la población y el periodo de intervención para conseguir mejores efectos terapéuticos, que nos den mayor evidencia(16).

#### Conclusión

Los hallazgos sugieren que la intervención con liberación miofascial en el síndrome cruzado anterior fue significativamente efectiva para reducir el dolor de cuello y mejorar la función en los pacientes. Sin embargo, en la postura no se consiguió un cambio revelador por lo que sugiere que la técnica se aplique durante un periodo más largo en el tratamiento del dolor de cuello. Además, se necesitan más investigaciones para confirmar el resultado de este estudio.

Conflicto de intereses: La autora declara no tener ningún conflicto de interés.

#### Bibliografía

1. Markopoulos P, Shen X, Wang Q, Timmermans A. Neckio: Motivating neck exercises in computer workers. *Sensors* (Switzerland). 2020;20(17):1–15.
2. Nejati Parisa, Lotfian S, Moezy A, Nejati M. The Study of Correlation Between Forward Head Posture and Neck Pain. *Int J*. 2015;28(90):295–303.
3. Kocur P, Wilski M, Lewandowski J, Łochyński D. Female Office Workers With Moderate Neck Pain Have Increased Anterior Positioning of the Cervical Spine and Stiffness of Upper Trapezius Myofascial Tissue in Sitting

- Posture. PM R [Internet]. 2019;11(5):476–82. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2018.07.002>
4. Calik BB, Yagci N, Oztop M, Caglar D. Effects of Risk Factors Related to Computer Use on Musculoskeletal Pain in Office Workers. *Int J Occup Saf Ergon* [Internet]. 2020;0(0):1–18. Available from: <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1765112>
  5. Hoe V, Urquhart D, Kelsall H, Zamri E, Sim M. Ergonomic interventions for preventing work-related musculoskeletal disorders of the upper limb and neck among office workers (Review ). *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;(10):CD008570.
  6. Ardahan M, Simsek H. Analyzing musculoskeletal system discomforts and risk factors in computer-using office workers. *Pak J Med Sci* 2016. 2016;32(6):1425–9.
  7. Jun D, Zoe M, Johnston V, O’Leary S. Physical risk factors for developing non-specific neck pain in office workers: a systematic review and meta-analysis. Vol. 90, *International Archives of Occupational and Environmental Health*. Springer Berlin Heidelberg; 2017. 373–410 p.
  8. Morris CE, Bonnefin D, Darville C. The Torsional Upper Crossed Syndrome: A Multi-Planar Update to Janda’s Model, with a Case Series Introduction of the Mid-Pectoral Fascial Lesion as an Associated Etiological Factor. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2015;19(4):681–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.08.008>
  9. Chen X, Coombes BK, Sjøgaard G, Jun D, O’Leary S, Johnston V, et al. Massage therapy has short-term benefits for people with common musculoskeletal disorders compared to no treatment: a systematic review Diederik. *Clin Rehabil* [Internet]. 2018;19(1):1–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphys.2015.05.018>
  10. Abu Taleb W, Rehan Youssef A, Saleh A. The effectiveness of manual versus algometer pressure release techniques for treating active myofascial trigger points of the upper trapezius. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2016;20(4):863–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.02.008>
  11. Rodríguez-Huguet M, Gil-Salú JL, Rodríguez-Huguet P, Cabrera-Afonso JR, Lomas-Vega R. Effects of Myofascial Release on Pressure Pain Thresholds in Patients with Neck Pain: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2018;97(1):16–22.
  12. Astorga Verdugo S, Gonzalez Silva S, Rojas Cabezas G, Martinez Araya A. Effectiveness of thoracolumbar myofascial release on increasing sternocleidomastoid resistance and reducing forward head posture angle. *Rehabilitacion* [Internet]. 2019;53(3):162–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rh.2019.04.003>
  13. Rodríguez-Fuentes I, De Toro FJ, Rodríguez-Fuentes G, De Oliveira IMH, Mejjide-Falide R, Fuentes-Boquete IM. Myofascial release therapy in the treatment of occupational mechanical neck pain: A randomized parallel group study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2016;95(7):507–15.
  14. Kim J, Kim S, Shim J, Kim H, Moon S, Lee N, et al. Effects of McKenzie exercise, Kinesio taping, and myofascial release on the forward head posture. *J Phys Ther Sci*. 2018;30(8):1103–7.
  15. Cabrera-Martos I, Rodríguez-Torres J, López-López L, Prados-Román E, Granados-Santiago M, Valenza MC. Effects of an active intervention based on myofascial release and neurodynamics in patients with chronic neck pain: a randomized controlled trial. *Physiother Theory Pract* [Internet]. 2020;00(00):1–8. Available from: <https://doi.org/10.1080/09593985.2020.1821418>
  16. Sadria G, Hosseini M, Rezasoltani A, Akbarzadeh Bagheban A, Davari A, Seifolahi A. A comparison of the effect of the active release and muscle energy techniques on the latent trigger points of the upper trapezius. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2017;21(4):920–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.10.005>

Artículo original

**Prevención de lesiones musculoesqueléticas en estudiantes que reciben clases de modalidad virtual**  
**Prevention of musculoskeletal disorders in students receiving online classes** Geovanna Cristina Almeida

Cynthia Elizabeth Pilco Toscano\*, Luis Felipe Arellano Franco\*\*, Diego Patricio Calero Jiménez \*\*\*,  
Patricia Alejandra Villota Rodríguez \*\*\*\*\*, Cecilia Natividad Guamán Capito \*\*\*\*\*

\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación, mención Neuromusculoesquelético Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3201-0441>

\*\*Master en Entrenamiento Deportivo Universidad Central del Ecuador ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8245-6551>

\*\*\*Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo Universidad Estatal de Bolívar ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3635-3492>

\*\*\*\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación, mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica de Ambato Ecuador ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3176-6477>

\*\*\*\*\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación, mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica de Ambato Ecuador ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6255-0206>

cpilco@ueb.edu.ec

**Resumen.**

Introducción: Los trastornos musculoesqueléticos están asociados con el trabajo repetitivo, derivando en una serie de problemas de salud que van desde pequeñas molestias hasta lesiones con discapacidad permanente del paciente.

Objetivo: Determinar la efectividad de un programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas en estudiantes que reciben clases de modalidad virtual.

Material y métodos: Se realizó una investigación cuasi experimental que incluyó a 34 estudiantes quienes firmaron el consentimiento informado, se aplicó una encuesta donde se solicitó información sobre variables sociodemográficas y evaluación de las condiciones del sitio donde reciben clases. Además, se determinó la presencia de síntomas musculoesqueléticos mediante la aplicación del cuestionario Nórdico. Posteriormente se aplicó un programa de intervención que consistió en charlas ergonómicas, estiramientos y pausas activas durante cuatro semanas consecutivas.

Resultados: El 90,9% de los estudiantes reportó algún tipo de dolor musculoesquelético, siendo más frecuente en el cuello (94,1%), en la región lumbar (79,45%) y el hombro (70,6%), de la cual la mayor parte de los entrevistados describieron niveles de dolor intermedio en cuello (41,2%), hombro (29,4%) y dorsal o lumbar (29,4%), mientras que en codo y antebrazo y muñeca y mano la mayoría no presento molestias. Posterior a la intervención, el nivel de dolor disminuyó en las diferentes partes del cuerpo evaluadas ( $p < 0,05$ ).

Conclusión: Con base en los resultados se demuestra el efecto positivo del plan de prevención sobre la mejora de dolor musculoesqueléticas de los estudiantes intervenidos, por lo que se sugiere aplicar este tipo de programas en otras carreras.

Palabras claves: ergonomía, estiramientos, lesiones musculoesqueléticas, pausas activas, programa de intervención, estudiantes.

**Abstract**

Introduction: Musculoskeletal disorders are associated with repetitive work, resulting in several health problems ranging from light pain to injuries with patient's permanent disability.

Objective: To determine the effectiveness of a program for the prevention of musculoskeletal disorders in students who receive online classes.

**Material and methods:** A quasi-experimental research was carried out including 34 students who signed the informed consent, a survey to require information on sociodemographic variables and evaluation of the conditions of the place where they receive classes was applied. In addition, occurrence of musculoskeletal symptoms was determined by applying the Nordic questionnaire. Subsequently, an intervention program was applied that consisted of ergonomic talks, stretching and active pauses during four consecutive weeks.

**Results:** 90.9% of the students reported some type of musculoskeletal pain, being more frequent in neck (94.1%), lumbar region (79.45%) and shoulder (70.6%), of which most of the interviewees described intermediate pain levels in the neck (41.2%), shoulder (29.4%) and dorsal or lumbar (29.4%), while in elbow and forearm and wrist and hand most do not present discomfort. After the intervention, pain levels decreased in the different parts of the body evaluated ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Based on the results, the positive effect of the prevention plan on the improvement of musculoskeletal pain in the intervened students was demonstrated, suggesting feasibility to apply this type of programs in other careers.

**Keywords:** ergonomics, stretching, musculoskeletal injuries, active pause, intervention program, students, disorder.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

Los trastornos musculoesqueléticos han sido asociados con un amplio número de problemas de salud, los cuales están relacionados con factores de riesgo físico debido a realización de actividades con posturas incómodas y/o con alta repetitividad, o requerimiento de fuerza excesiva, así como factores psicosociales son causados por la realización de movimientos repetidos y extenuante (1,2). Estos factores de riesgo pueden provocar lesiones a nivel muscular, así como en tendones, ligamentos, cartílagos, sistema vascular, nervios u otros tejidos blandos y articulaciones del sistema musculoesquelético de las extremidades superiores e inferiores, zona lumbar, cuello y hombros (3).

Aunque la prevalencia de los trastornos musculoesqueléticos es mayor en adultos mayores, también se ha observado en estudiantes de diferentes áreas de la ciencias de la salud. En Arabia Saudita se encontró que el 64,8% de los estudiantes padecían de algún tipo de trastorno musculoesquelético, principalmente en la zona lumbar y esto estuvo asociado con el bajo nivel de actividad física (4). Santoshi et al. (5) observaron una prevalencia general de trastornos musculoesqueléticos del 87,1% en estudiantes que asistían a clases durante una jornada diaria de 4,78 h durante 15,6 meses y quienes en su mayoría reportaron dolor en la región del cuello y la espalda baja (43%). Esto ha sido relacionado con la falta de actividad física, malas posturas de estudio y uso de sillas inadecuadas en clases durante períodos prolongados incrementa la posibilidad de ocurrencia de lesiones.

Aparte del uso de terapia física, medicamentos y cirugía, los cambios en estilo de vida se incluyen entre las principales formas de sobrellevar los desórdenes musculoesqueléticos (6). Entre estos, la actividad física puede prevenir o disminuir la probabilidad de aparición de trastornos musculoesqueléticos, los cuales afectan negativamente la capacidad física y, en consecuencia, el rendimiento laboral (7-9). En este sentido, los ejercicios de estiramiento mejoran la flexibilidad del músculo, la amplitud del rango de movimiento articular, la circulación, postura y alivio del estrés (10). Por último, las pausas activas, entendidas como técnicas de corta realización durante la jornada laboral que consisten en la inclusión de movimientos articulares, de estiramiento, de respiración que se caracterizan por cambios en la frecuencia, duración y tipo con el fin interrumpir largos períodos de actividades repetitivas (11,12).

### **Objetivo**

Determinar la efectividad de un programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas en estudiantes que reciben clases de modalidad virtual.

### **Material y métodos**

Se realizó una investigación de tipo cuasi experimental con el fin de evaluar la efectividad de un programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas en 34 estudiantes de la carrera de enfermería de la Universidad Estatal de Bolívar, Provincia de Bolívar, Ecuador quienes reciben clases virtuales. Previo al inicio del estudio, los participantes firmaron el consentimiento firmado donde se expresó que no

existió ningún tipo de riesgo durante la investigación y sobre la confidencialidad de los datos obtenidos.

Para el estudio se aplicó el cuestionario Nórdico para detectar síntomas musculoesqueléticos antes y después de la intervención (13). Con base en los resultados se diseñó un plan de prevención que consistió en charlas semanales sobre condiciones ergonómicas del sitio de estudio, junto con la ejecución de ejercicios de estiramientos y pausas activas.

Con relación a las condiciones ergonómicas del sitio de estudio se hizo énfasis en la importancia de los siguientes aspectos señalados por OSHA (2021) referidos a la ubicación adecuada del monitor, cabeza y cuello equilibrados y en línea con el torso, hombros relajados, codos pegados al cuerpo y apoyados, soporte de espalda baja, muñecas y manos alineadas con los antebrazos, espacio adecuado para el teclado y el mouse y pies apoyados en el suelo. Posteriormente se les propuso un plan de pausas activas para la realización de ejercicios de estiramiento siguiendo las recomendaciones sugeridas por Gasibat et al. (11).

Este tipo de intervención fue sugerida a los estudiantes que sea realizada de manera ideal 10 minutos en cada cambio de hora de clase todos los días de la semana.

El programa de intervención fue aplicado durante cuatro semanas consecutivas y al final del período se aplicó nuevamente el Cuestionario Nórdico para reevaluar las condiciones de dolor por lesiones musculoesqueléticas y así evaluar la efectividad del programa de intervención.

De acuerdo con los criterios de inclusión fueron incorporados los estudiantes de cuarto semestre de la Universidad Estatal de Bolívar de la carrera de enfermería que reciban clases en su domicilio, que no presentaban ningún tipo de lesión musculoesqueléticas y con edades comprendidas entre 20 a 23 años. Por otra parte, fueron excluidos aquellos estudiantes que se encuentren en estado de gestación o con algún tipo de discapacidad que impidan ser incluidas en el estudio.

Los datos obtenidos fueron sometidos a pruebas no paramétricas para determinar si existe variación en los niveles de dolores musculoesqueléticos en la población intervenida mediante la prueba de McNemar usando el programa estadístico SPSS versión 21.0 para Windows (14).

#### Resultados

Del total de estudiantes que participaron en el plan de prevención de lesiones musculoesqueléticas, el mayor porcentaje correspondió a estudiantes de sexo femenino (64,7%), frente a un 35,3% de estudiantes masculinos, con el mayor porcentaje de estos incluidos en el rango de edad entre 21 y 23 años (64,7%). Finalmente, con relación al lugar de residencia el 35,3% señalaron como sitio de residencia la ciudad de Guaranda, 14,7 % residían en San Miguel y 8,8 % Quito, mientras que el 41,2% restante tenían diferentes sitios de residencia

#### Evaluación de las alteraciones musculoesqueléticas previo a la intervención

De acuerdo con la evaluación previa se obtuvo que el 90,9% de los estudiantes reportó algún tipo de síntomas musculoesquelético, siendo más frecuente en el cuello (94,1%), en la región lumbar (79,45%) y el hombro (70,6%).

Los niveles de dolor, medido del 0 al 5, donde 0 corresponde a ausencia de molestias y 5 con molestias muy fuertes, arrojaron los siguientes resultados: la mayor parte de los entrevistados describieron niveles de dolor intermedio en cuello (41,2%), hombro (29,4%) y dorsal o lumbar (29,4%), mientras que en codo y antebrazo y muñeca y mano la mayoría dijo no tener molestias 32,4% en ambos casos. Sin embargo, también se observaron altos porcentajes de personas que acusaron niveles de molestia que van desde levemente fuerte hasta muy fuerte en la región dorsal o lumbar (50%), cuello (41,2%) y hombro (41,2%) (Fig. 1).

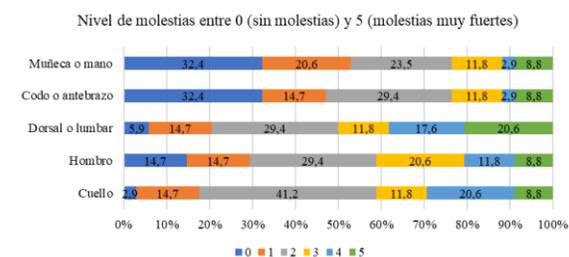


Figura 1. Niveles de dolor acusados por los entrevistados en las diferentes partes del cuerpo

Con relación al tiempo de duración de la molestia de acuerdo con la región afectada del cuerpo, se encontró que independientemente de la parte del cuerpo afectada, la mayor proporción de las molestias se presentó entre 1-7 días en cuello (58,8%), hombro (47,1%), muñeca y mano (47,1%), codo y antebrazo (41,2%) y dorsal-

lumbar (32,4%), seguido de dolores que se han presentado entre 8-30 días en la región dorsal-lumbar (26,5%), cuello, hombros y codo-antebrazo (14,7%) y muñeca y mano (11,8%) (Fig. 4A). En cuanto al tiempo de duración del episodio de dolor, la mayor parte de los entrevistados dicen que les dura menos de 1 hora o entre 1 y 24 horas, que en cuello representa el 79,5%, hombro (61,8%), dorsal o lumbar (61,8%), codo o antebrazo (55,9%) y muñeca o mano (50,0%) (Fig. 4B).

Efectividad del programa Ergonómico en la prevención de lesiones musculoesqueléticas  
Después de aplicado el programa de estiramientos, pausas activas y condiciones ergonómicas se observó una tendencia a la disminución de los niveles del dolor en las diferentes partes del cuerpo evaluadas (Tabla 2). De acuerdo con esta prueba, los niveles de dolor en cuello, hombro, región dorsal o lumbar, codo o antebrazo y muñeca o mano mostraron disminución significativa de 2,59 a 1,50; 2,26 a 1,09; 2,82 a 1,32; 1,65 a 0,59 y 1,59 a 0,82, respectivamente.

