

ISSN 2523-6849

Volumen 2, Número 5 – Julio – Septiembre - 2018

# Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica

**ECORFAN®**

## **ECORFAN-Taiwán**

### **Editora en Jefe**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Redactor Principal**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

### **Asistente Editorial**

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Editor Ejecutivo**

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

### **Editores de Producción**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Administración Empresarial**

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

### **Control de Producción**

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

**Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica**, Volumen 2, Número 5, de Julio a Septiembre 2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69.

Postcode: 23445.

WEB:

[www.ecorfan.org/taiwan](http://www.ecorfan.org/taiwan),

[revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editora en Jefe:

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD, Co-

Editor: VARGAS-DELGADO, Oscar.

PhD. ISSN 2523-6822. Responsables de

la última actualización de este número de

la Unidad de Informática ECORFAN.

ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda,

LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al

30 de Septiembre 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

# **Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica**

## **Definición del Research Journal**

### **Objetivos Científicos**

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Medicina y Ciencias de la Salud, en Subdisciplinas Fisiología cardiovascular, Fisiología de la digestión, Fisiología de la digestión, Fisiología de la respiración, Fisiología de la visión, Fisiología del ejercicio, Fisiología del equilibrio, Fisiología del lenguaje, Fisiología del medio interno, Fisiología del movimiento, Fisiología muscular, Fisiología del sistema nervioso central, Endocrina fisiología.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Revista de Fisioterapia es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de la Fisiología cardiovascular, Fisiología de la digestión, Fisiología de la digestión, Fisiología de la respiración, Fisiología de la visión, Fisiología del ejercicio, Fisiología del equilibrio, Fisiología del lenguaje, Fisiología del medio interno, Fisiología del movimiento, Fisiología muscular, Fisiología del sistema nervioso central, Endocrina fisiología.con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias Medicina y Ciencias de la Salud. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

ROCHA-RANGEL, Enrique. PhD  
Oak Ridge National Laboratory

CARBAJAL-DE LA TORRE, Georgina. PhD  
Université des Sciences et Technologies de Lille

GUZMÁN-ARENAS, Adolfo. PhD  
Institute of Technology

CASTILLO-TÉLLEZ, Beatriz. PhD  
University of La Rochelle

FERNANDEZ-ZAYAS, José Luis. PhD  
University of Bristol

DECTOR-ESPINOZA, Andrés. PhD  
Centro de Microelectrónica de Barcelona

TELOXA-REYES, Julio. PhD  
Advanced Technology Center

HERNÁNDEZ-PRIETO, María de Lourdes. PhD  
Universidad Gestalt

CENDEJAS-VALDEZ, José Luis. PhD  
Universidad Politécnica de Madrid

HERNANDEZ-ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD  
Universidad Central del Ecuador

HERRERA-DIAZ, Israel Enrique. PhD  
Center of Research in Mathematics

MEDELLIN-CASTILLO, Hugo Iván. PhD  
Heriot-Watt University

LAGUNA, Manuel. PhD  
University of Colorado

VAZQUES-NOGUERA, José. PhD  
Universidad Nacional de Asunción

VAZQUEZ-MARTINEZ, Ernesto. PhD  
University of Alberta

AYALA-GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD  
University of Southampton

LÓPEZ-HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD  
Institut National Polytechnique de Lorraine

MEJÍA-FIGUEROA, Andrés. PhD  
Universidad de Sevilla

DIAZ-RAMIREZ, Arnoldo. PhD  
Universidad Politécnica de Valencia

MARTINEZ-ALVARADO, Luis. PhD  
Universidad Politécnica de Cataluña

MAYORGA-ORTIZ, Pedro. PhD  
Institut National Polytechnique de Grenoble

ROBLEDO-VEGA, Isidro. PhD  
University of South Florida

LARA-ROSANO, Felipe. PhD  
Universidad de Aachen

TIRADO-RAMOS, Alfredo. PhD  
University of Amsterdam

DE LA ROSA-VARGAS, José Ismael. PhD  
Universidad París XI

CASTILLO-LÓPEZ, Oscar. PhD  
Academia de Ciencias de Polonia

LÓPEZ-BONILLA, Oscar Roberto. PhD  
State University of New York at Stony Brook

LÓPEZ-LÓPEZ, Aurelio. PhD  
Syracuse University

RIVAS-PEREA, Pablo. PhD  
University of Texas

VEGA-PINEDA, Javier. PhD  
University of Texas

PÉREZ-ROBLES, Juan Francisco. PhD  
Instituto Tecnológico de Saltillo

SALINAS-ÁVILES, Oscar Hilario. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados -IPN

RODRÍGUEZ-AGUILAR, Rosa María. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

BAEZA-SERRATO, Roberto. PhD  
Universidad de Guanajuato

MORILLÓN-GÁLVEZ, David. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

CASTILLO-TÉLLEZ, Margarita. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

SERRANO-ARRELLANO, Juan. PhD  
Universidad de Guanajuato

ZAVALA-DE PAZ, Jonny Paul. PhD  
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada

ARROYO-DÍAZ, Salvador Antonio. PhD  
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

ENRÍQUEZ-ZÁRATE, Josué. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

HERNÁNDEZ-NAVA, Pablo. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

CASTILLO-TOPETE, Víctor Hugo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CERCADO-QUEZADA, Bibiana. PhD  
Intitut National Polytechnique Toulouse

QUETZALLI-AGUILAR, Virgen. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

DURÁN-MEDINA, Pino. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

PORTILLO-VÉLEZ, Rogelio de Jesús. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ROMO-GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

VASQUEZ-SANTACRUZ, J.A. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

VALENZUELA-ZAPATA, Miguel Angel. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

OCHOA-CRUZ, Genaro. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

SÁNCHEZ-HERRERA, Mauricio Alonso. PhD  
Instituto Tecnológico de Tijuana

PALAFOX-MAESTRE, Luis Enrique. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AGUILAR-NORIEGA, Leocundo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZALEZ-BERRELLEZA, Claudia Ibeth. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

REALYVÁSQUEZ-VARGAS, Arturo. PhD  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RODRÍGUEZ-DÍAZ, Antonio. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

MALDONADO-MACÍAS, Aidé Aracely. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

LICEA-SANDOVAL, Guillermo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CASTRO-RODRÍGUEZ, Juan Ramón. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RAMIREZ-LEAL, Roberto. PhD  
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

VALDEZ-ACOSTA, Fevrier Adolfo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ-LÓPEZ, Samuel. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

CORTEZ-GONZÁLEZ, Joaquín. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

TABOADA-GONZÁLEZ, Paul Adolfo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RODRÍGUEZ-MORALES, José Alberto. PhD  
Universidad Autónoma de Querétaro

## **Comité Arbitral**

ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

LUNA-SOTO, Carlos Vladimir. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

URBINA-NAJERA, Argelia Berenice. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

PEREZ-ORNELAS, Felicitas. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

CASTRO-ENCISO, Salvador Fernando. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

CASTAÑÓN-PUGA, Manuel. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

BAUTISTA-SANTOS, Horacio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZÁLEZ-REYNA, Sheila Esmeralda. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto. PhD  
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas

HERNÁNDEZ-GÓMEZ, Víctor Hugo. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

OLVERA-MEJÍA, Yair Félix. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

CUAYA-SIMBRO, German. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

LOAEZA-VALERIO, Roberto. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Uruapan

ALVAREZ-SÁNCHEZ, Ervin Jesús. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada

SALAZAR-PERALTA, Araceli. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de México

MORALES-CARBAJAL, Carlos. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ-COUTIÑO, Víctor Ángel. PhD  
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

BAUTISTA-VARGAS, María Esther. PhD  
Universidad Autónoma de Tamaulipas

GAXIOLA-PACHECO, Carelia Guadalupe. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ-JASSO, Eva. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

FLORES-RAMÍREZ, Oscar. PhD  
Universidad Politécnica de Amozoc

ARROYO-FIGUEROA, Gabriela. PhD  
Universidad de Guadalajara

BAUTISTA-SANTOS, Horacio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GUTIÉRREZ-VILLEGAS, Juan Carlos. PhD  
Centro de Tecnología Avanzada

HERRERA-ROMERO, José Vidal. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

MARTINEZ-MENDEZ, Luis G. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

LUGO-DEL ANGEL, Fabiola Erika. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

NÚÑEZ-GONZÁLEZ, Gerardo. PhD  
Universidad Autónoma de Querétaro

PURATA-SIFUENTES, Omar Jair. PhD  
Centro Nacional de Metrología

CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

TREJO-MACOTELA, Francisco Rafael. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

TZILI-CRUZ, María Patricia. PhD  
Universidad ETAC

DÍAZ-CASTELLANOS, Elizabeth Eugenia. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ORANTES-JIMÉNEZ, Sandra Dinorah. PhD  
Centro de Investigación en Computación

VERA-SERNA, Pedro. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

MARTÍNEZ-RAMÍRES, Selene Marisol. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

OLIVARES-CEJA, Jesús Manuel. PhD  
Centro de Investigación en Computación  
GALAVIZ-RODRÍGUEZ, José Víctor. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

JUAREZ-SANTIAGO, Brenda. PhD  
Universidad Internacional Iberoamericana

ENCISO-CONTRERAS, Ernesto. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

GUDIÑO-LAU, Jorge. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

MEJIAS-BRIZUELA, Nildia Yamileth. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

FERNÁNDEZ-GÓMEZ, Tomás. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MENDOZA-DUARTE, Olivia. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ARREDONDO-SOTO, Karina Cecilia. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

NAKASIMA-LÓPEZ, Mydory Oyuky. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

AYALA-FIGUEROA, Rafael. PhD  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

ARCEO-OLAGUE, José Guadalupe. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

HERNÁNDEZ-MORALES, Daniel Eduardo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AMARO-ORTEGA, Vidblain. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ÁLVAREZ-GUZMÁN, Eduardo. PhD  
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

CASTILLO-BARRÓN, Allen Alexander. PhD  
Instituto Tecnológico de Morelia

CASTILLO-QUIÑONES, Javier Emmanuel. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ROSALES-CISNEROS, Ricardo. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

GARCÍA-VALDEZ, José Mario. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

CHÁVEZ-GUZMÁN, Carlos Alberto. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

MÉRIDA-RUBIO, Jován Oseas. PhD  
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital

INZUNZA-GONÁLEZ, Everardo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

VILLATORO-TELLO, Esaú. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

NAVARRO-ÁLVEREZ, Ernesto. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ALCALÁ-RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

GONZÁLEZ-LÓPEZ, Juan Miguel. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

RODRIGUEZ-ELIAS, Oscar Mario. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ORTEGA-CORRAL, César. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GARCÍA-GORROSTIETA, Jesús Miguel. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

## **Cesión de Derechos**

El envío de un Artículo a Revista de Fisioterapia emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

## **Declaración de Autoría**

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

## **Detección de Plagio**

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

## **Proceso de Arbitraje**

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

## **Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación**

### **Área del Conocimiento**

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Fisiología cardiovascular, Fisiología de la digestión, Fisiología de la digestión, Fisiología de la respiración, Fisiología de la visión, Fisiología del ejercicio, Fisiología del equilibrio, Fisiología del lenguaje, Fisiología del medio interno, Fisiología del movimiento, Fisiología muscular, Fisiología del sistema nervioso central, Endocrina fisiología. y a otros temas vinculados a las Ciencias de Medicina y Ciencias de la Salud.

## Presentación del Contenido

Como primer artículo *Implementación de la realidad aumentada en el tratamiento de niños con TEA: Interacción con el entorno* por ZARATE-NAVA, Maria Reina, MENDOZA-GONZÁLEZ, Cecilio Francisco y ONOFRE-RUIZ, Eric con adscripción en la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, como siguiente artículo está *Adaptación y rehabilitación fisioterapéutica de prótesis articulada mioeléctrica de mano* por MARTÍNEZ-TÉLLEZ, Rubelia, TRUJEQUE-LUNA, María, SORIANO-PORRAS, Dulce y APAN-ARAUJO, Karla con adscripción en la Universidad Politécnica de Amozoc, como siguiente artículo está *Propuesta de protocolo fisioterapéutico de prevención de síndrome De Quervain en violinistas de 15 a 25 años de edad en el centro de las artes de Hidalgo* por SÁNCHEZ-BARRERA, Eréndira, HERNÁNDEZ-GRANADOS, Brandon Bauschell, VÁZQUEZ-CHACÓN, Verónica y AHUMADA-MEDINA, Albino con adscripción en la Universidad Politécnica de Pachuca, como siguiente artículo está *Aplicación de un programa de ejercicios de fortalecimiento en cuádriceps e isquiosurales por medio de bandas thera-band en pacientes con artrosis de rodilla grado II de 45 a 60 años de edad* por CORNEJO-JIMENEZ, AP., SUBERVIER-ORTIZ, L. y CORTÉS-MARQUÉZ, SK. con adscripción en la Universidad Politécnica de Pachuca.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Implementación de la realidad aumentada en el tratamiento de niños con TEA: Interacción con el entorno</b> ZARATE-NAVA, Maria Reina, MENDOZA-GONZÁLEZ, Cecilio Francisco y ONOFRE-RUIZ, Eric <i>Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz</i>	1-7
<b>Adaptación y habilitación fisioterapéutica de prótesis articulada mioeléctrica de mano</b> MARTÍNEZ-TÉLLEZ, Rubelia, TRUJEQUE-LUNA, María, SORIANO-PORRAS, Dulce y APAN-ARAUJO, Karla <i>Universidad Politécnica de Amozoc</i>	8-15
<b>Propuesta de protocolo fisioterapéutico de prevención de síndrome De Quervain en violinistas de 15 a 25 años de edad en el centro de las artes de Hidalgo</b> SÁNCHEZ-BARRERA, Eréndira, HERNÁNDEZ-GRANADOS, Brandon Bauschell, VÁZQUEZ-CHACÓN, Verónica y AHUMADA-MEDINA, Albino <i>Universidad Politécnica de Pachuca</i>	16-23
<b>Aplicación de un programa de ejercicios de fortalecimiento en cuádriceps e isquiosurales por medio de bandas thera-band en pacientes con artrosis de rodilla grado II de 45 a 60 años de edad</b> CORNEJO-JIMENEZ, AP., SUBERVIER-ORTIZ, L. y CORTÉS-MARQUÉZ, SK. <i>Universidad Politécnica de Pachuca</i>	24-32

## Implementación de la realidad aumentada en el tratamiento de niños con TEA: Interacción con el entorno

### Implementation of augmented reality in the treatment of children with ASD: Interaction with the environment

ZARATE-NAVA, Maria Reina<sup>†\*</sup>, MENDOZA-GONZÁLEZ, Cecilio Francisco y ONOFRE-RUIZ, Eric

*Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Maria Reina, Zarate-Nava* / ORC ID: 0000-0003-1469-5504

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Cecilio Francisco, Mendoza- González* / ORC ID: 0000-0001-7699-5559

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Eric, Onofre- Ruiz* / ORC ID: 0000-0002-2734-4052

Recibido 9 de Julio, 2018; Aceptado 4 de Septiembre, 2018

#### Resumen

De acuerdo con la Convención Internacional por los Derechos de las Personas con Discapacidad de Naciones Unidas, el término correcto para referirse a alguien con capacidades especiales o diferentes es "Personas con Discapacidad (PCD)". Dentro de estas se encuentran los niños que tienen el trastorno del espectro autista (TEA), la cual es una condición en donde se presenta un déficit de desarrollo (permanente y profundo), lo cual dificulta su interacción con el entorno. La realidad aumentada (AR, por sus siglas en inglés) es una tecnología en auge implementada en distintas aplicaciones centradas en el sector salud, como la de la empresa CAE HEALTH CARE para simulaciones médicas llamada "VimedixAR". En el tratamiento del TEA existen algunos proyectos donde implementan la AR, tales como, los juegos de Emociones propuesto por Shuchi K. Bhatt. En el presente documento se presenta la implementación de la tecnología AR en el tratamiento de niños con TEA, a través del proyecto denominado "MI MUNDO". El objetivo del proyecto es lograr a través de la implementación de la AR y el uso de contenido para facilitar el tratamiento centrado en la interacción de un niño con TEA y su entorno.

