



LUIS GUILLERMO
IBARRA IBARRA

INVESTIGACIÓN en DISCAPACIDAD

CONTENIDO / CONTENTS

Editorial / Editorial

Dr. Luis Camilo Ríos Castañeda / Encargado de la Dirección de Investigación INR-LGII

Artículos originales / Original articles

Medicina del deporte

José Gilberto Franco-Sánchez, et al

Análisis de componentes principales para la identificación de variables sensibles en la ejecución del gesto motor y desarrollo de una red neuronal artificial como herramienta auxiliar en la clasificación del rendimiento deportivo en taekwondoines elite de la Ciudad de México

Principal components analysis for the identification of sensitive variables in the execution of the motor gesture and the development of an artificial neural network as an auxiliary tool in the classification of sports performance in elite taekwondo athletes from Mexico City

Investigación clínica

Roberto Coronado-Zarco, et al

Los pacientes con diabetes tipo II tienen mayor riesgo de fracturas subsecuentes más allá del periodo de riesgo inminente: un análisis de supervivencia

Patients with type II diabetes have an increased risk of subsequent fractures beyond imminent risk period: a survival analysis

Investigación clínica

Elizabeth Zambrano-Sánchez, et al

Alteraciones lingüísticas en niños con y sin TDAH según subtipo clínico evaluado con la prueba BLOC-S-R

Linguistic alterations in children with and without ADHD by clinical subtype evaluated with the BLOC-S-R test

Investigación clínica

Elizabeth Zambrano Sánchez, et al

Diseño, construcción y validación del cuestionario de habilidades emocionales para escolares (CHENE) Prueba piloto

Design, construction and validation of the emotional skills questionnaire for school children (QESSC) Pilot test

Investigación clínica

Gabriela Flores-Mondragón, et al

Uso de cubrebocas en pacientes con parálisis facial periférica idiopática:

¿un enmascaramiento socialmente positivo en tiempos de COVID-19?

The use of face masks in patients with idiopathic peripheral facial palsy: a socially positive event in times of COVID-19?

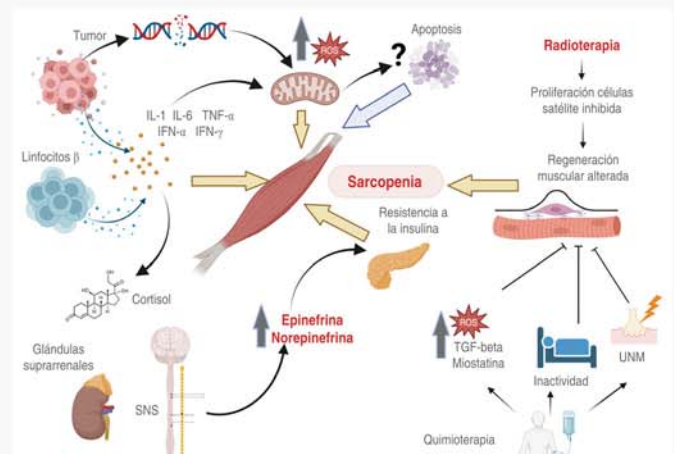
Artículo de revisión / Review article

Investigación clínica

Lluvia Itzel León-Reyes, et al

El músculo y el cáncer: una relación bidireccional. Fisiopatología y consecuencias

Muscle and cancer: a bidirectional relationship. Pathophysiology and consequences



2023

Vol. 9, Núm. 3 Septiembre / Diciembre

INVESTIGACIÓN en DISCAPACIDAD

COMITÉ EDITORIAL

Editor en Jefe: Luis Javier Jara Quezada Ph.D.

Co-Editor: Alberto Gabriel López Reyes Ph.D.

Editores Asistentes: Carlos Alejandro Martínez Armenta Ph.D.

Jessica Cantillo Negrete Ph.D.

Carlos Enrique Suárez Ahedo Ph.D.

Editora Técnica: Araceli Guerra Grajeda Ph.D.

Investigación Básica

Oscar Hernández Hernández Ph.D. (INR-LGII)
Editor Asociado Investigación Básica

Bulmaro Cisneros Vega Ph.D. (CINVESTAV)
Biología Molecular

Ramón M. Coral Vázquez Ph.D. (ESM-IPN)
Biología Molecular

Francisco García Sierra Ph.D. (CINVESTAV)
Biología Celular

Luis Enrique Gómez Quiroz Ph.D. (UAM-I)
Biología Celular

Gerardo Leyva Gómez Ph.D. (UNAM)
Nanotecnología

Jonathan Javier Magaña Aguirre Ph.D. (INR-LGII)
Genómica

Edna Ayerim Mandujano Tinoco Ph.D. (INR-LGII)
Biología Molecular

Gabriela A. Martínez Nava Ph.D. (INR-LGII)
Genómica

Fernando E. Navarro García Ph.D. (CINVESTAV)
Biología Celular

David Quintanar Guerrero Ph.D. (UNAM)
Nanotecnología

José Manuel Rodríguez Pérez Ph.D. (INC-ICH)
Genómica

Roberto Sánchez Sánchez Ph.D. (INR-LGII)
Medicina Regenerativa

Investigación Clínica

Paul Carrillo Mora MD., Ph.D. (INR-LGII)
Editor Asociado Investigación Clínica

María de la Luz Arenas Sordo MD., Ph.D. (INR-LGII)
Enfermería

Roberto Coronado Zarco MD., M.Sc. (INR-LGII)
Rehabilitación

Victoria Del Castillo Ruíz MD. (INP)
Genética Clínica

Rolando Espinosa Morales (INR-LGII)
Reumatología

Juan Fernández Ruíz Ph.D. (UNAM)
Neurociencias

Rafael Franco Cendejas MD., M.Sc. (INR-LGII)
Infectología

Alberto Hidalgo Bravo MD., Ph.D. (INR-LGII)
Genética Clínica

Carlos Alberto Lozada Pérez (INR-LGII)
Reumatología

Vicente Madrid Marina MD., Ph.D. (INSP)
Salud Pública

Jimena Quinzaños Fresnedo MD., Ph.D. (INR-LGII)
Neurorrehabilitación

Adriana Solís Vivanco MD., Ph.D. (INR-LGII)
Oftalmología

Angélica Hayleen Peña Ayala (INR-LGII)
Reumatología

Olga Vera Lastra (CMN La Raza)
Medicina Interna

Investigación Tecnológica

Josefina Gutiérrez Martínez Ph.D. (INR-LGII)
**Editor Asociado Investigación
en Ingeniería Biomédica**

Enrique Chong Quero Ph.D. (ITESM)
Mecatrónica

Lorenzo Leija Salas Ph.D. (CINVESTAV)
Bioinstrumentación

Arturo Vera Hernández Ph.D. (CINVESTAV)
Bioinstrumentación

Gerardo Rodríguez Reyes Ph.D. (INR-LGII)
Ingeniería Biomédica

Investigación Sociomédica

Hugo Sandoval Zamora M.Sc. (INR-LGII)
**Editor Asociado
Investigación Sociomédica**

Anabella Barragán Solís Ph.D. (INAH)
Antropología Social

Filiberto Toledano Toledano Ph.D. (INR-LGII)
Trabajo Social

Comité Internacional

Francisco J. Blanco MD., Ph.D.
(Hospital Universitario de A Coruña-ESP)

Wagner Coelho de Albuquerque Pereira Ph.D.
(Universidade Federal do
Rio de Janeiro, BRA)

Alejandro Madrigal, Ph.D.
(University College London, UCL)

Fernando Morales Montero Ph.D.
(Universidad de Costa Rica-CR)

Carlos Negreira Ph.D.
(Universidad de la República, URU)

Anthony Reginato MD., Ph.D.
(Rhode Island Hospital-USA)

Álvaro Rendón Ph.D.
(INSERM-U592-FRA)

Luis Velázquez Pérez MD., Ph.D.
(Academia de Ciencias-CUB)

Steve J. Winder Ph.D.
(University of Sheffield-UK)

Didier Wolf Ph.D.
(Centre de Recherche en Automatique de
Nancy Université de Lorraine, FRA)

Antonio Ramos Ph.D.
(Instituto de Física de la Información, ESP)

Catherine Disselhorst-Klug Ph.D.
(RWTH AACHEN, GER)

Yehuda Shoenfeld
Professor of Medicine (Emeritus),
Tel Aviv University, Israel

Israel Ramírez Sánchez
Universidad de San Diego, USA

Asesores

Asesores Médicos y Tecnológicos

Luis Fernando Alcocer Díaz MD., M.Sc. (Atlas FC)
Medicina del Deporte

Elsa Carolina Laredo Sánchez MD. (INR-LGII)
Anestesiología

Marlene Alejandra Rodríguez
Barragán MD., M.Sc. (INR-LGII)
Rehabilitación

Ofelía Natsuko Taniyama López MD., M.Sc. (INR-LGII)
Otorrinolaringología

Martín de Jesús Sánchez Zúñiga MD.
Medicina Crítica

Oscar Yáñez Suárez M.Sc.
Procesamiento y análisis de Información Cerebral

Diseño y Desarrollo Web

Marco Antonio Núñez Gaona M.Sc.
Coordinación de Diseño y Desarrollo Web

Heriberto Aguirre Meneses M.Sc.
Diseño y Desarrollo Multimedia



CUERPO DIRECTIVO

Jorge Carlos Alcocer Varela Ph.D.
Secretaría de Salud

Gustavo Reyes Terán Ph.D.
**Comisión Coordinadora de Institutos Nacionales
de Salud y Hospitales de Alta Especialidad**

Carlos Pineda Villaseñor Ph.D.
Dirección General

Luis Camilo Ríos Castañeda Ph.D.
Encargado de la Dirección de Investigación

Álvaro Lomelí Rivas Ph.D.
Dirección Médica

Juan Antonio Madinaveitia Villanueva Ph.D.
Dirección Quirúrgica

Matilde Loreto Enríquez Sandoval Ph.D.
Dirección de Educación en Salud

Lic. Humberto Moheño Diez
Dirección de Administración

CONSEJO EDITORIAL

Juan Manuel Alvarado Orozco Ph.D. (CIDESI)
Teresita Corona Vázquez MD. Ph.D. (UNAM)
Enrique Graue Wiechers MD., Ph.D. (UNAM)
Rosalinda Guevara Guzmán MD., Ph.D. (UNAM)
Alberto Lifshitz Guinzberg MD. (IMSS)
Jaime Mas Oliva MD. Ph.D. (UNAM)
Verónica Medina Bañuelos Ph.D. (UAM-I)
Horacio Merchant Larios MD. Ph.D. (UNAM)
Manuel Ruíz de Chávez MD. M,Sc. (UNAM)

Investigación en Discapacidad. Año 9, Número 3, Septiembre-Diciembre 2023. Es una publicación cuatrimestral editada y distribuida por el Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», Calzada México-Xochimilco 289. Col. Arenal de Guadalupe. CP. 14389. Alcaldía Tlalpan. México, CDMX. **Editor responsable:** Dr. Luis Javier Jara Quezada. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo N° 04-2021-112319585200-102. ISSN en trámite. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Licitud de Título y Certificado de Contenido núm. 17483. Otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Diseñada, producida e impresa por Graphimedic, SA de CV, Coquimbo 936, Col. Lindavista, CP. 07300, Alcaldía Gustavo A. Madero, México, CDMX. Tels. 55 8589 8527 al 32. Este número se terminó de imprimir el 25 de Septiembre de 2023 con un tiraje de 1,000 ejemplares. El contenido de los artículos, así como las fotografías son responsabilidad exclusiva de los autores. La reproducción parcial o total sólo podrá hacerse previa autorización del editor de la revista. Toda correspondencia debe ser dirigida al Editor responsable a los correos electrónicos: indiscap@inr.gob.mx; indiscap@gmail.com

Imagen de la portada: En flechas amarillas se señalan los mecanismos principales asociados a la sarcopenia en el cáncer.