Tabla 1. Niveles de dolor en diferentes partes del cuerpo antes y después de la aplicación del programa de estiramientos y pausas activas

Variable	Antes	Después	p valor
	$\bar{x} \pm D.E.$	$\bar{x} \pm D.E.$	
Cuello	2,59 ± 1,305	1,50 ± 1,462	0,003
Hombro	2,26 ± 1,483	1,09 ± 1,334	0,004
Dorsal o lumbar	2,82 ± 1,556	1,32 ± 1,387	0,000
Codo o antebrazo	1,65 ± 1,555	0,59 ± 0,957	0,003
Muñeca o mano	1,59 ± 1,559	0,82 ± 1,359	0,051

T

Tabla 2. Tabla cruzada entre el uso de silla con apoyabrazos y el nivel de dolor después de la intervención

Silla con apoyabrazos	Nivel de dolor después de la intervención				Total
	0	1	2	3	
Si	7 (63,6%)	2 (18,2%)	2 (18,2%)	0 (0,0%)	11 (100,0%)
No	1 (4,3%)	8 (34,8%)	9 (39,1%)	5 (21,7%)	23 (100,0%)
Total	8 (23,5%)	10 (29,4%)	11 (32,4%)	5 (14,7%)	34 (100,0%)

Tabla 3. Tabla cruzada entre la postura y el nivel de dolor después de la intervención

Postura adecuada	Nivel de dolor después de la intervención				Total
	0	1	2	3	
Si	8 ((32,0%)	7 (28,0%)	7 (27,0%)	3 (12,0%)	25 (100,0%)
No	0 (0,0%)	3 (33,3%)	4 (44,4%)	2 (22,2%)	9 (100,0%)
Total	8 (23,5%)	10 (29,45)	11 (32,4%9	5 (14,7%)	34 (100,0%)

Tabla 4. Tabla cruzada entre el número de horas que el estudiante permanece sentado y el nivel de dolor después de la intervención

Tiempo sentado	Nivel de dolor después de la intervención				Total
	0	1	2	3	
2-6 horas	8 (34,8%)	5 (21,7%)	6 (26,1%)	4 (17,4%)	23 (100,0%)
Más de 6 horas	0 (0,0%)	5 (45,5%)	5 (45,5%)	1 (9,1%)	11 (100,0%)
Total	8 (23,5%)	10 (29,4%)	11 (32,4%)	5 (14,7%)	34 (100,0%)

De acuerdo con el análisis de correlación de Spearman, no se encontró ningún tipo de correlación entre el nivel del dolor con las variables peso, talla, sexo, actividad física, pero si se encontró una correlación altamente significativa entre el nivel de dolor con el número de horas que permanece sentado/acostado recibiendo clases ( $r= 0,99$ ;  $p< 0,001$ ), uso de una silla sin apoyabrazos ( $r= 0,53$ ;  $p< 0,001$ ) y con la postura adoptada durante las horas de clases ( $r= 0,34$ ;  $p< 0,04$ ). Con base en estos resultados se determina que el nivel de dolor se incrementa con el tiempo que los estudiantes permanecen sentados para asistir a las clases, aunado a que no tienen las mejores condiciones para las clases.

Una vez determinada correlación entre las variables número de horas que permanecen sentados, el uso de sillas con apoyabrazos y asumir una postura correcta con el nivel de dolor se encontró que el nivel de dolor después de la intervención solo alcanzó un máximo de 3, lo cual está en concordancia con lo mostrado por la tabla 9. En ese sentido, 63,6% de los estudiantes que pasaron a usar sillas con apoyabrazos ya no presentaban ningún tipo de molestia, mientras que los estudiantes que no la usaron tuvieron molestias que variaron desde el nivel 1 (34,8%) al 3 (21,7%) (Tabla 2).

Con relación a aquellos estudiantes que asumieron una postura adecuada durante la jornada de clases se observó que 32,0% no presentó ningún tipo de dolor, mientras que aquellos que no guardaban una postura adecuada 44,4% y 22,2% sufrían con dolor nivel 2 y 3 (Tabla 3).

Por último, el número de horas también tuvo una relación en la aparición del dolor, observándose que el 34,8% de los estudiantes que pasaban menos horas continuas sentado no presentaron ningún tipo de dolor, mientras que pasaban más de seis horas continuas sentado presentaron dolor desde el nivel 1 al 3 (Tabla 4).

#### Discusión

La realización de tareas que demanden de grandes esfuerzos o que obliguen a tener posturas estáticas o movimientos repetidos de larga duración o la combinación de estas incrementa el riesgo de aparición de lesiones musculoesqueléticas en partes del cuerpo involucradas (15). El uso de equipos computacionales durante largo tiempo conlleva a asumir posturas incómodas que incrementan las cargas en el cuello y los hombros ocasionando dolor en el 30% de las personas (16). Esto fue corroborado en este estudio puesto que 58,8% de los estudiantes manifestaron dolor del

cuello con niveles de dolor moderado hasta muy fuerte, sin embargo, después de la intervención se observó un mayor número de personas (41,2%) que no presentaban ningún tipo de molestia.

En tal sentido, la aplicación de los principios ergonómicos puede reducir la aparición de trastornos musculoesqueléticos por lo que es necesario establecer programas de capacitación para lograr un buen diseño del lugar de estudio y así evitar la aparición de este tipo de lesiones (15,17)

De acuerdo con el análisis de las condiciones ergonómicas del sitio dedicado para recibir clases, inicialmente se encontró que muchos de ellos no cuidaban las condiciones ergonómicas mínimas, lo cual implicaba un factor de riesgo. Después de las charlas ofrecidas, se observó preocupación por mejorar algunas de las condiciones, entre ellas, la adopción de una buena postura, lo cual contribuye a mantener al cuerpo en su posición adecuada evitando así el apareamiento del dolor, debido a que evita que la musculatura sea sometida a mayor esfuerzo y como consecuencia aumenta la rigidez y el dolor (18).

Con relación a las personas que trabajan por tiempo prolongado frente a una computadora, existe una clara necesidad de diseñar programas educativos que conlleven a adoptar mejoras en el diseño del lugar de trabajo de acuerdo a las medias antropométricas del usuario siguiendo pautas ergonómicas (19). En tal sentido, basados en los resultados, el programa de intervención aplicado mostró efectos positivos. En primer lugar, las charlas sobre las condiciones ergonómicas básicas requeridas para la prevención o disminución de lesiones musculoesqueléticas pudieron haber surtido un efecto positivo cuando se examinó el nivel de dolor en la población intervenidos (Tabla 10), puesto que se observó la preocupación de los estudiantes en mejorar algunas condiciones de su entorno de estudio. Así, aunque no la totalidad de los estudiantes logró cambiar el sitio donde reciben clases, un alto porcentaje intentó adecuar su ambiente con las especificaciones dadas en la charla (Tabla 11).

Estudios previos también han señalado los beneficios de este tipo de intervención. Ratzon et al. (20) observaron disminución en la aparición de trastornos musculoesqueléticos y nivel de dolor después de un programa de intervención ergonómico personalizado dirigido a obtener mejoras en la postura en enfermeras. Así mismo, Jahanimoghadam y Abdolalazadeh (21) encontraron que a partir de reformas simples en la ergonomía, tales como posturas correctas, uso de

sillas adecuadas al tamaño del usuario, fue posible disminuir los problemas musculoesqueléticos.

Aparte de los beneficios de los principios ergonómicos en la prevención de trastornos musculoesqueléticos, también existen estudios que muestran beneficios de los ejercicios de estiramiento, sin embargo, el éxito depende del músculo o grupos de músculos que sean considerados, la variabilidad de población estudiada y de que esté adaptado a las condiciones cotidianas del individuo (22). Así, el programa propuesto en el presente estudio fue hecho considerando ejercicios de fácil ejecución, lo que podría explicar que el 91,2 % de los estudiantes dijo haber seguido completa o parcialmente los ejercicios, los cuales hicieron toda la semana (44,1%), menos de 3 días por semana (23,5%) o al menos 1 día por semana (32,4%) (Tabla 10).

Aunque de acuerdo con la literatura, el estiramiento no previene las lesiones musculoesqueléticas, si se ha demostrado que puede contribuir a reducir la molestia o dolor (10). Con base en esta aseveración y considerando la edad de los estudiantes, es posible asegurar que el estiramiento pudo haber contribuido con la disminución de los dolores musculoesqueléticos en los participantes.

Así mismo, existen varios estudios que demuestran el efecto positivo de las pausas activas. La implementación de un programa de pausas activas a trabajadores de un Club Campestre demostró cambios en la percepción de los beneficios, lo que permitió crear conciencia sobre los beneficios de los ejercicios y además obtener mejoras en la productividad, el rendimiento y las condiciones de trabajo, disminuyendo las incapacidades por enfermedades profesionales (23). De acuerdo con St-Onge et al. (24) las pausas activas afectan positivamente el patrón de actividad electromiográfica en músculos del cuello/hombro, lo que sugiere que podrían ser implementadas en trabajadores computacionales.

Lo que corrobora los datos obtenidos en la presente investigación, en los cuales se determina que los estiramientos, el 79,4% de los estudiantes dijo haber realizado las pausas activas, de los cuales un 50% realizó las pausas activas durante 5-10 min, 17,6% entre 10-15 min y 11,8% menos de 5 min, mientras que el 20,6% que dijo no haber hecho las pausas activas aseguraron no haberlas hecho por falta de tiempo o por haberlo olvidado (Tabla 7). A pesar de los beneficios obtenidos por la práctica de pausas activas, estas por lo general no son realizadas por desconocimiento, olvido o falta de motivación, por lo que se han desarrollado

herramientas informáticas basadas en redes neuronales que permiten la detección de puntos clave del cuerpo humano y así monitorear una rutina de ejercicios relacionada a la pausa activa (23).

#### Conclusiones

Se determinó una alta prevalencia de molestias musculoesqueléticas en estudiantes que reciben clases virtuales desde su casa, con la mayor frecuencia observada a nivel de cuello y zona dorsal o lumbar, lo cual está relacionado con el tiempo de permanencia sentados o acostados para recibir clases, el tipo de dispositivo y la mobiliaria usada, las cuales no reúnen las condiciones ideales de acuerdo con los estándares ergonómicos. En tal sentido, la aplicación del programa de intervención mostró un efecto positivo toda vez que, de acuerdo la evaluación posterior a la aplicación del programa se observó disminución del nivel de dolor. Además, las charlas ofrecidas crearon conciencia sobre los riesgos, en vista de que la mayoría aseguró haber seguido los lineamientos de programa, lo cual se evidenció en los resultados positivos.

#### Referencias bibliográficas:

1. Van Der Beek AJ, Dennerlein JT, Huysmans MA, Mathiassen SE, Burdorf A, Van Mechelen W, et al. A research framework for the development and implementation of interventions preventing work-related musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Heal*. 2017;43(6):526–39.
2. Nunes IL, Bush PM. Disorders Assessment and Prevention. *Ergon Syst Approach*. 2011;1–31.
3. Prall J, Ross M. The management of work-related musculoskeletal injuries in an occupational health setting: The role of the physical therapist. *J Exerc Rehabil*. 2019;15(2):193–9.
4. Hendi OM, Abdulaziz AA, Althaqafi AM, Hindi AM, Khan SA, Atalla AA. Prevalence of Musculoskeletal Disorders and its Correlation to Physical Activity Among Health Specialty Students. *Int J Prev Med*. 2019;10:19–24.
5. Santoshi JA, Jain S, Popalwar HJ, Pakhare AP. Musculoskeletal disorders and associated risk factors in coaching students: A cross-sectional study. *J Fam Med Prim Care [Internet]*. 2019;8(3):929–33. Available from: <http://www.jfmpc.com/article.asp?issn=2249-4863;year=2017;volume=6;issue=1;spage=169;epage=170;aulast=Faizi>
6. Sundstrup E, Jakobsen MD, Brandt M, Jay K, Ajslev JZN, Andersen LL. Regular use of

- pain medication due to musculoskeletal disorders in the general working population: Cross-sectional study among 10,000 workers. *Am J Ind Med.* 2016;59(11):934–41.
7. Bayattork M, Jakobsen MD, Sundstrup E, Seidi F, Bay H, Andersen LL. Musculoskeletal pain in multiple body sites and work ability in the general working population: Cross-sectional study among 10,000 wage earners. *Scand J Pain.* 2019;19(1):131–7.
  8. Murata S, Doi T, Sawa R, Nakamura R, Isa T, Ebina A, et al. Association between objectively measured physical activity and the number of chronic musculoskeletal pain sites in community-dwelling older adults. *Pain Med (United States).* 2019;20(4):717–23.
  9. Nawrocka A, Niestrój-Jaworska M, Mynarski A, Polechoński J. Association Between Objectively Measured Physical Activity And Musculoskeletal Disorders, And Perceived Work Ability Among Adult, Middle-Aged And Older Women. *Clin Interv Aging.* 2019;14:1975–83.
  10. Gasibat Q, Bin Simbak N, Abd Aziz A. Stretching Exercises to Prevent Work-related Musculoskeletal Disorders – A Review Article. *Am J Sport Sci Med.* 2017;5(2):27–37.
  11. Ochoa C, Centeno P, Hernández E, Guamán K, Castillo J. La seguridad y salud ocupacional. *Rev Univ y Soc [Internet].* 2020;12(5):308–13. Available from: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1713>
  12. Luger T, Maher CG, Rieger MA, Steinhilber B. Work-break schedules for preventing musculoskeletal disorders in workers. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;2017(11).
  13. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sørensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon.* 1987;18(3):233–7.
  14. IBM Corp. IBM SPSS Statistics for Windows. Armonk, NY: IBM Corp.; 2012.
  15. Burgess-Limerick R. Participatory ergonomics: Evidence and implementation lessons. *Appl Ergon.* 2018;68:289–93.
  16. Choi KH, Cho MU, Park CW, Kim SY, Kim MJ, Hong B, et al. A comparison study of posture and fatigue of neck according to monitor types (Moving and fixed monitor) by using flexion relaxation phenomenon (FRP) and craniovertebral angle (CVA). *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(17):1–12.
  17. Vujica Herzog N, Buchmeister B, Harih G. Ergonomic Workplace Design for Workers with Disabilities. In: DAAAM International Scientific Book. 2019. p. 159–74.
  18. Prendes E, García J, Bravo T, Cordero J, Pedroso I. Cervicalgia. Causas y factores de riesgo relacionados en la población de un consultorio médico. *Rev Cuba Med Física y Rehabil.* 2016;8(2):202–14.
  19. Poniran H, Zain NNM, Mohan NMM, Tamsir F, Ibrahim NA. Determinants of Computer Ergonomic Hazards among Office Workers in Klang Valley, Malaysia. *Asian J Educ Soc Stud.* 2020;13(2):1–11.
  20. Ratzon NZ, Bar-Niv NA, Fromm P. The effect of a structured personalized ergonomic intervention program for hospital nurses with reported musculoskeletal pain: An assigned randomized control trial. *WorkWork.* 2016;54(2):367–77.
  21. Jahanimoghadam F, Abdolizadeh M. Ergonomics, musculoskeletal disorders and computer work. Vol. 3, *Journal of Health and Biomedical Informatics Medical Informatics Research Center.* 2016. p. 145–54.
  22. Page P. The acute benefits and risks of passive stretching to the point of pain. *Int J Sports Phys Ther [Internet].* 2012;7(1):109–19. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00421-018-3874-3>  
<http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fpsyg.2015.01128/abstract>  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26642915>  
<http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=104054298&S=R&D=ccm&Ebs>
  23. Herrera F, Niño R, Montenegro C, Gaona P. FabRigo: Modelo informático para el monitoreo y control de rutinas de pausas activas en trabajadores de oficina por medio del modelo Pose et. *Rev Ibérica Sist y Tecnol Investig.* 2020;27:273–85.
  24. St-Onge N, Samani A, Madeleine P. Integration of active pauses and pattern of muscular activity during computer work. *Ergonomics [Internet].* 2017;60(9):1228–39. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2017.1303086>

Artículo original

**Efectos de la música en el rendimiento funcional de universitarios**  
**Effects of music on the functional performance of university students**

Moscoso Córdova Grace Verónica\*, Espín Pastor Victoria Estefanía \*\*, Ortiz Villalba Paola Gabriela \*\*\*,  
Caiza Vega Mónica del Rocío \*\*\*\* Zabala Peñaloza Elvis José \*\*\*\*\*

\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación: Neuromusculo-esquelético, Universidad Técnica de Ambato 0000-0002-0703-2668

\*\*Master Universitario en Fisioterapia del Deporte y Readaptación en la Actividad Física, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud 000-0002-0500-1948

\*\*\*Magister en Neurorehabilitación, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud 0000-0001-6810-8841

\*\*\*\*Magister en Gerencia de Instituciones de Salud, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud 0000-0003-1109-7859

\*\*\*\*\* Estudiante, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud 0000-0002-6548-9316  
gv.moscoso@uta.edu.ec

**Resumen.**

**Introducción:** La música puede influir en aspectos como la velocidad de la tarea, el nivel de satisfacción y el rendimiento funcional de las personas.

**Objetivo:** Determinar los efectos de un programa de intervención con música en el rendimiento funcional, en estudiantes universitarios.

**Material y Métodos:** Investigación de tipo cuantitativa, longitudinal, en 38 estudiantes universitarios, de la Carrera de Fisioterapia de la Universidad Técnica de Ambato, divididos con un muestreo no probabilístico intencional en 2 grupos, grupo 1 (con música), grupo 2 (sin música). Se evaluó pre y post test con 5 ejercicios funcionales: sentadilla bilateral, sentadilla unilateral, salto vertical, equilibrio y carrera en 8. Dentro de los criterios de exclusión más relevantes: no tener lesiones importantes en los últimos 3 meses, no estar embarazada.

La intervención se realizó a través de un plan para mejorar el rendimiento funcional de miembro inferior, tuvo 12 sesiones de 37 a 48 minutos, y se realizó a través de medios virtuales.

Esta investigación fue avalada por el comité de bioética de la Universidad Técnica de Ambato, todos los participantes firmaron el consentimiento informado.

**Resultados:** El grupo que trabajó con música, mostró mejores resultados en la evaluación post intervención, donde se demuestra que si hubo significancia entre rendimiento funcional de miembro inferior antes y después de la intervención ( $P=0,009$ ).

**Conclusión:** La música tiene efectos positivos en el rendimiento funcional de los estudiantes universitarios

**Palabras Clave:** Música, rendimiento funcional, estudiante, universitarios.

**Abstract**

**Introduction:** Music can influence aspects such as task speed, level of satisfaction and functional performance of individuals.

**Objective:** To determine the effects of a music intervention program on functional performance in university students.

**Material and Methods:** Quantitative, longitudinal research in 38 university students of the Physiotherapy career of the Technical University of Ambato, divided with a non-probabilistic intentional sampling in 2 groups, group 1 (with music), group 2 (without music). They were evaluated pre and post test with 5 functional exercises: bilateral squat, unilateral squat, vertical jump, balance and running in 8. Among the most relevant exclusion criteria: not having important injuries in the last 3 months, not being pregnant.