#### Realidad Aumentada, Autismo, Tratamiento

**Citación:** ZARATE-NAVA, Maria Reina, MENDOZA-GONZÁLEZ, Cecilio Francisco y ONOFRE-RUIZ, Eric. Implementación de la realidad aumentada en el tratamiento de niños con TEA: Interacción con el entorno. Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica. 2018. 2-5: 1-7

#### Abstract

According to the International Convention for the Rights of Persons with Disabilities of the United Nations, the correct term to refer to someone with special or different capacities is "Persons with Disabilities (PCD or PWD)". Among these are children who have autism spectrum disorder (ASD), which is a condition where there is a developmental deficit (permanent and profound), which hinders their interaction with the environment. Augmented reality (AR) is a booming technology implemented in different applications focused on the health sector, such as the company CAE HEALTH CARE for medical simulations called "VimedixAR". In the treatment of ASD, there are some projects where they implement AR, such as the emotion games proposed by Shuchi K. Bhatt. This paper presents the implementation of AR Technology in the treatment of children with ASD, through the project called "MY WORLD". The objective of the project is to achieve through the implementation of the AR and the use of multimedia content to facilitate the treatment focused on the interaction of a child with ASD and his environment.

#### Augmented Reality, Autism, treatment

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: maria.zarate@utcv.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En la sociedad actual, la proliferación de los dispositivos móviles o teléfonos inteligentes (smartphone, por sus siglas en inglés) se ha dado manera rápida y juegan un punto importante dentro de la vida cotidiana y social del ser humano.

Para el 2017, con base en la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) del INEGI, en México el 72.2% de los mexicanos tiene un smartphone, en donde la mayor actividad es el uso de aplicaciones que requieren acceso a internet (Instituto Nacional de estadística y geografía, 2017).

Existen diferentes investigaciones formales en diferentes instituciones de educación superior, en donde hacen uso del smartphone como herramienta educativa (Organista & McAnally, 2013). En este contexto, es donde se presenta la oportunidad de contribuir en este rubro, considerando a un segmento de la población que requiere de mayor atención como lo son las personas que padecen del trastorno del espectro autista (TEA). Los niños PCD con TEA requieren una innovación en la forma tradicional de aprendizaje, en específico la interacción con el entorno, apoyado en investigaciones donde se ha probado que “los ejercicios que se realizan en las nuevas tecnologías, son muy convincentes para los niños con el espectro del autismo” (Burns, 2013).

La ciudad de Cuitláhuac en el estado de Veracruz, cuenta con el Centro de Atención Múltiple (CAM), cuyo objetivo es brindar una atención educativa en los niveles inicial, preescolar, primaria, secundaria y además de formación para la vida y el trabajo, a los niños, niñas, jóvenes y adultos que enfrentan barreras para el aprendizaje y la participación, por presentar una condición de discapacidad, capacidades y aptitudes sobresalientes o dificultades en el desarrollo de competencias de los campos de formación del currículo (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2014).

Diversos estudios, coinciden en que los niños con TEA carecen de un acercamiento social, por lo que desconocen como comportarse, y los puede llevar a actuar de manera defensiva si algún cambio no les agrada o no lo pueden asimilar, que forma parte de la Triada de Wing: *alteración de la interacción social recíproca, alteración de la comunicación y del lenguaje, y actividades e intereses restringidos, repetitivos y estereotipados* (Mulas, Ros-Cervera, & Milla, 2010).

Por lo anteriormente planteado, “MI MUNDO” pretende apoyarse de la tecnología de realidad aumentada (AR, por sus siglas en inglés) y explotar sus características brindándole un enfoque para el aprendizaje, para ello se emplea sus avances en la creación de una aplicación móvil, marcadores y entornos en 2D-3D en donde los niños puedan interactuar. Se busca a través de la interacción con los niños con TEA conocer la aceptación de la realidad aumentada en sus actividades, así como la asimilación de un entorno virtual que resultará novedoso para ellos. Para lo anterior se cuenta con el apoyo de profesores y padres de familia quienes tienen interacción diaria con los niños. En el 2012, Gerardo Herrera presenta *Pictogram Room* el cual es definido como “un conjunto de video juegos educativos para niños y adultos con trastorno del espectro del autismo (TEA). En donde se han tenido en cuenta aspectos como la música y el aprendizaje estructurado en el diseño de los juegos.” (Herrera, y otros, 2012)

En el presente artículo, primero se describirá los marcadores desarrollados y su valoración a través de herramientas de realidad aumentada y por parte de los expertos para que sean acordes. En la sección de modelado se mostrarán los dos lugares comunes desarrollados en 3D y el diseño de los diferentes gestos, así como el sonido.

## Descripción del Proyecto

La Realidad Aumentada (RA) consiste en sobreponer objetos o animaciones generadas por computadora sobre la imagen en tiempo real que recoge una cámara web. (INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, 2017).

Existe diferentes proyectos que utilizan la RA pero con un enfoque más de mercadotecnia y venta de productos, y ya existen una cantidad de proyectos enfocados a la educación, pero una limitada cantidad de aplicaciones que utilizan la RA enfocada a niños con algún tipo de TEA como se muestra en la Tabla 1.

Aplicación	Descripción
<b>Baluh</b>	Permite a los usuarios mantener una comunicación más ágil y duradera con su entorno. Para niños y adultos con TGD (Transtorno Generalizado del Desarrollo) (Autismo Madrid, 2011).
<b>Look at me</b>	Busca ayudar a que los niños con autismo puedan establecer contacto visual, como también reconocer expresiones faciales y emociones (SAMSUNG, 2014).
<b>Proyecto aprender</b>	Diseñadas para atender las demandas de aquellos niños que presenten algún tipo de discapacidad.

**Tabla 1** Zarate, M. y Mendoza, C. Protocolo de Investigación. Proyecto Mi Mundo. Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. 2017

Dentro de “Mi mundo” se considera contar con los siguientes elementos básicos: un monitor o pantalla (teléfono inteligente), una cámara (teléfono inteligente), la aplicación móvil y marcadores.

Como menciona el CeDiCyT, el marcador es un símbolo escrito o impreso sobre objetos determinados, que varía desde un código de barras de cualquier producto hasta datos codificados en la superficie de monumentos o edificios. La cámara se encarga de captar esos símbolos y transferirlos al software. Éste interpreta los datos de los marcadores captados por la cámara y los convierte en todo tipo de información: Texto, imágenes fijas, video en 3D o sonido (CeDiCyT, 2015).

### Aplicación móvil

La aplicación está orientada para el apoyo de los docentes de instituciones como el CAM, siendo una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android.

La primera sección fue la selección de los colores ha utilizarse dentro de la aplicación los cuales se tiene que manejar de acuerdo a la psicología del color (Disenny). El desarrollo de la interfaz es pieza fundamental para la aplicación, al tratarse con niños PCD, la recomendación de los expertos fue el diseño utilizando la técnica FLAT DESING, la cuál se encuentra basada en diseños minimalistas, lo que permite manejar de manera adecuada los colores para los niños con el problema del Espectro Autista.

Como se observa en la figura 1, el menú es muy sencillo y una característica particular es que no contiene letras, por recomendación de los expertos. Se busco que el menú fuera muy intuitivo y fácil de recordar, con iconos que pueda relacionar con una función específica.



**Figura 1** Segunda propuesta de interfaz, utilizando la técnica Flat Design.

Fuente Rodríguez, Y y Mendoza, C. Proyecto “Mi Mundo”. Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. 2018

Para determinar la secciones que conforman la aplicación en esta primera etapa, se realizó un análisis de las herramientas que existen, la recomendación de expertos en el área y los enfoques de la aplicación. Las secciones a contemplar dentro de “Mi Mundo” son hábitos, emociones, y entorno. En el presente articulo nos centraremos en la sección del Entorno.

### Hábitos y emociones

Un elemento importante para el tratamiento de los niños con TEA, y contemplado en la mayoría de las aplicaciones para niños con el transtorno, son la creación de hábitos y la identificación de emociones. Dentro de la aplicación, se contemplan los siguientes hábitos: lavarse los dientes, lavarse las manos, hora de comer y hora de dormir.

En la figura 2, se muestra el conjunto de imágenes asociada a uno de los hábitos descritos arriba. Se trato que las imágenes fueran adecuadas para los niños y que brinden la información que se desea transmitir.



**Figura 2** Hábito que describe la serie de actividades a realizar antes de Dormir

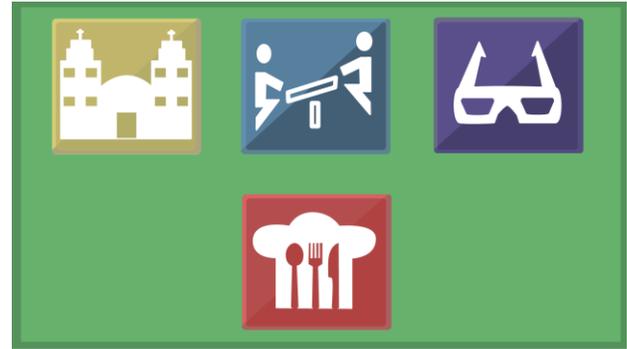
Fuente; Trujillo, F. y Zarate, M. Proyecto "Mi Mundo". Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. 2018

Dentro de las emociones, se contemplan: alegría, arrogancia, decepción, enojo, rabia, sorpresa, susto y tristeza.

### Interacción con el entorno

Cada uno como ser humano, están inmersos en diferentes contextos sociales, y estos contextos permiten al ser humano desarrollarse en distintos niveles. Los niños con TEA, a diferencia de los demás encuentran una dificultad en el proceso de asimilación del entorno; algunos expertos afirman "una de las principales alteraciones del TEA es el déficit social y la dificultad para la interacción con el entorno, se ha de procurar que estos niños accedan a los recursos comunitarios de manera ajustada a su estilo de relación y a sus posibilidades adaptativas" (Milla & Mulas, 2009).

Dentro de las actividades del CAM, se encuentra el buscar la asimilación del entorno y dentro de sus actividades se encuentran el visitar un parque o un cine. Para realizar dicha actividad, se cuenta con el apoyo de los padres de familia y se realiza la visita de manera guiada y supervisada. Por lo anterior, dentro de la aplicación "Mi Mundo" se incorporaron cuatro escenarios en tercera dimensión: cine, parque, iglesia y restaurante; el menú de la aplicación se muestra en la figura 3.



**Figura 3** Menú de la aplicación para el acceso a los diferentes lugares

Fuente:Rodríguez, Y y Mendoza, C. Proyecto "Mi Mundo". Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. 2018

### Metodología a desarrollar

Cada uno de los modelos en 3D, fue desarrollado teniendo como referencia los sitios que visitaban los niños que forman parte del centro. Como se muestra en la figura 4, se desarrollo utilizando herramientas de especialistas para el modelado de los lugares.



**Figura 4** Modelado en tercera dimensión de un parque

Fuente: Rodríguez, Y y Mendoza, C. Proyecto "Mi Mundo". Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. 2018

Las camaras se encuentran colocadas a nivel de suelo en el centro de parque, para que el niño pueda observar los diferentes elementos que conforman el parque: columpio, resbaladilla, pasamanos, un arenero, así como un balancín. Se procuró respetar las texturas de cada uno de los elementos, para que estos sean lo más apegado a la realidad. De cada uno de los elementos en los modelos tienen sus propias texturas, trabajadas en el software Maya como se muestra en la figura 5.



**Figura 5** Texturas en formato png, utilizadas en el modelo 3D del parque

Fuente: Fotografías de Textures.com (www.textures.com)

Las texturas deben ser procesadas en Maya, para posteriormente ser exportadas en un formato procesable en el software de realidad aumentada. Uno de los elementos fundamentales en el proceso de realidad aumentada es el marcador o market por su término en inglés. Un marcador puede ser un dibujo, imagen, u otro objeto del ambiente real, al cual es asociado el modelo en 3D o 2D, o cualquier objeto multimedia para poder ser presentado.

Los marcadores utilizados para juegos, negocios o ventas no puede ser el mismo que para un enfoque educativo y menos cuando se trata de niños con TEA, por tal razón, al igual que las imágenes propias de la aplicación, los marcadores hacen uso de la técnica Flat Design y estos fueron valorados para determinar su eficiencia dentro de la aplicación. Para evaluar la diferencia entre marcadores, en la tabla 2 se realiza una comparación entre los distintos marcadores existentes en el mercado.

Marcador	Descripción
	Los códigos QR son utilizados por diferentes aplicaciones de realidad aumentada. En el contexto de la aplicación “Mi Mundo”, este tipo de marcador no es útil para el niño.
	Este tipo de imagen, es muy comunmente utilizada en aplicaciones de realidad aumentada, pero al igual que la imagen anterior, este tipo de imagen no es adecuado para el enfoque de la aplicación.
	Existen marcadores que son fotografías, tal como el de la aplicación Spacecraft de la Nasa, en donde se muestra como marcador unas rocas.
	Otros de los marcadores, puede ser desde una cara, hasta una estatua. Cualquier objeto del mundo real puede convertirse en marcador, como en la aplicación Night Sky, en donde las estrellas y la ubicación son los determinantes de que se muestra.

**Tabla 1** Distintos tipos de marcadores utilizados en diferentes aplicaciones

Fuente: Zarate, M. y Mendoza, C. Protocolo de Investigación. Proyecto Mi Mundo. Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. 2017

Los marcadores a utilizar para la aplicación “Mi Mundo” son mostrados en la figura 6, en donde se aprecia que son marcadores muy sencillos y fácil de identificar para los niños con TEA, aplicando los conceptos de la teoría del color.



**Figura 6** Marcadores utilizados para los diferentes entornos en la aplicación "Mi Mundo"

Fuente: Rodríguez, Y y Zarate, M. Proyecto “Mi Mundo. Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. 2018

## Resultados

Durante el desarrollo y puesta en marcha del proyecto se evaluaron los métodos y las funciones de la aplicación, así como también los resultados que se obtuvieron con los niños.

Se pudo valorar el interés de los niños por la aplicación, identificándola como un juego a los cuales ellos están acostumbrados a interactuar. Uno de los puntos más destacados de la aplicación, es que los entornos son lo más apegado a la realidad, aunque se obtuvieron algunos errores con la exportación de los archivos de modelos 3D por problemas de compatibilidad entre el software de diseño y el de realidad aumentada. Se sugiere que las texturas sean procesadas en formatos compatibles con el software de realidad aumentada.

Por otra parte surgieron detalles con los marcadores que fueron generados, esto surgió porque la herramienta de realidad aumentada seleccionada no reconoce patrones o imágenes que contengan muchas de sus composiciones redondeadas, lo cual limitó un poco en el diseño de los mismos. Esto se resolvió editando los marcadores, y buscando una manera de que estos no perdieran la esencia de lo que se trataba, es decir, que estuvieran relacionados, dando un diseño con puntas y un poco cuadrados, lo cual mejoró el reconocimiento de marcadores.

## Agradecimiento

La aplicación Mi Mundo se pudo desarrollar gracias al financiamiento del “Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior (PRODEP)”. Gracias al Centro de Atención Múltiple (CAM) de la ciudad de Cuitláhuac, Veracruz, por permitir el desarrollo de la aplicación.

## Conclusiones

El contexto que rodea a los niños con TEA son importantes en su desarrollo integral. Los expertos mencionan que “es muy importante que desde pequeños conozcan el entorno físico y social en el que viven, hogar, vecindad, barrio, parque, guardería, etc., como medio para incorporarse a la vida social infantil que les corresponde por su edad” (Milla & Mulas, 2009), y es lo que se busca con la aplicación.

Es importante mencionar, que no se busca reemplazar la actividad presencial, al contrario, es utilizar la presente herramienta para que el niño pueda hacer una asimilación previa a la visita del lugar. Lo anterior, para disminuir el nivel de ansiedad en el niño, y permitir que se sientan cómodos. Se pretende que los niños se sientan más cómodos con los cuatro entornos modelados y que identifiquen los elementos comunes con los que pueden interactuar. Uno de los entornos más complicado de modelar y de probar fue el cine, mostrado en la figura 7; lo anterior, debido a que lo que ocurra en la película no es una situación que se puedan moldear.