EDITORIAL

89 Nuevos tiempos para la investigación en discapacidad

Luis Camilo Ríos Castañeda

ARTÍCULOS ORIGINALES

91 Análisis de componentes principales para la identificación de variables sensibles en la ejecución del gesto motor y desarrollo de una red neuronal artificial como herramienta auxiliar en la clasificación del rendimiento deportivo en taekwondoínes elite de la Ciudad de México

José Gilberto Franco-Sánchez, Andrea Pegueros-Pérez, Héctor Rafael Puig-Hernández, Diego Mirabent-Amor, Francisco Figueroa-Cavero, Gabriel Vega-Martínez, Virginia Bueyes-Roiz, Leonardo Eliú Anaya-Campos, Paris Joaquín Velasco-Acosta, Ivett Quiñones-Urióstegui

102 Los pacientes con diabetes tipo II tienen mayor riesgo de fracturas subsecuentes más allá del periodo de riesgo inminente: un análisis de supervivencia

Roberto Coronado-Zarco, Andrea Olascoaga-Gómez de León, Jimena Quinzaños-Fresnedo, Andrés Olascoaga-Herrera, Karla Zarco-Ordoñez, Nidia Cristina Centeno-Morales, Manuel Osvaldo Castillo-Macías

109 Alteraciones lingüísticas en niños con y sin TDAH según subtipo clínico evaluado con la prueba BLOC-S-R

Elizabeth Zambrano-Sánchez, José A Martínez Cortéz, Yolanda del Río Carlos, Minerva Dehesa Moreno, Norma A Sánchez Cortés, Jorge Villalpando Hernández, Ana Lilia Dotor Llerena, María del Consuelo Martínez-Wbaldo, Tanya E Ruiz Cervantes

115 Diseño, construcción y validación del cuestionario de habilidades emocionales para escolares (CHENE) Prueba piloto

Elizabeth Zambrano Sánchez, José A Martínez Cortez, Yolanda del Río Carlos, Minerva Dehesa Moreno, Norma A Sánchez Cortés, Jorge Villalpando Hernández, Ana Lilia Dotor Llerena

129 Uso de cubrebocas en pacientes con parálisis facial periférica idiopática: ¿un enmascaramiento socialmente positivo en tiempos de COVID-19?

Gabriela Flores-Mondragón, Saúl Renán León-Hernández, Edna Carrillo-Pacheco, Norma Angélica Hernández-Campos, Osvaldo Ángeles Zavala, Marco Antonio Flores Mondragón, Rogelio Paniagua Pérez, Javier González Damián, Shendel Fernanda Galicia Frago, Gabriel Vega Martínez, Carlos Francisco-Argüelles

ARTÍCULO DE REVISIÓN

136 El músculo y el cáncer: una relación bidireccional. Fisiopatología y consecuencias

Lluvia Itzel León-Reyes, Patricia Canto, Ramón M Coral-Vázquez



EDITORIAL

89 ***New times for disability Research***

Luis Camilo Ríos Castañeda

ORIGINAL ARTICLES

91 ***Principal components analysis for the identification of sensitive variables in the execution of the motor gesture and the development of an artificial neural network as an auxiliary tool in the classification of sports performance in elite taekwondo athletes from Mexico City***

José Gilberto Franco-Sánchez, Andrea Pegueros-Pérez, Héctor Rafael Puig-Hernández, Diego Mirabent-Amor, Francisco Figueroa-Cavero, Gabriel Vega-Martínez, Virginia Bueyes-Roiz, Leonardo Eliú Anaya-Campos, París Joaquín Velasco-Acosta, Ivett Quiñones-Urióstegui

102 ***Patients with type II diabetes have an increased risk of subsequent fractures beyond imminent risk period: a survival analysis***

Roberto Coronado-Zarco, Andrea Olascoaga-Gómez de León, Jimena Quinzaños-Fresnedo, Andrés Olascoaga-Herrera, Karla Zarco-Ordoñez, Nidia Cristina Centeno-Morales, Manuel Osvaldo Castillo-Macías

109 ***Linguistic alterations in children with and without ADHD by clinical subtype evaluated with the BLOC-S-R test***

Elizabeth Zambrano-Sánchez, José A Martínez Cortéz, Yolanda del Río Carlos, Minerva Dehesa Moreno, Norma A Sánchez Cortés, Jorge Villalpando Hernández, Ana Lilia Dotor Llerena, María del Consuelo Martínez-Wbaldo, Tanya E Ruiz Cervantes

115 ***Design, construction and validation of the emotional skills questionnaire for school children (QESSC) Pilot test***

Elizabeth Zambrano Sánchez, José A Martínez Cortez, Yolanda del Río Carlos, Minerva Dehesa Moreno, Norma A Sánchez Cortés, Jorge Villalpando Hernández, Ana Lilia Dotor Llerena

129 ***The use of face masks in patients with idiopathic peripheral facial palsy: a socially positive event in times of COVID-19?***

Gabriela Flores-Mondragón, Saúl Renán León-Hernández, Edna Carrillo-Pacheco, Norma Angélica Hernández-Campos, Osvaldo Ángeles Zavala, Marco Antonio Flores Mondragón, Rogelio Paniagua Pérez, Javier González Damián, Shendel Fernanda Galicia Frago, Gabriel Vega Martínez, Carlos Francisco-Argüelles

REVIEW ARTICLE

136 ***Muscle and cancer: a bidirectional relationship. Pathophysiology and consequences***

Lluvia Itzel León-Reyes, Patricia Canto, Ramón M Coral-Vázquez



Nuevos tiempos para la investigación en discapacidad

New times for disability Research

Luis Camilo Ríos Castañeda*

La investigación científica de la discapacidad es un tema muy relevante para la agenda de salud mundial. De acuerdo con datos recientes de la Organización Mundial de la Salud, al menos 16% de la población mundial vive con discapacidad,¹ aunque este porcentaje se incrementa considerablemente en países en desarrollo. Esto significa que al menos una de cada seis personas en el mundo experimenta una discapacidad que limita su calidad de vida. Las personas con discapacidad tienen el doble de riesgo de padecer comorbilidades como depresión, infarto cerebral, diabetes y otras enfermedades crónico-degenerativas. La investigación sobre la discapacidad es, entonces, un imperativo para países y organizaciones dedicadas a la atención de la salud.

En el Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) la investigación sobre la discapacidad se realiza en todas las áreas y con todos los enfoques metodológicos, científicos, tecnológicos y de innovación. Esto implica que la revista *Investigación en Discapacidad*, Órgano de Difusión Científica del Instituto, tenga un muy variado grupo de revisores y editores que ayudan a elevar la calidad de los artículos que en ella se publican. Por esta razón, en este número de la revista se ha incluido a tres nuevos investigadores del (INR), que aportarán su experiencia y conocimientos como editores adjuntos: los doctores Carlos Alejandro Martínez Armenta, Jessica Cantillo Negrete y Carlos Enrique Suárez Ahedo, los tres, entusiastas investigadores jóvenes.

Provenientes de las distintas áreas del conocimiento humano, desde la ingeniería biomédica hasta la medicina clínica y la investigación básica los nuevos editores asociados no sólo participarán en el proceso de revisión de manuscritos, sino también apoyarán para dar un nuevo impulso a la revista, de acuerdo con lo que esta administración quiere imprimirle. Doy la bienvenida a los nuevos editores asociados y les deseo toda clase de éxitos en su participación editorial.

Como encargado de despacho de la dirección de investigación del instituto, este es el primer editorial que escribo y es necesario agradecer esta magnífica oportunidad de dirigirme al público de la revista con el fin de hacer una invitación abierta a todos los que deseen publicar sus resultados de investigación con nosotros. Estamos en un proceso de transformación para lograr que la revista sea incluida en los mejores índices y catálogos de publicaciones científicas del mundo. Con este empeño, en la elaboración de los próximos números ya estaremos trabajando con una nueva plataforma de internet para lograr una mejor atención a los manuscritos y a los autores.

* Encargado del despacho de la Dirección de Investigación.

Correspondencia:
Luis Camilo Ríos Castañeda
E-mail: camrios@yahoo.com



Citar como: Ríos CLC. Nuevos tiempos para la investigación en discapacidad. Invest Discapacidad. 2023; 9 (3): 89-90. <https://dx.doi.org/10.35366/112693>



Debido a la recepción de una mayor cantidad de manuscritos, también se ha decidido incrementar el número de páginas de los próximos ejemplares de la revista. Estamos avanzando y queremos hacer partícipes a nuestros autores y lectores de este nuevo impulso.

Esperamos que éstas y otras acciones impulsadas por el Editor en Jefe de la Revista, el Dr. Luis Javier Jara Quezada, lleven una mejora continua para posi-

cionar a la revista como un referente internacional de investigación en discapacidad.

Referencia

1. World Health Organization. Disability. Geneva: WHO; 2023. Available in: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/disability-and-health>

Análisis de componentes principales para la identificación de variables sensibles en la ejecución del gesto motor y desarrollo de una red neuronal artificial como herramienta auxiliar en la clasificación del rendimiento deportivo en taekwondoínes elite de la Ciudad de México

Principal components analysis for the identification of sensitive variables in the execution of the motor gesture and the development of an artificial neural network as an auxiliary tool in the classification of sports performance in elite taekwondo athletes from Mexico City

José Gilberto Franco-Sánchez,* Andrea Pegueros-Pérez,* Héctor Rafael Puig-Hernández,* Diego Mirabent-Amor,* Francisco Figueroa-Cavero,* Gabriel Vega-Martínez,* Virginia Bueyes-Roiz,† Leonardo Eliú Anaya-Campos,† Paris Joaquín Velasco-Acosta,† Ivett Quiñones-Urióstegui†

Palabras clave:

taekwondo, gesto motor, clasificación deportiva, análisis de componentes principales, red neuronal artificial.

Keywords:

taekwondo, motor gesture, sports classification, principal component analysis, artificial neural network.

Resumen

Introducción: la clasificación deportiva es una tarea diaria en la vida del atleta. Es importante relacionar el resultado de las pruebas realizadas a un taekwondoín con la eficiencia de la ejecución de su gesto motor fundamental, la patada, que representa 80% de la actividad en competencia. **Objetivo:** contar con una herramienta que permita identificar y clasificar, utilizando las variables más sensibles (antropométricas y fisiológicas) y relacionarlas con la eficiencia deportiva de una muestra de taekwondoínes de la CDMX. **Material y métodos:** estudio transversal descriptivo para el análisis de 202 variables obtenidas de 74 evaluaciones para identificar aquéllas de mayor variabilidad que permitan la estratificación de la población utilizando análisis de componentes principales y su clasificación en cuatro niveles de aptitud, utilizando una red neuronal artificial. **Resultados:** se obtienen 19 parámetros que representan más de 50% de la información contenida en los datos



Citar como: Franco-Sánchez JG, Pegueros-Pérez A, Puig-Hernández HR, Mirabent-Amor D, Figueroa-Cavero F, Vega-Martínez G et al. Análisis de componentes principales para la identificación de variables sensibles en la ejecución del gesto motor y desarrollo de una red neuronal artificial como herramienta auxiliar en la clasificación del rendimiento deportivo en taekwondoínes elite de la Ciudad de México. Invest Discapacidad. 2023; 9 (3): 91-101. <https://dx.doi.org/10.35366/112694>



* Medicina del Deporte.

‡ Laboratorio de Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación.

Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra». CDMX, México.

Correspondencia:

Gabriel Vega-Martínez

E-mail: gvega@inr.gob.mx;
gvegam@outlook.com

Recibido: 12 de Diciembre de 2022

Aceptado: 19 de Julio de 2023

que representan a la población de estudio y se establecen límites con significancia estadística que permiten caracterizar a los atletas identificando debilidades y fortalezas. Se obtuvo una eficiencia de clasificación de 87.5%. **Conclusión:** el uso de tecnologías en el análisis de datos y clasificación basados en inteligencia artificial es una propuesta diferente que busca emular el trabajo realizado por los entrenadores en el proceso de clasificación de los deportistas.

Abstract

Introduction: sports classification is a daily task in the athlete's life. It is important to relate the results of the tests performed on a taekwondoist with the efficiency of the execution of their fundamental motor gesture, the kick, which represents 80% of the activity in competition. **Objective:** the aim is to have a tool that allows to identify and classify the most sensitive variables (anthropometric and physiological) and relate them to the sports efficiency of a sample of taekwondo athletes from Mexico City. **Material and methods:** descriptive cross-sectional study for the analysis of 202 variables gathered from 74 evaluations towards the identification of those with the greatest variability, to stratify the population using principal component analysis and to classify it into four levels of aptitude, using an artificial neural network. **Results:** athletes characterization, identifying weaknesses and strengths, was performed by the representation of more than 50% of the information contained in 19 parameters that are obtained from the data to represent the study population and limit points with statistical significance. Classification efficiency was 87.5%. **Conclusion:** the use of technology tools in the analysis of data and classification based on artificial intelligence is a different proposal that seeks to emulate the work done by coaches in the process of classifying athletes.