The intervention was carried out through a plan to improve the functional performance of the lower limb, had 12 sessions of 37 to 48 minutes, and was performed through virtual means.

This research was endorsed by the bioethics committee of the Technical University of Ambato, and all participants signed the informed consent.

Results: The group that worked with music1 showed better results in the post-intervention evaluation, where it was shown that there was a significant difference between functional performance of the lower limb before and after the intervention ( $P=0.009$ ).

Conclusion: Music has positive effects on the functional performance of university students.

Keywords: Music, functional performance, student, university students.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado:12-09-2021

### **Introducción.**

La música es un instrumento que nos permite adquirir nuevas habilidades, así como tiene la capacidad de inhibir estímulos que provienen del exterior, permitiendo focalizar la atención de la persona cuando realiza una tarea, dentro del rendimiento funcional, permite disminuir en gran medida la sensación de esfuerzo y fatiga. (1) Se le atribuye liberar las emociones, regula nuestro estado de ánimo y fomentar el movimiento al tiempo del sonido; (2) escuchar la música preferida por los deportistas influye en el rendimiento del ejercicio, atribuyendo cambios positivos, sintiéndose más motivados y alertas(3), puede mejorar estados de sensación, reduciendo el esfuerzo percibido y mejorando el consumo de oxígeno.(4)

La preferencia musical es importante para obtener mejores resultados dentro de la práctica del entrenamiento físico, haciendo que el practicante se sienta más motivado con una adhesión notable al trabajo realizado, siendo este un apoyo novedoso para mejorar los resultados de la tarea deportiva;(3) provoca una disminución significativa del tiempo en las pruebas de los participantes, demostrándose que la preferencia musical de los individuos disminuye el tiempo del ejercicio, sin distinción de género, tanto hombres como mujeres pueden reducir el tiempo en el ejercicio después de la intervención.(5) Además, mejora la sincronización de movimientos entre la música y las tareas motoras, para que la actividad sea más eficiente, permitiendo llegar a los participantes al punto de falla en cuanto a la realización del ejercicio(6)

Realizar actividad física promueve la salud, evita el sedentarismo y es un intercesor de buenos hábitos en los estudiantes, ya que cualquier movimiento en el cual intervenga el sistema músculo esquelético produce gasto energético, incluyendo actividades de rutina diaria. (7) los efectos de la música sobre el ejercicio en el rango de intensidad bajo y moderado están bien

estipulados, conduce a mejoras significativas en la producción de potencia máxima, además el índice de fatiga se ve disminuida, escuchar música con un tempo más rápido (130 bpm) llevan al deportista a percibir mejoras en el rendimiento físico(6).

Objetivo: Determinar los efectos de un programa de intervención con música en el rendimiento funcional, en estudiantes universitarios.

Material y Métodos : Estudio de enfoque longitudinal cuantitativo, se reclutó a 58 estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato, para la investigación, a los cuáles se les dió una inducción del proyecto y se les explicó los criterios de inclusión y exclusión más relevante, así como las pruebas que iban a ser aplicadas. De ellos, 38 estudiantes de 20 a 25 años, cumplieron con esos criterios y estaban dispuestos a participar en el estudio.

Dentro de los criterios de exclusión estuvieron: haber sufrido una lesión traumática en los últimos 3 meses, embarazo, enfermedades neurológicas permanentes, realizar actividad física más de 30 minutos por lo menos 3 veces por semana.

Posterior a la selección de los participantes se dividió en dos grupos con iguales condiciones de género así: 5 hombres y 14 mujeres en el Grupo 1(intervención con música), el mismo número de participantes en el grupo 2 (intervención sin música) grupo control.

Los equipos y materiales utilizados fueron: computadora, smart phone, cronometro, música de 160 bmp, con preferencia de los estudiantes. Además, pruebas de rendimiento funcional: sentadilla bilateral (10 repeticiones), sentadilla unilateral (5 repeticiones), salto vertical, equilibrio a una pierna con ojos abiertos (30seg.) equilibrio a una pierna ojos cerrados (30seg.) y carrera en forma ocho (6m), cuestionario de recolección de datos sociodemográficos, y cuestionario de satisfacción.

Para la intervención se realizó una investigación exhaustiva en diferentes buscadores científicos

como: PubMed, PeDro, Elsevier y Scielo en los cuales se seleccionó aquellos que contengan técnicas de entrenamiento de miembro inferior. El plan incluyó ejercicios de calentamiento: (movilización de tobillo, rodilla, cadera,) fortalecimiento: (sentadilla bilateral, sentadilla monopodal, sentadilla bilateral con marcha, salto vertical, plancha de rodillas, plancha baja, trote con desplazamiento lateral), equilibrio (monopodal con ojos abiertos, con los ojos cerrados y por último, el estiramiento ( anterior y posterior ). Cada sesión tuvo una duración de 35 a 45 min.

Finalmente se utilizó el programa estadístico SPSS versión 21.0 para Windows en español. La estadística utilizada fue descriptiva bivariada para comparación longitudinal. La prueba utilizada fue McNemar, la regla de decisión fue: Si  $p \leq 0.005$  se rechaza la  $H_0$ .

El estudio contó con la aprobación del Comité de Bioética de la Universidad Técnica de Ambato, basados en el informe Belmont, priorizando al paciente.

Resultados:

Dentro del estudio se puede indicar que los participantes del estudio se encontraron en situaciones geográficas diferentes ya que debido a la pandemia del COVID-19 tuvieron que pasar a la virtualidad de la educación, ocupándose de la misma en sus hogares. Esto hizo además que las características de la evaluación sea diversa, en cuanto se refiere a los materiales de uso para la misma, pese a esto, el evaluador contó con un equipo de colaboradores que hicieron de veedores en cada evaluación para asegurarse que fuera efectiva. Por otro lado, se debe señalar que los estudiantes han pasado 7 meses confinados antes de la intervención, por lo que cabe indicar que su estado de actividad física es deficiente.

Los resultados del estudio se realizó con la utilización de la desviación estándar, esta permite medir las fluctuaciones que hay entre los resultados parciales de cada ejercicio frente al ideal de cada evaluación. Según la prueba de McNemar, se demuestran que si hubo significancia entre rendimiento funcional de miembro inferior antes y después de la intervención ( $P = 0,009$ ). (Tabla 1)

Tabla 1. Prueba de Muestras Bivariadas

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	15,532 <sup>a</sup>	4	0,004
Razón de verosimilitud	15,928	4	0,003
Asociación lineal por lineal	14,055	1	0
Prueba de McNemar-Bowker	11,667	3	0,009
N de casos válidos	38		

a. 6 casillas (66,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,18.

En el grupo de intervención con música, se tuvo resultados significativos en la muestra obtenida, a continuación se describe la desviación estándar de cada uno de ellos. La fuerza y potencia del miembro inferior: las pruebas sentadilla bilateral, muestra un +0, alcanzando el ideal del ejercicio evaluado de 10 repeticiones, la sentadilla unilateral con la pierna izquierda +0.32, en la

pierna derecha el mismo ejercicio +0.23, el salto vertical no hemos puesto una medida estándar pero se hizo referencia con el promedio de los estudiantes +5.59. En cuanto al equilibrio en la pierna izquierda +0.21, en la pierna derecha se +0, en el equilibrio con los ojos cerrados pierna izquierda +6.23, pierna derecha 5,26. La carrera en 8 es de agilidad y propiocepción por el lado

derecho e izquierdo se muestra una desviación de +1.9. (Ilustración 2). Por otro lado el tiempo de intervención de cada sesión fue en promedio 42.7' en el grupo 1 y de 44. 14' en el grupo control. (Ilustración 1).

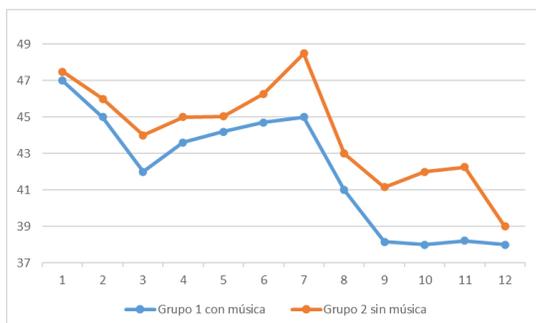


Ilustración 1 Tiempo de Intervención por sesión

En el Grupo 2 de intervención sin música, se midió las mismas variables, así: fuerza y potencia de miembro inferior Sentadilla bilateral +0.71, sentadilla unilateral izquierda +0.23, esta en comparación al grupo 1, es más representativa; en la pierna derecha +0.73. El salto vertical tiene una desviación estándar de +9.21 una diferencia amplia en comparación al grupo con música. El equilibrio evaluado con 2 variantes: ojos abiertos pierna izquierda +0.21, derecho +1.15, en lo referente a la evaluación con los ojos cerrados, pierna izquierda + 8.54, pierna derecha +7.96. Finalmente, en la prueba de carrera en ocho empezando por el lado izquierdo +2.1, por el lado derecho +1.89 (Ilustración 2).

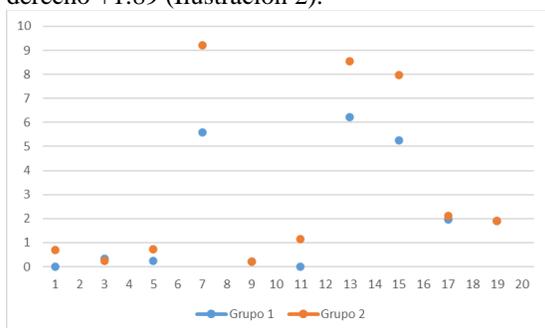


Ilustración 2 Desviación estándar de evaluación funcional

#### Discusión:

Se determinó que la música tiene varios efectos en el rendimiento funcional del miembro inferior de los estudiantes universitarios. Se ha mostrado resultados significativos en las diferentes pruebas dinámicas aplicadas, lo que concuerda con Maddigan et.al 2019, que demuestran los efectos

fisiológicos y de rendimiento físico en los deportistas que usan música en su entrenamiento(6). La sentadilla bilateral y unilateral, por ejemplo, son test bastante utilizados para medir la potencia y fuerza del miembro inferior(8), el intervenido con música, alcanzó el estándar de la prueba luego de la intervención, no obstante, la prueba unilateral de la pierna izquierda, muestra mejores resultados en el grupo control, esto puede deberse a diferentes factores, como que, al mantenerse en la pierna no dominante se requiere mayor complejidad y concentración y la música actuaría como distractor. En el caso del salto vertical, que evalúa también la fuerza en relación a factores como la altura y la masa muscular, la influencia de la música demostró resultados sobresalientes. El mantenerse en equilibrio de pie, demuestra en el ser humano el control de la postura y el correcto funcionamiento del tobillo(9), los estudiantes que en la evaluación inicial mostraron déficit en esta prueba, se vieron favorecidos ampliamente post intervención, mostrando además mejores resultados en el grupo intervenido con música. La carrera en ocho, evaluación de agilidad, donde se conjugan los otros elementos de la evaluación mostró mejoras significativas en el post test.

Otro efecto importante de la música es la sincronización con el ejercicio, esta relación, hace que los niveles de cansancio percibido por el participante sea reducido y se logre los tiempos de trabajo en la actividad física menores(10), en este estudio el tiempo de intervención por sesión en el grupo 1, fue menor que en grupo 2 control, por lo que se concluye que, al escuchar música se pueden reducir los tiempos de entrenamiento de forma efectiva.

Por último, es importante recomendar que este estudio se lo realice en muestras más amplias y preferentemente deportistas para afianzar los conocimientos y relacionarlos con otros estudios.

#### Conclusión:

Se concluye que la música tiene efectos positivos en el rendimiento funcional de estudiantes universitarios, en virtud de que la mayoría de las evaluaciones realizadas muestran desviaciones estándar más reducidas. Es un elemento importante en la motivación y adherencia al ejercicio físico en los jóvenes, haciendo menos cansada la jornada de entrenamiento.

#### Bibliografía

1. Guillén F, Ruiz-Alfonso Z. Influencia de la música en el rendimiento físico, esfuerzo

- percibido y motivación. *Rev Int Med y Ciencias la Act Física y del Deport.* 2015;60(2015):701–17.
2. Thakare AE, Mehrotra R, Singh A. Effect of music tempo on exercise performance and heart rate among young adults. *Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol.* 2017;9(2):35–9.
  3. Karow MC, Rogers RR, Pederson JA, Williams TD, Marshall MR, Ballmann CG. Effects of Preferred and Nonpreferred Warm-Up Music on Exercise Performance. *Percept Mot Skills.* 2020;127(5):912–24.
  4. Terry PC, Karageorghis CI, Curran ML, Martin O V., Parsons-Smith RL. Effects of Music in Exercise and Sport: A Meta-Analytic Review. *Psychol Bull.* 2019;146(2):91–117.
  5. Jamshidzad M, Maghsoudipour M, Zakerian SA, Bakhshi E, Coh P. Impact of music type on motor coordination task performance among introverted and extroverted students. *Int J Occup Saf Ergon [Internet].* 2020;26(3):444–9. Available from: <https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1455410>
  6. Maddigan ME, Sullivan KM, Halperin I, Basset FA, Behm DG. High tempo music prolongs high intensity exercise. *PeerJ.* 2019;2019(1).
  7. Pacífico AB, de Camargo EM, de Oliveira V, Vagetti GC, Piola TS, de Campos W. Comparison of physical fitness and quality of life between adolescents engaged in sports and those who are not. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum.* 2018;20(6):544–54.
  8. Eliassen W, Saeterbakken AH, van den Tillaar R. Comparison of Bilateral and Unilateral Squat Exercises on Barbell Kinematics and Muscle Activation. *Int J Sports Phys Ther.* 2018;13(5):871–81.
  9. Puentes AE, Calero Morales S, Puentes Bencomo DB, Puentes Bencomo ER, Chávez Cevallos E. The mechanical properties of the human body actions. Its manifestation in aikido techniques. *Rev Cuba Investig Biomed.* 2018;37(4):1–14.
  10. Buhmann J, Moens B, Van Dyck E, Dotov D, Leman M. Optimizing beat synchronized running to music. Balasubramaniam R, editor. *PLoS One.* 2018 Dec 6;13(12).

Artículo original

**Actividad física relacionada al desarrollo óptimo de las funciones cognitivas del adulto mayor**  
**Physical activity related to the optimal development of cognitive functions in the elderly**

Rivera Quinatoa Jessica\*, Robalino Morales Gabriela\*\*, Jiménez Denis\*\*\*

\*Licenciada en Terapia Física. Magister en Fisioterapia y Rehabilitación mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7589-2830>

\*\* Licenciada en Terapia Física. Magister en Terapia Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9301-3411>

\*\*\*Estudiante Carrera Terapia Física. Universidad Técnica de Ambato. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5306-7354>.  
[jessica.rivera@05d01.mspz3.gob.ec](mailto:jessica.rivera@05d01.mspz3.gob.ec)

**Resumen.**

**Introducción:** La actividad física está íntimamente relacionada con las funciones cognitivas, su práctica permite enfrentar varias enfermedades que están ligadas a la edad y sobre todo preserva el estilo de vida del adulto mayor.

**Objetivo:** Establecer la efectividad de la actividad física regular para mejorar el desarrollo óptimo de las funciones cognitivas del adulto mayor.

**Materiales y Método:** Se realizó una investigación cuasi experimental de corte trasversal, que involucró a 20 participantes adultos mayores hombres y mujeres con deterioro cognitivo, quienes firmaron el consentimiento informado, pasando por el comité de bioética. Se realizó una valoración inicial y final a través del Mini-mental test para valorar el estado cognitivo de los sujetos, además, se aplicó una rutina de ejercicios físicos adaptados a la población durante 12 sesiones de 45 minutos, para evidenciar los efectos que surgen sobre las funciones cognitivas. El análisis de resultados se lo hizo a través de una estadística descriptiva e inferencial.

**Resultados:** En las evaluaciones realizadas al inicio de la investigación a través del Mini-mental test se identificó que el 100% de los participantes presentaron deterioro cognitivo leve (12-23), sin embargo, luego de la intervención realizada con una rutina de ejercicios físicos se evidenció que el 85% presentó deterioro cognitivo leve, el 10% presentó sospecha patológica (24-26) y un 5% normalidad (27-30). Para la comprobación de la hipótesis se trabajó con un nivel de confiabilidad de un 95%, siendo significativo, puesto que  $P < 0.05$ ,  $P = 0.00$

**Conclusiones:** La actividad física ofrece grandes beneficios en el desarrollo óptimo de las funciones cognitivas del adulto mayor.

**Palabras claves:** actividad física, funciones cognitivas, adulto mayor, mini-mental test, deterioro cognitivo

**Abstract**

**Introduction:** Physical activity is closely related to cognitive functions; its practice allows us to face several diseases that are linked to age. What's more, it preserves the lifestyle of the elderly people.

**Objective:** To establish the effectiveness of regular physical activity to improve the optimal development from cognitive functions in the elderly people.

**Materials and Method:** A cross-sectional quasi-experimental investigation was carried out, which involved 20 elderly participants, men and women with cognitive impairment, who signed the informed consent, it passing through the bioethics committee. An initial and final assessment was carried out through the Mini-mental test in order to assess the cognitive state from elderly people. Furthermore, a routine of physical exercises adapted from population was applied during 12 sessions of 45 minutes each one, to demonstrate the effects that cognitive functions have.

The results analysis was carried out through descriptive and inferential statistics.

**Results:** In the evaluations carried out at the beginning of the research through the Mini-mental test it was identified that 100% from participants demonstrated mild cognitive impairment (12-23). However, after the intervention carried out with an exercise routine physical, it was evidenced that 85% presented mild cognitive

impairment, 10% presented pathological suspicion (24-26) and 5% normality (27-30). To verify the hypothesis, a level of reliability of 95% was developed, it being significant, because of  $P < 0.05$ ,  $P = 0.00$

Conclusions: Physical activity offers great benefits in the optimal development of cognitive functions from elderly people.