**Figura 7** El entorno del cine, modelado en 3D y respetando las texturas encontradas en dicho contexto  
Fuente: Rodríguez, Y y Zarate, M. Proyecto “Mi Mundo”. Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. 2018

Se considera, que este entorno se puede mejorar incorporando en los modelos en 3D, audio y video. Otro de los entornos modelados son el restaurante, el cuál se muestra en la figura 8, en donde se modelaron las mesas, arboles, puertas corredizas que son muy comunes en los mismos. Además de incorporar arboles y dos escenarios interior y exterior.



**Figura 8** El entorno del restaurante, permite al niño identificar los elementos con los que puede interactuar en dicho entorno

Fuente: Rodríguez, Y y Zarate, M. Proyecto “Mi Mundo”. Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. 2018

En los CAM no se cuenta con el equipamiento idóneo para la utilización de la aplicación, cuentan con equipo de cómputo de bajo nivel en donde no es posible instalar la aplicación. En la siguiente etapa del proyecto, se pretende obtener recurso para equipar el centro con el equipo idoneo para que puedan utilizar la aplicación y poder realizar las mejoras que la misma requiera, acorde a la evolución de los niños. Los centros realizan muchas actividades con diferentes niños PCD, y se puede apoyar el desarrollo de dichas actividades a través del uso de la tecnología.

### Referencias

- CeDiCyT. (08 de julio de 2015). Instituto Politecnico Nacional. *Conversus*. Obtenido de conVersus:  
<http://www.cedicyt.ipn.mx/RevConversus/Paginas/RealidadAumentada.aspx>
- Autismo Madrid. (11 de 08 de 2011). *Baluh, pictogramas para móviles Apple*. Obtenido de Autismo Madroid:  
<http://autismomadrid.es/educacion-2/baluh-pictogramas-para-moviles-apple/>
- Burns, M. (2013). *New views into the science of educating children with autism*. Kappan.
- Disenny, E. d. (s.f.). El color y las emociones. En DISSENY, *PSICOLOGIA DEL COLOR*. Recuperado el 19 de Agosto de 2015, de <http://www.eartvic.net/~mbaurierc/materials/20%20Selectivitat/Psicologia%20del%20color.pdf>
- Herrera, G., Casas, X., Sevilla, J., Rosa, L., Pardo, C., & Plaza, J. (2012). Pictogram Room : Aplicación de tecnologías de interacción natural para el desarrollo del niño con autismo. *Anuario de Psicología Clínica y de la Salud*, 08, 41-46.
- Instituto Nacional de estadística y geografía. (2017). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2017*. Instituto Nacional de estadística y geografía, Proyectos Estadísticos. México: INEGI.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2014). *La educación especial en México*. México: INEE.
- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. (2017). *CONVERSUS*. (C. D. TECNOLOGÍA, Productor) Obtenido de <https://www.ipn.mx/Paginas/Contacto.aspx>: <http://www.cedicyt.ipn.mx/RevConversus/Paginas/RealidadAumentada.aspx>
- Milla, M., & Mulas, F. (2009). Atención temprana y programas de intervención específica en el trastorno del espectro autista. *REVISTA DE NEUROLOGÍA*, S47-S52.
- Mulas, F., Ros-Cervera, G., & Milla, M. (2010). *Modelos de intervención en niños con autismo*. Revista de Neurología.
- Organista, J., & McAnally, L. (2013). *El teléfono inteligente (smartphone) como herramienta pedagógica*. Universidad Autónoma de Baja California. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- SAMSUNG. (23 de 12 de 2014). *Samsung - Look At Me App to Help Children with Autism*. Obtenido de [https://www.samsung.com/latin\\_en/news/local/look-at-me-app/](https://www.samsung.com/latin_en/news/local/look-at-me-app/)

## Adaptación y habilitación fisioterapéutica de prótesis articulada mioeléctrica de mano

### Physiotherapy and enabling adaptation of myoelectric hand prosthesis articulated

MARTÍNEZ-TÉLLEZ, Rubelia†\*, TRUJEQUE-LUNA, María, SORIANO-PORRAS, Dulce y APAN-ARAUJO, Karla

*Licenciatura en Terapia Física, Universidad Politécnica de Amozoc*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Rubelia, Martínez-Téllez* / ORC ID: 0000-0003-0164-066X, Thomson ID: E-8229-2018, Arxiv ID: GYNFU8-XHIM03

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *María, Trujeque-Luna* / ORC ID: 0000-0002-4463-1491, Researcher ID Thomson: E-8894-2018, arXiv Author ID: APSZRJ-TG673E

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Dulce, Soriano-Porras* / ORC ID: 0000-0001-7398-0693, Researcher ID Thomson: E-8233-2018, arXiv Author ID: 8GOGIR-3HFFHH

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Karla, Apan-Araujo* / ORC ID: 0000-0003-3373-226X, Researcher ID Thomson ID: E-8338-2018

Recibido 19 de Julio, 2018; Aceptado 4 de Septiembre, 2018

#### Resumen

El proyecto designado con el nombre "Adaptación y habilitación fisioterapéutica de prótesis articulada mioeléctrica de mano" tiene como objetivo la construcción e implementación de dicha prótesis. El proyecto es de índole multidisciplinario y multiinstitucional, ya que la construcción y diseño incluye las áreas de manufactura, electrónica (sensores y biosensores), programación y Terapia Física. El proyecto consta de 3 partes básicas: la primera, el diseño, que ofrece un prototipo innovador de prótesis de mano mioeléctrica, que permitan al paciente reintegrarse a las actividades de la vida diaria y laboral; la segunda, es la construcción que permite, ser elaborada y producida a bajo costo con piezas de fácil reparación; y la tercera, el entrenamiento e implementación en un paciente amputado, donde por medio de técnicas de neurorehabilitación se le prepare al paciente tanto física como psicológicamente para recibir y manejar la prótesis, habilitando en la manipulación de su entorno por medio de la misma.

#### Prótesis mioeléctrica, Terapia Física, Amputación

#### Abstract

The project designated with the name "physiotherapy and enabling adaptation of myoelectric hand prosthesis articulated" has as its objective the construction and implementation of the prosthesis. The project is multidisciplinary and multi-institutional in nature, as the construction and design includes the areas of manufacturing, electronics (sensors and biosensors), programming and the area of Physical Therapy. The project consists of 3 basic parts: the first, the design, which offers an innovative prototype of mioelectric prosthetic hand with interphalangeal joints and independent movements of the fingers, allowing the patient to return to activities of daily living and employment; the second is the construction that allows, be prepared and produced at a low cost with easy-to-repair parts giving the possibility to adapt the prosthesis to the longitudinal growth of the fingers; and the third, training and implementation in a patient amputee, where by means of techniques of neurorehabilitation will prepare the patient both physically and psychologically to receive and handle the prosthesis, enabling in the handling of your environment The same.

#### Myoelectric prostheses, Physical therapy, Amputation

**Citación:** MARTÍNEZ-TÉLLEZ, Rubelia, TRUJEQUE-LUNA, María, SORIANO-PORRAS, Dulce y APAN-ARAUJO, Karla . Adaptación y habilitación fisioterapéutica de prótesis articulada mioeléctrica de mano. Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica. 2018, 2-5: 8-15

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: rubelia.martinez@upamozoc.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Desde el punto fisiológico, la mano representa la extremidad efectora del miembro superior. Sin embargo, esta no es sólo un órgano de ejecución, es también un receptor sensorial extremadamente sensible y preciso cuya información es indispensable para la retroalimentación de su propia acción. Por lo tanto podemos considerar que la ausencia de la mano en el individuo limita la calidad de la función en las actividades vida diaria.

La pérdida o ausencia de la mano se debe principalmente a eventos traumáticos por accidente de tráfico y trabajo, por defectos genéticos, tumores e infecciones.

En la actualidad en México se están realizando estudios sobre la construcción de prototipos de prótesis mioeléctrica de mano articulada pero son pocos los que se enfocan a realizar un seguimiento del paciente de forma personalizada para la recepción de una prótesis mioeléctrica trans-radial. Debido a estas necesidades, profesionales de la UPIITA se dieron a la tarea de diseñar y fabricar un prototipo con las características basadas en la necesidad del paciente. El entrenamiento se realizó a paciente infantil mediante una atención fisioterapéutica pre protésica direccionada por profesionales Biomédicos y Terapeutas Físicos de la Universidad Politécnica de Amozoc, así como la preparación para la recepción de la prótesis, cabe mencionar que el paciente obtuvo atención médica en el Hospital General del Norte del Estado de Puebla y una vez dado de alta se integró al tratamiento fisioterapéutico.

## Método

El protocolo de intervención como se mencionó anteriormente se inició cuando el paciente fue dado de alta del Hospital General Del Norte ya contando con las condiciones anatómicas óptimas para recibir una prótesis.

La siguiente fase constó de generar el historial clínico para obtener información, así como el consentimiento informado del paciente y tutor para dar inicio con la realización de las evaluaciones para corroborar el estado neurológico de la extremidad superior que presentaba la ausencia del segmento por medio de una electromiografía, así mismo se le realizaron evaluaciones posturales, para determinar las modificaciones debido a la compensación muscular y comenzar con el entrenamiento pre protésico encaminado en este caso a la estimulación y control muscular en el manejo de la prensión por medio de un dispositivo electrónico. Así mismo se inició la utilización progresiva del socket de la prótesis. En esta fase del proyecto se utilizaron diferentes técnicas de terapia física en neurorehabilitación como técnicas de espejo y mio-feedback (Mercier, 2009).

La terapia espejo o caja espejo es una técnica utilizada en el tratamiento de patologías como el síndrome del miembro fantasma y/o hemiparesias en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular (ACV). Esta terapia, además de producir alivio en personas que padecen dolor crónico o hemiparesia, puede contribuir al estudio de la plasticidad cerebral (Lamont, 2011). La técnica de espejo se decidió utilizar puesto que se requería la reorganización cortical, primariamente la somatosensorial para aplicar un tratamiento fisioterapéutico que permitiera que el paciente desarrollara o activara receptores e inervaciones para generar potenciales suficientes para poder movilizar la prótesis (Maclerv, 2008; Really, 2008; Simoes, 2012).

Se implemento de igual forma la técnica de mio-feedback o también conocida como Bio-retroalimentación, que se considera un nuevo campo científico que involucra la psicología y fisiología, donde la práctica está ligada al control mental sobre el cuerpo (Gómez, 2017). Esta técnica fue retroalimentada con un estudio de electromiografía (su siglas en inglés es EMG) que permitió medir la tensión muscular (Alonso, 2002). El proceso básico parte de EMG que mide la contracción y relajación del músculo en estudio.

Las descargas eléctricas de las neuronas motoras producen contracciones en las fibras musculares y la descarga repetida de un número significativo de neuronas motoras produce la contracción muscular y el movimiento (Gómez, 2017). Lo anterior también conocido como señal bioeléctrica, señal que por medio del entrenamiento pre y post protésico se logró generar. Cuando muchas células son activadas, un campo eléctrico se propaga a través del tejido adyacente. Estos cambios de potencial en el exterior de la célula pueden ser medidos en la superficie del tejido del organismo utilizando electrodos de superficie, como los colocados en el paciente para generar la movilización de la prótesis (Del Boca, 1994; Karlik, 2003).

Finalmente para que el prototipo fuese adaptado a paciente infantil, se realizó el entrenamiento pre protésico. El protocolo fue estructurado llevando un cronograma de actividades y técnicas a realizar en el siguiente orden:

- Valoración muscular por medio de las escalas de Daniels.
- Valoración de miotomas y dermatomas.
- Valoración postural en cuatro planos.
- Toma de estudio Electromiográfico

La segunda parte que involucra el entrenamiento protésico involucra:

- Técnicas de fisioterapia.
- Colocación de dispositivo para control de prótesis mioeléctrica.

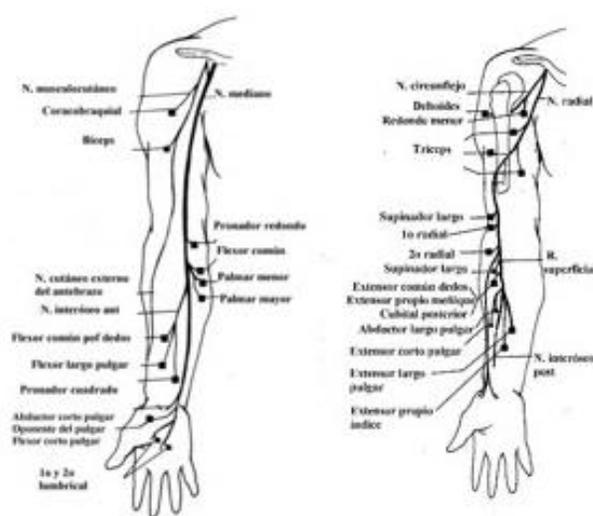
## Desarrollo

El proyecto consta de varias etapas, que se irán describiendo enseguida.

- La primera valoración fue la muscular por medio de la escala de Daniels que se muestra en la tabla 1. Práctica fisioterapéutica que se empleó para reconocer el comportamiento de ciertos músculos involucrados de forma individual, los cuales por condiciones fisiopatológicas se encontraron alterados con respecto a su capacidad de desarrollar una contracción muscular en todo su rango fisiológico. Así mismo poder determinar 4 puntos importantes: 1. Determinar el potencial del músculo, 2. Establecer un pronóstico rehabilitador, 3. Medir la evolución y 4. Comparar la variable fuerza con respecto a la activación nerviosa que genera el movimiento, inervación de extremidad superior que podemos observar en la imagen 1.

Test de Daniels	
Clasificación o grados de la potencia muscular.	
<b>Grado.</b>	
5 ó N (normal) / N- (normal minus) / G+ (buena plus)	
4 ó G (buena) / F+ (regular plus)	
3 ó F (regular) / F- (regular minus) / P+ (mala plus)	
2 ó P (mala) / P- (mala minus)	
1 ó T (residual)	
0 (cero)	

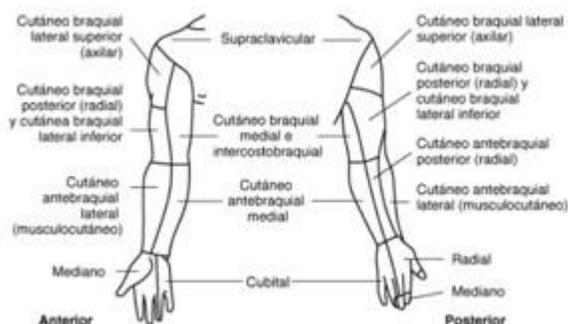
**Tabla 1** Escalas de valoración muscular  
Fuente Daniels, Williams y Worthingham.



**Figura 1** Nervios periféricos para realizar funciones motoras

Fuente: Daniels, Williams y Worthingham.

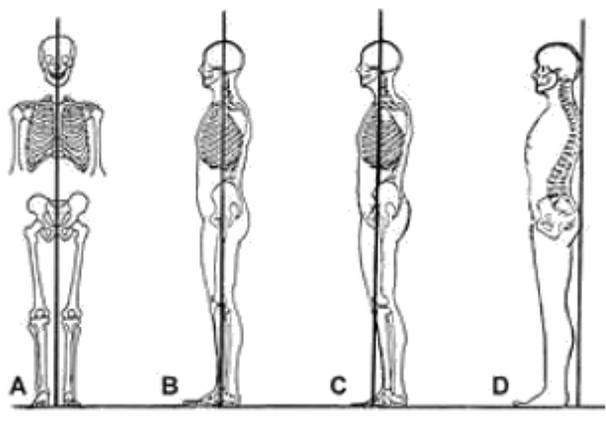
Subsecuentemente se realizó la valoración para determinar cómo estaban inervados los puntos de interés por el nervio raquídeo, inspeccionando los miotomas referentes a los músculos y dermatomas comprendiendo al sistema tegumentario, que permitió determinar la sensibilidad y la reacción del nervio como se muestra en las imagen 2.