INTRODUCCIÓN

Tres rounds de 2 minutos, con un minuto de descanso entre cada asalto es la dinámica de la competencia de un taekwondoísta. En esos minutos de combate el atleta debe ser eficiente en la ejecución de gestos motores para lograr el rendimiento deportivo; que es evaluado como el logro de objetivos alcanzados y los recursos utilizados en la tarea. Es reflejo de un compromiso entre capacidades físicas,¹ psicológicas² y nutricionales.³ Cada disciplina deportiva exige diferentes perfiles para lograr el éxito; son características que pueden ser agrupadas en parámetros antropométricos,⁴ fisiológicos⁵ y cinemáticos.⁶ Las habilidades son otro aspecto importante en los objetivos de un atleta, siendo parámetros que posterior a una intervención pueden mejorar.⁷ La clasificación de un deportista es un proceso complejo y en ocasiones subjetivo. En el deporte, la clasificación no sólo responde a aspectos de seguridad, sino también al principio de competición justa,⁸ por lo cual se definen y agrupan aquellos parámetros, la edad, por ejemplo, que permitan establecer categorías en la búsqueda de una competencia en igualdad de condiciones. Las variables de clasificación más reportadas en la literatura y que describen el perfil de un taekwondoísta son: un porcentaje medio de grasa corporal de aproximadamente $7.5 \pm 1.5\%$ para los atletas masculinos y femeninos internacionales, una potencia anaeróbica pico para competidores

masculinos, categoría internacional de 11.8 ± 2.0 W/kg y femeninos entre 10.2 ± 2.5 W/kg, un $VO_2\max$ de atletas internacionales masculinos y femeninos que oscila entre 55.8 ± 3.9 , y otras como la fuerza, velocidad, agilidad y flexibilidad.⁹

Aún con las descripciones mencionadas son los equipos técnicos y entrenadores los que identifican las potencialidades y debilidades en los atletas en la ejecución deportiva. Ante la capacidad tecnológica actual con la que se pueden utilizar diversos tipos de sensores y registrar un mayor número de parámetros de diferentes pruebas, surge la necesidad de proponer algoritmos que puedan procesar esta cantidad de datos, pero sobre todo integrar y ponderar cada prueba para identificar potencialidades y debilidades de manera similar a la tarea de los entrenadores. En el campo de la inteligencia artificial es donde se reportan diversas propuestas para esta tarea, que van desde la enseñanza de la práctica deportiva,¹⁰ hasta el análisis de la ejecución de la patada,¹¹ la clasificación de diversos tipos de patada,¹² pero sobre todo las potenciales aplicaciones que podrán desarrollarse.¹³

Para poder relacionar los resultados de las evaluaciones con la ejecución de la patada es necesario el uso de herramientas tecnológicas, desarrollar algoritmos capaces de aprender relaciones no lineales en los datos, con la capacidad para aprender patrones y relaciones complejas. Estas herramientas son útiles para clasificar a un deportista en diferentes niveles de

aptitud física debido a su capacidad de aprendizaje, extracción automática de características, manejo de datos complejos, adaptabilidad y escalabilidad. Esto permite una clasificación novedosa, precisa y automatizada en comparación con otros enfoques.

En el presente trabajo se propone la utilización de dos algoritmos para el manejo de datos obtenidos de diversas pruebas realizadas a taekwondoínes elite de la Ciudad de México. El primero, el análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés), para la identificación de los parámetros con más variabilidad que permitan caracterizar al taekwondoín; y el segundo, la arquitectura de una red neuronal artificial (RNA) que integre los datos obtenidos por el PCA, pondere los resultados de las pruebas y clasifique al atleta en cuatro niveles de aptitud física: óptima, buena, promedio y mejorable.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio transversal descriptivo que se basa en el uso de algoritmos para el procesamiento de datos basados en inteligencia artificial. La muestra está conformada por 43 atletas mexicanos, 31 de los deportistas cuentan con 5 a 7.7 años de práctica, 10 deportistas con una experiencia entre 7.7 y 10.4 años de práctica y dos deportistas con más de 10 años de experiencia, 11 de ellos con experiencia en olimpiadas nacionales y participando en los primeros lugares. El resto se distingue en competencias estatales, nacionales e internacionales. A estos deportistas se les realizaron 74 evaluaciones (algunos cuentan con dos evaluaciones). Todos ellos afiliados a la Asociación Capitalina de Taekwondo, A.C. de la Ciudad de México y a quienes se les explicó detalladamente los propósitos de las pruebas. Se obtuvo asentimiento y consentimiento informado y fueron integrados al protocolo registrado ante el Comité de Investigación y Ética del Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra» (INR LGII) en la Ciudad de México (INR 13/20 AC).

Pruebas

Cada evaluación realizada a los atletas está compuesta por seis pruebas: análisis de composición corporal por bioimpedancia eléctrica, valoración isocinética de la fuerza muscular de tren inferior, determinación de potencia anaeróbica (salto vertical), determinación de la coordinación y equilibrio y finalmente determinación de los tiempos de reacción-decisión. Todas las pruebas se realizaron por la mañana y en la secuencia mencionada, con intervalos de recuperación, además

se realizaron pruebas complementarias y de seguridad de acuerdo con los criterios de la Subdirección de Medicina del Deporte del INR LGII.

El equipo que se utilizó para la prueba de composición corporal es el INBODY 370s, el tiempo de la evaluación es de 15 segundos, durante los cuales se registran 18 parámetros.

La valoración isocinética es una prueba que permite evaluar la fuerza máxima que produce la musculatura en la articulación de la rodilla en todo el rango de movimiento y se utilizó un dinamómetro electrónico BIODEX, modelo System 4 Pro. El protocolo se realiza a velocidades angulares de 30, 60 y 90°/seg para determinar fuerza, trabajo y potencia. Se registran 18 parámetros por cada atleta.

La potencia aeróbica es la capacidad que tiene un atleta para realizar actividades físicas intermitentes y de alta intensidad. Para su medición se hace uso de una plataforma de contacto MICHECEVI. El protocolo utilizado exige que el atleta realice 10 saltos continuos sin parar realizando su máximo esfuerzo. Se registran ocho parámetros por cada atleta.

Para la prueba de coordinación y equilibrio, se utilizó el sistema NeuroCom® Balance Master que proporciona una evaluación del control sensorial y voluntario del equilibrio motor. Ésta es una de las pruebas más exigentes, con duración aproximada de 30 minutos, y consta de cinco etapas en las que se cuantifica: 1) la capacidad del atleta de mantener la bipedestación; 2) cómo se desplaza el centro de gravedad del atleta en plataforma firme y posteriormente en plataforma inestable; 3) la influencia de los órganos sensoriales sobre el equilibrio estático de manera unilateral; 4) la velocidad de balanceo; y 5) la capacidad del atleta de mover el centro de gravedad voluntariamente. Los resultados de esta prueba se registran utilizando 128 parámetros por atleta.

Los tiempos de reacción-decisión se evaluaron en el Laboratorio de Análisis de Movimiento y Rehabilitación del INR LGII. Se ejecutaron diversos gestos motores que corresponden a la patada en un espacio libre donde la zona de impacto consistió en una estructura diseñada específicamente para la prueba. Se montaron dos cojines de contacto a dos alturas diferentes y con soportes laterales para colocar 4 pods, elementos funcionales de la plataforma de estimulación visual-motora (T-sensors. Therapy and Testing Medical Technologies®, México).

Se evaluaron diferentes estilos de patadas: *Cut* (patada recta), *Chigo chagui* (patada circular descendente), *Dollyo chagui* (patada lateral superior) y *Pi chagui* (patada lateral inferior). Las patadas se realizaron con

ambas piernas en seis ocasiones cada una, con tiempos de descanso entre 20 y 30 segundos entre repeticiones.

Se evaluaron dos tipos de estímulo con cada tipo de patada y con cada pierna: 1) estímulo visual no condicionado, se generó un estímulo visual al sitio que previamente se indicaba al atleta (arriba o abajo) y a partir del cual debía realizar la patada. 2) Estímulo visual condicionado, prueba en la que se generó el estímulo visual de forma aleatoria y dependiendo del sitio donde encendiera el pod (arriba o abajo) se ejecutaba la patada. Los resultados de la prueba se registran utilizando 30 parámetros por cada atleta.

1. Análisis de componentes principales

Los resultados de las cinco pruebas realizadas en cada evaluación del atleta suman un total de 202 parámetros. Todos estos valores con la característica común de estar altamente correlacionados entre sí (positiva o negativamente).

Esta condición en los datos es denominada multicolinealidad y, aunque algunos autores definen que esto se presenta por experimentos mal diseñados, suele observarse con datos utilizados para definir estados de salud. Una técnica para poder abordar esta característica de los datos es el PCA, el cual es un algoritmo de aprendizaje no supervisado cuyo objetivo es identificar estructuras no observadas en los datos. Su uso también es recomendado cuando se tienen más variables que tamaño de muestra. Su aplicación se basa en la rotación y proyección de datos con la finalidad de reducir dimensiones. El algoritmo toma un número n de dimensiones (parámetros) e identifica las principales fuentes de variabilidad. Cada una de las cinco pruebas es procesada utilizando la técnica PCA e implementada

usando el *software* RStudio (R Core Team 2022). Se seleccionan los parámetros de la primera dimensión y que representan más de 50% de la información, los resultados de cada prueba son almacenados en lo que se denomina como vector de características, conformado por los parámetros más sensibles de cada una de las cinco pruebas realizadas al atleta.

2. Red neuronal artificial

La clasificación del rendimiento y técnica deportiva debe estar representada por parámetros cuantitativos y cualitativos. Esta ponderación la realizan los entrenadores, quienes además de valores objetivos agregan datos como experiencia, competencias ganadas, estado psicológico, estrés y otras. Existen pocos ejemplos en la literatura que utilicen una batería de prueba tan diversa como la que se presenta en este trabajo y para poder integrarlos se propone el uso de una RNA. Su nombre proviene de su símil con el funcionamiento de una neurona biológica y está estructurada por tres capas: entrada, oculta y de salida. Se utilizan varias neuronas interconectadas y con un proceso iterativo (aprendizaje supervisado), se ajustan los pesos sinápticos, y se establece una relación entre los valores de entrada y los valores de salida. La arquitectura de la RNA utilizada es un perceptrón multicapa con tipo de conexión recurrente y totalmente conectada. El tipo de aprendizaje es por retropropagación Levenberg-Marquardt. Los conjuntos de entrenamiento y prueba tienen una proporción 75/25. El número de neuronas en la capa de entrada es de 28 para la arquitectura de las mujeres y de 36 para la de hombres con tres capas intermedias y cuatro neuronas en la capa de salida, cada una relacionada con los cuatro niveles de clasificación propuestos: óptimo,

Tabla 1: Perfil de la población en cada grupo propuesto.

	Mujeres (N = 17)	Hombres (N = 26)	p
Edad [años]	16.6 ± 1.8	16.6 ± 1.7	0.25*
Peso [kg]	62.4 ± 9.6	62.5 ± 9.8	0.08*
Talla [cm]	164.2 ± 26.9	164.4 ± 27.5	0.0001 ^{†,§}
IMC [kg/m ²]	22 ± 2.4	21.9 ± 2.4	0.18*
Porcentaje de grasa corporal	23.3 ± 7.7	22.9 ± 7.2	0.0001 ^{*,§}
Porcentaje de masa muscular	42.1 ± 5.4	42.4 ± 5.4	0.0001 ^{†,§}
Práctica de taekwondo [años]	7.4 ± 2.8	7.4 ± 2.9	0.43*

Los valores se expresan como media ± desviación estándar.