Key words: physical activity, cognitive functions, elderly people, mental mini-test, cognitive impairment.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

Las funciones cognitivas forman parte fundamental en las actividades diarias del adulto mayor, debido a que permiten la realización independiente de sus tareas, además, se destaca que el envejecimiento es un proceso fisiológico normal que implica la alteración de funciones cerebrales como la conducta, emociones y sus habilidades cognitivas, por tal razón este estudio ayuda de sobremano al desarrollo óptimo de las funciones cognitivas por medio de la actividad física (1,2). A nivel mundial 35,6 millones de la población presenta demencia, la misma se estima en un doble para 2030 y un triple para 2050, convirtiéndose en un problema de índole social que busca acciones que promuevan, ayuden a su prevención y rehabilitación del estado cognitivo (3).

En Ecuador, la población adulta mayor representa el 7.4% en el 2020 y en el 2054 se estima que sea el 18% (4). En vista del aumento de estos casos se ha desarrollado intervenciones de ejercicio físico con el fin de mitigar el aumento de las enfermedades mentales en esta población, un estudio comprobó que el realizar actividades físicas retrasa la génesis de la neurodegeneración (5), el mismo que afecta la memoria verbal y visoespacial las cuales van relacionadas a factores de riesgo como la hipertensión, diabetes y síndromes metabólicos, que se pueden modificar con el inicio del ejercicio físico (6).

Existe una amplia evidencia que muestra los efectos positivos del ejercicio sobre la capacidad funcional en las personas mayores. El ejercicio físico puede ser una herramienta útil en el manejo terapéutico al retrasar la pérdida de independencia funcional y las dificultades habituales de las enfermedades cognitivas (7)

#### **Objetivo**

Determinar el efecto de la actividad física en cuanto al desarrollo óptimo de las funciones cognitivas del adulto mayor.

#### **Material y métodos**

La investigación fue de tipo cuasi experimental de corte transversal, con la participación de 20

sujetos con los siguientes criterios de inclusión hombres y mujeres que presentaron deterioro cognitivo, que no practican ningún tipo de actividad física e incluye todos los niveles de estudio, se excluyeron a personas con discapacidad, con problemas cardiacos y trastornos psiquiátricos. Los participantes recibieron información adecuada acerca de la investigación y firmaron el consentimiento informado, además, se obtuvo la aprobación del Comité de Bioética.

Para la valoración inicial y final de la cognición se utilizó el Mini-mental test, que es elaborado específicamente para la población adulta mayor y permite valorar la funcionalidad de su estado cognitivo. Se puntúa como estado cognitivo normal entre 27 a 30 puntos, sospecha patológica de 24 a 26 puntos, deterioro leve de 12 a 23 puntos y demencia de 9 a 11 puntos. El mini-mental tiene una validez del 0.77 y una fiabilidad del 0.88 (8,9).

La rutina de ejercicios físicos se aplicó a los adultos mayores en su domicilio por 12 sesiones con una duración de 45 minutos. Para analizar los resultados se utilizó sistema informático SPSS versión 22.0 para Windows en español, una estadística descriptiva e inferencial y para la comprobación de la hipótesis de utilizó la prueba de Wilcoxon, con un nivel de confianza del 95%, con significancia del 5%.

#### **Resultados**

##### **Información sociodemográfica**

En cuanto a los resultados sociodemográficos, se hizo un análisis con respecto a la edad, sexo y escolaridad de los participantes, se observó hombres y mujeres con un mismo porcentaje 50%, la edad promedio de estudio fue de 74.8 años con una desviación media de 1,05, la edad mínima es de 67 años y la máxima de 87 años, la mayoría de ellos tiene educación primaria (55%).

##### **Resultados del Mini-mental test con respecto a Género**

En la tabla 1 se observa que las mujeres presentan deterioro cognitivo leve con un 50% frente a los hombres en un 35%, y con sospecha patológica

del 10% más no así en las mujeres. Al realizar el Chi -cuadrado relacionando el deterioro cognitivo

con el género se identificó que no existe diferencia significativa al 5%; P2=.171.

Tabla 1. Deterioro Cognitivo vs Género

	GENERO		Sospecha Patológica Deterioro			Total
			Normal	a	leve	
	Hombre	Recuento	1	2	7	10
		% del total	5,0%	10,0%	35,0%	50,0%
	Mujer	Recuento	0	0	10	10
		% del total	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%
TOTAL		Recuento	1	2	17	20
		% del total	5,0%	10,0%	85,0%	100,0%

\*Chi-cuadrado: ,171

Tabla 2. Deterioro Cognitivo vs Edad

EDAD			Sospecha Patológica Deterioro leve			Total
			Normal	Patológica		
67-71		Recuento	1	1	3	5
		% del total	5,0%	5,0%	15,0%	25,0%
72-76		Recuento	0	1	10	11
		% del total	0,0%	5,0%	50,0%	55,0%
77-81		Recuento	0	0	3	3
		% del total	0,0%	0,0%	15,0%	15,0%
87-91		Recuento	0	0	1	1
		% del total	0,0%	0,0%	5,0%	5,0%
Total		Recuento	1	2	17	20
		% del total	5,0%	10,0%	85,0%	100,0%

Chi-cuadrado: ,619

Tabla 3. Deterioro Cognitivo vs Escolaridad

ESCOLARIDAD			Sospecha Patológica Deterioro leve			Total
			Normal	Patológica		
Analfabeta		Recuento	0	0	9	9
		% del total	0,0%	0,0%	45,0%	45,0%
Primaria		Recuento	1	2	8	11
		% del total	5,0%	10,0%	40,0%	55,0%
TOTAL		Recuento	1	2	17	20
		% del total	5,0%	10,0%	85,0%	100,0%

\*Chi-cuadrado: ,236

Resultados del Mini-mental test con respecto a la Edad

En la tabla 2, se observa que los participantes de edades entre 72 a 76 años presentan deterioro cognitivo leve (50%), sin embargo, al analizar los resultados no se encuentra diferencias significativas entre las funciones cognitivas y edad,  $P=0.619$ .

Resultados del Mini-mental test con respecto a la Escolaridad

En cuanto al análisis realizado en la tabla 6, se evidencia que las personas analfabetas presentan deterioro cognitivo leve con 45 % en relación al 40% con estudios primarios, por tanto, no existe

relación de la función cognitiva referente a la escolaridad.  $P=0.236$  (Tabla 3)

Comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis se realiza la prueba de Wilcoxon con la valoración inicial y final del deterioro cognitivo a través del Mini-mental test

Al analizar los datos de la valoración inicial y final de las funciones cognitivas de los adultos mayores relacionadas a la actividad física con el mini-mental test, se determina que en la prueba de Wilcoxon con nivel de confiabilidad de un 95%, siendo significativo, puesto que  $P < 0.05$ ,  $P=0.00$ . (Tabla 4)

Tabla 4. Valoración inicial y final Mini-mental

**Prueba de Wilcoxon**

	Evaluación Inicial –Final
Z	-3,776 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

### Discusión

El estudio tuvo como objeto establecer la relación entre la actividad física y las funciones cognitivas del adulto mayor con la aplicación de una rutina de ejercicios durante 12 sesiones de 45 minutos en la población rural de Latacunga. Al finalizar la intervención se evidencia beneficios significativos del antes y después de la valoración cognitiva, datos que concuerdan con Gregory y colaboradores quienes determinaron el efecto favorable de la actividad física en modalidad grupal y múltiple (10), para mejorar las funciones cognitivas, además, otros estudios corroboran estos hallazgos al mencionar que los ejercicios físicos bien organizados activan los genes del factor neurotrófico del cerebro lo cual provoca nuevas conexiones neuronales que permiten mejorar en gran manera la función cognitiva global como atención, memoria, orientación, entre otras, con la aplicación de mini-mental test; incluso mencionan que un entrenamiento de intensidad alta ayuda no sólo a la activación cognitiva sino también mejora la presión arterial y cardiovascular (5,11,12);

Es menester resaltar que la actividad física ofrece beneficios importantes al estado físico y cognitivo de las personas que padecen la enfermedad de Alzheimer de leve a moderada debido a que enlentece el deterioro cognitivo, estimulando la neurogénesis con el aumento del flujo sanguíneo y de oxígeno para mejorar el estilo de vida de dicha población (13,14).

En un estudio realizado por Lamb et al (15), elaboraron un tratamiento de ejercicios de intensidad moderada a alta para personas con demencia dando como resultado que no existe ninguna mejoría en el estado de demencia de los participantes incluso se determinó que existió un mayor deterioro cognitivo en el grupo de ejercicio, aunque la diferencia promedio es pequeña y la relevancia clínica es incierta, además, el programa de ejercicios no ralentiza el deterioro cognitivo en personas con demencia leve a moderada por el contrario podría empeorarla, dentro del estudio realizado no se incluyó personas con demencia.

Fortuño et al (16), determinó que la actividad física favorece la plasticidad cerebral, es decir la capacidad de adaptarse funcional y anatómicamente a cambios que se producen en el ambiente para resolver problemas, respuestas motoras, enfermedades entre otras, es muy importante para el aprendizaje, conservación y restauración de las funciones cerebrales enfocadas

al aspecto cognitivo, a través del aumento del flujo sanguíneo y del oxígeno que proliferan las células del hipocampo, creando nuevas conexiones neuronales, este proceso es estimulado por medio del factor neurotrófico del cerebro por ende se evidencian beneficios en la cognición, estos resultados concuerdan con el presente estudio.

### Conclusiones

Una vez concluido el estudio y a través de los hallazgos obtenidos se puede afirmar que iniciar un plan de ejercicios físicos terapéuticos en la población adulta mayor, es de suma importancia ya que contribuye a detener los procesos degenerativos que viene a consecuencia del envejecimiento, del mismo modo se nota evidentes cambios en la población estudiada no solo a nivel cognitivo, sino a nivel físico y emocional cambiando así, el comportamiento del anciano y su manera de interactuar con el medio.

El abordaje de los participantes se realizó tomando en cuenta los antecedentes clínicos y físicos, obtenidos a través del instrumento de la investigación (Mini-mental test), por medio de ello se pudo conocer el tipo de deterioro cognitivo que presenta cada paciente, teniendo como resultado que los pacientes a intervenir estaban entre un deterioro leve a moderado, siendo estas las mejores etapas para intervenir y mitigar la pérdida de habilidades cognitivas, que con el paso del tiempo se pueden convertir en déficit de habilidades motoras y físicas.

Con estas consideraciones, se realizó el plan de tratamiento terapéutico ajustando los ejercicios propuestos a cada participante, y enfocándonos en mantener o recuperar la independencia funcional del participante según era el caso, es por ello de la importancia de realizar una intervención bajo la regulación de un profesional de salud ya que se puede ajustar a las necesidades individuales.

### Recomendaciones

Considerando que el deterioro cognitivo es un problema de salud a nivel mundial es importante que se siga realizando estudios donde demuestren que por medio de la actividad física se puede mitigar la aparición temprana de enfermedades mentales, como la demencia o la pérdida de habilidades cognitivas como es la capacidad de pensar.

En cuanto a los participantes es importante que sigan en constante actividad física, puede ser aplicando el mismo plan de entrenamiento, que les ayude a mantener un buen estado de salud física y

mental, por otro lado, se recomienda formar del ejercicio un hábito, siendo este parte del día a día, además que con ello podemos disminuir los síntomas o enfermedades mentales para lograr una mejor calidad de vida.

Bibliografía:

1. Pérez V, Sierra F. Biología del envejecimiento. *Rev Med Chil.* 2008;24(10):296-302.
2. Sánchez I, Pérez V. El funcionamiento cognitivo en la vejez: Atención y percepción en el adulto mayor. *Rev Cuba Med Gen Integr.* 2008;24(2):1-7.
3. Lv J, Liu Y. Effects of momentum-based dumbbell training on motor control in older adults with mild cognitive impairment. *Chinese J Rehabil Med.* 2019;34(5):544-50.
4. Instituto Nacional de Estadística y Censos. *Salud, Bienestar y envejecimiento 2009.* Ecuador; 2009. p. 1-31.
5. Devenney KE, Lawlor B, Olde Rikkert MGM, Schneider S. The effects of an extensive exercise programme on the progression of Mild Cognitive Impairment (MCI): study protocol for a randomised controlled trial. *BMC Geriatr.* 2017;17(1):1-10.
6. Lopez N, Veliz A, Allegri R, Soto-Anari M, Chesta S, Carlos Coronado J. Effects of Physical Exercise on the Episodic Memory in Healthy Elderly Chileans. *Lib Psicol.* 2015;21(1):81-9.
7. Bagheri R, Takamjani IE, Dadgoo M, Sarrafzadeh J, Ahmadi A, Pourahmadi MR, et al. A protocol for clinical trial study of the effect of core stabilization exercises on spine kinematics during gait with and without load in patients with non-specific chronic low back pain. *Chiropr Man Ther.* 2017;25(1):1-8.
8. Folstein M, Folstein S, McHugh P. Mini-mental State. *J Psychiatry Res.* 1974;25(11):189-98.
9. Allegri R, Mangone C, Ollari J, Arizaga R, Pascale A, Pellegrine M, et al. El Mini- Mental State examination en la Argentina: instrucciones para su administración. *Rev Neurol Arg.* 1999;24:31-5.
10. Gregory M, Gill D, Shellington E, Liu-Ambrose T, Shigematsu R, Zou G, et al. Group-based exercise and cognitive-physical training in older adults with self-reported cognitive complaints: The Multiple-Modality, Mind-Motor (M4) study protocol. *BMC Geriatr.* 2016;16(1):1-14.
11. Russo J, Kañevsky A, Leis A, Iturry M, Roncoroni M, Serrano C, et al. Papel de la actividad física en la prevención de deterioro cognitivo y demencia en adultos mayores: una revisión sistemática. *Neurol Argentina.* 2020;10(4):124-37.
12. Boa N, Petrella N, Christopher N, Marriott F, Gill D, Owen A, et al. The Benefits of High-Intensity Interval Training on Cognition and Blood Pressure in Older Adults With Hypertension and Subjective Cognitive Decline: Results From the Heart & Mind Study. *Front Aging Neurosci.* 2021;13(April):1-17.
13. Nascimento C, Varela S, Ayan C, Cancela JM. Efectos del ejercicio físico y pautas básicas para su prescripción en la enfermedad de Alzheimer. *Rev Andaluza Med del Deport.* 2016;9(1):32-40.
14. Müller J, Chan K, Myers JN. Association Between Exercise Capacity and Late Onset of Dementia, Alzheimer Disease, and Cognitive Impairment. *Mayo Clin Proc.* 2016;9(2):211-7.
15. Lamb SE, Sheehan B, Atherton N, Nichols V, Collins H, Mistry D, et al. Dementia And Physical Activity (DAPA) trial of moderate to high intensity exercise training for people with dementia: Randomised controlled trial. *BMJ.* 2018;28(3).
16. Fortuño Godes J. Relación entre ejercicio físico y procesos cognitivos en las personas mayores. *Ágora Para La Educ Física Y El Deport.* 2017;11(1):73-87.

Artículo original

**Evaluación de amplitud articular, estabilidad y fuerza de hombro en deportistas para detectar GIRD**  
**Assessment of joint amplitude, stability and shoulder strength in athletes to detect GIRD**

Andrés Ulises López Martínez\*, Victoria Estefanía Espín Pastor\*\*, Ana Victoria Mullo Manovanda\*\*\*, Angela Priscila Campos Moposita\*\*\*\* Diana Estefanía Coque Molina\*\*\*\*\*

\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9351-6062>

\*\* Master Universitario en Fisioterapia del deporte y readaptación en la actividad física Universidad Autónoma de Barcelona ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0500-1948>

\*\*\* Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0108-6649>

\*\*\*\* Licenciada en Terapia Física. Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6826-8319>

\*\*\*\*\* Estudiante de la Carrera de Fisioterapia Universidad Técnica de Ambato ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2130-9838>  
[uly.a\\_lopez21@hotmail.com](mailto:uly.a_lopez21@hotmail.com)

**Resumen.**

**Introducción:** La presente investigación se la realiza para saber cuántos deportistas presentan déficit de rotación interna de hombro GIRD debido a la poca evidencia encontrada en el país. El GIRD se produce cuando hay una disminución de  $>20^\circ$  en la amplitud articular de la rotación interna, debido a un proceso adaptativo del hombro para compensar las tensiones repetitivas ejercidas durante un movimiento de lanzamiento.

**Objetivo:** Evaluar a los deportistas que presentan déficit de rotación interna de hombro GIRD.

**Materiales y método:** Se realizó una investigación de tipo transversal, con una población de 50 deportistas de la Federación Deportiva de Tungurahua con una edad entre 9 y 17 años. Para la recolección de datos se implementó una historia clínica, se valoró el rango articular mediante el test goniométrico y mediante los test CKCUEST y SMBT se valoró la estabilidad y la potencia del hombro.

**Resultados:** Se recogieron datos de las evaluaciones iniciales aplicadas a los deportistas los mismos que tuvieron diferencias significativas con un valor  $p=0,00$  siendo la regla que indica  $p=0,005$ , rechazando la hipótesis nula lo que indica la utilidad de estos test para la valoración de miembro superior.

**Conclusión:** Se encontró que un 68% de deportistas presentan deficiencia de rotación interna de brazo derecho y un 60% de brazo izquierdo

**Palabras clave:** rotación interna, GIRD, CKCUEST, SMBT, deficiencia.

**Abstract**

**Introduction:** The present investigation is carried out to know how many athletes present internal rotation deficit of shoulder GIRD due to the little evidence found in the country. GIRD occurs when there is a decrease of  $>20^\circ$  in the joint amplitude of internal rotation, due to an adaptive process of the shoulder to compensate for repetitive stresses exerted during a throwing movement.

**Objective:** To evaluate athletes with shoulder internal rotation deficit GIRD.

**Method:** A transversal research was carried out with a population of 50 athletes of the Tungurahua Sports Federation between 9 and 17 years of age. For data collection, a clinical history was implemented, the articular range was evaluated by means of the goniometric test and by means of the CKCUEST and SMBT tests, shoulder stability and power were evaluated.

**Results:** Data were collected from the initial evaluations applied to the athletes, which had significant differences with a value  $p=0.00$  being the rule that indicates  $p=0.005$ , rejecting the null hypothesis which indicates the usefulness of these tests for the evaluation of the upper limb.

Conclusion: It was found that 68% of athletes have a deficiency of internal rotation of the right arm and 60% of the left arm.