**Figura 2** Dermatomas de los miembros superiores

Fuente: Laurie Ekman

Para tener un panorama completo se realizó la valoración postural en cuatro planos como se muestra en la imagen 3: plano anterior (A), lateral izquierdo (B), lateral derecho (C) y plano posterior (D), sumando a la valoración el Test de Adams que nos permitió valorar presencia de escoliosis.

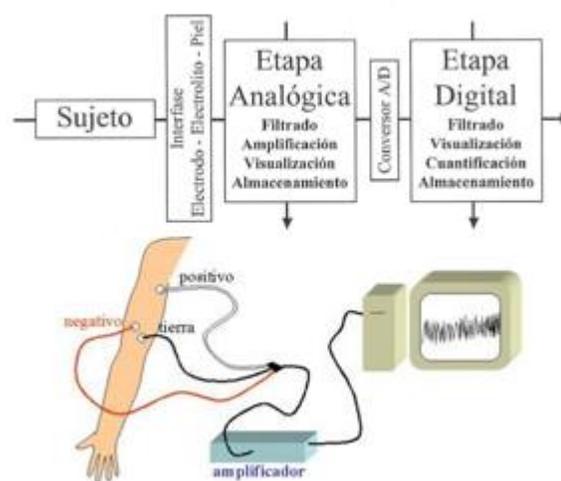


**Figura 3** Cuatro planos para la valoración muscular

Fuente: Kendall's

Obtenidos y analizados los resultados de las valoraciones se procedió a implementar las Técnicas de fisioterapia para corrección de postura, incremento de fuerza muscular, coordinación, somatosensorial y propiocepción, todo lo anterior considerado dentro del entrenamiento pre protésico.

Después de realizar por tiempo establecido el entrenamiento de rehabilitación en la Clínica Escuela de la Universidad Politécnica de Amozoc, utilizando equipos y material del área de mecanoterapia 2 veces a la semana, durante 6 meses, dando un total de 48 sesiones de Terapia Física para preparar musculo esqueléticamente, propiocepción y somatosensorialmente al paciente para la recepción y uso de la prótesis, cubriendo el tiempo establecido de rehabilitación se procedió a realizar el estudio Electromiográfico que ayudo a identificar de forma digital el funcionamiento nervioso mostrando en la imagen 4 la forma de obtención del registro permitiendo medir la contracción y relajación de los músculos con el fin de explorar la velocidad y amplitud para ubicar puntos de colocación de electrodos de conducción mioeléctrica.



**Figura 4** Procedimiento de toma de estudio Electromiográfico.

Fuente: Brito V

Realizado el trabajo de entrenamiento con la técnica de espejo, terapia que consistió en el uso de un espejo ubicado de forma verticalmente (Ramachandran, 2009). Fue importante que el espejo estuviera colocado en la mitad del plano sagital del paciente (Hung, 2015), ya que en el caso de un paciente amputado, a un lado se colocó el miembro intacto y en el lado contrario, el miembro amputado (Ramachandran, 2009). El paciente debía dirigir la vista al espejo donde se reflejó su miembro sano que se superponía visualmente en la ubicación del miembro afecto o ausente.

Además, al paciente se le pidió que realizara tareas motoras que requieran movimiento del miembro o miembros, creando así la ilusión de que el miembro afectado está en movimiento (Ramachandran, 2009).

La segunda técnica utilizada fue el bio-feed back para la recepción y ubicados los puntos aptos para la colocación de los electrodos, se procedió a colocar el prototipo de prótesis mioeléctrica en paciente y subsecuentemente realizar el entrenamiento protésico.

## Resultados

Los primeros resultados obtenidos fueron los de las valoraciones iniciales, que permitieron conocer la condición física del paciente para determinar que técnicas de terapia física se utilizarían para establecer el entrenamiento pre protésico.

Los resultados de las primeras valoraciones se muestran enseguida en la tabla 2, así como las obtenidas después de las sesiones de rehabilitación.

Realizando la primera valoración muscular se encontró que el paciente tenía debilidad en el lado del segmento ausente, posterior a la ejecución de técnicas incluidas en el entrenamiento se obtuvo un incremento según la valoraciones en el potencial muscular en ambos segmentos superiores, tanto derecho como izquierdo, puesto que en el entrenamiento no se podía ignorar la extremidad completa, ya que las técnicas utilizadas dependen del trabajo de ambos lados para un fortalecimiento en el lado amputado.

Datos Test de Daniels. Clasificación o grados de la potencia muscular.	
Grado.	Descripción.
1ª. Valoración	
2 ó P (mala)	- Arco completo a favor de la gravedad en plano horizontal pero sin resistencia.
2ª. Valoración	
3 ó F (regular)	- Arco completo contra la gravedad 5 veces pero sin resistencia.
3ª. Valoración	
4 ó G (buena)	- Movimiento contra la gravedad o resistencia moderada al menos 10 veces y sin fatiga.

**Tabla 2** Resultados de la fuerza muscular según la escala de Daniel

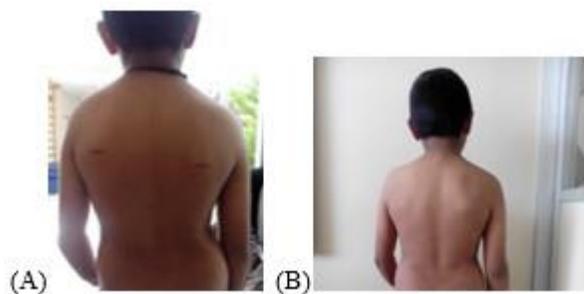
Fuente: *Elaboración propia.*

De igual forma se observaron al inicio alteraciones de la postura por compensación muscular debido posiciones de protección al muñón las cuales se buscó corregir para prevenir la instauración de anomalías en columna vertebral cambio que se describen en la tabla 3 y se muestra el cambio estructural obtenido en la imagen 5.

PLANO DE LA VISTA LATERAL (derecha e izquierda)	PLANO ANTERIOR	PLANO POSTERIOR
1) Posición de la cabeza respecto a línea de referencia con inclinación a la derecha. 2) Posición de hombro derecho con proyección hacia adelante. 3) Estudio de las curvas fisiológicas de la columna vertebral: lordosis cervical y lumbar y cifosis torácica. 4) Alineación y forma del tórax con escoliosis 5) Rodillas en posición neutra 6) Altura y alineación de la bóveda plantar normal.	1) Cabeza no alineada con respecto al tórax. 2) Simetría facial normal 3) Desnivelación de los hombros. 4) Desnivelación de las crestas iliacas 5) Orientación espacial normal de las rodillas 6) Alineación del pie altura dos arcos longitudinales mediales normal. 7) Alineación de los ortijos del pie normal. 8) No presencia de callosidades en los ortijos e los pies	1) Inclinación hacia uno de los lados, de un segmento corporal acompañado de ligera rotación. 2) Hombros desnivelados y falta de simetría de la masa muscular de los músculos trapecio. 3) Escapulas aladas, en asimétricas. 4) No alineación rectilínea de la columna vertebral. 5) Se observa ligera pérdida de nivelación de las espinas iliacas.

**Tabla 3** Resultados de la primera valoración de la postura  
Fuente: *Elaboración propia*

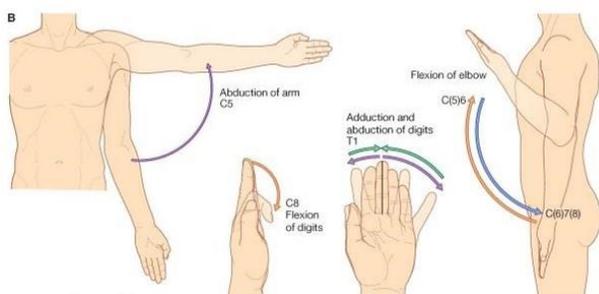
El Test de Adams, permitió realizar la comparación de la simetría de ambos lados de la espalda y se observó que existía diferencia significativa entre un lado izquierdo y derecho resultado que sustento lo encontrado en la valoración postural, que arrojó un estado de escoliosis que se muestra en la imagen 5 en (A), cotejando en (B) la corrección obtenida después de la rehabilitación física.



**Figura 5** (A) Evidencia de primera valoración de postura y existencia de escoliosis. (B) Evidencia de corrección de postura y escoliosis

Fuente: *Elaboración Propia*

Los dermatomas fueron evaluados en ambas extremidades superiores mostrando un puntaje de 1 según la valoración, puesto que se encontraron algunas características como: hipoestesia, sensibilidad disminuida en la extremidad amputada, hiperestesia, sensibilidad aumentada en extremidad completa. En cuanto a los miotomas se muestra en la imagen 6 como fueron evaluados ambas extremidades encontrando por grupos musculares un incremento en la extremidad derecha ocasionada por la ausencia del lado derecho, sin embargo cuando se valoraron ambos lados se encontró que el lado izquierdo pese a la usencia de un segmento de la extremidad seguían funcionales grupos musculares en la movilización activa paralela, resultado que indico la presencia de actividad nerviosa apta para poder activar una prótesis mioeléctrica.



**Figura 6** Valoración de miotomas

Fuente: *Netter Frank H*

Encontrando dichos resultado iniciales preliminares se procedió al entrenamiento por medio de la técnica de espejo pudiendo mostrar en la imagen 7 momentos de la ejecución, donde se logró que la actividad de las neuronas corticales de la mano, produjeran percepción de movimiento en la mano amputada y esta percepción se asoció con contracciones de los músculos proximales del brazo que de manera normal, no se contraen para producir movimiento de la mano lo que permitió que se pudiera generar comunicación con la prótesis mioeléctrica.



**Figura 7** Actividad de rehabilitación con técnica en espejo

Fuente: *Elaboración Propia*

La técnica de mio-feedback permitió ampliar las actividades corporales internas que se presentaban débiles en el paciente. Los resultados obtenidos en el estudio Electromiográfico después de haber realizado el entrenamiento en el paciente arrojó que la velocidad de neuroconducción se encontraba con una normalidad para ambos lados y con datos similares en cuanto a la latencia y amplitud de la respuesta. Se muestra segmento de dictamen de estudio en la imagen 8, así como la colocación de los electrodos para el estudio que permitió ubicar el lugar de colocación de los sensores mioeléctricos para la movilidad de la prótesis pudiéndose observar en la imagen 9 el dictamen escrito indicando conducción y gráfica.



**Figura 8** (A) Colocación de electrodos para estudio Electromiografico (EMG) y (B) ubicación de electrodos para movilidad de prototipo

Fuente: *Elaboración Propia*

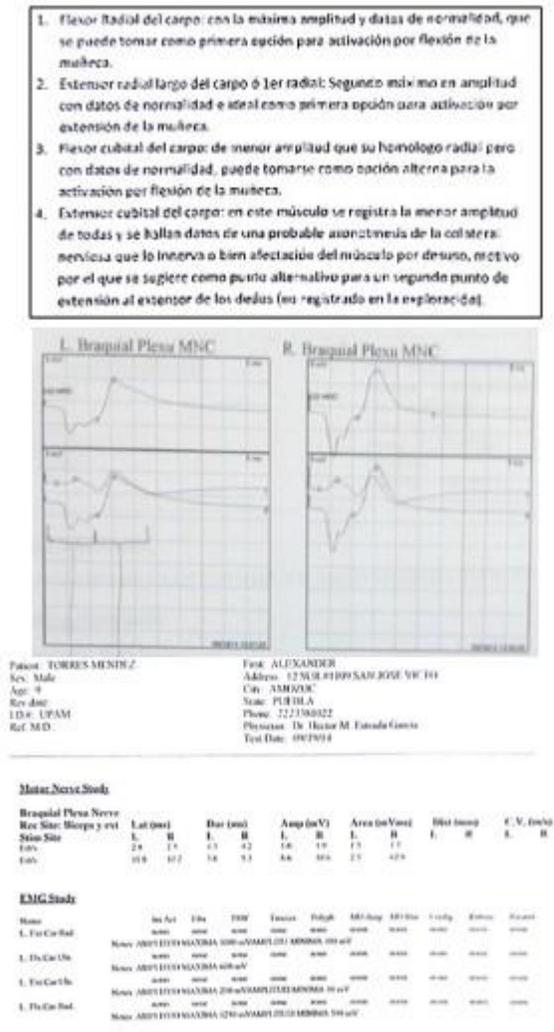


Figura 9 Segmento del dictamen del estudio EMG  
Fuente: Elaboración Propia

El resultado final fue la colocación de la prótesis mioeléctrica con la ubicación más apta para los electrodos superficiales, lo que permitió que el paciente pudiera movilizar el prototipo, inicialmente con apertura y cierre de la pinza como se observa en la imagen 10. Ya implementada la prótesis se pudo observar el trabajo realizado con las técnicas de neurorehabilitación lograr el control sobre la manipulación.



Figura 10 Prótesis mioeléctrica colocada en paciente con amputación en extremidad superior izquierda  
Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones

Hasta el momento las dos primeras partes del proyecto como la manufactura de la prótesis en pinza y la preparación del paciente para la recepción ya se consideraron completas, aunque de acuerdo al desarrollo de este proyecto aún restaban mejoras mecánicas que darían como resultados los movimientos de pronación y supinación; la implementación de la pinza fina y gruesa con el apoyo de 5 dedos con movimientos interfalángicos.

El equipo de investigación de la Universidad Politécnica de Amozoc de la Licenciatura en Terapia Física como ya se mencionó anteriormente fue responsable del entrenamiento para la recepción de la prótesis mioeléctrica a paciente, obteniendo resultados satisfactorios, por tanto la tercera parte sigue en proceso ya que es donde se está desarrollando el Protocolo de entrenamiento protésico, teniendo ya una avance con el paciente del manejo de la pinza.

Este proyecto ha permitido realizar trabajo conjunto desde las perspectivas tecnológicas de ingenierías, áreas de la salud y necesidades de los pacientes amputados de mano, para su beneficio, inserción e inclusión a sus actividades laborales, familiares y recreativas.

Cabe mencionar que el paciente cuenta con la prótesis para realizar sus actividades de la vida diaria, teniendo la oportunidad de hacer uso o no de ella diariamente e ir generando mejoras en su uso, inclusión y adaptación de forma corporal.

Referencias

Alonso, A., Sánchez, H., Hurtado, E., Steinz, D., Liptak, L. (2002) “Entrenador Mioeléctrico de Prótesis Para Amputados de Brazo y Mano”, Hospital Clínico Universitario, Universidad de Valladolid. *Mapfre Medicina*. 13:1119

Brito V, Issrael E, Villa Parra FF (2013) Diseño y construcción de un módulo didáctico para la adquisición y análisis de señales ECG, EEG y EMG. Universidad Politécnica Salesina.

MARTÍNEZ-TÉLLEZ, Rubelia, TRUJEQUE-LUNA, María, SORIANO-PORRAS, Dulce y APAN-ARAUJO, Karla. Adaptación y habilitación fisioterapéutica de prótesis articulada mioeléctrica de mano. *Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica*. 2018

Del Boca A. and Park D. C., (1994) "Myoelectric signal recognition using fuzzy clustering and artificial neural networks in real time," in Proc. IEEE Int. Conf. Neural Networks, 5:3098–3103.

Laurie Lundy-Ekman (2013). *Fundamentals for Rehabilitation*. Neuroscience, Elsevier

Gómez Angarita Jorge I., Mendoza Vargas Jairo A., Arbeláez Salazar Osiel. (2007) La bio-retroalimentación en el análisis y rehabilitación muscular. *Scientia et Technica Año XIII*, Universidad Tecnológica de Pereira, 34:557 - 562

Harold A. Romo, Esp., Judy C. (2007) Análisis de Señales EMG Superficiales y su Aplicación en Control de Prótesis de Mano. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, Vol. 4 No. 1  
Helen Hislop Dale Avers Marybeth Brown (2014) Daniels y Worthingham. *Técnicas de balance muscular*. Elsevier. Pag. 528

Hung GKN, Li CTL, Yiu AM, Fong KNK. (2015) Systematic Review: Effectiveness of Mirror Therapy for Lower Extremity Post-Stroke. *Hong Kong J Occup Ther*. Dec; 26:51–9.