* Prueba t pareada. [†] Prueba U de Mann-Whitney. [§] Significancia estadística (p < 0.05).

bueno, promedio y mejorable. El procesamiento se ha implementado utilizando el software MATLAB® (The MathWorks, Inc.). La eficiencia de la arquitectura de la RNA se logra cuando se clasifica correctamente al menos a 85% de los atletas y para validar los resultados se utilizó la matriz de confusión.

Análisis estadístico

Para evaluar la normalidad de las variables se utiliza la prueba Shapiro-Wilk. Para los cambios intragrupo se utilizó la prueba t pareada para muestras independientes y la prueba de U de Mann-Whitney. Para diferenciar los cuatro niveles de clasificación en cada una de las evaluaciones se utiliza la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis asumiendo que los datos no siguen una distribución normal. Aun cuando esta prueba puede manejar muestras de diferentes tamaños todas tuvieron la misma longitud. En todos los casos, el nivel de significancia fue determinado por $p < 0.05$.

RESULTADOS

La edad promedio de los participantes fue de 16.5 ± 1.8 años y para realizar el análisis de los datos la muestra se dividió en dos grupos, el primero conformado por 17 mujeres con 28 evaluaciones y el segundo compuesto por 26 hombres y 36 evaluaciones. Los atletas evaluados tienen perfiles similares en cada uno de los grupos, como se presentan en la *Tabla 1*.

El análisis de componentes principales realizado en R consta de cinco etapas: 1) normalización de los datos; 2) cálculo de los valores PCA para cuantificar como aportan las dimensiones y el porcentaje de varianza de cada parámetro; 3) análisis de contribución de cada uno de los parámetros que componen la prueba (*Figura 1A*); 4) la variable más sensible se divide en cuatro grupos utilizando el método k-medias (*Figura 1B*); y 5) se realiza prueba estadística para validar las diferencias entre los grupos propuestos (*Figura 1C*).

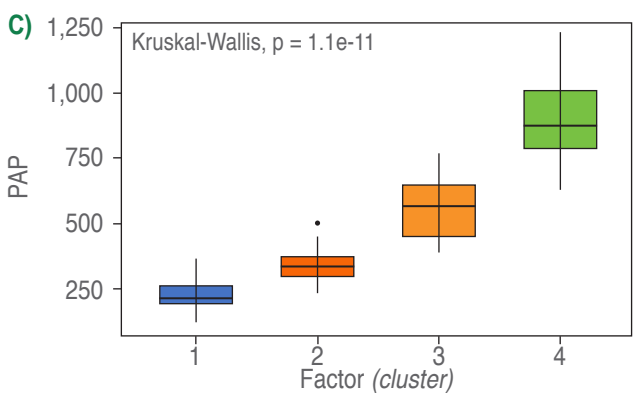
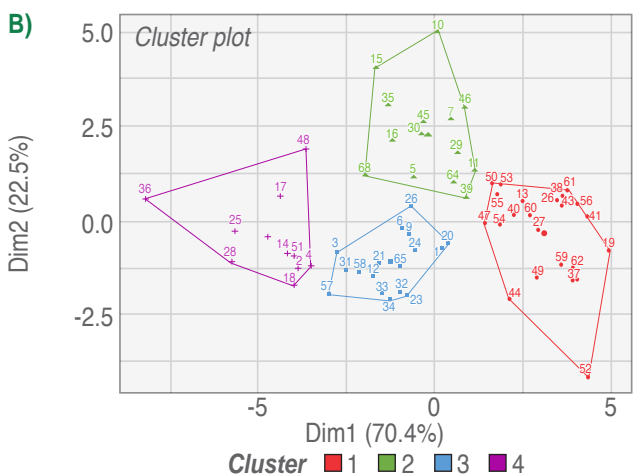
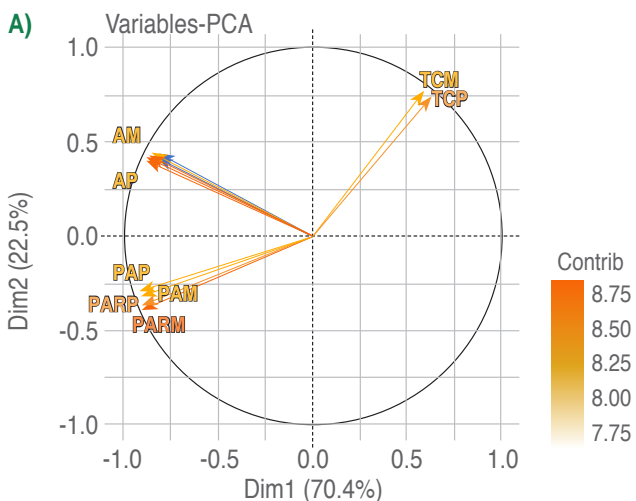


Figura 1: A) Dimensiones y aporte de los resultados por análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés) para la prueba de potencia anaeróbica. **B)** Significancia estadística en el agrupamiento de cuatro clases utilizando el método de k-medias y el parámetro con más variabilidad (PAP [potencia anaeróbica promedio]). **C)** Cuatro clústeres para clasificación, cada número representa a un atleta, se observa como la variable PAP permite la segmentación de los datos.

AM = altura mejor (cm). AP = altura promedio (cm). TCM = tiempo de contacto mejor (ms). TCP = tiempo de contacto promedio (ms). PAP = potencia anaeróbica promedio (Watts). PAM = potencia anaeróbica mejor (Watts). PAR = potencia anaeróbica relativa (Watts/Kg).

Los parámetros con más variabilidad y que permiten establecer cuatro grupos con significancia estadística en la primera dimensión son: a) para el análisis de composición corporal son tres: masa grasa segmental derecha, izquierda y masa musculo esquelética; b) para la valoración isocinética de la fuerza son cuatro: valor real de flexores y extensores tanto derechos como izquierdos; c) con respecto a la determinación de potencia anaeróbica son cuatro: potencia absoluta y relativa expresada en el valor máximo y promedio; d) en la determinación de la coordinación y equilibrio se seleccionan cuatro parámetros de la etapa *Weight Bearing-Squat* a 30 y 60 grados en lado izquierdo y derecho; y finalmente e) la determinación de los tiempos de reacción-decisión, en donde se seleccionan la patada *Cut* izquierda y derecha con estímulo condicionado y la patada *Chigo chagui* izquierda y derecha con estímulo no condicionado. Con esto el vector de características queda conformado por 19 parámetros provenientes de las cinco pruebas de cada evaluación de los atletas.

Con el agrupamiento utilizando el método k-medias se establecen valores máximos y mínimos dentro de cada una de las opciones de clasificación propuestas: óptimo, bueno, promedio y mejorable. Este proceso permite establecer los límites para clasificar a los taekwondoínes en cuatro niveles de aptitud física. En la *Tabla 2* se reportan los límites obtenidos por PCA para las pruebas de análisis de composición corporal por bioimpedancia eléctrica, valoración isocinética de la fuerza muscular de tren inferior y determinación de potencia anaeróbica (salto vertical). En la *Tabla 3* se reportan los límites obtenidos por PCA para las pruebas de determinación de la coordinación y equilibrio y finalmente determinación de los tiempos de reacción-decisión.

Los valores de las *Tablas 2 y 3* componen los elementos de entrada de la red neuronal artificial. La red se entrena para clasificar a los atletas en cuatro niveles de aptitud; óptimo, que son los valores máximos encontrados en la muestra de taekwondoínes en el protocolo. Posteriormente el nivel bueno y promedio como etapas intermedias y finalmente, en la muestra estudiada, el nivel mejorable que serían los atletas que tiene los resultados más bajos en las pruebas.

La integración de los parámetros en la RNA para la clasificación del atleta es similar al trabajo realizado por el equipo de entrenadores. No es necesario que un atleta obtenga todos los resultados de sus pruebas en el nivel óptimo para tener un rendimiento deportivo y técnico alto. Se implementan dos arquitecturas

de RNA, una para procesar los resultados de las mujeres y otra para los hombres. Para validar la arquitectura se utiliza la proporción 75/25, 20 registros para entrenar y ocho para prueba en el grupo de las mujeres y 27 para entrenar y nueve para prueba en el grupo de hombres. Para validar a la RNA se utilizan parámetros de atletas que no han sido procesados en ninguna ocasión por la arquitectura desarrollada. Utilizando la matriz de confusión se reporta una clasificación correcta de 87.5%. La velocidad con la que se ejecuta la patada es un parámetro relacionado con la eficiencia del gesto deportivo. Se utilizó este valor para comparar la clase asignada por la RNA a cada atleta y su velocidad de patada registrada. En la *Tabla 4* se presentan ejemplos de la asignación de clases (óptimo, bueno, promedio y mejorable) en los rangos establecidos por PCA. Los números en las celdas representan el identificador del atleta y su posición en la tabla el resultado obtenido para cada uno de los cuatro niveles posibles. La clasificación por la RNA se representa en la tabla con un código de color en la celda de cada atleta, se observa que para la asignación de clase no es necesario que todos los parámetros estén en el mismo rango en las cinco pruebas realizadas. Finalmente, en la columna asignada a la velocidad promedio (evaluación cinemática independiente a las pruebas realizadas) se observa que aquellos atletas que tienen velocidades mayores se relacionan con resultados de las pruebas en las clases óptimo y bueno. De manera contraria, aquellos atletas con velocidades bajas en la ejecución de la patada son asignados a las clases promedio y mejorable.

DISCUSIÓN

En este estudio se clasificó en cuatro niveles de aptitud física a 43 atletas de élite a partir de cinco evaluaciones deportivas. De estas pruebas se obtuvieron 202 variables; la técnica PCA permitió reducirlas a 19 parámetros para representar el conjunto de datos con aquéllos de mayor aporte. Con la implementación de una arquitectura RNA se logró una clasificación con una eficiencia de 87.5%. El análisis presentado también permitió identificar las áreas de oportunidad de mejora para los deportistas.

La clasificación deportiva es un proceso continuo, donde el principal objetivo es identificar potencialidades y debilidades del atleta, por parte de los entrenadores. La literatura se enfoca especialmente en agrupar las variables de clasificación en parámetros

Tabla 2: Valores límites para estratificar a los taekwondoínes utilizando los parámetros de composición corporal, valoración isocinética y potencia anaeróbica.

Análisis de composición corporal	Masa magra segmental (kg)		Masa musculoesquelética (kg)	
	Derecha Máx.-mín.	Izquierda Máx.-mín.	Máx.-mín.	
Mujeres (Kruskal-Wallis, $p = 1.8 \times 10^{-11}$)				
Óptimo	7.75-7.09	7.55-6.98	25.2-23.3	
Bueno	7.07-5.99	6.97-5.95	25.7-22	
Promedio	5.9-5.31	5.71-5.3	22-18.9	
Mejorable	5.3-4.94	5.19-4.93	20.2-20.2	
Hombres (Kruskal-Wallis, $p = 1.8 \times 10^{-11}$)				
Óptimo	11.93-8.88	11.91-8.81	38.5-33.4	
Bueno	8.85-8.42	8.75-8.44	33.5-33.9	
Promedio	8.4-7.58	8.2-7.57	30.4-24.5	
Mejorable	7.36-6.56	7.26-6.52	24.3-23	
Valoración isocinética	Flexores (Nm)		Extensores (Nm)	
	Izquierdos Máx.-mín.	Derechos Máx.-mín.	Izquierdos Máx.-mín.	Derechos Máx.-mín.
Mujeres (Kruskal-Wallis, $p = 6 \times 10^{-07}$)				
Óptimo	82-70.6	90.1-79.3	165.9-132.7	181.9-160.3
Bueno	69.1-62.8	75.8-65.4	136.4-128.2	134.9-132.8
Promedio	62-51.6	59.5-52.6	129.8-122.5	112.9-118.2
Mejorable	51.1-26	51.1-35.4	79.8-58.3	97.4-81.5
Hombres (Kruskal-Wallis, $p = 6 \times 10^{-07}$)				
Óptimo	130.3-90.7	115.4-88	205.7-153.3	219.2-191.7
Bueno	87.9-82.6	81.2-87.2	156.9-139.3	154.6-146.3
Promedio	79.2-70	67.5-59.9	160.6-137.7	140.2-153
Mejorable	69.8-38	66.7-37	134.6-98	126-96
Potencia anaeróbica (PA)	Potencia Anaeróbica Absoluta (W)		Potencia Anaeróbica Relativa (W/kg)	
	Promedio Máx.-mín.	Mejor Máx.-mín.	Mejor Máx.-mín.	Promedio Máx.-mín.
Mujeres (Kruskal-Wallis, $p = 1.1 \times 10^{-11}$)				
Óptimo	860.6-448	970.2-564.9	14.7-8.31	13-6.6
Bueno	401.75-238.6	449.35-264.3	8.74-5.51	7.85-5
Promedio	214.2-203.2	244.9-232.4	3.5-4.56	3.1-4
Mejorable	193.5-125.5	278.2-177.4	5.15-3.7	3.6-2.6
Hombres (Kruskal-Wallis, $p = 1.1 \times 10^{-11}$)				
Óptimo	1232.8-678	1327.4-866.9	18.7-10.7	17.4-8.4
Bueno	661.4-455.1	798.2-472.4	13.76-9.42	11.4-8.9
Promedio	448.9-340	595.9-427.5	9.77-8.38	7.4-6.7
Mejorable	332.3-4.8	371.6-4.8	5.235-4.8	4.65-4.8

Tabla 3: Valores límites para estratificar a los taekwondoínes utilizando los parámetros de coordinación-equilibrio y determinación de los tiempos de reacción-decisión.