Key words: internal rotation, GIRD, CKCUEST, SMBT, impairment.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado:12-09-2021

### **Introducción.**

Los atletas que realizan movimientos por encima de la cabeza tienen un alto riesgo de lesiones de hombro(1). Se describe una prevalencia de 14.5% en boxeo (2), 23% en judo (3), 27.3% en gimnasia artística (4), 22.6% en levantamiento de pesas (5) y 38% en natación(6). Su etiología es amplia, en donde se incluyen traumatismos, procesos degenerativos, sobreuso articular, factores individuales de cada deportista, disrupción de las fuerzas acopladas en el hombro y la cadena de movimientos coordinados que realiza el deportista, para cumplir el objetivo propuesto en el deporte, es decir el gesto deportivo (7).

Algunas lesiones como los desgarros del labrum posterior superior, desgarros parciales del manguito rotador del lado articular y los desgarros del labrum superior de anterior a posterior, se asocian al déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD), como factor etiológico (8). El GIRD es un término utilizado para describir la pérdida de rotación interna en el brazo dominante del atleta que realiza lanzamientos por encima de la cabeza(9), se manifiesta cuando hay una disminución de  $> 20^\circ$  de rotación interna en comparación con el hombro contralateral. Este trastorno se ha pensado como un proceso adaptativo del hombro para compensar las tensiones repetidas ejercidas durante un movimiento de lanzamiento(8,10).

Debido a que la estructura de los programas de cribado de los deportistas, incluye una extensa investigación acerca de las pruebas funcionales del miembro inferior para la prevención de lesiones. Pero cuenta con limitada información acerca de las evaluaciones de miembro superior para la detección y prevención de lesiones(1). Y así mismo, ante la poca evidencia científica encontrada en Ecuador acerca del tema, se ha decidido realizar la presente investigación.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la amplitud articular, estabilidad y fuerza del hombro en atletas para la detección y prevención de lesiones.

### **Material y métodos**

Se realizó un estudio de tipo transversal, en la Federación Deportiva de Tungurahua.

Participaron 50 deportistas sanos (26 mujeres, 24 hombres; rango de edad entre 9 y 17 años) (Tabla 1.), pertenecientes a varias disciplinas deportivas. Los deportes consistieron en boxeo, (n=4) judo (n=3), lucha (n=3), gimnasia artística (n=6), levantamiento de pesas (n=5), atletismo (n=12) (Tabla 2.), natación (n=12), taekwondo (n=5). Se tomó en cuenta los siguientes criterios de inclusión: pacientes sanos pertenecientes a la Federación Deportiva de Tungurahua. Fueron excluidos aquellos deportistas que han sido sometidos a algún tipo de cirugía de hombro en los últimos 6 meses, presencia de dolor en la articulación del hombro mayor a 8, consumo de relajantes musculares o analgésicos por más de 6 meses, radiculopatía cervical y lesiones recientes de hombro.

Este estudio fue avalado por el Comité de Bioética de la Universidad Técnica de Ambato, la misma que consciente el trabajo con seres humanos, bajo las normas y directrices del informe de Belmont.

Luego que los deportistas firmaron el consentimiento informado se procedió a tomar los datos de la edad de los deportistas, peso (kg), talla (m) e índice de masa corporal (IMC) de cada deportista y para la recolección de información se utilizaron los siguientes instrumentos: Prueba de estabilidad de la extremidad superior de cadena cinética cerrada (CKCUEST) que presenta una confiabilidad del 0.68(11), para realizar el test CKCUEST se le indicó a los deportistas que adopten una postura de lagartija con dos señales en el piso que se encontraban a 94.1cm de separación donde deberían poner sus manos, la prueba consistía en realizar el mayor número de toques a su mano contraria durante 15 segundos, realizará una de prueba para familiarizarse con esta, luego realizara 3 intentos de prueba cronometrados para luego obtener un promedio de toques como resultado final, el fisioterapeuta le indicará al momento de iniciar y terminar el tiempo(11). prueba de detección funcional de cadena cinética abierta para evaluar la potencia y la fuerza bilateral (SMBT) que presenta una confiabilidad del 0.980(12), el test SMBT colocaremos una cinta de 10 metros en el piso, utilizaremos un balón medicinal de 2kg al cual lo

cubriremos con tiza para dejar marca en el piso al momento del lanzamiento, se le indica al deportista que se coloque sentado con las piernas extendidas con la espalda y la cabeza pegadas a la pared se le indicará que sostenga el balón con sus manos y sus miembros superiores en flexión de 90° con sus codos flexionados y por último se le indica que lance el balón simulando un pase de basquet. En cuanto a la valoración goniométrica para evaluar la amplitud articular (ROM) con una confiabilidad del 0.97(13), para la valoración goniométrica de la rotación interna se lo realizó con el paciente en decúbito supino con el hombro con el hombro y codo a 90°, se colocó el fulcro en

el olecranon y el brazo fijo en la apófisis estiloides del cubito y se procedió a indicar al deportista que lleve hacia la camilla su brazo evitando las compensaciones de hombro

Los análisis de los resultados se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico SPSS Versión 25.0 para Windows en español.

**Resultados**

De los 50 deportistas que participaron en la intervención 24 pertenecen al sexo femenino que representan el 48% y 26 de sexo masculino que representan el 52%. Con edades que van desde los 9-11 32%, 12-14 46%, 15-17 22%.

Tabla 1. Descriptivos sociodemográficos de la población: género, edad

		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sexo	Femenino	24	48%
	Masculino	26	52%
Edad	9-11	16	32%
	12-14	23	46%
	15-17	11	22%

n=50

Tabla 2. Descriptivos de los tipos de disciplina en la población

			<b>Normal</b>	<b>Sospecha Patológica</b>	<b>Deterioro leve</b>	<b>Total</b>
<b>ESCOLARI DAD</b>	<b>Analfabeta</b>	Recuento	0	0	9	9
		% del total	0,0%	0,0%	45,0%	45,0%
	<b>Primaria</b>	Recuento	1	2	8	11
		% del total	5,0%	10,0%	40,0%	55,0%
<b>TOTAL</b>		Recuento	1	2	17	20
		% del total	5,0%	10,0%	85,0%	100,0%

Tabla 3. Participantes con deficiencia de rotación interna

		<b>ROM ROTACIÓN INTERNA HOMBRO DERECHO</b>		<b>ROM ROTACIÓN INTERNA HOMBRO IZQUIERDO</b>	
Válido	DEFICIENCIA	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
	DEFICIENCIA	34	68,0%	30	60,0%
	NORMAL	16	32,0%	20	40,0%
<b>Total</b>		<b>50</b>	<b>100,0%</b>	<b>50</b>	<b>100,0%</b>

En la Tabla 2 se observa que la disciplina con más atletas que participaron en la intervención fue natación con el 24%, seguido de gimnasia con el 12%, el 10% para taekwondo y levantamiento de pesas, seguido de boxeo, atletismo resistencia y atletismo velocidad con el 8%, el 6% a judo y lucha.

En la Tabla 3. Podemos observar que 34 deportistas presentan déficit de rotación interna en el brazo derecho que representa el 68% mientras que el 32% que son 16 deportistas tienen un rango de amplitud normal. En cuanto al brazo izquierdo observamos que 30 deportistas presentan déficit representando el 60% mientras que el 40% restante que son 20 deportistas tienen una amplitud normal.

En la Tabla 4 muestra los estadísticos descriptivos y comparación de medias de cada uno de los test de la evaluación de miembro superior donde se valoró GIRD. Existen diferencias significativas con un valor  $p=0,05$ . Se presentan los resultados de la media de cada test aplicado durante la valoración con un valor ( $P=0,00$ ) para los test utilizados. Se toma en relación las diferencias medias que fueron significativas para goniometría de hombro derecho de 0,32 y una desviación estándar de  $\pm 0,6$ , para la goniometría de hombro de brazo izquierdo con una media de 0,40 y una desviación estándar de  $\pm 0,07$ , en la prueba de estabilidad con una media de 1,88 y una desviación estándar de  $\pm 0,10$  y en la prueba de potencia de miembros superiores con una media de 0,94 y una desviación estándar de  $\pm 0,13$ . Las pruebas presentan valores significativos para su aplicación.

Tabla 4. Análisis descriptivo (media  $\pm$  DE) para la prueba goniométrica, prueba de estabilidad de miembro superior, prueba de lanzamiento de balón sentado

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
ROM ROTACIÓN INTERNA HOMBRO DERECHO	4,80	49	0,00	0,32	0,19	0,45
ROM ROTACIÓN INTERNA HOMBRO IZQUIERDO	5,72	49	0,00	0,40	0,26	0,54
PRUEBA DE ESTABILIDAD	18,51	49	0,00	1,88	1,68	2,08
PRUEBA DE POTENCIA	7,11	49	0,00	0,94	0,67	1,21

### Discusión

Este estudio se lo realizó para comprobar la confiabilidad del test CKCUEST, de manera que coincide con el estudio de Valéria MA de Oliveira et. al. al mencionar que ante la ausencia de estudios motivó a realizar esta investigación, y en resumen los resultados muestran una confiabilidad del test lo que permite valorar la estabilidad de miembro superior en deportistas(11).

El propósito de este estudio fue diagnosticar a deportistas que presentan una deficiencia en la rotación interna a partir de los 20° a pesar que autores como Özge Tahrán et. al. lo describen hasta con 15° para que exista una deficiencia, es importante valorar a los deportistas más aun los que utilizan sus miembros superiores para su actividad deportiva para así posteriormente realizar un programa de intervención para mejorar su deficiencia y así evitar lesiones y pueda mejorar sus participaciones deportivas(14).

El GIRD se encuentra a partir de una edad temprana, debido a los movimientos repetitivos del miembro superior al momento de realizar su gesto deportivo, es por eso que este estudio coincide con Jordan E. Johnson et. al. al decir que el GIRD se produce como una respuesta adaptativa lo que puede contribuir biomecánicamente al desarrollo de anomalías(15). Como indica Michael B. Rosey et. al. en su estudio realizado en deportistas no todas las GIRD son patológicas, igual que este estudio a medida que aumenta la incidencia de GIRD se necesita de más investigaciones sobre diagnóstico con programas de detección en deportistas jóvenes que sean beneficiosos para así prevenir lesiones futuras(2).

James R. Roush et. al. informó de valores para CKCUEST de 29,5 para hombres y 34,2 para mujeres. Estos números son drásticamente diferentes a los obtenidos en este estudio que fue de 17,2 para hombres y 18,1 para mujeres(16).

### Conclusiones

Al finalizar el estudio se comprobó que los test aplicados son una herramienta para el diagnóstico de deportistas que presentan GIRD. La utilidad y facilidad que brindan estos test es que se lo puede realizar en los complejos deportivos debido a su fácil accesibilidad, bajos costos y diagnóstico rápido.

### Agradecimientos

Este estudio fue apoyado por la Universidad Técnica de Ambato, y un agradecimiento especial a la Federación Deportiva de Tungurahua por la apertura y la prestación de sus instalaciones.

### Referencias Bibliográficas

1. Zajac JM, Tokish JM. Glenohumeral Internal Rotation Deficit: Prime Suspect or Innocent Bystander? *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2020;13(1):86–95.
2. Rose MB, Noonan T. Glenohumeral internal rotation deficit in throwing athletes: current perspectives. *Open Access J Sport Med.* 2018;Volume 9:69–78.
3. Keller RA, De Giacomo AF, Neumann JA, Limpisvasti O, Tibone JE. Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Risk of Upper Extremity Injury in Overhead Athletes: A Meta-Analysis and Systematic Review. *Sports Health.* 2018 Mar;10(2):125–32.
4. Escutia García, Giovanni J. Consideraciones específicas para deportistas en las lesiones de manguito rotador. *Orthotips [Internet].* 2016 [cited 2020 May 28];12(3):162-167. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2016/ot163f.pdf>
5. Lemme NJ, Ready L, Faria M, DeFroda SF, Gil JA, Owens BD. Epidemiology of boxing-related upper extremity injuries in the United States. *Phys Sportsmed.* 2018 Oct;46(4):503–8.
6. Akoto R, Lambert C, Balke M, Bouillon B, Frosch KH, Höher J. Epidemiology of injuries in judo: A cross-sectional survey of severe injuries based on time loss and reduction in sporting level. *Br J Sports Med.* 2018 Sep;52(17):1109–15.
7. Hinds N, Angioi M, Birn-Jeffery A, Twycross-Lewis R. A systematic review of shoulder injury prevalence, proportion, rate, type, onset, severity, mechanism and risk factors in female artistic gymnasts. Vol. 35, *Physical Therapy in Sport.* Churchill Livingstone; 2019. p. 106–15.
8. Burekhovich SA, Newman JM, Shah N V., Onuoha KO, Le C, Persaud CS, et al. Epidemiology and Trends of Weightlifting-Related Sprains and Strains that Presented to Emergency Departments in the United States. *J Long Term Eff Med Implants.* 2018;28(2):111–7.
9. Dischler JD, Baumer TG, Finkelstein E, Siegal DS, Bey MJ. Association Between Years of Competition and Shoulder Function in Collegiate Swimmers. *Sports Health.* 2018 Mar;10(2):113–8.
10. De la Rosa-Morillo F, Galloza-Otero JC, Micheo W. Shoulder pain rehabilitation in young athletes. Vol. 53, *Rehabilitacion.* Ediciones Doyma, S.L.; 2019. p. 85–92.
11. de Oliveira VMA, Pitangui ACR, Nascimento VYS, da Silva HA, Dos Passos MHP, de Araújo RC. Test-Retest Reliability of the

Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (Ckquest) in Adolescents: Reliability of Ckquest in Adolescents. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2017;12(1):125–32. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28217423> 0A<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5294939>

12. Borms D, Maenhout A, Cools AM. Upper quadrant field tests and isokinetic upper limb strength in overhead athletes. *J Athl Train*. 2016;51(10):789–96.

13. D. Joyce White Cynthia C. Norkin. Introducción a la goniometría y a la prueba de longitud muscular. 2018;3. Available from: <http://www.paidotribo.com/pdfs/1356/9788499107189.0.pdf>

14. Tahran Ö, Yeşilyaprak SS. Effects of Modified Posterior Shoulder Stretching Exercises on Shoulder Mobility, Pain, and Dysfunction in Patients With Subacromial Impingement Syndrome. *Sports Health*. 2020;12(2):139–48.

15. Johnson JE, Fullmer JA, Nielsen CM, Johnson JK, Moorman CT. Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Injuries: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sport Med*. 2018;6(5):1–10.

16. Roush JR, Kitamura J, Waits MC. Reference Values for the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) for Collegiate Baseball Players. *N Am J Sports Phys Ther* [Internet]. 2007;2(3):159–63. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21522211> 0A<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC2953295>.

Artículo original

**Eficacia del método POLD como tratamiento en pacientes adultos mayores con lumbalgia**  
**Effectiveness of the POLD method as a treatment in elderly patients with low back pain**

Patricia Alejandra Villota Rodríguez\*, Luis Felipe Arellano Franco\*\*, Cynthia Elizabeth Pilco Toscano\*\*\*

\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación, mención Neuromusculoesquelético Universidad Técnica de Ambato ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3176-6477>

\*\*Master en Entrenamiento Deportivo Universidad Central del Ecuador ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8245-6551>

\*\*\*Magister en Fisioterapia y Rehabilitación, mención Neuromusculoesquelético Universidad Estatal de Bolívar ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3201-0441>  
patifiona@hotmail.es

**Resumen.**

**Introducción:** El método POLD, basada en la movilización resonante, ha mostrado tener un efecto positivo tanto en la disminución del dolor como del grado de incapacidad en pacientes con lumbalgia.

**Objetivo:** Determinar la eficiencia del método POLD en la reducción del dolor en pacientes adultos mayores con lumbalgia

**Materiales y método:** Se realizó una investigación cuasi experimental incluyendo 30 adultos mayores con dolor lumbar, quienes firmaron un consentimiento informado. Se usó la escala de EVA y Oswestry para determinar el nivel de dolor e incapacidad, respectivamente. La técnica POLD fue aplicada durante aproximadamente 20 minutos. El nivel de dolor e incapacidad antes y después de la intervención fueron comparados mediante la prueba de Wilcoxon con un nivel de probabilidad de 5%.

**Resultados:** La aplicación del método POLD mostró tener un efecto positivo sobre la disminución del dolor evidenciado por la disminución del dolor de 8 a 7 en la escala de EVA, mientras que el grado de incapacidad de los adultos mayores se mantuvo dentro del rango de incapacidad moderada, la cual va desde 21 a 40%. Además, se observó que el nivel de dolor e incapacidad fue mayor en mujeres que en hombres.

**Conclusión:** Se demuestra el efecto positivo de la aplicación del Método POLD para problemas de lumbalgia en adultos mayores, por lo que se sugiere repetir este tipo de intervenciones en otros centros geriátricos del Ecuador

**Palabras clave:** dolor lumbar, POLD, Eva, Oswestry, lumbalgia

**Abstract**

**Introduction:** The POLD method, based on resonant mobilization, has shown to have a positive effect both in reducing pain and in the degree of disability in patients suffering low back pain.

**Objective:** To determine the efficiency of the POLD method in reducing pain in elderly patients with low back pain.

**Materials and method:** A quasi-experimental investigation was carried out including 30 elderly adults suffering low back pain, who signed an informed consent. The VAS and Oswestry scales were used to determine the level of pain and disability, respectively. The POLD technique was applied for approximately 20 minutes. The level of pain and disability were compared before and after the intervention using the Wilcoxon test with a probability level of 5%.

**Results:** The application of the POLD method showed to have a positive effect on diminishing pain which was evidenced by the decrease in pain level from 8 to 7 on the VAS scale, while the degree of disability in elderly remained within the disability moderate range, which varied from 21 to 40%. On the other hand, it was observed that the level of pain and disability was higher in women than in men.

**Conclusion:** The positive effect of the application of the POLD Method for low back pain disorders in elderly is demonstrated, suggesting this type of interventions should be used in other geriatric centers in Ecuador.