Karlik Bekir, Tokhi M. Osman (2003). A Fuzzy Clustering Neural Network Architecture for Multifunction Upper-Limb Prosthesis. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol. 50, No. 11

Kendall's (2007). *Músculos. Pruebas Funcionales*. Postura y Dolor. Marbán. p.76

Lamont K, Chin M, Kogan M. (2011) Mirror Box Therapy – Seeing is Believing. *EXPLORE J Sci Heal*. Nov; 7(6):369–72.

Maclver K. et al, (2008) Phantom limb pain, cortical reorganization and the therapeutic effect of mental imagery. *Brain*, 131:2181-2191

Martínez Piédrola RM, Gómez Calero C, Sánchez-Herrera Baeza P, Alegre Ayala J, Sánchez Camarero C, Matesanz García B, Brea Rivero M, Pérez de Heredia Torres M, Archilla Martín M, Plaza de Andrés L, Incio González MJ, Vialás González MD (2010). Eficacia de un programa intensivo de terapia ocupacional para niños amputados. *Trauma Fund MAPFRE*. 21 (4):237-240

Mercier C, Sirigu A. (2009) Training With Virtual Visual Feedback to Alleviate Phantom Limb Pain. *Neurorehabil Neural Repair*. 23(6):587–94.

Netter, Frank H. (2015). *Atlas de Anatomía Humana*. Elsevier Masson.

Ramachandran VS, Altschuler EL. (2009). The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain*. 132(7):1693–710.

Reilly KT, Sirigu A. (2008). The motor cortex and its role in phantom limb phenomena, *Neuroscientist*, 14 (2):195-202.

Rizzolatti, Salenius, Kirveskaria, Avikainen, Forss, Hari, Activation of human primary motor cortex during action observation: A neuromagnetic study. (1998). *The National Academy of Sciences* 95:15061–15065

R Merletti, A. Rainoldi, D Farina. (2002). Surface electromyography for non invasive characterisation of muscles, *Exercise and Sport Sciences* Review 29:20-25

Simões EL, Bramati I, Rodrigues E, Franzoi A, Moll J, Lent R, Tovar-Moll F. (2012). Functional expansion of sensorimotor representation and structural reorganization of callosal connections in lower limb amputees, *J Neuroscience*. 32(9), 3211-20.

Zhuo M. (2012) Cortical Depression and Potentiation: Basic Mechanisms for Phantom Pain. *Exp Neurobiol*, 21(4):129-135

## Propuesta de protocolo fisioterapéutico de prevención de síndrome De Quervain en violinistas de 15 a 25 años de edad en el centro de las artes de Hidalgo

### Proposal of physiotherapeutic protocol for the prevention of Quervain syndrome in violinists from 15 to 25 years of age in the Hidalgo's Center of the Arts

SÁNCHEZ-BARRERA, Eréndira†\*, HERNÁNDEZ-GRANADOS, Brandon Bauschell, VÁZQUEZ-CHACÓN, Verónica y AHUMADA-MEDINA, Albino

*Universidad Politécnica de Pachuca*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Eréndira, Sánchez-Barrera* / ORC ID: 0000-0003-2466-6977

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Brandon, Bauschell-Hernández Granados* / ORC ID: 0000-0002-7188-8153

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Verónica, Vázquez-Chacón* / ORC ID: 0000-0003-2002-6876

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Albino, Ahumada-Medina* / ORC ID: 0000-0003-3429-1144

Recibido 23 de Julio, 2018; Aceptado 14 de Septiembre, 2018

#### Resumen

El síndrome de Quervain es una inflamación de la vaina del tendón que afecta a los tendones que ocupan el primer compartimento extensor de la mano, es considerada una de las patologías más frecuentes en los músicos. Objetivo: Diseñar un protocolo de tratamiento fisioterapéutico para la prevención de síndrome De Quervain en jóvenes violinistas de 15 a 25 años de edad por medio de ejercicios y estiramientos de músculos flexores y extensores de la mano. En dicho protocolo se identificaron las necesidades de salud en practicantes violinistas y así concientizar a los practicantes de las consecuencias de una mala práctica en la ejecución del instrumento.

#### Prevención, Protocolo, Quervain, Violinistas

#### Abstract

The Quervain syndrome is an inflammation of the tendon sheath that affects the tendons that occupy the first extensor compartment of the hand, it is considered one of the most frequent pathologies in musicians. Objective: To design a physiotherapeutic treatment protocol for the prevention of De Quervain syndrome in young violinists from 15 to 25 years of age by means of exercises and stretching of the flexor and extensor muscles of the hand. In this protocol, the health needs of violin practitioners were identified and thus to make practitioners aware of the consequences of a bad practice in the execution of the instrument.

#### Myoelectric prostheses, Physical therapy, Amputation

**Citación:** SÁNCHEZ-BARRERA, Eréndira, HERNÁNDEZ-GRANADOS, Brandon Bauschell, VÁZQUEZ-CHACÓN, Verónica y AHUMADA-MEDINA, Albino. Propuesta de protocolo fisioterapéutico de prevención de síndrome De Quervain en violinistas de 15 a 25 años de edad en el centro de las artes de Hidalgo. Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica. 2018, 2-5: 16-23.

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: erendis@upp.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Es importante tener una cultura de prevención implementada en el área de la salud, ya que, con medidas preventivas podemos disminuir y evitar futuros riesgos que se pueden adjudicar a actividades que requieran esfuerzos y movimientos repetitivos como ejemplo: en las estructuras que conforman las manos con lo que se podría desencadenar un síndrome de De Quervain.

El propósito de esta propuesta de protocolo de tratamiento fisioterapéutico para la *prevención* de tenosinovitis de Quervain es, proponer un tratamiento fisioterapéutico para evitar consecuencias negativas que se presentan en el miembro torácico en pacientes que no realizan ejercicios de calentamiento adecuado y así, identificar la necesidad de establecer un protocolo que contribuya a los practicantes del violín a efectuar un ejercicio adecuado previniendo lesiones futuras.

La lesión De Quervain fue mencionada por primera vez en la 13ª edición del Gray de 1893, describiéndola como el “esguince de las lavanderas” (3).

En 1895 Quervain publica un estudio de 5 casos de tenosinovitis en el primer compartimento (4).

Patterson en 1936, quien por primera vez emplea el término “Enfermedad de De Quervain” en una publicación aparecida en el New England Journal of medicine (5)

En 1991 Sataloff y Bradfonbrener nos revelan de forma precisa los movimientos que demanda la interpretación de los instrumentos de cuerda como el violín.

Las lesiones tendinosas de mano en practicantes de violín, son un inconveniente que se presenta a menudo se calcula que aproximadamente el 70% de los músicos ha sufrido en algún momento de su carrera una lesión muscular (1), que afecta, de manera significativa a las estructuras de la mano como lo es la tenosinovitis de De Quervain que, posee un carácter multifactorial, en la actualidad es la tendinitis la patología más común, con un 64% de incidencia entre los músicos (1).

Tenosinovitis estenosante de de quervain: Es una inflamación de la vaina del tendón que afecta a los tendones que ocupan el primer compartimento extensor de la mano, este compartimento puede aparecer más denso y fibroso disminuyendo una el área del canal dorsal de la mano que provoca una dificultad en el deslizamiento del abductor largo del pulgar y al extensor corto del pulgar, pudiendo los tendones presentar pérdida de sus cualidades mecánicas, produciendo dolor con los movimientos del pulgar a nivel del primer compartimento dorsal que aumenta al realizar actividades que solicitan explícitamente las estructuras que lo conforman (3).

Esta patología es de carácter multifactorial, aunque condicionada de manera general por factores biomecánicos. En la actualidad, se calcula que aproximadamente el 70% de los músicos ha sufrido en algún momento de su carrera una lesión muscular, siendo la tendinitis la patología más común, con un 64% de incidencia entre los músicos. La mayor parte del trabajo de un músico se lleva a cabo en los miembros superiores, por lo que las articulaciones de hombros, codos, muñecas y manos son las zonas más sintomatológicas (9).

La Tenosinovitis de Quervain afecta de manera especial al sexo femenino las edades varían de 35 a 55 años, en los últimos tiempos la tendencia ha variado hacia las jóvenes de 20 a 25 años dado que tienen mayor capacidad de angular la muñeca (10).

Afecta más frecuentemente a mujeres y a personas de raza negra. La prevalencia en población adulta oscila entre 0.3-0.7% en hombres y 1.3-2.1% en mujeres según los estudios (11).

Fisiopatología: La patología consiste en el aumento de la vascularidad de la vaina exterior del tendón combinada con edema que engruesa la vaina y produce la constricción del tendón. El líquido sinovial tiende a aumentar y espesarse, junto con formación de fibras filiformes finas que se adhieren a tejidos adyacentes.

El primer compartimento aparece más denso y fibroso que junto a la disminución del canal dorsal va a provocar la dificultad en el deslizamiento de los tendones presentando pérdidas de cualidades mecánicas y tejidos de granulación. El diámetro de dicho compartimento se puede reducir hasta 3 o 4 veces. La clínica es secundaria a la causa mecánica no apareciendo células inflamatorias. Inicialmente se observa un engrosamiento de las vainas sinoviales en los puntos donde no existe compresión, acompañado de una disminución de la vascularización del tejido conectivo que forma el retináculo extensor (3).

### Diagnóstico

Pese a que el diagnóstico de la tenosinovitis de De Quervain es eminentemente clínico, la posibilidad de que el dolor se deba a otras entidades clínicas hace necesaria la realización de pruebas complementarias tanto para descartar aquellas como para confirmar la primera. La ecografía y la resonancia magnética son los métodos de elección en el diagnóstico por la imagen de esta afección. En ambos casos los hallazgos que confirman la presencia de la patología son el engrosamiento del tendón, su vaina y el edema de las partes blandas circundantes (3).

Se requiere un procedimiento diagnóstico preciso y metódico para instaurar un plan de tratamiento adecuado.

Interrogatorio: en el que se inquieren los movimientos que desencadenan el dolor, con lo que se obtiene información importante sobre la localización de la lesión y el mecanismo lesional.

Examen físico, que pone de manifiesto una tumefacción y dolor localizados sobre el trayecto del tendón hasta el dorso del pulgar, las molestias se agravan con la desviación cubital y la flexión. La palpación dolorosa de la estiloides radial, el engrosamiento del tendón, de la vaina de del extensor y una crepitación ocasional completan el cuadro.

Maniobras específicas, la más fiable y patognomónica es la prueba de Finkelstein.

En esta prueba se aloja el primer dedo en flexión entre la cara palmar y los cuatro últimos dedos, llevándose a continuación la muñeca a inclinación cubital. La aparición de dolor en el trayecto tendinoso durante la ejecución de la prueba indica la presencia de la patología (3).

El tratamiento de esta patología se ha de tratar con agentes físicos, uso de órtesis, uso de fármacos y cirugía (3).

En el tratamiento fisioterapéutico se emplearán agentes físicos, se puede definir como agente físico terapéutico un elemento físico natural como el agua, la luz o un elemento físico artificial como la electricidad cuando es utilizado en el tratamiento de un determinado proceso patológico o enfermedad (12).

Ejercicios terapéuticos: La prescripción del movimiento corporal para corregir un deterioro, mejorar la función musculoesquelética o mantener un estado de bienestar (14).

El ejercicio terapéutico caria con el propósito para el que se lo va utilizar, esto a su vez, depende directamente con la condición del paciente.

### Metodología

Descriptivo, ya que tiene la finalidad de describir los posibles determinantes como la práctica del violín, en el que sólo se describen situaciones y eventos y cómo se manifiesta en determinado momento, es también observacional en el cual no se interviene o manipula el factor de estudio.

### Resultados

#### Propuesta de tratamiento fisioterapéutico

Esta propuesta consta de ejercicios y estiramientos que se han diseñado para personas que efectúen práctica del violín, como una medida de prevención del síndrome de De Quervain.

Se dará una plática informativa del programa a los participantes dando a conocer los beneficios de la prevención y riesgos de una mala práctica, posterior, los participantes serán informados de los procedimientos y actividades a realizar.

Serán seleccionados aquellos que cumplan con los criterios de inclusión. Aplicación de un cuestionario y valoración fisioterapéutica.

Se mostrará la técnica adecuada de realizar los ejercicios de calentamiento y estiramiento, incluyendo el número de series y repeticiones.

Al final, se proporcionará información sobre los ejercicios y estiramientos en trípticos, para mantener un estado de bienestar.

### **Ejercicios de calentamiento**

Ejercicio de los hombros: Posición Inicial: Paciente en bipedestación con brazos a los costados y palmas de la mano hacia atrás.

Descripción del ejercicio: Se realizará una flexión de hombro.

Indicación: Levante un brazo sobre la cabeza, manteniendo el codo y el antebrazo recto.

Mientras está en esta posición, respire profundamente y espire una vez en forma rítmica. Repita 10 veces de forma bilateral. Vuelva los brazos a la posición original con las extremidades a los costados.

Posición final: Paciente en bipedestación con flexión completa de hombro

### **Ejercicio 2**

Posición Inicial: En bipedestación con los brazos a los costados.

Descripción del ejercicio: Se realiza abducción de hombro.

Indicación: Estire un brazo al lado recto y levántelo recto hacia fuera hasta que llegue al lado de su cabeza. Repita 10 veces de forma bilateral. Vuelva los brazos a la posición original con las extremidades a los costados.

Posición final: Paciente en bipedestación con abducción de hombro.

### **Ejercicio 3**

Posición Inicial: En bipedestación con los brazos a los costados.

Descripción del ejercicio: Se realizará extensión de hombro.

Indicación: Lleve el brazo hacia atrás hasta el límite manteniéndolo en posición recta. Repita 10 veces de forma bilateral. Vuelva los brazos a la posición neutra con las extremidades a los costados.

Posición final: Paciente en bipedestación en posición neutra.

### **Ejercicios de codo y antebrazo**

#### **Ejercicio 1**

Posición inicial: En bipedestación con los brazos a los costados, codos a 90° de flexión y palmas en supinación.

Descripción del ejercicio: Flexión de codo.

Indicación: Se procede a llevar la mano hacia el hombro Repetir 10 veces de forma bilateral. Vuelva los brazos a la posición original con las extremidades a los costados.

Posición final: Paciente en bipedestación en posición neutra.

#### **Ejercicio 2**

Posición inicial: Paciente en bipedestación con los brazos a los costados y codos flexionados a 90°.

Descripción del ejercicio: Se realizará pronación y supinación de antebrazo.

Indicación: Se realiza una flexión en codo de 90° en esta posición girar hacia dentro y hacia fuera. Repita 10 veces de forma bilateral. Vuelva los brazos a la posición original con las extremidades a los costados.

Posición final: Paciente en bipedestación en posición neutra.

**Ejercicios de la mano y de la muñeca****Ejercicio 1**

Primero: Flexionar los dedos hacia la palma (haga un puño).

Segundo: Extienda los dedos.

Posición final: Mano en posición neutra.

**Ejercicio 2**

Primero: Flexione el pulgar hacia la palma haciendo una oposición.

Segundo: Descanse el pulgar.

Posición final: Mano en posición neutra.

**Ejercicio 3**

Primero: Se separan los dedos (Extendiéndolos).

Segundo: Junte los dedos.

Posición final: Mano en posición neutra.

**Ejercicio 4**

Primero: Con la palma hacia arriba, mueva el pulgar hacia arriba.

Segundo: Abduzca el pulgar.

Tercero: Mueva el pulgar hasta que toque el dedo meñique.

Posición final: Mano en posición neutra.

**Ejercicio 5**

Primero: Con la mano en pronación manteniendo el brazo extendido.

Segundo: Desvíe la mano en sentido radial luego en sentido cubital.