Coordinación-equilibrio	Weight bearing/squat			
	Izquierda 30° Máx.-mín.	Derecha 30° Máx.-mín.	Derecha 60° Máx.-mín.	Izquierda 60° Máx.-mín.
Mujeres (Kruskal-Wallis, $p = 1.1 e^{-06}$)				
Óptimo	57-47	43-53	42-51	58-49
Bueno	46-44	54-56	54-54	46-46
Promedio	44-43	56-57	54-66	46-34
Mejorable	42-35	58-65	50-63	50-37
Hombres (Kruskal-Wallis, $p = 1.1 e^{-06}$)				
Óptimo	55-49	45-51	42-53	58-47
Bueno	49-47	51-53	56-56	44-44
Promedio	47-44	53-56	52-58	48-42
Mejorable	44-37	56-63	48-65	52-35
Tiempos de reacción-decisión	Patada <i>Cut</i> con estímulo condicionado arriba (m)		Patada <i>Chigo chagui</i> con estímulo no condicionado (m)	
	Derecha Máx.-mín.	Izquierda Máx.-mín.	Izquierda Máx.-mín.	Derecha Máx.-mín.
Mujeres (Kruskal-Wallis, $p = 1 e^{-07}$)				
Óptimo	0.37-0.53	0.53-0.45	0.96-0.67	0.64-0.57
Bueno	0.54-0.68	0.54-0.76	0.73-0.67	0.71-0.76
Promedio	0.72-0.77	0.83-0.81	0.98-0.74	0.92-0.74
Mejorable	0.79-1.1	0.67-0.54	0.84-1.05	0.77-1.13
Hombres (Kruskal-Wallis, $p = 1 e^{-07}$)				
Óptimo	0.32-0.39	0.27-0.37	0.38-0.47	0.42-0.6
Bueno	0.42-0.56	0.43-0.68	0.55-0.76	0.65-0.7
Promedio	0.58-0.72	0.71-0.95	0.67-0.84	0.75-0.92
Mejorable	0.76-0.82	0.57-0.83	0.58-0.78	0.76-1.1

antropométricos, fisiológicos y cinemáticos; pero son pocos los trabajos que estudian la interacción de estos con la ejecución del gesto motor fundamental del deportista.

En el entrenamiento diario, todo empieza con la búsqueda de talentos en edades tempranas, a los cinco años los niños manifiestan de 20 a 40% de las habilidades motrices que desarrollarán, mientras que las niñas 40 a 60%. En esta etapa una de las variables más utilizadas es la altura, continuando con su crecimiento, entre 11 y 14 años la capacidad aeróbica ya puede ser evaluada, así como el salto vertical y flexiones. De acuerdo con algunas investigaciones la maduración está relacionada con el aumento de fuerza en hombres y una mayor cantidad de grasa en mujeres.

Para evaluar esta maduración se establecen relaciones de las capacidades motrices con la escala de Tanner, en donde efectivamente en las fases III y IV se establecen mejores resultados que en aquellos jóvenes que se encuentran en fase II. Sin embargo, variables como los años de práctica del deporte no permiten establecer una diferencia con esta escala. Para poder competir en igualdad de condiciones es utilizada la edad como categoría de clasificación, pero no es una medida justa ya que la velocidad o ritmo de maduración es diferente para cada joven, en ocasiones un joven de 10 años puede tener un desarrollo similar de alguien con mayor edad.

Por ello, es necesario contar con herramientas que permitan ponderar los resultados de diferen-

Tabla 4: Relación PCA, clase RNA y velocidad promedio en la ejecución de la patada.

	Análisis de composición corporal	Valoración isocinética	Potencia anaeróbica	Coordinación-equilibrio	Tiempos de reacción-decisión	Velocidad promedio en la ejecución de la patada (vel. m/s)
Mujeres						
Óptimo	8	36	36	36	8	36 (4.75)
	36	8		8	36	8 (4.78)
Bueno	1	1	1	37	37	37 (4.61)
	37	37		38	41	1 (4.39)
Promedio	38	14	38		38	38 (4.16)
	14		14			14 (4.08)
Mejorable	41		37			
	40	38	40	40	40	41 (3.66)
	40	40	41	41	14	40 (2.98)
		41	8	14	1	
Hombres						
Óptimo	12	13	7	13	13	7 (4.08)
	7	7	13			13 (4.56)
Bueno	13	12				
		3	3	3	3	3 (4.51)
Promedio			15	15	15	15 (4.17)
			6		7	
Mejorable	33	33	33	12	12	12 (4.06)
			12	6	5	33 (4.03)
Mejorable	3	15	5	7	33	5 (3.74)
	6	6		33	6	6 (3.25)
	15	5		5		
	5					

En cada columna se observa la asignación por PCA de ocho atletas representado por un número de identificador. La asignación de color en cada celda se debe al resultado de la clasificación por la RNA. La última columna contiene la velocidad promedio de la patada de cada atleta.
 PCA = análisis de componentes principales (por sus siglas en inglés). RNA = red neuronal artificial.

tes pruebas objetivamente. El análisis por PCA es útil especialmente en casos con colinealidad de los datos, sobre todo cuando se trata de variables relacionadas con el desempeño. Además, permite establecer rangos estadísticamente significativos seleccionando aquellos parámetros con mayor variabilidad, lo que da como resultado la posibilidad de economizar en el análisis de datos. Asimismo, el análisis PCA utilizando el método k-medias permite caracterizar a los atletas, al asignar los resultados de las pruebas en cuatro posibles niveles de aptitud. En este trabajo se logra reducir el número de parámetros procesados, de 202 a 19, mientras siguen siendo representativos del total de los valores. No se

eliminan los aportes de las demás variables, ya que se utilizan las proyecciones en la primera dimensión, asegurando que esta representa más de 50% de la información de todas las variables. Parte de los retos de este análisis es la homogeneidad de la población analizada (Tabla 1). Por lo que era necesario encontrar un parámetro que permitiera caracterizar a los taekwondoínes identificando las variables sensibles en la disciplina deportiva.

El resultado de la clasificación de la RNA es producto de la integración de los resultados de las cinco pruebas realizadas a los 43 atletas, de manera similar al proceso que realizan los entrenadores (Figura 2). Se diseñaron dos arquitecturas de la RNA, una para

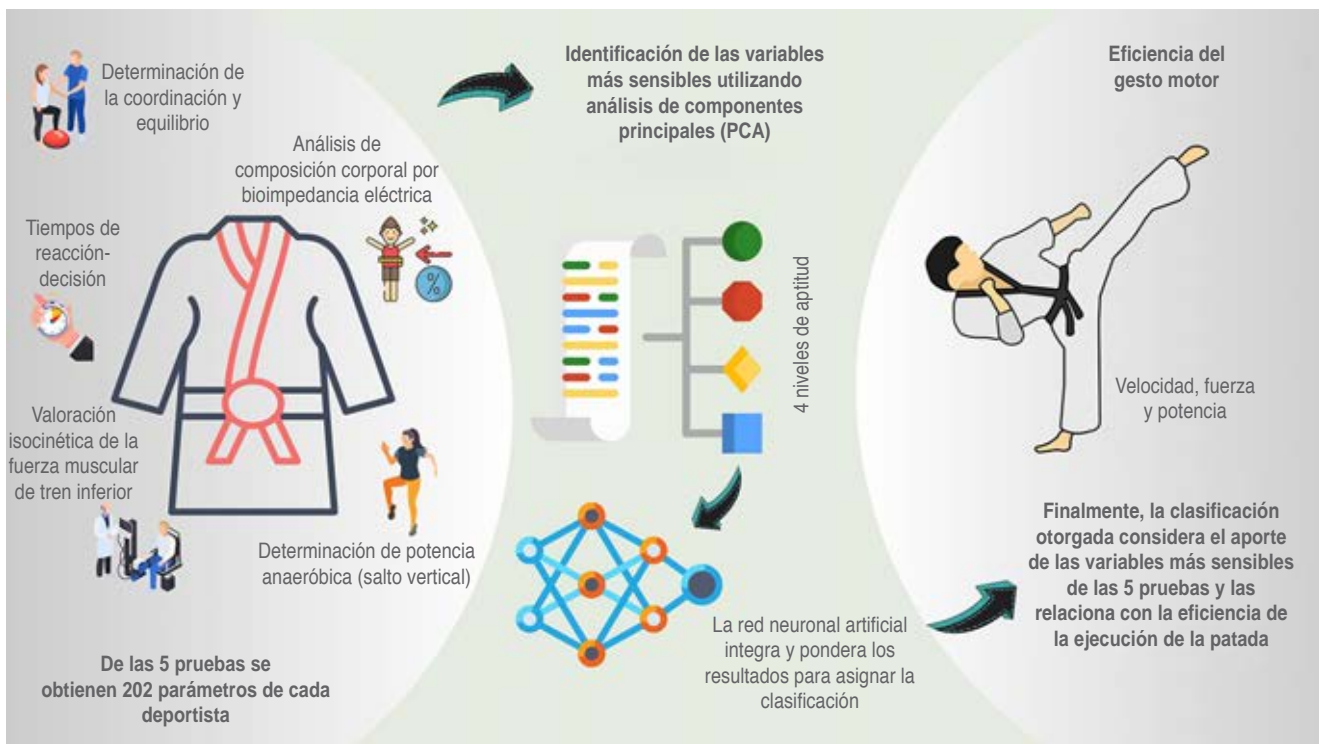


Figura 2: Resumen gráfico. De las 5 pruebas realizadas, se obtienen 202 parámetros de cada deportista. Para la selección de parámetros sensibles y clasificación en 4 niveles de aptitud deportiva se utilizan algoritmos basados en inteligencia artificial. Finalmente, la propuesta desarrollada permite clasificar al deportista considerando la eficiencia en la ejecución del gesto motor fundamental en el taekwondo, la patada.

mujeres y una para hombres, identificando erróneamente sólo uno de cada ocho registros analizados.

El análisis de datos utilizando algoritmos de inteligencia artificial es una herramienta útil en el procesamiento de grandes cantidades de datos. Las diferentes técnicas nos permiten identificar estructuras en los mismos que no son evidentes. La experiencia aquí presentada puede ser utilizada en diversas disciplinas deportivas.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema que permite la identificación de los parámetros principales que definen una población que comparte características, lo que dificulta su estratificación. Se proponen rangos para la clasificación en cuatro niveles de aptitud para 19 parámetros que se obtienen de las cinco pruebas realizadas de los atletas. Su aplicación permite identificar debilidades y fortalezas, y la posibilidad de desarrollar intervenciones para fortalecer el rendimiento deportivo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECTEI) por su apoyo con el proyecto SECTEI/214/219.