**Keywords:** low back pain, POLD, VAS, Oswestry, low back pain.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado:12-09-2021

### **Introducción.**

La lumbalgia es definida como el dolor causado por la tensión muscular o rigidez localizada debajo del margen costal y sobre los pliegues glúteos inferiores, el cual podría estar asociado con manifestación de dolor en las piernas y que podría adquirir importancia epidemiológica y terapéutica al persistir más de 12 semanas (1). Este tipo de trastorno musculoesquelético ha pasado a ser una de las causas principales de incapacidad a nivel mundial, la cual se agudiza en adultos mayores en quienes se ha estimado una prevalencia de 75%, principalmente en países donde los recursos o tecnologías adecuados para abordar el problema son escasos (2,3).

La lumbalgia, según su origen, es considerada como específico, causado por un mecanismo fisiopatológico específico y ocurre en apenas el 10% de los pacientes (4) y no específico caracterizado porque no se reconoce una causa patoanatómica y se presenta en 85% de los pacientes (5). Este dolor lumbar inespecífico puede ser multifactorial, incluyendo falta de ejercicio, sobrepeso, sobreesfuerzo y también factores psicosomáticos que contribuyen al reforzamiento del dolor haciéndolo crónico (6).

En la actualidad, el uso de fármacos y cirugía está siendo sustituido gradualmente por las terapias físicas que han mostrado un efecto positivo en el manejo del dolor derivado de los trastornos musculoesqueléticos (7,8). En años recientes se ha creado un tratamiento hecho a base de terapia manual conocido como método POLD (por sus siglas en inglés, pulsation oscillation long duration Oscilación de pulsación de larga duración), el cual es una evolución de la movilización oscilante rítmica y ha mostrado eficacia para incrementar el rango de flexión lumbar y en consecuencia en la disminución de la severidad del dolor (9).

Dado que la lumbalgia se ha convertido en la principal causa de limitación de actividad y ausencia de trabajo en varios países, lo que supone una alta carga económica para el paciente, su familia, así como para las empresas y para el Estado (10–12), se hace necesaria la evaluación de metodologías alternativas que contribuyan al manejo de este tipo de patologías.

#### **Objetivo**

Determinar la eficiencia del método POLD en la reducción del dolor en pacientes adultos mayores con lumbalgia del Centro Gerontológico

Chillanes, durante el periodo julio-diciembre 2020.

#### **Material y métodos**

Se realizó un estudio de tipo cuasi experimental con el fin de determinar la eficiencia del método POLD en la disminución del dolor e incapacidad en 30 pacientes adultos mayores en el Centro Gerontológico del Cantón Chillanes, Ecuador.

Fueron incluidos pacientes con limitación del movimiento lumbar superior al 20% de los valores habituales en personas sanas, que no hayan sido sometidos a intervención quirúrgica y en etapa de lesión aguda del episodio actual (duración de menos de 4 meses) sin episodios previos dentro de 1 año. Por otra parte, fueron excluidos los pacientes que previamente habían sido tratados con infiltraciones de corticosteroides, con otro tipo de patologías que pudieran enmascarar los síntomas o producir otras similares (osteoporosis, infección, tumores, etc.) o que estén siendo tratados con otro tipo de fisioterapia.

Al inicio, se evaluó el nivel de dolor de cada participante mediante la aplicación del test de EVA, la cual permite medir la intensidad del dolor mediante una línea horizontal de 10 cm, en cuyos extremos se encuentran las expresiones extremas de un síntoma, considerando la ausencia de dolor en el extremo izquierdo y dolor de mayor intensidad en el extremo derecho (13). Con el fin de lograr una mayor comprensión por parte de los adultos mayores, se usó una escala numérica con figuras que ilustraban el nivel de dolor.

Además, se evaluó la incapacidad por dolor lumbar usando la escala de Oswestry. La escala de incapacidad de Oswestry versión 2.0 es ampliamente usada a nivel mundial para valorar el nivel de incapacidad ocasionada por lumbalgia y está conformado por 10 preguntas con 6 alternativas, siendo la pregunta 1 referida el efecto de los analgésicos sobre el dolor, mientras que las otras 9 últimas preguntas están enfocadas a explorar la severidad del efecto del dolor lumbar en cada una de las actividades cotidianas, tales como levantar peso, andar, estar sentado, estar de pie, dormir, actividad laboral, vida social y viajar (14).

Cada una de las pruebas fue llenada por el propio paciente junto con el consentimiento informado donde se explicaron los objetivos y alcances del estudio, así como se aseguró la confidencialidad de los datos obtenidos.

Posteriormente fue aplicado el método POLD a cada paciente desde una posición decúbito prono en la camilla y se procedió a aplicar una serie de maniobras, tal como se describe: oscilación rítmica de la columna, movilización rítmica transversal de los músculos lumbar y paravertebral, descompresión espinal oscilatoria del sacro, apertura lateral por inclinación oscilatoria y rotación oscilatoria simétrica en las vértebras del nivel afectado. Este procedimiento fue repetido con una frecuencia semanal y después de cuatro semanas consecutivas se reevaluó el nivel de dolor e incapacidad usando los mismos instrumentos mencionados al inicio con el de determinar si hubo algún efecto del tratamiento.

Las variables sociodemográficas (edad, sexo, estatus laboral, nivel de instrucción y estado civil) fueron presentadas con base en la estadísticas descriptivas, mientras que los datos sobre nivel de dolor e incapacidad antes y después de la intervención con el método POLD fueron sometidos a pruebas de Normalidad de Shapiro-Wilk y adicionalmente se probó el efecto de la intervención a través de la Prueba de Wilcoxon para la valoración del dolor según la escala de EVA y Oswestry con un nivel de probabilidad de

5%, usando el paquete estadístico SPSS versión 22.0 para Windows (15).

#### Resultados

Prevalencia del dolor mediante EVA y Oswestry en adultos mayores con lumbalgia

La valoración del dolor mediante la escala EVA mostró niveles de dolor que variaron entre 7 y 9, con el 53,3% de ellos con nivel 8, mientras que solo 20 y 26,7% fueron valorados con dolor de 7 y 9, respectivamente (Fig. 1A). Del mismo modo, con relación al nivel de incapacidad, 73,3% de los pacientes presentaron entre 21 y 40% de incapacidad, la cual, según la escala de Oswestry, se cataloga como incapacidad moderada, mientras un 26,6% de los pacientes fue categorizado con incapacidad severa (41-60% de incapacidad) o discapacitado (61-80% de incapacidad) (Fig. 1B).

Efecto del método POLD en la disminución del dolor e incapacidad en pacientes

La aplicación del método POLD mostró tener un efecto positivo sobre la disminución del dolor puesto que se observaron diferencias significativas en el índice de dolor el grupo de adultos mayores antes y después de la aplicación del método POLD (Tabla 2).

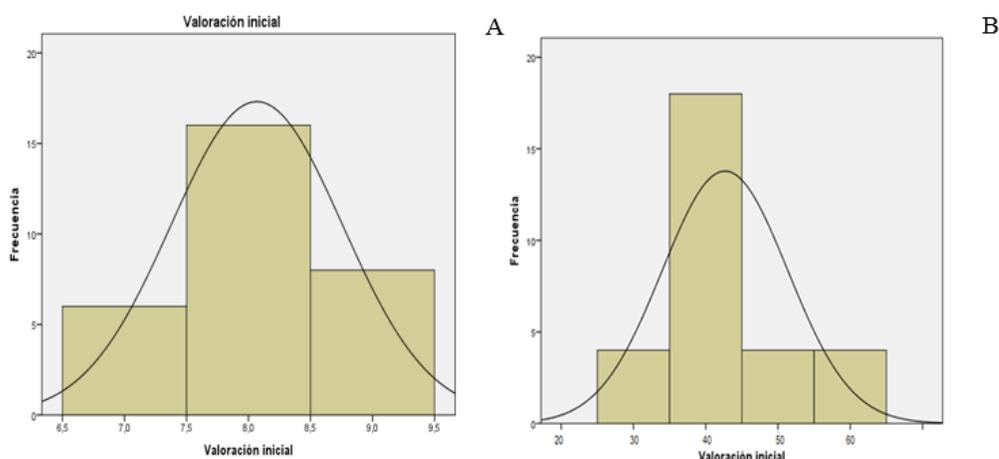


Figura 1. Frecuencia de valores del dolor (A) e incapacidad (B) en pacientes adultos mayores

Tabla 2. Prueba de Wilcoxon para la valoración del dolor según la escala de EVA y Oswestry

	Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	EVA	Oswestry
Z	-4,669 <sup>b</sup>	-4,284 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	0,000	0,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos positivos.

De la misma manera, la aplicación del método POLD mostró tener un efecto positivo en la reducción del índice de incapacidad en adultos media por la escala de Oswestry. La prueba de Wilcoxon demostró que los participantes mostraron un menor nivel de incapacidad a las cuatro semanas (Fig. 4). Aunque se observó la reducción del grado de incapacidad por efecto de la aplicación del método POLD, esta se mantuvo dentro del rango de incapacidad moderada, la cual va desde 21 a 40%, según la escala de Oswestry. Con relación a la prevalencia del nivel de dolor con relación al sexo del paciente antes y después de la intervención se obtuvo que antes de la intervención el 56,7% de las mujeres y el 23,4 de los hombres presentaban niveles de dolor entre 8 y

9, mientras que después de la intervención las mujeres lograron disminuir el dolor a escala entre 7 y 8, mientras que los hombre la mayor proporción (33,3%) acusó un nivel de dolor de 7 y solo 3,3% con nivel de dolor de 8 (Tablas 3-4). Así mismo, antes de la intervención un 23,3 % de las mujeres presentaron valores de incapacidad, de acuerdo con la escala de Oswestry, superior al 48%, mientras que después de la intervención solo el 13,3% mostraron estos valores de incapacidad. Al considerar a los hombres, sólo un paciente presentó una condición de incapacidad de 50%, la cual también mostró mejoría después de la intervención al disminuir a 46% (Tablas 5-6).

Tabla 3. Tabla cruzada entre el nivel del dolor en función al sexo del paciente antes de la aplicación del Método POLD

	Nivel de dolor antes de la intervención			
	7	8	9	Total
Femenino	2 (6,7%)	11 (36,7%)	6 (20,0%)	19 (63,3%)
Masculino	4 (13,3%)	5 (16,7%)	2 (6,7%)	11 (36,7%)
Total	6 (20,0%)	16 (53,3%)	8 (26,7%)	30 (100,0%)

Tabla 4. Tabla cruzada entre el nivel del dolor en función al sexo del paciente después de la aplicación del Método POLD

	Nivel de dolor después de la intervención			
	6	7	8	Total
Femenino	2 (6,7%)	11(36,7%)	6 (20,0%)	19 (63,3%)
Masculino	00,0%	10 (33,3%)	1 (3,3%)	11 (36,7%)
Total	2 (6,7%)	21 (70,0%)	7(23,3%)	30 (100,0%)

Tabla 5. Tabla cruzada entre el nivel de incapacidad en función al sexo del paciente después de la aplicación del Método POLD

	Valor de incapacidad antes de la intervención									
	30	32	34	36	38	40	48	50	60	Total
Femenino	3 (10,0)	3 (10,0)	1 (3,3)	3 (10,0)	1 (3,3)	1 (3,3)	2 (6,7)	1 (3,3)	4 (13,3)	19 (63,3)
Masculino	1 (3,3)	3 (10,0)	1 (3,3)	1 (3,3)	2 (6,7)	2 (6,7)	0 (0,0)	1 (3,3)	0 (0,0)	11 (36,7)
Total	4 (13,3)	6 (20,0)	2 (6,7)	4 (13,3)	3 (10,0)	3 (10,0)	2 (6,7)	2 (6,7)	4 (13,3)	30 (100,0)

Tabla 6. Tabla cruzada entre el nivel de incapacidad en función al sexo del paciente después de la aplicación del Método POLD

	Valor de incapacidad después de la intervención											
	28	30	32	34	36	38	40	44	46	56	58	Total
Femenino	3 (10,0)	2 (6,7)	1 (3,3)	3 (10,0)	2 (6,7)	1 (3,3)	0 (0,0)	1 (3,3)	2 (6,7)	3 (10,0)	1 (3,3)	19 (63,3)

Masculino	1	2	1	1	3	1	1	0	1	0	0	11
	(3,3)	(6,7)	(3,3)	(3,3)	(10,0)	(3,3)	(3,3)	(0,0)	(3,3)	(0,0)	(0,0)	(36,7)
Total	4	4	2	4	5	2	1	1	3	3	1	30
	(13,3)	(13,3)	(6,7)	(13,3)	(16,7)	(6,7)	(3,3)	(3,3)	(10,0)	(10,0)	(3,3)	(100,0)

### Discusión

Existen pocos estudios que sustentan los beneficios del método POLD. En el presente estudio se mostró un efecto positivo en la disminución significativa tanto del nivel del dolor como en el grado de incapacidad de los pacientes adultos mayores después de cuatro semanas de aplicación del método. López-Díaz et al. (9) encontraron que el uso del método POLD provocó cambios en el rango de movimiento en pacientes con dolor lumbar agudo y reducción del nivel de dolor a nivel lumbar, en glúteo y muslo en un 84,5; 80,9 y 88,9%, respectivamente. Adicionalmente, este método mantuvo la disminución del dolor lumbar por causas inespecíficas hasta después de 6 meses (16). Aunque en el presente estudio se observó reducción del grado de incapacidad por la aplicación del método, esta se mantuvo dentro del rango de incapacidad moderada, probablemente se haya debido al tiempo en que fue aplicado el método, debido a las restricciones por el aislamiento por la pandemia de COVID-19.

Adicionalmente, se notó un mayor efecto en la disminución del dolor y de la incapacidad en hombres que en mujeres. Varios estudios relacionados con la aparición de lesiones musculoesqueléticas en relación con el género demuestran que las mujeres muestran mayor probabilidad de presentar valoraciones más altas del nivel de dolor, por lo que probablemente requerirán recibir tratamiento para el dolor (17). Wang et al. (18) encontraron que existe mayor prevalencia de dolor lumbar en mujeres que en hombres adultos mayores, esto debido al efecto de las hormonas sexuales femeninas sobre la aparición y fisiopatología de las enfermedades musculoesqueléticas degenerativas.

De acuerdo Pavón (19), el método POLD promueve un estado de relajación del sistema musculoesquelético producido por la estimulación de los mecanorreceptores propioceptivos, lo cual ocurre por inhibición de la aferencia nociceptiva a

nivel del sistema nervioso central, así como cambios fisiológicos en la estructura de los tejidos blandos. Por otra parte, López-Díaz (16) señala que también ocurren efectos mecánicos como flexibilización de cápsulas y ligamentos y relajación de la musculatura peri-articular y una ligera compresión-descompresión de las carillas articulares que promueven la regeneración de los condrocitos cartilaginosos.

De manera similar, estudios realizados en Ecuador han demostrado efectos positivos del método. En tal sentido, Almagro y Villota (20) comprobaron la eficiencia del método POLD para el tratamiento adultos mayores con problemas de lumbalgia puesto que este tipo de terapia, además de provocar disminuir del dolor, también se observaron beneficios en la reducción de contracciones musculares, incremento del arco de movimiento, traduciéndose en mejoras en la calidad de vida del paciente puesto que podía realizar por si mismos actividades cotidianas. Galarza (21) observó que el 73% de los deportistas de alto rendimiento indicaron no tener dolor después de la aplicación del Método POLD, mientras que el 20 y 7% señaló que tenían niveles de dolor de leve a moderado, así mismo solo el 13% de la población mostró tener radiculopatía y la flexibilidad articular de 0-2 cm se incrementó a un 80% al final de la intervención.

Aparte de la eficacia en el tratamiento del dolor lumbar, este método ha demostrado ser eficiente para el tratamiento de otros tipos de trastornos musculoesqueléticos. Pavón (19) observó que los pacientes entre 20 y 65 años aseguraron tener una reducción del dolor cervical de 90% después de la aplicación del método POLD en comparación de una reducción del dolor del 70% con el tratamiento kinésico y, por otra parte, también se observaron mejorías en la mayoría de los rangos de movilidad de las articulaciones cervicales (rotación, inclinación y flexión de la cabeza).

Finalmente, considerando los resultados obtenidos en la presente de investigación, el método POLD

surge como alternativa en el manejo y tratamiento de problemas de lumbalgia en adultos mayores.