Posición final: Mano en posición neutra.

**Ejercicio 6**

Primero: Con la mano en supinación flexione la muñeca.

Segundo: Enderece la muñeca a su posición neutral.

Tercero: Realice una extensión de muñeca.

Posición final: Mano en posición neutra.

**Ejercicio 7**

Primero: Empiece con la muñeca en extensión.

Segundo: Flexione las falanges proximales de los dedos. Suba los dedos rectos. Trate de mantener la muñeca relajada.

Posición final: Mano en posición neutra.

**Estiramientos musculares**

Definición: es el proceso de colocar partes particulares del cuerpo en una posición de forma que se estiren los músculos y los tejidos blandos asociados (16).

**Estiramientos Propuestos****Estiramiento del antebrazo con las palmas hacia fuera**

Posición Inicial: En bipedestación

Descripción del ejercicio: Cruzar los dedos por delante del pecho y luego estira los codos y rota las manos para poner las palmas hacia fuera

Indicación: Mantener el estiramiento de 15 – 20 segundos.

Posición final: En bipedestación con postura neutra.

**Músculos estirados**

Primarios: Pronador redondo, flexor radial del carpo, flexor cubital del carpo, palmar largo. Secundarios: Flexor superficial de los dedos, flexor profundo de los dedos, flexor largo del pulgar.

**Estiramiento de los flexores del antebrazo con los dedos hacia abajo.**

Posición Inicial: En bipedestación

Descripción del ejercicio: Realiza una flexión de hombro y supinación de antebrazo has una extensión con la palma de la mano hacia fuera. Extiende el codo y tira de los dedos hacia atrás usando la otra mano.

Indicación: Mantener el estiramiento de 15 – 20 segundos.

Posición final: En bipedestación con postura neutra.

### **Músculos estirados**

Primarios: Braquial, braquiorradial, pronador redondo, flexor radial del carpo, flexor cubital del carpo, palmar largo.

Secundarios: Flexor superficial de los dedos, flexor profundo de los dedos, flexor largo del pulgar.

### **Estiramiento de los dedos**

Posición Inicial: En bipedestación

Descripción del ejercicio: Con los antebrazos en pronación junta las puntas de los dedos y presiona las palmas de las manos una contra la otra.

Indicación: Mantener el estiramiento de 15 – 20 segundos.

Posición final: En bipedestación con postura neutra.

### **Músculos estirados**

Primarios: Flexor superficial de los dedos, flexor profundo de los dedos y flexor largo del pulgar. Secundario: Oponente del pulgar.

### **Estiramiento de la muñeca con los dedos hacia abajo**

Posición Inicial: En bipedestación

Descripción del ejercicio: Realiza una extensión de hombro y pronación de antebrazo, con la otra mano toma los dedos a estirar y realiza una flexión de muñeca.

Indicación: Mantener el estiramiento de 15 – 20 segundos.

Posición final: En bipedestación con postura neutra.

### **Músculos estirados**

Primarios: Extensor cubital del carpo, extensores radiales largo y corto del carpo, extensor de los dedos.

Secundarios: Extensor del meñique, extensor del índice.

### **Estiramiento de la muñeca con rotación**

Posición Inicial: En bipedestación

Descripción del ejercicio: Realiza una extensión de hombro y una pronación de antebrazo, paralelo a suelo. Rota la muñeca hacia abajo y hacia fuera y luego utiliza la otra mano para rotar más la mano hacia arriba.

Indicación: Mantener el estiramiento de 15 – 20 segundos.

Posición final: En bipedestación con postura neutra.

### **Músculos estirados**

Primarios: Braquiorradial, extensor cubital del carpo, supinador.

Secundarios: Extensor de los dedos, extensores largo y corto del pulgar.

### **Flexión de puño**

Posición Inicial: En bipedestación

Descripción del ejercicio: Se realiza una flexión de hombro y pronación de antebrazo, cierra la mano en forma de puño, con la otra mano coge el puño cerrado y flexiónalo hacia el pecho.

Indicación: Mantener el estiramiento de 15 – 20 segundos.

Posición final: En bipedestación con postura neutra.

## Músculos estirados

Primarios: Extensor común de los dedos, extensor corto del pulgar, extensor cubital del carpo, extensor largo del pulgar, extensor del meñique, extenso radial corto del carpo, extensor radial largo del carpo.

## Programa de ejercicios

Las ejercicios y estiramientos anteriores se recomiendan antes de iniciar la práctica cada vez que se toque el instrumento

Rutina de calentamiento tres series de 10 a 15 repeticiones por cada ejercicio. Con una duración de entre 5 - 10 minutos.

Rutina de estiramientos, para obtener beneficios reales para nuestra flexibilidad, cada estiramiento se realizará de 3 a 5 repeticiones y tenemos que mantener durante al menos veinte o treinta segundos. Con una duración entre 10 – 30 minutos.

Con clases dos veces por semana a continuación se indica el procedimiento que deberá realizarse por cada día de actividad.

Día de práctica	Series	Repeticiones
<b>Ejercicios de calentamiento–15</b>	Tres series con intervalos de descanso de 5 – 10 segundos	10 – 15 Repeticiones por cada ejercicio, Tiempo estimado 5 – 10 minutos
<b>Estiramientos musculares de miembros superiores.</b>	Tres series por cada estiramiento con duración de 20 – 30 segundos cada una.	Repetir 3 – 5 veces cada estiramiento. Tiempo estimado de 10 – 30 minutos

## Conclusiones

Se construyó una propuesta de protocolo enfocado en la prevención de síndrome de De Quervain.

A través de la identificación de las necesidades de salud, proponiendo un programa adecuado de ejercicios ante un factor predisponente como lo es la práctica del violín y prevenir el desarrollo de la sesión.

Para ello, se requiere concientizar a los practicantes de las consecuencias que se pueden presentar en una mala práctica y que con un calentamiento y estiramiento previo a la ejecución del instrumento se previene y disminuye el riesgo de lesiones.

## Referencias

Hoppmann RA. Problemas musculoesqueléticos en músicos instrumentistas, Medicina en las artes escénicas, San diego: Singular Publishing Group, 1998

Ideara SL. Análisis de los trastornos músculos - esqueléticos en los músicos instrumentistas de la comunidad de Madrid. España: IDEARA ;2014.

Jurado BA. Medina PI. Tendón valoración y tratamiento en fisioterapia. 1a ed. España: PAIDOTRIBO; 2008.

Fritz. On a form of chronic tendovaginitis. Am J Orthop. 1997; 26(9): 641-4

Patterson DC. De Quervain disease stenosing tendovaginitis at the radial styloid. N Engl J Med. 1936; 214:101-2.

Sataloff, R. T. y Brandfonbrener, A. (1991). Epidemiology of the medical problems of performing artists. Textbook of Performing Arts Medicine, 25.

Quiroz GF. Anatomía Humana. Tomo I, 43 ed. México: Porrúa; 2015.

Hoppenfeld S. Exploración física de la columna vertebral y las extremidades. 34 ed. México: Manual moderno; 2002.

Lledo F. Pérez SP. Análisis de factores de riesgo y musculoesqueléticos en instrumentos de cuerda.

Brandfonbrener AG. The epidemiology and prevention of had and wrist injuries in performing artists. Hand Clin 1990; 6(3):365-77.

- Miedema HS. Course, prognosis and management of monopecifica musculoskeletal disorders. [dissertation]. Rotterdam, University of applied sciences;2016.
- Martín CJ. Agentes físicos terapéuticos. Cuba: Ciencias médicas; 2008.
- Capote CA, López PY, Bravo AT. Agentes Físicos. La Habana: Ciencias médicas; 2009.
- Krussen F, Kottke FL, Lehmann JF. Medicina física y rehabilitación. Tomo II. 4a ed. Madrid: Panamericana; 1994.
- Fisiología Clínica del Ejercicio 2 J. López Chicharro, Buenos Aires Ed. Panamericana 2008.
- Walker Brad. Anatomía & Estiramiento. 1ª Ed. España. 2011. PAIDOTRIBO.
- Brotzman B, MD. Lesiones de la mano y muñeca. En: Brotzman B, Manske R. Rehabilitación ortopédica clínica. España: Elsevier; 2012. p. 1-54.
- Arroyo J, Delgado P, Fuentes A, Abad J. 2007. Tratamiento quirúrgico de la tenosinovitis estenosante de De Quervain. Patología del aparato locomotor. 2007; 5(2): 88-93.19.- Alteraciones de la mano por traumas acumulativos en el trabajo.
- Gallego I. Bases teóricas de fundamentos de la fisioterapia. Madrid: Panamericana; 2017.
- Definición ABC [ página principal en internet]. 2007. (actualizada 2017; acceso 15 de diciembre de 2017). [www.definicionabc.com/general/joven.php&h=ATO7kKntltaS8ZrbwXgTLHj1ZDALJuC\\_cKWIHIpTqlvudh17X64f37PGm7CoZVN PnWrgNNo4eUBiT14N7Ms6M1uvyIPQ8NeA2PgDUvNcFIwztk4a314WIq9q5KI2Xay92nYR6Qzfl2lW7Qz](http://www.definicionabc.com/general/joven.php&h=ATO7kKntltaS8ZrbwXgTLHj1ZDALJuC_cKWIHIpTqlvudh17X64f37PGm7CoZVN PnWrgNNo4eUBiT14N7Ms6M1uvyIPQ8NeA2PgDUvNcFIwztk4a314WIq9q5KI2Xay92nYR6Qzfl2lW7Qz).
- Tortora GJ, Derrickson B. Principios de Anatomía y fisiología. 13 ed. México: Panamericana; 2006.
- Stuart P. Diccionario de fisioterapia. España: Elsevier;2007.
- Elliot BG. Finkelstein's test: prueba de Finkelstein: un error descriptivo que puede producir un falso positivo. Hand surg. 1992;17 :481-2.
- Kutsumi K, Amadio PC, Zhao C. La prueba de Finkestein: un análisis biomecánico. Hand surg. 2005;30: 130-5.
- Ulmas ME, Gelberman RH. Tratamiento quirúrgico de la enfermedad de De Quervain. Madrid: Marban. 1999; 38-92.
- Ie Viet D. Tenosynovite de De Quervain. Matrise Orthopedique.2002; 114:10-1.
- Serrano G, Gómez C. Alteraciones de la mano por traumas acumulativos en el trabajo. Rev. Iberoam Fisioter Kinesol. 2004; 7(1): 41-61.
- Roset L, Rosinés C, Salo O. Detención de factores de riesgo en los músicos de Cataluña. Medical. 2000; 15: 167-174.
- Almonacid C, Gil B, López J, Bolancé R. Trastornos músculo-esqueléticos en músicos profesionales: revisión bibliográfica. Med seg trab. 2013; 59(236): 124-145.
- Pinzón R. Rol del fisioterapeuta en la prevención del ejercicio. Archivos de medicina.2014; 14(1): 129-143.
- Celester B. Tendinopatía de De Quervain (1) Revisión de conceptos. Iberam Cir Mano. 2009;37(2):83-90.
- Arroyo J, Delgado P, Fuentes A, Abas J. Tratamiento quirurgico de la tenosinovitis estenosante de De Quervain. Aparato locomotor. 2007; 5(2).
- Abril E, Martínez C. Interés del tratamiento osteopático en la enfermedad de De Quervain. A propósito de un caso. Elsevier. 2008; 30(6):299-304.
- López V. Cómo tocar sin dolos, tu cuerpo tu primer instrumento. España: Editorial de música: 2015.
- Cruz P. Ergonomía en el instrumentista de cuerda frotada y punteada [tesis]. Querétaro: Universidad de Querétaro. Facultad de Bellas Artes; 2013.

## Aplicación de un programa de ejercicios de fortalecimiento en cuádriceps e isquiosurales por medio de bandas thera-band en pacientes con artrosis de rodilla grado II de 45 a 60 años de edad

### Application of a program of strengthening exercises in quadriceps and hamstrings by means of thera-band in patients with grade II knee osteoarthritis of 45 to 60 years of age

CORNEJO-JIMENEZ, AP.†\*, SUBERVIER-ORTIZ, L. y CORTÉS-MARQUÉZ, SK.

*Universidad Politécnica de Pachuca. Carretera Pachuca- Cd Sahagún, km 20, Ex Hda. De Santa Bárbara, Zempoala, Hidalgo, México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: AP. Cornejo-Jimenez / ORC ID: 0000-0003-3603-9372

ID 1<sup>er</sup> Coautor: L. Subervier-Ortiz / ORC ID: 0000-0001-5350-127X

ID 2<sup>do</sup> Coautor: SK. Cortés-Márquez / ORC ID: 0000-0002-2218-8740

Recibido 3 de Julio, 2018; Aceptado 4 de Septiembre, 2018

#### Resumen

**Objetivo:** Aplicar un programa de ejercicios de fortalecimiento para aumentar la fuerza muscular en cuádriceps e isquiosurales a través de bandas thera-band en pacientes con artrosis de rodilla grado II de 45 a 60 años de edad. **Antecedentes:** La osteoartritis (OA) es una enfermedad osteoarticular crónica, progresiva y degenerativa, que se caracteriza por el desgaste del cartílago articular, la hipertrofia del hueso marginal y cambios en la membrana sinovial, siendo una de las enfermedades osteoarticulares más prevalentes en el mundo. Para su diagnóstico clínico, se utilizan estudios de gabinete, radiografías clasificadas por grados de acuerdo con Kellgren y Lawrence. Su tratamiento se divide en farmacológico con la aplicación de analgésicos y antiinflamatorios no esteroideos (AINE), tratamiento quirúrgico y no farmacológico, el tratamiento de Fisioterapia tiene como principales objetivos disminuir el dolor, la inflamación, prevenir las deformidades, preservar y ganar arcos de movimiento. **Método:** Se realizó una búsqueda con una población de 15 pacientes, de los cuales se obtuvo una muestra de 10 pacientes que cumplió con los criterios de inclusión para la aplicación del programa de fortalecimiento con Thera-Band. **Conclusiones:** Los ejercicios de fortalecimiento muscular por medio de la aplicación de bandas Thera-Band como herramienta, tuvieron un gran impacto en la disminución de la sintomatología en pacientes con OA de rodilla Grado II reincorporándolos a sus actividades de la vida diaria.

#### Bandas Thera-Band ejercicio, Osteoartritis, Rodilla

#### Abstract

**Objective:** Apply an exercise program to increase muscle strength in the quadriceps and hamstrings through thera-band bands in patients with grade II osteoarthritis from 45 to 60 years of age. **Background:** Osteoarthritis (OA) is a chronic, progressive and degenerative osteoarticular disease that is characterized by the wear of the articular cartilage, the marginal bone hypertrophy and changes in the synovial membrane, being one of the most prevalent osteoarticular diseases in the world. For his clinical diagnosis, cabinet studies are used, radiographs classified by degrees according to Kellgren and Lawrence classification. Its treatment is divided into pharmacological, with the application of analgesics and non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), surgical and non-pharmacological treatment, physiotherapy treatment has as main objectives the pain, inflammation, prevent deformities, preserve and gain arcs of movement. **Method:** A search was conducted with a population of 15 patients, from which a sample of 10 patients was obtained who met the inclusion criteria for the application of the strengthening program with Thera-Band. **Conclusions:** Muscle strengthening exercises through the application of Thera-Band bands as a tool, had a great impact on the decrease of symptomatology in patients with Grade II knee OA, reincorporating them to their activities of daily life.