Referencias

1. Besson T, Macchi R, Rossi J, Morio CYM, Kunimasa Y, Nicol C et al. Sex differences in endurance running. *Sports Med.* 2022; 52 (6): 1235-1257.
2. Tharawadeepimuk K, Wongsawat Y. Quantitative EEG in sports: performance level estimation of professional female soccer players. *Health Inf Sci Syst.* 2021; 9 (1): 14.
3. Burke LM. Nutritional approaches to counter performance constraints in high-level sports competition. *Exp Physiol.* 2021; 106 (12): 2304-2323.
4. McHugh C, Hind K, O'Halloran A, Davey D, Farrell G, Wilson F. Body mass and body composition changes over 7 years in a male professional rugby union team. *Int J Sports Med.* 2021; 42 (13): 1191-1198.

5. El-Ashker S, Chaabene H, Prieske O. Maximal isokinetic elbow and knee flexor-extensor strength measures in combat sports athletes: the role of movement velocity and limb side. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022; 14 (1): 40.
6. Blanco Ortega A, Isidro Godoy J, Szwedowicz Wasik DS, Martínez Rayón E, Cortés García C, Ramón Azcaray Rivera H et al. Biomechanics of the upper limbs: a review in the sports combat ambit highlighting wearable sensors. *Sensors (Basel).* 2022; 22 (13): 4905.
7. Zemková E, Zapletalová L. The role of neuromuscular control of postural and core stability in functional movement and athlete performance. *Front Physiol.* 2022; 13: 796097.
8. Richter K, Mushett CA, Ferrara MS, McCann C. Integrated classification: a faulted system. *Adapt Phys Activ Q.* 1992; 9: 5-13.
9. Bridge CA, Ferreira da Silva Santos J, Chaabene H, Pieter W, Franchini E. Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Med.* 2014; 44 (6): 713-733.
10. Hailong L. Role of artificial intelligence algorithm for taekwondo teaching effect evaluation model. 2021; 40 (2): 3239-3250.
11. Weian L, Xiaotao L. Application and analysis of taekwondo techniques, tactics, and movement trajectories based on multi-intelligent decision making. *Math Probl Eng.* 2022; 8411550.
12. Dharmmesta RA, Jaya IGP, Rizal A, Istiqomah. Classification of foot kicks in taekwondo using SVM (support vector machine) and KNN (K-nearest neighbors) algorithms. 2022 IEEE International Conference on Industry 4.0, Artificial Intelligence, and Communications Technology (IAICT). Bali, Indonesia: 2022. pp. 36-41.
13. Ke Y. Research on the application of artificial intelligence in taekwondo sport. 2021 2nd International Conference on Big Data & Artificial Intelligence & Software Engineering (ICBASE). Zhuhai, China: 2021. pp. 571-574.

Patients with type II diabetes have an increased risk of subsequent fractures beyond imminent risk period: a survival analysis

Los pacientes con diabetes tipo II tienen mayor riesgo de fracturas subsecuentes más allá del periodo de riesgo inminente: un análisis de supervivencia

Roberto Coronado-Zarco,* Andrea Olascoaga-Gómez de León,*
Jimena Quinzaños-Fresnedo,† Andrés Olascoaga-Herrera,§
Karla Zarco-Ordoñez,* Nidia Cristina Centeno-Morales,§
Manuel Osvaldo Castillo-Macías§

Keywords:

diabetes mellitus, subsequent fracture, fragility fracture, survival analysis.

Palabras clave:

diabetes mellitus, fractura subsecuente, fractura por fragilidad, análisis de supervivencia.

* Orthopedic Rehabilitation Department.
† Neurologic Rehabilitation Department.
§ Rehabilitation Medicine Resident.

Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra». Mexico.

Correspondence:
Roberto Coronado-Zarco
E-mail: rcoronado33mx@gmail.com

Received: March 17, 2023
Accepted: August 8, 2023



Abstract

Introduction: development of subsequent fragility fractures has been linked to previous fractures, age, biological sex and type 2 diabetes mellitus (T2DM). Diabetes may induce osteometabolic disorders that lead to increased fracture risk, relation with subsequent fractures remains unclear. **Objective:** to establish the impact of previous fractures, age, sex, and type 2 diabetes diagnosis on risk of subsequent fractures in patients who had sustained an index hip fracture in time through a survival analysis. **Material and methods:** retrospective, observational and descriptive study. From a database of 670 records of patients aged ≥ 50 years who had sustained an index hip fracture between 2014-2017, with follow-up at least two months. Retrieved information: previous fracture, age, sex, diabetes and subsequent fracture. Statistical analysis: central tendency, dispersion, frequency and percentages, t-Student, χ^2 test, Kaplan-Meier method, log-rank test, Cox regression model. **Results:** we included 570 patients, mean age 80.09 ± 9.45 years, 79.8% women. Mean follow-up time 24.8 ± 20.8 months. Subsequent fractures on 96 cases, the mean time to subsequent fracture was 25.9 ± 19.5 months; of these 56.2% occurred within two years after incident fracture. No associations were found between previous fracture ($p = 0.3$), sex ($p = 0.265$), and diabetes ($p = 0.54$) for subsequent fractures. Survival analysis only found association for subsequent fractures with diabetes ($p = 0.01$) and biological sex ($p = 0.03$). Cox regression analysis model showed an increased risk only for diabetes (HR = 3.8; $p = 0.017$; 95% CI 1.275-11.484). **Conclusion:** patients with type 2 diabetes had an increased risk of developing subsequent fractures in time. Men patients develop subsequent fractures earlier.

Resumen

Introducción: las segundas fracturas por fragilidad han sido vinculadas a fracturas previas, edad, sexo y diabetes. La diabetes puede inducir alteraciones osteometabólicas que incrementan el riesgo de fractura, aunque la relación con segundas fracturas no ha sido aclarada. **Objetivo:** establecer el impacto de fracturas previas, edad, sexo y diabetes tipo 2 en el riesgo de segun-

How to cite: Coronado-Zarco R, Olascoaga-Gómez de León A, Quinzaños-Fresnedo J, Olascoaga-Herrera A, Zarco-Ordoñez K, Centeno-Morales NC et al. Patients with type II diabetes have an increased risk of subsequent fractures beyond imminent risk period: a survival analysis. Invest Discapacidad. 2023; 9 (3): 102-108. <https://dx.doi.org/10.35366/112695>



das fracturas posterior a una fractura índice de cadera en el tiempo a través de un análisis de supervivencia. **Material y métodos:** estudio retrospectivo, observacional y descriptivo, de una base de 670 registros de pacientes ≥ 50 años de edad, con fractura de cadera índice ocurrida entre los años 2014-2017, con seguimiento de al menos dos meses. Los desenlaces considerados fueron: fracturas previas, edad, sexo biológico, diabetes y fracturas subsecuentes. Análisis estadístico: tendencia central, dispersión, frecuencias, porcentajes, t de Student, χ^2 , método de Kaplan-Meier, prueba log-rank, modelo de regresión de Cox. **Resultados:** se incluyeron 570 pacientes, edad media de 80.09 ± 9.45 años, 79.8% sexo femenino. Seguimiento de 24.8 ± 20.8 meses. En 96 casos ocurrieron fracturas subsecuentes en un tiempo de 25.9 ± 19.5 meses; de éstos, 56.2% ocurrió antes de dos años posteriores a la fractura índice. No se observaron asociaciones para segundas fracturas entre fractura previa ($p = 0.3$), sexo ($p = 0.265$) y diabetes ($p = 0.54$). El análisis de supervivencia demostró asociación para segundas fracturas con diabetes ($p = 0.01$) y sexo biológico ($p = 0.03$). La regresión de Cox demostró riesgo incrementado para diabetes ($HR = 3.8$; $p = 0.017$; IC 95% 1.275-11.484). **Conclusiones:** los pacientes con diagnóstico de diabetes tipo II que cursaron con fractura incidente de cadera tuvieron incremento del riesgo para segundas fracturas en el tiempo. El sexo masculino tuvo segundas fracturas en forma más temprana.

INTRODUCTION

Fragility fractures are those that result from low energy trauma or mechanical forces that would not ordinarily result in fracture.¹ These might be associated to osteoporosis, and are a cause of disability, diminished quality of life and increased morbimortality.² Its risk increases with age, as well as osteoporosis, in which there is an increased loss of bone mineral content and progressive deterioration of skeletal microarchitecture.³ Among fragility fractures, major osteoporotic fractures (MOF) are those that occurred in hip, forearm, spine and humerus.⁴ An incident or index fracture is a fragility fracture due to osteoporosis that triggers interventions to lower the risk of falls, subsequent fractures and pharmacological treatment. After an incident MOF, it has been described that the risk of a subsequent fracture at one year was 2.7-fold (2.4-3.0) higher than the population risk; while, after a 10 years period the risk ratio was 1.4 (1.2-1.6) and remained above unity for the subsequent 15 years. On the follow-up, 20% of 1,311 cases re-fractured within one year and 34% within two years.⁴ Because the risk of a subsequent fracture increases notably within two years after the index fragility fracture, this high-risk period has been defined as imminent risk.²

Three main factors have been linked to subsequent fractures: age, sex and previous fractures.³ According to the study of Johansson,⁴ the risk of a subsequent MOF increased risk by 5% each year of age (95% CI: 2-7%) and, was 25% more likely for women than men (95% CI: 9-44%). It has been described that approximately half of the patients who sustained a hip fracture had up to four previous fractures.²

In the presence of diabetes mellitus (DM), calcium metabolism might be altered⁵ with increased bone turnover and reduced bone mineral density, which in turn may influence the risk of fractures in patients.⁶ The strength of the association between DM and risk of fractures has been questioned due to the big variability among reports. Pooled results demonstrated increased risk of total hip, upper arm and ankle fractures in patients with DM.⁶ Even though osteometabolic disorders have been described and have been linked to risk of fractures, controversy on the clinical impact of diabetes on fractures persists, and little information has been reported on its impact on subsequent fragility fractures.^{7,8}

The aim of this study was to establish the impact of previous MOF, age, sex and type 2 diabetes diagnosis on subsequent fractures in patients who sustained an index hip fracture through a survival analysis.

MATERIAL AND METHODS

We performed a retrospective, observational and descriptive study.

Participants and settings. A database of 670 patients over 50 years of age records from an open population tertiary care concentration hospital with hip fracture from 2014 to 2017 was created, establishing hip fracture as index fracture. The only selection criteria were patients with records of follow-up in outpatient clinic for more than two months.

Outcomes. The information retrieved was age, biological sex, number of previous fractures (besides the index hip fracture), date and site of subsequent fractures and the presence of T2DM. It was approved

by the Institutional Research Ethics Board (register number 42/18).

Previous fractures were considered when the fragility fractures occurred before the index hip fracture; and subsequent fractures as those occurred after the index hip fracture.

Statistical analysis. The statistical analysis was performed with SPSS v17. Quantitative variables were synthesized with central tendency (mean) and dispersion (standard deviation), qualitative variables with frequency and percentages. Quantitative variables were compared with t Student and qualitative with χ^2 test. Survival analysis was performed with Kaplan-Meier method with type II censoring, and log-rank test. P-value was considered positive if it was below 0.05 and standard error (SE). Cox proportional hazards regression model was applied.

RESULTS

We selected 570 patients registers that fulfilled the criteria, the groups aged between 80 to 94 years comprised the 72.9% of subsequent fractures (*Figure 1*).

The mean age in the total study population was 80.0 ± 9.4 years old (range 50 to 101). We included 455 women and 115 men (mean age, 80.8 ± 8.9 years and 77.2 ± 10.7 years, respectively); no significant statistical differences were observed between the sex and the group ages. The mean follow-up was 24.8 ± 20.8 months (range 9 to 99). 30.5% of these patients had a diagnosis of type II diabetes mellitus, and 39.3% referred previous fractures.

Subsequent fractures were documented in 96 cases (*Figure 2*). The mean time to subsequent fractures was 25.9 ± 20.0 months (range 0.5 to 88.7). The 29.2% of subsequent fractures occurred in the first year after index fracture, and 27.1% during the second year, in other words subsequent fractures occurred in the imminent risk period, while the 43.7% of the fractures occurred after the imminent risk period. Of the 570 cases, 44.8% have had previous fractures with no statistical association between previous fracture and subsequent fractures. From the 455-women with index fracture, 17.4% sustained subsequent fractures, compared to the 14.8% in the 115 men ($\chi^2 = 0.663$; $p = 0.45$ and 1.131 ; $p = 0.28$ respectively).