#### Conclusiones

Los pacientes adultos mayores mostraron una alta prevalencia de niveles de dolor lumbar, los cuales variaron entre 7 y 9, que es considerado como dolor severo, según la escala de EVA. Este nivel de dolor podría causar limitaciones en la ejecución de actividades rutinarias del paciente, lo cual fue verificado con un alto porcentaje de incapacidad que varió desde moderada a severa. Con la aplicación del método POLD a pacientes con lumbalgia se mostró la disminución tanto en el nivel de dolor como en el grado de incapacidad en adultos mayores antes y cuatro semanas después de la aplicación, ubicándose por debajo de 7, lo que se considera un dolor moderado, así mismo, el grado de incapacidad también se redujo por efecto de la aplicación del método POLD, aun cuando se mantuvo dentro del rango de incapacidad moderada. Adicionalmente, se observó que, aunque ocurrió disminución del dolor en mujeres este aún se mantuvo en un nivel ligeramente superior que en pacientes hombres

#### Referencias Bibliograficas:

1. Neyaz O, Sumila L, Nanda S, Wadhwa S. Effectiveness of Hatha Yoga Versus Conventional Therapeutic Exercises for Chronic Nonspecific Low-Back Pain. *J Altern Complement Med*. 2019;25(9):938–45.
2. Buchbinder R, van Tulder M, Öberg B, Costa LM, Woolf A, Schoene M, et al. Low back pain: a call for action. *Lancet*. 2018;391(10137):2384–8.
3. Farahbakhsh F, Rostami M, Noormohammadpour P, Mehraki Zade A, Hassanmirzaei B, Faghih Jouibari M, et al. Prevalence of low back pain among athletes: A systematic review. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2018;31(5):901–16.
4. van Middelkoop M, Rubinstein SM, Verhagen AP, Ostelo RW, Koes BW, van Tulder MW. An experimental randomized study on the analgesic effects of pharmaceutical-grade cannabis in chronic pain patients with fibromyalgia. *Pain*. 2019;160(4):860–9.
5. Toelle TR, Utpadel-Fischler DA, Haas K-K, Priebe JA. App-based multidisciplinary back pain treatment versus combined physiotherapy plus online education: a randomized controlled trial. *npj Digit Med [Internet]*. 2019;2(1):1–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41746-019-0109-x>
6. Hohmann CD, Stange R, Steckhan N, Robens S, Ostermann T, Paetow A, et al. Wirksamkeit der Blutegeltherapie bei chronischen unteren Rückenschmerzen. *Dtsch Arztebl Int*. 2018;115(47):785–92.
7. Foster NE, Anema JR, Cherkin D, Chou R, Cohen SP, Gross DP, et al. Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions. *Lancet*. 2018;391(10137):2368–83.
8. Rodrigues EV, Gomes ARS, Tanhoffer AIP, Leite N. Effects of exercise on pain of musculoskeletal disorders: A systematic review. *Acta Ortop Bras*. 2014;22(6):334–8.
9. López-Díaz JV, Arias-Burúa JL, Lopez-Gordo E, Lopez Gordo S, Aros Oyarzún AP. Effectiveness of continuous vertebral resonant oscillation using the POLD method in the treatment of lumbar disc hernia. A randomized controlled pilot study. *Man Ther [Internet]*. 2015;20(3):481–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2014.11.013>
10. Gianola S, Castellini G, Andreano A, Corbetta D, Frigerio P, Pecoraro V, et al. Effectiveness of treatments for acute and sub-acute mechanical non-specific low back pain: Protocol for a systematic review and network meta-analysis. *Syst Rev*. 2019;8(1):1–8.
11. Wiitavaara B, Fahlström M, Djupsjöbacka M. Prevalence, diagnostics and management of musculoskeletal disorders in primary health care in Sweden – an investigation of 2000 randomly selected patient records. *J Eval Clin Pract*. 2017;23(2):325–32.
12. Chavarría Solís J. Ortopedia Lumbalgia : Causas , Diagnostico Y Manejo. *Rev Medica Costa Rica y Centroam LXXI*. 2014;(611):447–54.
13. Herrero MTV, Bueno SD, Moyá FB, Torre MVRI de la, Capdevila LG. El dolor lumbar. *Rev la Soc Española del dolor*. 2018;25(4):228–36.

14. Pomares Avalos AJ, López Fernández R, Zaldívar Pérez DF. Validation of the Oswestry disability scale for low back pain in patients with chronic back pain. Cienfuegos, 2017-2018. *Rehabilitacion* [Internet]. 2020;54(1):25–30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rh.2019.10.003>
15. IBM Corp. IBM SPSS Statistics for Windows. Armonk, NY: IBM Corp.; 2012.
16. López Díaz JV. Efectividad de la movilización por Oscilación Resonante, según el Método POLD, en las lumbalgias crónicas inespecíficas (mecánico-degenerativas) [Internet]. UNiversitat Autònoma de Barcelona; 2016. Available from: <https://www.tdx.cat/handle/10803/394052%0Ahttp://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/394052/jvld1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
17. Peterson CK, Humphreys BK, Hodler J, Pfirrmann CWA. Gender differences in pain levels before and after treatment: a prospective outcomes study on 3,900 Swiss patients with musculoskeletal complaints. *BMC Musculoskeletal Disord*. 2012;13(241):2–8.
18. Wáng YXJ, Wáng JQ, Káplár Z. Increased low back pain prevalence in females than in males after menopause age: Evidences based on synthetic literature review. *Quant Imaging Med Surg*. 2016;6(2):199–206.
19. Pavón E. Eficacia del método POLD en el tratamiento de trastornos cervicales. Universidad Fasta; 2015.
20. Almagro R, Villota P. Eficacia del Metodo Pold en lumbalgias mecanicas aplicadas a adultos mayores de la fundacion para el desarrollo integral comunitario mas vida en el periodo comprendido de setiembre a febrero del 2016 [Internet]. Universidad de Chimborazo; 2016. Available from: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1381/1/UNACH-EC-AGR-2016-0002.pdf>
21. Galarza Zambrano M del R. Aplicación del método POLD en deportistas de alto rendimiento con lumbalgia que asisten a la Federación Ecuatoriana de Remo , en la ciudad de Guayaquil. Uniersidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2018.

Artículo original

**Terapia manual sobre dolor lumbar inespecífico presente en personas que entrenan en gimnasio**  
**Manual therapy on non-specific low back pain present in people who train in the gym**

Arias Córdova Paúl\*, Espín Pastor Victoria\*\*, Manzano Vinueza Gabriela\*\*\*, Campos Moposita Angela\*\*\*\*, Guanopatin Caisaguano Sonia \*\*\*\*\*

\*Licenciado en Fisioterapia. Magister en Fisioterapia y Rehabilitación mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2452-4349>

\*\*Licenciada en Fisioterapia. Máster Universitario en Fisioterapia del Deporte y Readaptación en la Actividad Física. Universidad Autónoma de Barcelona. España.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0500-1948>

\*\*\*Licenciada en Fisioterapia. Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0486-3199>

\*\*\*\*Licenciada en Fisioterapia. Magister en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético. Universidad Técnica de Ambato  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6826-8319>

\*\*\*\*\*Estudiante de Fisioterapia y Rehabilitación. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5513-8192>

parias2220@uta.edu.ec

**Resumen.**

**Introducción:** el dolor lumbar afecta a los músculos de la espalda y tronco ocasionado por cambios posturales extremos. Presenta ciertas clasificaciones: según el tiempo y la causa; es considerado como factor debilitante, que provoca discapacidad y disminuye el desenvolvimiento en las actividades de la vida diaria (AVD). La Terapia Manual (TM) actúa sobre todos los factores que desencadenan la sintomatología.

**Objetivo:** Aplicar un protocolo de terapia manual sobre el dolor lumbar inespecífico en personas que realizan entrenamiento de gimnasio y evidenciar su efectividad.

**Material y Métodos:** se realizó la investigación de tipo cuasi-experimental, de corte transversal, población intervenida 22 pacientes con Dolor Lumbar inespecífico (DLi), rango de 18-50 años de edad. Los participantes fueron evaluados inicialmente y al finalizar la intervención por Escala de Valoración Numérica (EVN), Índice de discapacidad de Oswestry (ODI), Cuestionario del dolor de McGill (MPQ), Slump test (ST) y Prueba de Extensión en Bipedestación para Isquiotibiales (PEBI). La intervención duró 35 minutos por paciente y el número de sesiones dependió netamente de la mejoría en la sintomatología. Técnicas empleadas: Masaje Transverso Superficial y Profundo (MTS y MTP), Liberación Miofascial para Puntos Gatillo Miofasciales (LM-PGM) por presión progresiva, Manipulación Espinal (ME), Método Mckenzie, Termoterapia. De la aplicación y valoración se obtuvo resultados que fueron comprados entre sí. La investigación fue sometida al comité de bioética de la Universidad Técnica de Ambato para su aprobación y ejecución. Los resultados se evaluaron a través de una estadística descriptiva e inferencial y la comprobación de hipótesis por una prueba de Wilcoxon.

**Resultados:** para la relación entre valoración inicial y final de los test aplicados (EVN, ODI, MPQ) se rechazó la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5% con un valor de  $P=0,000$ ; para ST y PEBI iniciaron el 90,9% de los participantes con signo positivo y finalizaron el 100% como signo negativo. Es decir, la aplicación del protocolo de intervención fue efectiva sobre el dolor lumbar inespecífico presente en personas que realizan entrenamiento de gimnasio.

**Conclusión:** los pacientes revelan disminución significativa del dolor, reducción de porcentajes de discapacidad, es así que se evidenció la efectividad de la aplicación del protocolo de terapia manual y tienen diferencias significativas en el antes y después de la intervención fisioterapéutica

Palabras clave: Dolor Lumbar inespecífico, Terapia Manual, Entrenamiento de gimnasio, Escala de valoración Numérica, Índice de Discapacidad de Oswestry

### **Abstract**

Background: low back pain affects the muscles of the back and trunk caused by extreme postural changes. It presents certain classifications: according to time and cause; it is considered a debilitating factor that causes disability and reduces the performance of activities of daily living (ADL). Manual therapy acts on all the factors that trigger the symptomatology.

Aim: To apply a manual therapy protocol on non-specific low back pain in people who do gym training and to demonstrate its effectiveness.

Material and Methods: The research was quasi-experimental, cross-sectional cohort research was carried out on 22 patients with non-specific low back pain (NLBP), range 18-50 years of age. Participants were assessed initially and at the end of the intervention by Numerical Rating Scale (NRS), Oswestry Disability Index (ODI), and McGill Pain Questionnaire (MPQ), Slump test (ST) and Standing Extension Test for Ischiotibial (SETI). The intervention lasted 35 minutes per patient and the number of sessions depended on the improvement in symptomatology. Techniques used: Superficial and Deep Transverse Massage (STM and DTM), Myofascial Release for Myofascial Trigger Points (MRMTP) by progressive pressure, Spinal Manipulation (SM), Mckenzie Method, Thermotherapy. The results obtained from the application and evaluation were compared with each other. The research was submitted to the bioethics committee of the Technical University of Ambato for approval and execution. The results were evaluated through descriptive and inferential statistics and hypothesis testing through a Wilcoxon test.

Results: for the relationship between initial and final evaluation of the applied tests (NRS, ODI, MPQ) the null hypothesis was rejected at a significance level of 5% with a value of  $P=0.000$ ; for ST and PEBI 90.9% of the participants started with a positive sign and 100% finished with a negative sign. In other words, the application of the intervention protocol by means of myofascial manual therapy was effective on non-specific low back pain present in people who perform gym training.

Conclusion: patients reveal significant decrease in pain, reduction of disability percentages, so that the effectiveness of the application of the manual therapy protocol was evidenced and have significant differences in the before and after physiotherapeutic intervention.

Key words: Nonspecific low back pain, Manual therapy, Gym training, Numerical Rating Scale, Oswestry Disability Index.

Recibido: 27-06-2021

Revisado: 12-09-2021

Aceptado: 12-09-2021

### **Introducción.**

El dolor lumbar (DL) considerado como problema de salud a nivel mundial, afecta al 90% de la población mundial incluyendo jóvenes y personas mayores(1). Ciertos estudios demuestran que el DL aparece por limitación de la función en los músculos de la espalda y tronco que además puede ser ocasionado por varios factores, entre ellos: biopsicosociales(2), mecánicos, de igual forma la práctica de actividad física con cargas excesivas de entrenamiento o posiciones corporales estáticas y dinámicas extremas(3). A esto se añade también la fatiga muscular misma que aparecen durante la práctica deportiva y por ende es una fuente de problemas lesionales en los deportistas(4).

Dependiendo de su etiología puede estar clasificado en específico: cuando se existe motivo alguno como una hernia discal, infección o

fractura(5); inespecífico (DLi) al no conocer su causa siendo éste el más frecuente tanto que aqueja a 8 de cada 10 personas y está presente en un 85% de los casos por diagnosticar un tipo de DL(6). En relación al tiempo el dolor puede ser agudo < 6 semanas, subagudo > 6 semanas y crónico cuando perdura más de tres meses convirtiéndose así en un factor debilitante provocando discapacidad y reduciendo la habilidad de realizar sus actividades de la vida diaria (AVD)(7). En América Latina existen estudios donde sus resultados pronuncian al DL como prevalente en la región a pesar de la heterogeneidad metodológica y con escasa información actualizada(8).

En el aspecto laboral el DL es una fuente de pérdida económica importante para quienes realizan trabajos de manipulación con cargas ya que habrá ausencia laboral en caso de presentar un

cuadro crónico de dolor(9). Para reducir este problema es necesario identificar factores causales con el fin de prevenir el desarrollo y futuras complicaciones que el DL puede generar(10). Sin embargo, hay estudios que no han podido establecer la relación de la aparición de la sintomatología en el contexto laboral, la actividad física y deportiva, incluso el permanecer sentado por tiempo prolongado(11).

La actividad ocupacional o deportiva involucrada en la aparición de DL requiere de un enfoque totalmente riguroso, ya que es incierto el origen y por ende la aplicación de un tratamiento específico(12). Para una adecuada intervención actualmente se necesita de mayor investigación para que el tratamiento basado en un diagnóstico bien realizado pueda clarificarse más(13). Así mismo es preciso planear una intervención terapéutica enfocada a las expectativas del paciente y el objetivo por lograr(14).

La intervención mediante Terapia Manual (TM) y las técnicas que constituyen la misma presentan efectos Biomecánicos y Neurofisiológicos; evidencian en ellos el aumento de la extensibilidad del tejido, aumento del movimiento articular, reducción de los indicadores de inflamación, disminución de la sensibilidad al dolor(15). En los últimos años se comprobado que las diferentes técnicas miofasciales actúan directamente como analgésico en lesiones musculoesqueléticas(16) por consiguiente se crean ciertos beneficios significativos como; disminución del nivel de discapacidad y cronificación del dolor(17), aumento en la flexibilidad, reducción de la rigidez, mejoría en el control postural y equilibrio(18), disminución del dolor muscular sin impedir el rendimiento deportivo, además de mejorar la circulación sanguínea(19), reduce adherencias fibrosas, incrementa el deslizamiento fascial, y libera tensión de la fascia(20). Aunque la TM produce efectos definidos y mensurables, estos no explican completamente el alivio total del dolor observado después de la aplicación de las técnicas(15).

Este estudio no se ha realizado a nivel local, no existen investigaciones en el sector y es por eso que su aplicación radica en incluir y aportar a la comunidad científica para futuros estudios así mismo incluir dentro de los centros de entrenamiento, áreas de fisioterapia dónde se permita valorar al deportista y colaborar en la reducción de lesiones deportivas.

El estudio ha proyectado establecer su metodología como plan inicial de intervención con un número menor de sesiones y generar

óptimos resultados demostrando el efecto de la TM en el alivio del dolor y la independencia funcional del deportista(16). Existe evidencia contradictoria sobre si la aplicación de TM puede mejorar la flexibilidad a largo plazo(19). Por lo mencionado este estudio está destinado a demostrar el efecto que tiene la creación y aplicación de un protocolo de intervención mediante ciertas técnicas de TM en DLI en pacientes que realizan entrenamientos de gimnasio, ya que el problema en contexto es un asunto prevalente y de demanda atencional local(21).

Objetivo.

Elaborar y Aplicar un plan de intervención terapéutica mediante terapia manual sobre el dolor lumbar inespecífico en personas que realizan entrenamiento de gimnasio para evidenciar su efectividad.

Material y Métodos.

El enfoque del estudio es Cuasi experimental, de tipo Intervención y de Corte Transversal. Las variables serán valoradas inicialmente y al finalizar la intervención, obteniendo resultados que serán comparados entre sí para la comprobación final de hipótesis.

La investigación fue sometida al comité de bioética de la Universidad Técnica de Ambato para su aprobación y ejecución; los participantes firmaron el consentimiento informado detallando los beneficios y riesgos que con lleva la participación del estudio; finalmente aceptaron la participación y fueron incluidos en la investigación.

El trabajo investigativo se realizó en las instalaciones de ATF-Fitness Center, gimnasio ubicado en la Ciudadela España, del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua; lugar dónde cuenta con un total de 53 personas inscritas. Los participantes fueron valoradas individualmente mediante: EVN (escala del 0 al 10; 0="no hay dolor"; 10="peor dolor imaginable"), ODI valora porcentualmente la limitación funcional para la realización de las AVD (0-20%=Limitación Funcional Mínima, 21-40%=Limitación Funcional Moderada, de 41-60%=Limitación Funcional Intensa, de 61-80%=Limitación Funcional Discapacitante, de 81-100%=Limitación Máxima), MPQ presenta dimensiones sensoriales y afectivas del dolor determinando el nivel de complicación en las AVD(22), ST valora el compromiso o no de estructuras nerviosas en la sintomatología y se presenta como positivo o

negativo según el hallazgo, y PEBI prueba diagnóstica de DLI reflejando como positivo o negativo(23). Tras la valoración se obtuvo un total de 22 participantes entre jóvenes y adultos de 18 - 50 años de edad que fueron reclutados mediante el tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia y según los criterios de inclusión.

Los criterios de inclusión relevantes son: Jóvenes y adultos valorados con DL de mayor o igual a un mes de evolución sin un diagnóstico determinado (dolor lumbar inespecífico), características particulares como: presencia de dolor o molestia localizada entre la porción costal final hasta la zona inferior glútea, el dolor no debe ser causado por traumatismos, fracturas, y se excluyen específicamente quienes tengan indicación de tratamiento quirúrgico(24–26).

Se tomó en cuenta variables sociodemográficas como: Edad, con grupos determinados por edades (1=18-20; 2=21-30; 3=31-40; 4=41-50). Para el Género se tiene como participantes mayoritariamente Femenino (F) con 13 participantes y Masculino (M) con 9 participantes: (F=13, M=9). En relación a la Ocupación en un total de 9 personas son estudiantes universitarios representa el 40,9% seguido de otras ocupaciones tales como Administrativas, Comerciantes, Chef, Personal de área de salud, etc.

El plan de intervención contó con una valoración previa y posterior a la misma. En la primera semana se realizó la valoración inicial en un tiempo de 15 minutos por paciente mediante: EVN, ODI, MPQ, PEBI además de Localización de Puntos Gatillo Miofasciales (LPGM) mediante la palpación del profesional.

El plan de intervención fue aplicado inmediatamente y basado en técnicas de TM entre las que se destacó las siguientes: Técnica de Desensibilización por Masaje Transverso Superficial (MTS) por 2 min y Masaje Transverso Profundo (MTP)(27,28) durante 3 min; en total 5min sobre la zona de tratamiento (zona lumbar-glútea), seguido de ello Técnica de LM-PGM por presión progresiva de los PGM con la duración de presión de 1min por 3etapas conforme el paciente relata la experiencia dolorosa(29–31), la presión se aplicó en cada PGM localizado con tiempo máximo de la técnica de 9min, a continuación se ejecutó la técnica de ME(32–34) sobre el segmento dorso lumbar por un tiempo de 3minutos, posteriormente se aplicó el Método

Mckenzie(35–37) por 10min controlando los niveles de estiramiento en conjunto con su respiración y en último lugar se concluyó con aplicación de Termoterapia por calor húmedo en la zona tratada por 5min. El protocolo de intervención fue aplicado a los participantes en un tiempo total de máximo 35 minutos por sesión. El número de sesiones se planteó inicialmente un máximo de 10 sesiones, sin embargo en la intervención dependió del paciente y del tiempo en que la sintomatología mejoraba. La cantidad de sesiones en el cual se obtuvieron resultados fue en un mínimo de 5 sesiones y de 8 como máximo.