#### Thera-Band Bands, Osteoarthritis, knee, exercise

**Citación:** CORNEJO-JIMENEZ, AP., SUBERVIER-ORTIZ, L. y CORTÉS-MARQUÉZ, SK.. Aplicación de un programa de ejercicios de fortalecimiento en cuádriceps e isquiosurales por medio de bandas thera-band en pacientes con artrosis de rodilla grado II de 45 a 60 años de edad. Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica. 2018, 2-5: 24-32

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ltf.paloma-cornejo@outlook.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La osteoartritis (OA), es una enfermedad osteoarticular crónica, progresiva y degenerativa. Caracterizada por el desgaste del cartílago articular, hipertrofia ósea marginal (osteofitos) y cambios en la membrana sinovial. Es una de las enfermedades osteoarticulares de mayor prevalencia en todo el mundo, considerada la causa más común de incapacidad. Según la OMS las enfermedades reumáticas representan el tercer problema de salud más importante en los países desarrollados y más del 50 % de la población mayor de 60 años presenta algún tipo de OA, siendo la articulación más afectada la rodilla, con una incidencia de 240/100,000 personas/año (Bijlsma JW1, 2011). En México, la encuesta nacional de salud (ENSA II) de 2010 la ubica como la segunda causa de morbilidad con 14%, con una incidencia de OA de rodillas de 1% por año. La prevalencia de OA en población adulta en México se estima es de 10.5% (Espinosa MR, 2013) con predominio en el sexo femenino (Cajigas MJC, 2011) con el 11.7% y 8.71% del sexo masculino.

El dolor es la causa principal que justifica la cirugía de la articulación de la rodilla en pacientes jóvenes y ancianos presentando principalmente una deficiencia en la función muscular siendo un estado modificable y considerado un potencial objetivo terapéutico para pacientes con OA de rodilla. El entrenamiento de resistencia muscular ha sido explorado como una intervención para prevenir o retrasar el inicio de OA de rodilla considerando las extremidades inferiores como una unidad integrada, el uso de ejercicios para desarrollar la fuerza de los cuádriceps e isquiosurales pueden llevar a la restauración biomecánica normal de las extremidades inferiores y promover el control de los síntomas de OA de rodilla.

El propósito de este proyecto es la aplicación de un programa de ejercicios de fortalecimiento con la implementación de bandas Thera-Band en los músculos estabilizadores de la rodilla con la finalidad de aumentar la fuerza muscular y disminuir la sintomatología (dolor, rigidez articular) y aumentar la funcionalidad.

## Anatomía de rodilla

La rodilla es una articulación extensa y más compleja del cuerpo humano, que une el muslo a la pierna poniendo en contacto tres huesos: fémur, tibia y rotula. La articulación de la rodilla es de tipo sinovial. Es una articulación biarticular, por una parte, incluye la articulación femoropatelar, constituida entre el fémur y la rótula; y otra que se produce entre el fémur y la tibia denominada femorotibial.

La articulación de la rodilla es de gran importancia para el ser humano, desde un punto funcional conjuga dos objetivos, como son la gran estabilidad y resistencia al peso que tiene que soportar y la movilidad suficiente para trasladarnos de un lugar a otro. Desde un punto de vista estructural, constituida por sus dos articulaciones reunidas por una cápsula común (G. Doménech Ratto, 2010).

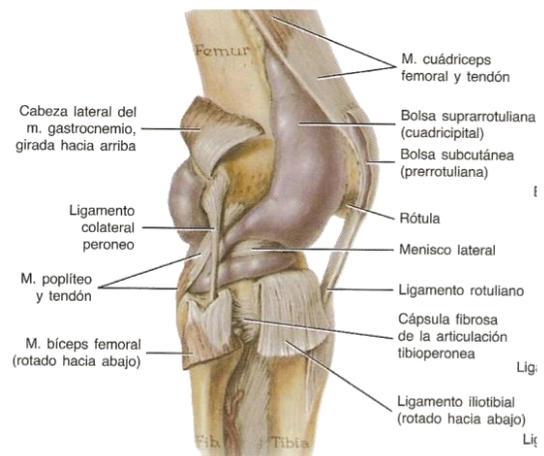


Figura 1 Anatomía de rodilla

## Artrosis de rodilla

Enfermedad articular crónica de tipo degenerativo, caracterizada por un componente inflamatorio y acompañado por degeneración y pérdida progresiva de cartílago hialino y hueso subcondral así como daño del tejido sinovial, engrosamiento y esclerosis de la lámina subcondral, formación de osteofitos, distensión de la cápsula articular y cambios en los tejidos blandos periarticulares. (Espinosa MR, 2013).

## Epidemiología

La OA es la artropatía de mayor prevalencia en el mundo y constituye la primera causa de dolor crónico musculoesquelético y discapacidad en la población.

A nivel mundial se estima que la padecen al menos 15 % de individuos por arriba de los 50 años, siendo considerada un problema de salud pública, que va en aumento. La OA de rodillas es la más significativa clínicamente dentro de un 33 y 53 % de los hombres y mujeres tienen evidencia radiológica de OA, sin embargo, las manifestaciones clínicas sólo se reportan en 16 % en mujeres y 5 % en hombres (Oliveira SA, 2010).

### Etiología

La artrosis es una enfermedad multifactorial, se puede diferenciar entre susceptibilidad generalizada, como la edad, osteoporosis, herencia y sexo, y los factores locales de la articulación de la rodilla, como traumatismos, alteraciones anatómicas de la articulación y la ocupación laboral que tuviera el paciente.

- Obesidad
- Ocupación y actividad
- Densidad mineral ósea
- Sexo
- Edad

### Fisiología

La artrosis es el resultado de la pérdida de la función articular como consecuencia de la rotura del cartílago articular. El cartílago articular está aislado de las células medulares por la zona calcificada, lo conveniente en un tejido muy poco irrigado y por tanto, con pocas posibilidades propias de reparación.

Los proteoglicanos, componentes mayoritarios del cartílago articular, son probablemente los primeros componentes que se afectan en la OA, los condrocitos no son capaces de compensar esta pérdida, lo que resulta en una reducción del cartílago.

La resorción del hueso subcondral es un factor clave en la remodelación y progresión de la OA, el aumento de la resorción al inicio de la enfermedad que contribuye a la pérdida del hueso subcondral, dando lugar a la producción de "hueso nuevo" y los osteofitos marginales resultantes se evidencian al exterior como nódulos que posteriormente pueden inflamarse o bien como crecimientos óseos capaces de irritar estructuras vecinas.

### Cuadro clínico

Es muy probable que la OA tenga largo periodo asintomático. Los pacientes acuden a consulta cuando aparece el dolor con limitación funcional progresiva, rigidez tras la inactividad, limitación de la movilidad, crepitación e inflamación.

### Criterios de diagnóstico

El diagnóstico de la enfermedad se basa en la evaluación de la presencia de los datos clínicos y la imagen radiológica.

Bursitis	Tendinopatías
Artritis (Gota, inflamatoria, infecciosa)	Osteocondritis
Fibromialgia	Alteraciones de alineación
Patología rotuliana	Hiperlaxitud
meniscopatía	Quiste poplíteo
Enfermedad de Osgood-Schlatter	Artrosis

**Tabla 1** Causas de dolor en rodilla

Idiopática	Secundaria
Compartimento medial	Enfermedades congénitas
Compartimento lateral	Generalizadas
Compartimento patelofemoral	Enfermedad por depósito de calcio, postraumática.

**Tabla 2** Clasificación de la arthrosis de rodilla

Grado	Características radiológicas
<b>0</b>	<b>Normal</b>
1 (OA dudosa)	Dudoso estrechamiento de espacio articular, posibles osteofitos
2 (OA leve)	Posible estrechamiento de espacio articular, osteofitos
3 (OA moderada)	Estrechamiento de espacio articular osteofitos, leve esclerosis, posibles deformidades
4 (OA grave)	Marcada estrechamiento de espacio articular, abundantes osteofitos, esclerosis grave, deformidad en extremidades.

**Tabla 3** Clasificación de la OA según Kellgren y Lawrence

Clínicos y de laboratorio	Clínicos y radiológicos	Clínicos
5 de 9 rangos:	<b>1 de 3 rangos:</b>	<b>3 de 6 rangos:</b>
1. Edad >50 años	1. Edad >50 años	1. Edad >50 años
2. Rigidez <30 minutos	2. Rigidez <30 minutos	2. Rigidez <30 minutos
3. Crepitación	3. Crepitación y osteofitos	3. Crepitación
4. Sensibilidad ósea		4. Sensibilidad ósea
5. engrosamiento óseo		5. Engrosamiento óseo
6. Sin calor palpable		6. No calor palpable
7. VSG <40		
8. FR <1/40		
9. Ls, claro viscoso o con <2.000 células/ $\mu$		

**Tabla 4** Criterios para la clasificación y registro de rodilla del American College of Rheumatology. NOTA: FR: factor reumatoide; LS: liquido sinovial; VSG: velocidad de sedimentación globular

Source (in italics)

## Tratamiento

Hasta la actualidad no existe un tratamiento conservador de la OA demostrado como capaz de detener o disminuir el avance de su progresión. Siendo el principal objetivo la disminución de sintomatología, mantener la función articular y reducir al máximo la progresión articular (Richette P, 2011).

El *Tratamiento farmacológico* incluye los fármacos modificadores de síntomas de acción rápida, como los analgésicos y los antiinflamatorios no esteroideos (AINE). El Tratamiento quirúrgico está indicado cuando existen signos radiológicos evidentes de osteoartrosis, que tienen un dolor refractario al tratamiento e importante discapacidad. Existen diferentes técnicas quirúrgicas implementadas para la artrosis de rodilla (Lavado articular, osteotomías, prótesis).

En una primera valoración del paciente se debe realizar un abordaje biopsicosocial: valorando su estado físico (dolor, fatiga, calidad del suelo, estados de las articulaciones, movilidad, fuerza, alimentación, propiocepción y postura), sus actividades diarias y el tiempo libre, humor, necesidades educacionales y motivación al autocuidado (Fernández L, 2013). Las intervenciones no farmacológicas implican a equipos multidisciplinarios, educación del paciente, ejercicios tendientes al aumento de fuerza muscular, cambios en el estilo de vida, pérdida de peso y diversas terapias físicas. Junto con un tratamiento farmacológico, disminuyen el dolor y aumentan la funcionalidad y la calidad de vida.

## Bandas Thera-Band

Son bandas de gran elasticidad hechas de látex de una largo de 1.50 cm o 2 m y un ancho de 10 a 15 cm. Permitiendo la realización de diferentes actividades acorde al porcentaje de elongación y la resistencia que se necesita para efectuar un ejercicio. Reconocida fácilmente por los colores típicos de la marca Thera-Band. Tienen como objetivo mejorar fuerza muscular, el equilibrio, la postura, aumentar la movilidad y flexibilidad.



**Figura 2** Bandas Thera-Band

	Resistencia de Kg							
		Am arillo	Roj o	Ver de	Az ul	Ne gro	Plat a	Oro
% de elo nga ció n	25	0,5	1,7	0,9	1,3	1,6	2,3	3,6
	50	0,8	1,2	1,5	2,1	2,9	3,9	6,3
	75	1,1	1,5	1,9	2,7	3,7	5,0	8,2
	100	1,3	1,8	2,3	3,2	4,4	6,0	9,8

**Tabla 5** Procentaje de elongación según su color

## Método

Se realizó un estudio cuasi experimental, descriptivo, longitudinal y prospectivo, en una muestra de 10 pacientes con Artrosis de Rodilla Grado II según Kellgren y Lawrence, que acudieron a la casa de día “El Pedregal” en el periodo del 2 de marzo al 4 de mayo del 2018. Se aplicó una entrevista e historia clínica para obtener datos sobre el paciente, se explicó el procedimiento, los ejercicios y la progresión del proyecto por medio de un consentimiento informado.

La muestra obtenida fueron 10 pacientes a las cuales se les aplicó una valoración manual de la Escala de Daniels modificada, parámetros goniométricos, Escala Visual Análoga de Dolor e Índice Osteoarticular WOMAC 24. La aplicación de la rutina de ejercicios se definió por la selección de la banda correcta, el grado de elongación y resistencia y por la rutina referida con los parámetros señalados por la marca Thera-Band supervisada y modificada bajo la dosis de manera individualizada por parte del terapeuta con la implementación de la fórmula de Lombardi; dando como resultado las repeticiones máximas de cada paciente:

$$1RM = \frac{\text{Peso Levantado}}{\text{repeticiones al fallo}} * (N^{\circ})$$

Se aplicaron cuatro ejercicios, dos en sedestación realizando la extensión y flexión de rodilla y dos en decúbito prono realizando la extensión y flexión de rodilla con la banda correspondiente y dosificación determinada e indicada por el terapeuta de manera individualizada.

## Resultados

Del 100% de la muestra, los 10 pacientes que se incluyeron al proyecto el 70% (7) son mujeres y el 30% (3) eran hombres; la edad media fue de 58 años, la talla media de 160 m y el peso medio fue de 50 kg. De todos los pacientes atendidos el 70% realizan actividad física y el otro 30% no realizan ningún tipo de actividad física.

Características	F	%
N	10	100%
Genero	Femenino	7
	Masculino	3
Actividad física	SI	3
	NO	7

**Tabla 6** Características socioeconómicas de los pacientes. Nota: Muestra (n), porcentaje (%), frecuencia (f)

	M	SD	(Min, Max)
Edad	58	4.72	47-60
Talla	160	15.56	145-198
Peso	50	31.22	50-142

**Tabla 7** Media (M), desviación estándar (SD)

En la tabla 8 y 9 se muestra la valoración goniométrica de cada paciente; en la cual se evaluaron los movimientos de flexión y extensión de rodilla. En la valoración inicial de flexión de rodilla se obtuvo una media de 120° y la valoración final de 130°, en la extensión de rodilla la media fue de 10° y una valoración final de 10°.

Pacientes	Inicial		Final		Recuperados	
	Der	Izq.	Der	Izq.	Der	Izq.
1	90°	100°	120°	110°	30°	10°
2	100°	100°	130°	120°	30°	20°
3	100°	120°	130°	130°	30°	10°
4	130°	100°	130°	120°	0°	20°
5	130°	135°	140°	140°	10°	5°
6	110°	100°	130°	140°	30°	40°
7	130°	120°	130°	145°	0°	25°
8	130°	100°	130°	130°	0°	30°
9	140°	140°	140°	150°	0°	10°
10	130°	120°	130°	140°	0°	20°

**Tabla 8** Valoración goniométrica de flexión de rodilla

Pacientes	Inicial		Final		Recuperados	
	Der-Izq.	Der-Izq.	Der	Izq.	Der	Izq.
1	10°	0°	10°	10°	0°	10°
2	10°	10°	10°	10°	0°	0°
3	0°	10°	10°	10°	10°	0°
4	10°	10°	10°	10°	0°	0°
5	10°	10°	10°	10°	0°	0°
6	10°	10°	10°	10°	10°	0°
7	10°	0°	10°	10°	0°	10°
8	0°	10°	10°	5°	10°	5°
9	10°	10°	10°	10°	0°	0°
10	10°	10°	10°	10°	0°	0°

**Tabla 9** Valoración goniométrica de extensión de rodilla

En la tabla 10 se muestra la valoración de fuerza muscular de cada paciente; en la cual se evaluaron los músculos cuádriceps e isquiosurales. Se realizó una comparación con la valoración inicial en donde se obtuvo una media en cuádriceps de 4+ y una valoración final de 5+. Para los músculos isquiosurales dio como resultado en una valoración inicial de 4+ y una valoración final de 5+.

	Cuádriceps		Isquiosurales	
	Inicial	Final	Inicial	Final
	Der-Izq.	Der-Izq.	Der- Izq.	Der-Izq.
1	3+ 3+	4+ 4-	3+ 3+	4+ 4+
2	3+ 3+	4+ 4+	3+ 3+	4+ 4+
3	3+ 3+	4+ 4+	3+ 3+	4+ 4+
4	3+ 3+	4+ 4+	3+ 3+	4- 4+
5	3+ 3+	4+ 4+	3+ 3+	4+ 4+
6	3+ 3+	4- 4+	3+ 3+	4- 4+
7	3+ 3+	4+ 4+	3+ 3+	4+ 4+
8	3+ 3+	4- 4+	3+ 3+	4- 4+
9	3+ 3+	4+ 4+	3+ 3+	4+ 4+
10	3+ 3+	4+ 4+	3+ 3+	4+ 4+

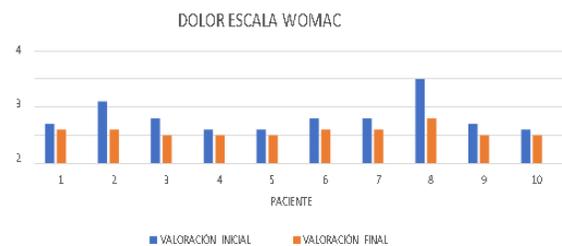
**Tabla 10** Valoración de fuerza muscular (Escala de Daniels modificada)

La Tabla 11 se muestra la valoración de la escala de EVA al inicio y final del tratamiento de cada paciente; se realizó una comparación con la valoración inicial en donde se obtuvo una media de 3 y una valoración final de 0.