No significant associations were found between the number of previous fractures and having or not subsequent fractures (*Figure 2*). Subsequent fractures site in the imminent risk period and

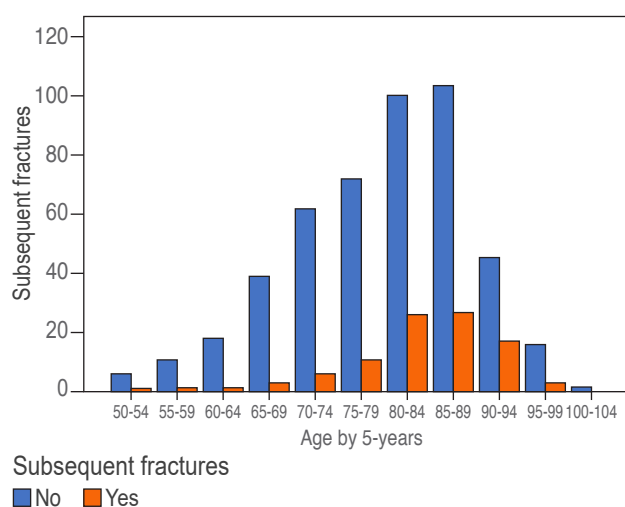


Figure 1: Distribution by 5-year age groups and subsequent fractures. N = 570; $\chi^2 = 17.277$; $p = 0.068$.

after are described in *Table 1*, no significant associations were found.

We have tested the association between the presence of diabetes and the subsequent fractures; from the 96 patients that underwent through subsequent fractures, 33.3% had diabetes. We found no significant association between these variables ($\chi^2 = 0.429$; $p = 0.544$).

Survival analysis

For survival analysis, data from 334 patients were censored if follow-up time was less than two years, and not censored if patients had a follow-up over two years.

When survival analysis was performed between previous and subsequent fractures (*Figure 3A*) we observed that the time for the subsequent fracture in patients with previous fracture was 65.7 ± 8.4 months and with no previous fracture was 74.7 ± 33.2 months. There was no statistical difference between groups (log-rank $p = 0.709$).

When performing survival analysis for diabetes and subsequent fractures (*Figure 3B*) we observed a difference of about 20% after 20 months of follow-up between individuals with and without diabetes through the time, with statistical significant difference (log-rank $p = 0.01$). The mean time to have a fracture in patients with diabetes was 54.4 ± 24.3 months and in patients without diabetes 74.7 ± 8.3 months.

The survival analysis for biological sex and subsequent fractures (Figure 3C) showed that there is a statistical significant difference in the time to have a second fracture between sexes (log-rank $p = 0.039$). Men sustained subsequent fractures with a mean time of 27.6 ± 14.3 months, and women with a mean time of 74.7 ± 8.3 .

Cox regression analysis

Cox regression analysis included diabetes, previous fracture, biological sex and age. Of these variables, only diabetes was included in the final equation model. Hazard ratio was 3.827 ($p = 0.017$; 95% CI 1.275-11.484).

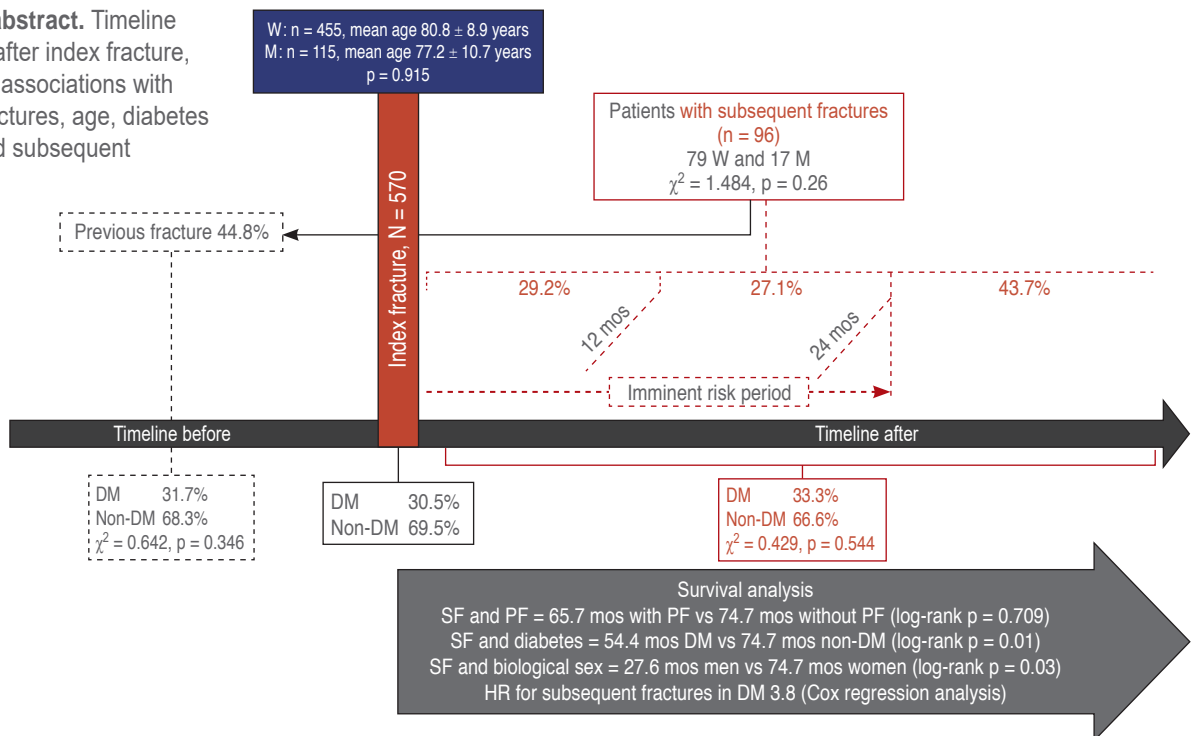
DISCUSSION

The most studied outcomes associated with subsequent fractures are previous fractures, age and biological sex.^{2,9-12} Even though the association of bone metabolism and diabetes is well documented,

it has not been included in 10-year fracture risk calculation. Recents efforts have tried to confirm the relationship between the degree of metabolic compensation in T2DM and the 10-year probability for major osteoporotic fracture (MOF). One of the proposed algorithms included T2DM as a clinical risk factor, through HbA1c¹³ which has not been included yet in fracture risk assessment tool (FRAX). HbA1c has been considered as an important indicator of glycemic control as it reflects glycemic history of the preceding two to three months.¹⁴ Interestingly, in our study the only presence of T2DM increases 3.8 fold the risk of subsequent MOF in time, without consideration of metabolic control.

Skeletal growth is inhibited at an early age in absence of insulin and low levels of IGF-1 in type 1 diabetes mellitus, terminal differentiation of mesenchymal stem cells to osteoblasts is suppressed in addition to increased osteoclastic activity, leading to inadequate accumulation of bone to reach peak bone mass. In T2DM there is a multifactorial effect, which includes low levels of insulin, hyperglycemia,

Graphical abstract. Timeline before and after index fracture, considering associations with previous fractures, age, diabetes mellitus, and subsequent fractures



At the index fracture, 30.5% of patients (n = 570) had the diagnosis of DM. During follow up, among patients who developed SF, 33.3% (n = 96) had been diagnosed with DM. In Cox regression analysis only DM was considered for the final equation model.

W = women. M = men. DM = diabetes mellitus. HR = hazard ratio. SF = subsequent fractures. PF = previous fractures.

Figure 2: Graphical abstract.

Table 1: Subsequent fracture distribution in time by age five years groups.

Years	Spine		Humerus		Distal radius		Hip		Distal femur		Other	
	≤ 2	> 2	≤ 2	> 2	≤ 2	> 2	≤ 2	> 2	≤ 2	> 2	≤ 2	> 2
Age												
55-59	2											
60-64							2	1				
65-69	1		1	1	1	1		3	1			
70-74				1				2			1	1
75-79	1				2		5			1	1	2
80-84	2				3	1	6	8		1	2	1
85-89			1	3	3	2	6	6	2		2	1
90-94			1				5			2	2	
95-99						1		2				1
100-104			1									
Total	6	0	4	5	9	5	24	22	3	4	8	6
n (%)	6 (6.2)		9 (9.4)		14 (14.6)		46 (47.9)		7 (7.3)		14 (14.6)	

Pearson's χ^2 : ≤ 2 years 56.045; p = 0.47. > 2 years 40.93; p = 0.055.
 ≤ 2: up to 2 years, > 2: more than 2 years.

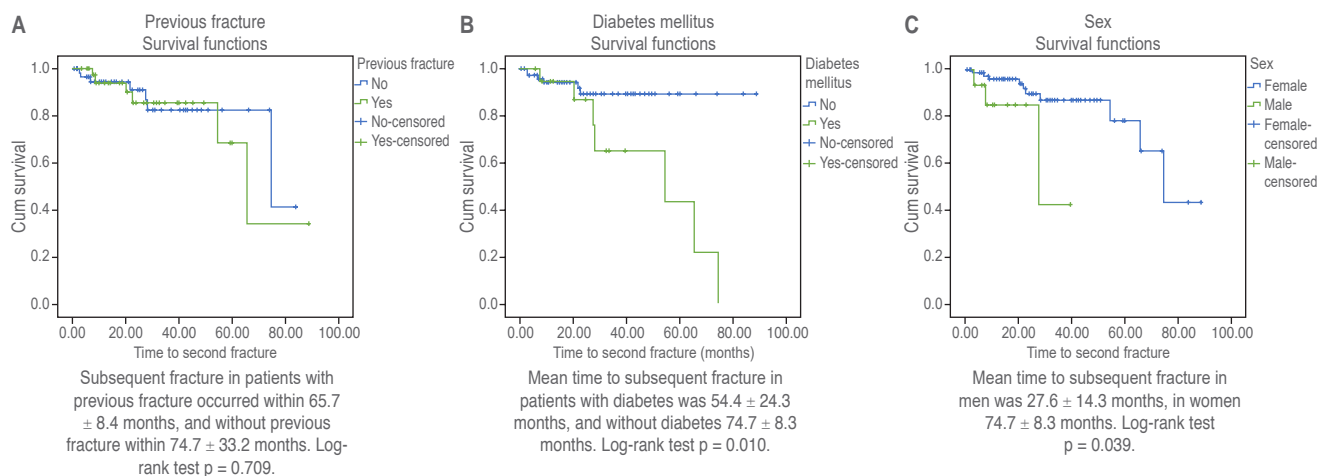


Figure 3: Kaplan-Meier survival analysis for subsequent fractures: previous fracture, diabetes, and biological sex (N = 570). SE = standard error. Cum = add Kaplan-Meier cumulative.

development and fixation of advanced glycation end products (AGEs), chronic inflammation and microvascular disease. These conditions decrease bone resistance by affecting architecture and biomechanical properties.^{15,16} But there is controversy of the clinical significance of the association of diabetes and risk of fractures.^{7,8}

Patients with T2DM have shown higher levels of bone mineral density (BMD) than patients of the same age and gender without diabetes, nonetheless there is

association with higher risk of osteoporotic fractures in these patients independent of FRAX estimate.¹⁷⁻¹⁹ Multivariable Cox proportional hazards models have been previously implemented to establish if diabetes is associated with incident hip fractures or MOF; after controlling age, sex, medication use and FRAX risk fractures including BMD, this analysis failed to identify 10-year probabilities of fracture between diabetic/non diabetic (11.1 ± 7.2 versus non diabetic 10.9 ± 7.3; p = 0.116).¹⁸ Age and diabetes duration have been tested,

with the latter found to be an independent risk factor for MOF (HR 1.32; 95% CI 1.2-1.46).

Study limitations: in our study we did not consider the time of clinical course with diabetes diagnosis; in diabetes type 1 it has been shown that the risk of fracture extends through lifespan with hip fractures incidence between 10 to 15 years before non diabetic patients.²⁰ Our results did not show differences in the mean time for the occurrence of a subsequent fracture between type 2 diabetic patients and non-diabetic patients, this is probably due to the high standard error observed in the diabetic group. Nevertheless, Cox regression model demonstrated 3.8-fold higher risk after the imminent risk period of patients with diabetes diagnosis, regardless the time of evolution and metabolic control, ruling out the effect of age, sex and previous fracture.