Posteriormente la intervención concluye en su totalidad al realizar la valoración final con los mismos instrumentos utilizados en el inicio del procedimiento (EVN, ODI, MPQ, Localización de PGM, ST, PEBI).

Para analizar los resultados se utilizó el sistema informático SPSS versión 25.0 para Windows en español(38), las decisiones estadísticas se tomaron a un nivel de significancia del 0,05. La estadística utilizada fue descriptiva univariada para las variables sociodemográficas (edad, sexo, ocupación) y para relacionar la variable dependiente con factores causales se empleó la asociación por grupos con chi-cuadrado. Los resultados se evaluaron a través de una estadística descriptiva e inferencial y la comprobación de hipótesis a través una prueba de Wilcoxon.

#### Resultados.

Inicialmente se obtiene que para EVN = 54,4% de la población presentan una intensidad de dolor moderada, seguido sin mayor diferencia para una intensidad de dolor intensa con el 45,5%; ODI = 77,3% de la población resultó tener una Limitación Funcional Moderada al realizar ciertas actividades cotidianas, el 13,6% presentó una Limitación Funcional Mínima, 9,1% Limitación Funcional Intensa, para la Limitación Funcional Discapacitante y Máxima no presentan ningún valor porcentual, MPQ = 86,4% de la población ha indicado tener leve complicación para la realización de las AVD por presencia de dolor, 9,1% Complicación Considerable y el 4,5% una Mínima complicación; ST = 54,5% resultó con signo negativo, 45,5% resultó positivo a la ejecución del test; PEBI el 90,9% de la población presenta signo positivo para el test. (Tabla 1)

Tabla 1. Escalas de valoración inicial con Frecuencias y porcentaje

Escalas	Valoración	Porcentajes
Escala de valoración	0 = Sin Dolor	0,0% (0)

numérica (EVN)	1-3= Dolor Leve	0,0% (0)
	4-6=Dolor Moderado	54,5% (12)
	7-9=Dolor Intenso	45,5% (10)
	10=Peor Dolor	0,0% (0)
Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI)	LF* Mínima	13,6% (3)
	LF Moderada	77,3% (17)
	LF Intensa	9,1% (2)
	LF Discapacitante	0,0% (0)
	LF Máxima	0,0% (0)
Cuestionario del dolor de McGill (MPQ)	Mínima complicación	4,5 (1)
	Leve complicación	86,4 (19)
	Complicación considerable	9,1 (2)
Slump test (ST)	Negativo	54,5 (12)
	Positivo	45,5 (10)
Prueba de Extensión en bipedestación para Isquiotibiales. (PEBI)	Negativo	9,1 (2)
	Positivo	90,9 (20)

Al finalizar la intervención se obtiene que de acuerdo a la EVN reduce significativamente la intensidad del dolor pasando de moderado a leve en un 40,9%; ODI = 90,9% de la población resultó tener una Limitación Funcional Mínima y puede realizar ciertas actividades cotidianas con mejor

habilidad, en el MPQ = 86,4% de la población ha indicado tener mínima complicación; ST y PEBI = 100% resultó con signo negativo a la ejecución del test por lo tanto mejora la condición de los participantes. (Tabla 2)

Tabla 2. Escalas de valoración Final con Frecuencias y porcentajes

Escalas	Valoración	Porcentajes
Escala de valoración numérica (EVN)	0 = Sin Dolor	0,0% (0)
	1-3= Dolor Leve	40,9% (9)
	4-6=Dolor Moderado	59,1% (13)
	7-9=Dolor Intenso	0,0% (0)
	10=Peor Dolor	0,0% (0)
Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI)	LF* Mínima	90,9% (20)
	LF Moderada	9,1% (2)
	LF Intensa	0,0% (0)
	LF Discapacitante	0,0% (0)
	LF Máxima	0,0% (0)
Cuestionario del dolor de McGill (MPQ)	Mínima complicación	86,4% (19)
	Leve complicación	13,6% (3)
	Complicación considerable	0,0% (0)
Slump test (ST)	Negativo	100,0% (22)
	Positivo	0,0% (0)
Prueba de Extensión en bipedestación para Isquiotibiales. (PEBI)	Negativo	100% (22)
	Positivo	0% (0)

\*LF: Limitación funcional

De acuerdo al número de sesiones de aplicación en la recuperación de los participantes con DLI, en la Tabla 3 se tiene como resultados que el 50% de la población obtuvo mejoría significativa en 8 sesiones, seguida del 27,3% con 5 sesiones, 18,2% en 7 sesiones y finalmente un mínimo porcentaje del 4,5% en 6 sesiones.

Se comprobó la hipótesis a través de Wilcoxon a un nivel de significancia del 5% dio un valor de  $P=0,000$  con lo cual la hipótesis nula se rechaza y concluye en decir que la aplicación del protocolo de intervención fue efectiva sobre el DLI presente en personas que realizan entrenamiento de gimnasio. (Tabla 3)

Tabla 3. Prueba de comprobación de hipótesis en las diferentes escalas

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>			
	EVN Inicial – EVN Final	ODI Inicial - ODI Final	MPQ Inicial - MPQ Final
Z	-3,945 <sup>b</sup>	-4,146 <sup>b</sup>	-4,264 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000	,000	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

### Discusión.

Castro-Sánchez AM. (et. al)(39) ejecuta su intervención en una población mayoritariamente femenina en similares circunstancias de la presente investigación. Las valoraciones iniciales y finales la realizaron con el 50% de los test aplicados en el trabajo actual (ODI, EVN). De los resultados obtenidos determina la prevalencia del dolor lumbar en el sexo femenino con mayor porcentaje del 59,1% con el dolor de carácter intenso, No se mostraron resultados a lo largo del tiempo para ninguna valoración. Tal es que en comparación de los tratamientos la diferencia en relación a la discapacidad, no fueron clínicamente significativas. Tras la aplicación de técnicas que comprende la terapia manual en el estudio realizado por Boff TA. (et. al)(40) aplica manipulación espinal junto a liberación miofascial en personas con DL Crónico y el rango de edad que manejó es idéntico al realizado en esta investigación comprende de 18 a 50 años de edad. Las valoraciones realizadas identificaron la intensidad del dolor, discapacidad, umbral de dolor por presión; los resultados no tuvieron mayor diferencia significativa aun realizando la aplicación combinada de técnicas. De acuerdo al número de sesiones de tratamiento por lo menos la mitad de los pacientes va a mejorar al culminar las 8 sesiones con el protocolo que consiste en: Masaje transversal superficial y profundo, Liberación Miofascial de puntos gatillo, Método Mckenzie, Manipulación espinal, y termoterapia,

ya que se ha evidenciado que el 50% de la población intervenida en el actual trabajo investigativo lo obtuvo así. Varios autores como Tsertsvadze A. (et. al)(41) han combinado varias técnicas de terapia manual en sus tratamientos frente a la sintomatología en contexto e incluso aplicado en otras zonas corporales y encuentran que a la aplicación existe una diferencia significativa en la disminución del dolor, disminución en la limitación funcional, relación costo beneficio al aplicar protocolos o guías terapéuticas que sin duda se van creando con el tiempo, Existe una ventaja económica y de tiempo también pero sin embargo el número de sesiones superan las 15 sesiones por paciente o no se obtienen resultados a corto plazo como se esperaba

### Conclusiones.

A consecuencia de la aplicación del protocolo elaborado en el constaba de: MTS, MTP, LM-PGM por presión progresiva, ME, Método Mckenzie y Termoterapia. Se puede evidenciar el efecto de la TM sobre el DLI en personas que realizan entrenamiento de gimnasio puesto que a la aplicación el total de participantes refirió una mejoría significativa en el alivio del dolor, la limitación funcional se redujo, en el nivel de complicación para la realización de las AVD igualmente tuvo menos repercusiones y finalmente para los test ST y PEBI resultaron negativos ante la intervención. En vista de la efectividad demostrada del protocolo propuesto, se recomienda su aplicación, pues con esto

beneficiamos en tiempo, gastos y salud a nuestros pacientes, incluso centros asistenciales de salud.

**Referencias Bibliograficas:**

1. Fett D, Trompeter K, Platen P. Prevalence of back pain in a group of elite athletes exposed to repetitive overhead activity. *PLoS One*. 2019;14(1):1–17.
2. Chenot JF, Greitemann B, Kladny B, Petzke F, Pflingsten M, Schorr SG. Clinical practice guideline: Non-specific low back pain. *Dtsch Arztebl Int*. 2017;114(51–52):883–90.
3. Trompeter K, Fett D, Platen P. Prevalence of Back Pain in Sports: A Systematic Review of the Literature. *Sport Med*. 2017;47(6):1183–207.
4. Zemková E, Kováčiková Z, Zapletalová L. Is There a Relationship Between Workload and Occurrence of Back Pain and Back Injuries in Athletes? *Front Psychol*. 2020;11(7).
5. Capó-Juan MÁ. Síndrome de dolor miofascial cervical . Revisión narrativa del tratamiento fisioterápico Cervical myofascial pain syndrome . Narrative review. *An Sist Sanit Navar*. 2015;38(1):105–15.
6. Movasat Hajkhan A, Bohórquez Heras C, Turrión Nieves A, Álvarez de Mon Soto M. Protocolo diagnóstico del dolor lumbar mecánico. *Med [Internet]*. 2017;12(26):1541–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.med.2017.01.016>
7. Gordon R, Bloxham S. A Systematic Review of the Effects of Exercise and Physical Activity on Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Healthc Rev*. 2016;4(4):1–9.
8. Garcia JB, Hernandez-Castro JJ, Nunez RG, Pazos MA, Aguirre JO, Jreige A, et al. Prevalence of Low Back Pain in Latin America: A Systematic Literature Review. *Pain Physician [Internet]*. 2014;17(10):379–91. Available from: [www.painphysicianjournal.com](http://www.painphysicianjournal.com).
9. Muñoz Poblete C, Muñoz Navarro S, Vanegas López J. Discapacidad laboral por dolor lumbar: Estudio caso control en Santiago de Chile. *Cienc Trab*. 2015;17(54):193–201.
10. Rafeemanesh E, Kashani FO, Parvaneh R, Ahmadi F. A survey on low back pain risk factors in steel industry workers in 2015. *Asian Spine J [Internet]*. 2017;11(1):44–9. Available from: [/pmc/articles/PMC5326731/](http://pmc/articles/PMC5326731/)
11. Bakker EWP, Verhagen AP, Van Trijffel E, Lucas C, Koes BW. Spinal mechanical load as a risk factor for low back pain: A systematic review of prospective cohort studies. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(8).
12. Roffey DM, Wai EK, Bishop P, Kwon BK, Dagenais S. Causal assessment of occupational sitting and low back pain: results of a systematic review. *Spine J [Internet]*. 2010;10(3):252–61. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2009.12.005>
13. Casser H-R, Seddigh S, Rauschmann M. Acute Lumbar Back Pain - Investigation, Differential Diagnosis, and Treatment. *Dtsch Ärzteblatt Int |*. 2016;113:223–34.
14. Sánchez CAZ, Samaniego G del R, Piedra MDP, Benites MEG. Dolor de espalda baja (Lumbalgia), enfermedad que no discrimina: Clasificación, Diagnóstico y tratamiento. *Recimundo*. 2019;3(2):610–27.
15. Bishop MD, Torres-Cueco R, Gay CW, Lluch-Girbés E, Beneciuk JM, Bialosky JE. What effect can manual therapy have on a patient’s pain experience? *Pain Manag*. 2015;5(6):455–64.
16. Voogt L, de Vries J, Meeus M, Struyf F, Meuffels D, Nijs J. Analgesic effects of manual therapy in patients with musculoskeletal pain: A systematic review. *Man Ther*. 2015;20(2):250–6.
17. Louw A, Nijs J, Puentedura EJ. A clinical perspective on a pain neuroscience education approach to manual therapy. *J Man Manip Ther [Internet]*. 2017;25(3):160–8. Available from: <https://doi.org/10.1080/10669817.2017.1323699>
18. López-Torres O, Mon-López D, Gomis-Marzá C, Lorenzo J, Guadalupe-Grau A. Effects of myofascial release or self-myofascial release and control position exercises on lower back pain in idiopathic scoliosis: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*. 2021 Jul 1;27:16–25.
19. Beardsley C, Škarabot J. Effects of self-myofascial release: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*. 2015;19(4):747–58.

20. Jun P, Pagé I, Vette A, Kawchuk G. Potential mechanisms for lumbar spinal stiffness change following spinal manipulative therapy: A scoping review. *Chiropr Man Ther.* 2020;28(1):1–13.
21. Cerquera Córdoba AM, Uribe Rodríguez AF, Matajira Camacho YJ, Correa Gómez HV. Functional dependence and chronic pain associated with the quality of life among the elderly. *Psicogente.* 2017;20(38).
22. Dworkin RH, Turk DC, Trudeau JJ, Benson C, Biondi DM, Katz NP, et al. Validation of the short-form McGill pain questionnaire-2 (SF-MPQ-2) in acute low back pain. *J Pain [Internet].* 2015;16(4):357–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpain.2015.01.012>
23. Hernández N, Reina EA, Herrera Arbeláez JM. Validación de la prueba de extensión en bípedo de los isquiotibiales (PEBI) para el diagnóstico diferencial del dolor lumbar inespecífico mecánico (DLIM). *Rev Colomb Ortop y Traumatol [Internet].* 2017;31(2):49–54. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccot.2017.03.001>
24. Cargnin ZA, Schneider DG, Vargas MA de O, Machado RR. Non-specific low back pain and its relation to the nursing work process. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2019;27.
25. Nascimento PRC do, Costa LOP. Prevalência da dor lombar no Brasil: uma revisão sistemática. *Cad Saude Publica.* 2015;31(6):1141–56.
26. Tolosa-Guzmán I, Romero ZC, Mora MP. Predicción clínica del dolor lumbar inespecífico ocupacional. *Rev Ciencias la Salud.* 2012;10(3):347–68.
27. Cherkin DC, Sherman KJ, Deyo RA, Shekelle PG. A Review of the Evidence for the Effectiveness, Safety, and Cost of Acupuncture, Massage Therapy, and Spinal Manipulation for Back Pain. *Acad Clin.* 2003;138(11):898–906.
28. Koren Y, Kalichman L. Deep tissue massage: What are we talking about? *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22(2):247–51.
29. Ozsoy G, Ilcin N, Ozsoy I, Gurpinar B, Buyukturan O, Buyukturan B, et al. The Effects Of Myofascial Release Technique Elderly With Non-Specific Low Back Pain: A Combined With Core Stabilization Exercise In Randomized Controlled, Single-Blind Study. *Clin Interv Aging.* 2019;14(10):1947–9.
30. Onik G, Kasprzyk T, Knapik K, Wieczorek K, Sieroń D, Sieroń A, et al. Myofascial Trigger Points Therapy Modifies Thermal Map of Gluteal Region. *Biomed Res Int.* 2020;2(2):1–7.
31. Desai MJ, Saini V, Saini S. Myofascial Pain Syndrome: A Treatment Review. *Pain Ther.* 2013;2(1):21–36.
32. Paige NM, Miake-Lye IM, Booth MS, Beroes JM, Mardian AS, Dougherty P, et al. Association of spinal manipulative therapy with clinical benefit and harm for acute lowback pain systematic review and meta-Analysis. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2017;317(14):1451–60.
33. Rubinstein SM, De Zoete A, Van Middelkoop M, Assendelft WJJ, De Boer MR, Van Tulder MW. Benefits and harms of spinal manipulative therapy for the treatment of chronic low back pain: Systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ.* 2019;364(3):1–15.
34. Bronfort G, Haas M, Evans R, Kawchuk G, Dagenais S. Evidence-informed management of chronic low back pain with spinal manipulation and mobilization. *Spine J.* 2008;8(10):213–25.
35. Lam OT, Strenger DM, Chan-Fee M, Thuong Pham P, Preuss RA, Robbins SM, et al. Effectiveness of the McKenzie Method (Mechanical Diagnosis and Therapy) for treating Low Back Pain: Literature review with Meta-analysis. *Orthop Sport Phys Ther.* 2018;1(3):1–53.
36. Rodríguez Romero B, Martínez Rodríguez A, Carballo Costa L, Senín Camargo FJ, Paseiro Ares G, Raposo Vidal I. Evidencia en el manejo del dolor de espalda crónico con el método McKenzie. *Rev Iberoam Fisioter y Kinesiol.* 2009;
37. Garcia AN, Costa LDCM, Hancock MJ, De Souza FS, Gomes GVFD, Almeida MO De,

et al. McKenzie Method of Mechanical Diagnosis and Therapy was slightly more effective than placebo for pain, but not for disability, in patients with chronic non-specific low back pain: A randomised placebo controlled trial with short and longer term follow-up. *Br J Sports Med.* 2017;52(9):594–8.

38. IBM Corp. Released 2015. IBM SPSS Statistics for Windows. Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp; p. 1.

39. Castro-Sánchez AM, Lara-Palomo IC, Matarán-Peñarrocha GA, Fernández-De-Las-Peñas C, Saavedra-Hernández M, Cleland J, et al. Short-term effectiveness of spinal manipulative therapy versus functional technique in patients with chronic nonspecific low back pain: A pragmatic randomized controlled trial. *Spine J [Internet].* 2016;16(3):302–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2015.08.057>

40. Boff TA, Pasinato F, Ben ÂJ, Bosmans JE, van Tulder M, Carregaro RL. Effectiveness of spinal manipulation and myofascial release compared with spinal manipulation alone on health-related outcomes in individuals with non-specific low back pain: randomized controlled trial. *Physiother (United Kingdom).* 2020;107:71–80.

41. Tsertsvadze A, Clar C, Court R, Clarke A, Mistry H, Sutcliffe P. Cost-effectiveness of manual therapy for the management of musculoskeletal conditions: A systematic review and narrative synthesis of evidence from randomized controlled trials. *J Manipulative Physiol Ther [Internet].* 2014;37(6):343–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2014.05.001>