Pacientes	Inicial	Final
1	3	0
2	4	0
3	2	0
4	2	0
5	0	0
6	5	3
7	3	0
8	5	2
9	3	0
10	2	0

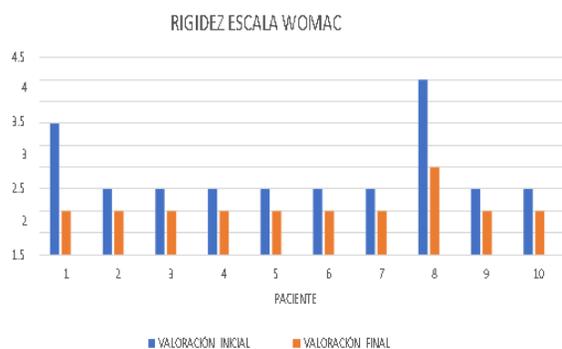
**Tabla 11** Valoración de la Escala Visual Análoga de Dolor (EVA) al inicio y final del tratamiento

En el gráfico 1 se muestra el índice de osteoartrosis de WOMAC al inicio y final de cada uno de los pacientes según el rubro Dolor, tomando como referencia al paciente número 8 que tuvo como promedio inicial de dolor 3 y promedio final de 1.6.



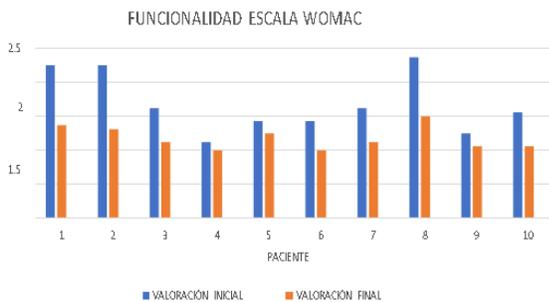
**Gráfico 1** Grafica, Rubro: Dolor escala WOMAC

En el gráfico 2 se muestra el índice de osteoartritis de WOMAC al inicio y final de cada uno de los pacientes según el rubro de Rigidez, tomando como referencia al paciente número 8 que tuvo como promedio inicial 4 y promedio final de 2.



**Gráfico 2** Grafica, Rubro: Rigidez escala WOMAC

En el gráfico 3 se muestra el índice de osteoartritis de WOMAC al inicio y final de cada uno de los pacientes según el rubro funcionalidad, tomando como referencia al paciente número 8 que tuvo como promedio inicial de funcionalidad de 2.3 y promedio final de 1.5.



**Gráfico 3** Grafica, Rubro: Funcionalidad escala WOMAC

## Conclusión

La OA de rodilla es una enfermedad altamente prevalente en la sociedad de edad avanzada y en la actualidad con registro a edades muy tempranas, afectando aspectos sociales y económicos. Es una enfermedad multifactorial, degenerativa de la articulación de la rodilla. No existe hasta la fecha un tratamiento propio para la OA, las opciones terapéuticas tienen como objetivo principal el control del dolor y la inflamación así como la reeducación del paciente a las actividades de la vida diaria, por medio de ejercicio y aplicación de agentes físicos se puede aplicar un tratamiento farmacológico siempre y cuando la sintomatología lo amerite. Los beneficios de los ejercicios en artrosis de rodilla mejoran a largo plazo la calidad de vida del paciente así como la reducción de sintomatología y limitan el avance de esta patología. Los ejercicios de fortalecimiento enfocados a los músculos isquiosurales y cuádriceps por medio de la implementación de bandas Thera-Band como herramienta, tienen un impacto positivo en la mejora de la sintomatología (dolor, atrofia muscular y rigidez articular, funcionalidad) en pacientes con artrosis de rodilla reincorporándolos en sus actividades de la vida diaria.

## Referencias

Rodríguez Solís J., Palomo M. V. y Bartolomé S. (2002). Osteoartrosis; Factores de riesgo (pp. 689-696). España.

Ibarra Cornejo J. L., Fernández Lara M. J. (2014). Efectividad de los agentes físicos en el tratamiento del dolor en la artrosis de rodilla: una revisión sistemática. (pp. 3-17)

Mendoza Castaño, Noa-puig S., Valle Clara M. y Ferreriro Maikel R. (2011). Osteoartritis. Fisiopatología y tratamiento. CENIC Ciencias Biológicas. 42, (pp. 81-88).

Álvarez López A., García Lorenzo Y. (2015). Artrosis de la rodilla y escalas para su evaluación. Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología. (pp. 1777-1790).

Escalante Y. (2010). Mejora de la calidad de vida mediante programas de ejercicio físico en pacientes con osteoartrosis de miembros inferiores: una revisión. Journal of Sport and Health Research. 2 (pp. 219-232).

H. Nette F. (2001) Atlas de anatomía humana. Barcelona, España. Messon, S. A.

Latarjet M, Ruiz Liard A. (2011). Anatomía Humana. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.

Keith L. Moore, F. Dalley A., Anne M. R. (2010). Anatomía con orientación clínica. Barcelona, España. Lippincott Williams & Wilkins.

Góngora García L. H., Rosales García C. M., González Fuentes I. (2010). Articulación de la rodilla y su mecánica articular. MEDISAN. 7, (pp.100-109).

Márquez Arabia J. J., Márquez Arabia W. H. (2014). Artrosis y actividad física. Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología. 28, (pp.83-100).

Cheung PP, Gossec L. (2010). What are the best markers for disease progression in osteoarthritis Baillieres Best Pract Res Clin Rheumatol. 24, (pp.1-92).

Thera-Band. Products Thera-Band (consultado 8 Mar 2018). Recuperado de <http://www.theraband.com/products/resistance-bands-tubes/latex-resistance-bands/theraband-professional-latex-resistance-band-loops.html>

Serkan bakirhan, ozgur bozan, bayram unver y vasfi karatosun. (2017). Avaliação das características funcionais em pacientes com osteoartrite do joelho. 25, (pp.248-252).

[www.rheumatology.org/Practice/Clinical/Classification/Classification\\_Criteria\\_fori\\_Other\\_Diseases](http://www.rheumatology.org/Practice/Clinical/Classification/Classification_Criteria_fori_Other_Diseases)  
[www.ser.es/practicaClinicosCriterios\\_Diagnosticos.php](http://www.ser.es/practicaClinicosCriterios_Diagnosticos.php)

Lavalle Montalvo C. (2008). Osteoartritis.; 2, (pp.1-20).

WHO. (Consultado 16 Mar 2018). Recuperado de <http://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/>.

Cordeiro Aguiar G., Gonçalves Rocha S. y Aparecida da Silva Rezende G. (2016). Efeitos de um treinamento de resistência muscular em indivíduos com osteoartrite de joelho. *Fisioter. Mov.* 29, (pp.589-596).

Martínez Figueroa R, Martínez Figueroa C., Calvo Rodríguez R. y Figueroa Poblete D. (2015). Osteoartritis (artrosis) de rodilla. 56, (pp.45-51).

Kellgren JH, Lawrence JS. (1957). Radiological assessment of osteoarthrosis. *Ann Rheum Dis.* 16, (pp.494-502).

Ferronato L., Marega Cunha H. y Maiara Machado P., (2017). Physical modalities on the functional performance in knee osteoarthritis: a systematic review. *Fisioter. Mov.* 30, (pp.607-623).

Mas Garriga X. (2014). Definición, etiopatogenia, clasificación y formas de presentación. *Aten Primaria.* (pp.46:3-10).

Subervier Ortiz L. (2017). Empleo del ejercicio en la fisioterapia como tratamiento de la osteoartrosis de rodilla en adultos mayores. *Medigraphic.* 62, (pp.44- 539).

Solis Cartas U., Hernández Cuéllar M. I., Prada Hernández D. M. y Hernández A. (2014). Evaluación de la capacidad funcional en pacientes con osteoartritis. *Revista Cubana de Reumatología.*XVI, (pp. 23-29).

Guía de práctica clínica GPC. (2014) Prevención, diagnóstico y tratamiento de rehabilitación en el paciente adulto con osteoartritis de rodilla. Instituto Mexicano del Seguro Social. (pp.74).

Vargas Negrín F., Medina Abellán M. D., Hermosa Hernán J. C. y Medina R. (2014). Tratamiento del paciente con artrosis. *Aten Primaria.* (pp.1:39-61).

Matheus Santos Gomes J., Zanin C, Bruna Knob y Mara Wibelinger L. (2017) Efeitos do calor profundo no tratamento da dor na osteoartrite: revisão sistemática. 18, (pp.79-84).

Merce Comas, Sala M., Rub en Rom an, Hoffmeister L. y Castells X. (2010). Variaciones en la estimación de la prevalencia de artrosis de rodilla según los criterios diagnósticos utilizados en los estudios poblacionales. *Gac Sanit.* 24, (pp.28-32).

Fucci, S Fornasari, V Benigni, M. (2008). Biomecánica del aparato locomotor aplicada al acondicionamiento muscular. 5th.

Hernandez C. Taboadela. (2007). Goniometría una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. 1ª. Ed. Buenos Aires: Asociart ART.

Arranz Álvarez A. B. Lucha López M. O. (2010). Physiotherapy assessment of the patient with pain. *Elsevier.* 22, (pp.32-41).  
<http://productos/banda-de-resistencia-thera-band/>

González Baldilla J. J., Ayestarán E. G. (2002). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. 3ª. Ed. Madrid, España: InDE.

Bemhardt D. B. (1990). Fisioterapia del deporte. 1ª. Ed. Barcelona, España: JIMS.

Roldán A E. E., Esteban Rendón S. (2013). Propuesta de prescripción del ejercicio en obesos. *Revista politécnica.* 9, (pp.75-84).

C. Zourdos M., Chad D. (2016). Efficacy of daily one-repetition maximum training in well-trained powerlifters and weightlifters. *Nutr Hosp.* 33, (pp.437-443).

A. Sánchez I. (2010). Entrenamiento de la fuerza muscular como coadyuvante en la disminución del riesgo cardiovascular: una revisión sistemática. *Revista colombiana de cardiología* 6, (pp239-248).

Guilherme Fernandes Bertoni da Silva J. Samara Ali Cader. (2010). Fortalecimiento muscular, nivel de fuerza muscular y autonomía funcional en una población de mujeres mayores. *ELSERVIER*. 44, (pp.256-261).

López Alonso S. R., Martínez Sánchez M. C. (2010). Propiedades métricas del cuestionario WOMAC y de una versión reducida para medir la sintomatología y discapacidad física. *ELSEVIER*. 41, (pp.613-620).

Estrella Castillo D. F., López Manrique J. A. (2014). Medición de la calidad de vida en pacientes mexicanos con osteoartrosis. *Medigraphic. Rev Mex M Med Fis Rehab*. 26, (pp.5-11).

Jiménez Val Llanos C., López-Torres Hidalgo J. (2017). Situación funcional, autopercepción de salud y nivel de actividad física en paciente con artrosis. *ELSERVIER. Atención Primaria*. 49, (pp.224-232).

**[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]**

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

*Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)*

International Identification of Science – Techonology an Innovation.

ID 1<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2<sup>do</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2<sup>do</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

**Resumen (En Español, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)**

**Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)**

---

**Citación:** Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

---

---

\* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor

**Introducción**

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

**Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente**

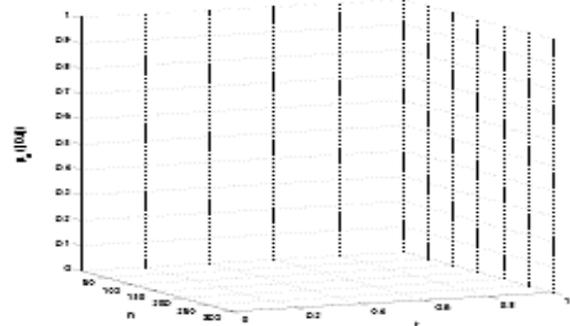
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

**Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables**

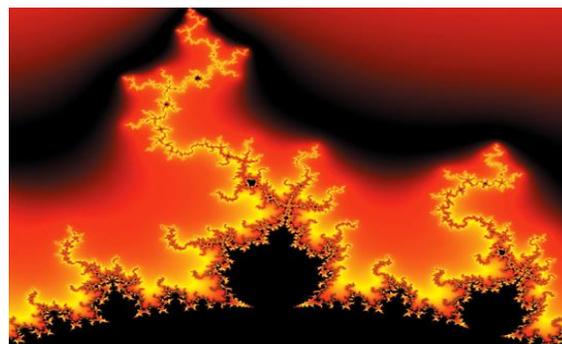
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]



**Gráfico 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

**Metodología a desarrollar**

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

**Resultados**

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

**Anexos**

Tablas y fuentes adecuadas.

## **Conclusiones**

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## **Referencias**

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

## **Ficha Técnica**

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

## **Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:**

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

## **Reserva a la Política Editorial**

Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

## **Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales**

### **Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución**

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Fisioterapia emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

## Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

## Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

### Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

### Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

### Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

## **Responsabilidades de los Autores**

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

## **Servicios de Información**

### **Indización - Bases y Repositorios**

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

### **Servicios Editoriales:**

Identificación de Citación e Índice H.

Administración del Formato de Originalidad y Autorización.

Testeo de Artículo con PLAGSCAN.

Evaluación de Artículo.

Emisión de Certificado de Arbitraje.

Edición de Artículo.

Maquetación Web.

Indización y Repositorio

Traducción.

Publicación de Obra.

Certificado de Obra.

Facturación por Servicio de Edición.

### **Política Editorial y Administración**

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org)  
[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

## **ECORFAN®**

### **Editora en Jefe**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Redactor Principal**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

### **Asistente Editorial**

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

**Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

**Editor Ejecutivo**

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

**Editores de Producción**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

**Administración Empresarial**

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

**Control de Producción**

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

**Editores Asociados**

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

**Publicidad y Patrocinio**

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan ),sponsorships@ecorfan.org

**Licencias del Sitio**

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

**Oficinas de Gestión**

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

# Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica

“Implementación de la realidad aumentada en el tratamiento de niños con TEA: Interacción con el entorno”

**ZARATE-NAVA, Maria Reina, MENDOZA-GONZÁLEZ, Cecilio Francisco y ONOFRE-RUIZ, Eric**

*Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz*

“Adaptación y habilitación fisioterapéutica de prótesis articulada mioeléctrica de mano”

**MARTÍNEZ-TÉLLEZ, Rubelia, TRUJEQUE-LUNA, María, SORIANO-PORRAS, Dulce y APAN-ARAUJO, Karla**

*Universidad Politécnica de Amozoc*

“Propuesta de protocolo fisioterapéutico de prevención de síndrome De Quervain en violinistas de 15 a 25 años de edad en el centro de las artes de Hidalgo”

**SÁNCHEZ-BARRERA, Eréndira, HERNÁNDEZ-GRANADOS, Brandon Bauschell, VÁZQUEZ-CHACÓN, Verónica y AHUMADA-MEDINA, Albino**

*Universidad Politécnica de Pachuca*

“Aplicación de un programa de ejercicios de fortalecimiento en cuádriceps e isquiosurales por medio de bandas thera-band en pacientes con artrosis de rodilla grado II de 45 a 60 años de edad”

**CORNEJO-JIMENEZ, AP., SUBERVIER-ORTIZ, L. y CORTÉS-MARQUÉZ, SK.**

*Universidad Politécnica de Pachuca*