The proposal of Ferrari²¹ for the management of bone fragility in adults with diabetes, considers previous fracture as a strong predictor for subsequent fractures in diabetic and non-diabetic patients. Therefore, they suggested to initiate treatment for osteoporosis when diabetic patients meet the intervention guidelines for the general population, and otherwise, treatment should be considered at more favorable FRAX and BMD values in diabetic than in non-diabetic patients. Hence BMD and FRAX underestimate the risk of fracture in this population.

Previous fracture, biological sex and age, have been proved as individual factors associated to higher risk for subsequent fractures, the influence of type 2 diabetes is still under study.

Previous fracture has shown a high incidence of fractures after one year 10%, within two years 18% and five years 31%,²² this high risk for mayor osteoporotic fractures is sustained for up to 10 years.²³ From the 96 patients who presented subsequent fracture, 44.8% had previous fracture, we failed to find association between this two variables, even in the survival analysis. This finding may be due to the fact that we searched for major osteoporotic fractures, and under-registered minor osteoporotic fractures could highlight this variable effect. Usually minor osteoporotic fractures include ribs, pelvis, midshaft and distal femur, distal humerus, proximal forearm, tibia and fibula, clavicle, scapula and sternum, fractures at the ankle, face, foot, hand, patella and skull are considered as non-osteoporotic fractures.²⁴ This considerations should be reconsidered in type 2 diabetes, due to its effect on bone quality.

Hazard ratio for subsequent fracture MOF after a major or minor osteoporotic fracture is age dependent at 10 years after, showing a progressively decreasing gradient. In the Reykjavik study cohort for an incident hip fracture in a woman aged 40 years HR was 47.6, which fell to 1.1 at the age of 90 years.²⁴ Subsequent fractures occurred in 86% of 96 subsequent fractures, with no association or effect in other variables.

In 10 years follow-up after an incident fracture hazard ratios (HR) for subsequent MOF are greater in men than in women, for example in hip fracture the increase in HR in men relative to women was 1.27 (95% CI = 1.03-1.55).²⁴ In our study we found only association with biological sex, and subsequent fractures were observed earlier in follow-up time for men (mean time of 27 months for men and 74.7 months for women). When this variable was included in the cox regression analysis it lost significance for the model.

CONCLUSIONS

Patients with type 2 diabetes diagnosis had 3.8 more risk of subsequent fractures in time establish through a survival analysis and hazard ratio. About 50% of subsequent MOF occurred after the imminent risk period, influenced by biological sex as they occurred earlier in time for men. The group of patients over 70 years of age is a particular group, as it registered 86% of subsequent fractures.

References

1. Osteoporosis: assessing the risk of fragility fracture. London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE); 2017.
2. Toth E, Banefelt J, Akesson K, Spangeus A, Ortsater G, Libanati C. History of previous fracture and imminent fracture risk in swedish women aged 55 to 90 years presenting with a fragility fracture. *J Bone Miner Res.* 2020; 35 (5): 861-868. doi: 10.1002/jbmr.3953.
3. Papaioannou A, Kennedy CC, Ioannidis G, Cameron C, Croxford R, Adachi JD et al. Comparative trends in incident fracture rates for all long-term care and community-dwelling seniors in Ontario, Canada, 2002-2012. *Osteoporos Int.* 2016; 27 (3): 887-897. doi: 10.1007/s00198-015-3477-3.
4. Johansson H, Siggeirsdóttir K, Harvey NC, Odén A, Gudnason V, McCloskey E et al. Imminent risk of fracture after fracture. *Osteoporos Int.* 2017; 28 (3): 775-780. doi: 10.1007/s00198-016-3868-0.
5. Carnevale V, Romagnoli E, D'Erasmus E. Skeletal involvement in patients with diabetes mellitus. *Diabetes*

- Metab Res Rev. 2004; 20 (3): 196-204. doi: 10.1002/dmrr.449.
6. Wang H, Ba Y, Xing Q, Du JL. Diabetes mellitus and the risk of fractures at specific sites: a meta-analysis. *BMJ Open*. 2019; 9: e024067. doi: 10.1136/bmjopen-2018-024067.
 7. Moayeri A, Mohamadpour M, Mousavi SF, Shirzadpour E, Mohamadpour S, Amraei M. Fracture risk in patients with type 2 diabetes mellitus and possible risk factors: a systematic review and meta-analysis. *Ther Clin Risk Manag*. 2017; 13: 455-468. doi: 10.2147/TCRM.S131945.
 8. Martínez-Laguna D, Nogués-Solan X, Díez-Pérez A, Soria-Castro A, Carbonell-Abella C, Arias-Moliz I et al. Risk of fracture associated with states prior to the diagnosis of diabetes mellitus type 2: Nested case-controlled study (DIAFOS cohort). *Rev Osteoporos Metab Miner*. 2013; 5 (2): 73-78. doi: 10.4321/S1889-836X2013000200003.
 9. Banefelt J, Akesson KE, Spangéus A, Ljunggren O, Karlsson L, Strom O et al. Risk of imminent fracture following a previous fracture in a Swedish database study. *Osteoporos Int*. 2019; 30 (3): 601-609. doi: 10.1007/s00198-019-04852-8.
 10. Frost SA, Kelly A, Gaudin J, Evoy LM, Wilson C Marov L et al. Establishing baseline absolute risk of subsequent fracture among adults presenting to hospital with a minimal-trauma-fracture. *BMC Musculoskeletal Disord*. 2020; 21 (1): 133. doi: 10.1186/s12891-020-3161-4
 11. Kanis JA, Johansson H, Harvey NC, Gudnason V, Sigurdsson G, Siggeirsdottir K et al. The effect on subsequent fracture risk of age, sex, and prior fracture site by recency of prior fracture. *Osteoporos Int*. 2021; 32 (8): 1547-1555. doi: 10.1007/s00198-020-05803-4.
 12. Axelsson KF, Johansson H, Lundh D, Moller M, Lorentzon M. Association between recurrent fracture risk and implementation of fracture liaison services in four Swedish hospitals: a cohort study. *J Bone Miner Res*. 2020; 35 (7): 1216-1223. doi: 10.1002/jbmr.3990.
 13. Valentini A, Cianfarani MA, De Meo L, Morabito P, Romanello D, Tarantino U et al. FRAX tool in type 2 diabetic subjects: the use of HbA1c in estimating fracture risk. *Acta Diabetol*. 2018; 55 (10): 1043-1050. doi: 10.1007/s00592-018-1187-y.
 14. Sherwani SI, Khan HA, Ekhzaimy A, Masood A, Sakharkar MK. Significance of HbA1c test in diagnosis and prognosis of diabetic patients. *Biomark Insights*. 2016; 11: 95-104. doi: 10.4137/BMI.S38440.
 15. Napoli N, Chandran M, Pierroz DD, Abrahamsen B, Schwartz AV, Ferrari SL. IOF Bone and Diabetes Working Group Mechanisms of diabetes mellitus-induced bone fragility. *Nat Rev Endocrinol*. 2017; 13: 208-219. doi: 10.1038/nrendo.2016.153.
 16. Vestergaard P. Discrepancies in bone mineral density and fracture risk in patients with type 1 and type 2 diabetes--a meta-analysis. *Osteoporos Int*. 2007; 18: 427-444. doi: 10.1007/s00198-006-0253-4.
 17. El Miedany Y. FRAX: readjust or rethink. *Arch Osteoporos*. 2020; 15: 150. doi: 10.1007/s11657-020-00827-z.
 18. Giangregorio LM, Leslie WD, Lix LM, Johansson H, Oden A, McCloskey E et al. FRAX underestimates fracture risk in patients with diabetes. *J Bone Miner Res*. 2012; 27 (2): 301-308. doi: 10.1002/jbmr.556. Erratum in: *J Bone Miner Res*. 2017; 32 (11): 2319.
 19. Liu X, Chen F, Liu L, Zhang Q. Prevalence of osteoporosis in patients with diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *BMC Endocr Disord*. 2023; 23 (1): 1. doi: 10.1186/s12902-022-01260-8.
 20. Weber DR, Haynes K, Leonard MB, Willi SM, Denburg MR. Type 1 diabetes is associated with an increased risk of fracture across the life span: a population-based cohort study using The Health Improvement Network (THIN). *Diabetes Care*. 2015; 38 (10): 1913-1920.
 21. Ferrari SL, Abrahamsen B, Napoli N, Akesson K, Chandran M, Eastell R et al. Diagnosis and management of bone fragility in diabetes: an emerging challenge. *Osteoporos Int*. 2018; 29 (12): 2585-2596. doi: 10.1007/s00198-018-4650-2.
 22. Balasubramanian A, Zhang J, Chen L, Wenkert D, Daigle SG, Grauer A et al. Risk of subsequent fracture after prior fracture among older women. *Osteoporos Int*. 2019; 30 (1): 79-92. doi: 10.1007/s00198-018-4732-1.
 23. Leslie WD, Morin SN, Lix LM, McCloskey EV, Johansson H, Harvey NC et al. The effect of fracture recency on observed 10-year fracture probability: a registry-based cohort study. *J Bone Miner Res*. 2022; 37: 848-855. doi: 10.1002/jbmr.4526.
 24. Kanis JA, Johansson H, Harvey NC, Gudnason V, Sigurdsson G, Siggeirsdottir K et al. The use of 2-, 5-, and 10-year probabilities to characterize fracture risk after a recent sentinel fracture. *Osteoporos Int*. 2021; 32 (1): 47-54. doi: 10.1007/s00198-020-05700-w.

Conflict of interests: the authors declare no competing financial interests or conflict of interests.

Linguistic alterations in children with and without ADHD by clinical subtype evaluated with the BLOC-S-R test

Alteraciones lingüísticas en niños con y sin TDAH según subtipo clínico evaluado con la prueba BLOC-S-R

Elizabeth Zambrano-Sánchez,* José A Martínez Cortéz,†
 Yolanda del Río Carlos,§ Minerva Dehesa Moreno,¶ Norma A Sánchez Cortés,*
 Jorge Villalpando Hernández,|| Ana Lilia Dotor Llerena,*
 María del Consuelo Martínez-Wbaldo,** Tanya E Ruiz Cervantes‡‡

Keywords:

linguistic disturbances,
 attention deficit hyperactivity
 disorder, schoolchildren.

Palabras clave:

alteraciones lingüísticas,
 trastorno por déficit de atención
 con hiperactividad, escolares.

Abstract

Introduction: acquisition and development of language are complex processes that rely on the chronological development of the child, as well as environmental and social factors. The American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) defines the term «language disorder» as the «impaired comprehension and/or use of spoken, written, and/or other symbol systems, including morphology, syntax, semantics, and pragmatics». **Objective:** to compare the speech alterations in children with ADHD by clinical subtype against healthy children with the BLOC-S-R test. **Material and methods:** the design was observational comparative cross-sectional study. A sample of 156 schoolchildren with ADHD and 111 schoolchildren without ADHD, aged between 7 and 12 years old, from seven public educational institutions, was studied. Prior authorization from the school administrators and signed informed consent from their parents were obtained. A screening test based on the DSM-V was applied to teachers and parents, and those children suspected of having ADHD were further confirmed through neuropsychology, child psychiatry, and psychology services. A group without ADHD was formed with the schoolchildren who were found to not have the condition and met the inclusion criteria. All participants underwent the BLOC-S-R test, and the results were analyzed using SPSS v. 19 software, applying descriptive statistics and χ^2 for comparisons. **Results:** a total of 267 schoolchildren were studied, of whom 156 were identified as having ADHD and 111 without ADHD. The diagnosed subtypes were 73 (27%) with the combined subtype, 39 (15%) with the inattentive subtype, and 44 (17%) with the hyperactive-impulsive subtype. Out of these, 186 were male and 81 were female, with an average age of 8.2 ± 1.7 . Linguistic skills in morphology, syntax, and semantics showed a «T» level of low proficiency, and pragmatics showed an «E» level of very low proficiency in the ADHD group compared to the group without ADHD, who obtained an «S» level of proficiency in all skills. Significant differences were found in all four linguistic skills. **Conclusions:** school children with ADHD present a greater alteration in the pragmatic language skill, followed by syntax. The scores on linguistic skills of schoolchildren with ADHD evaluated with the BLOC-S-R test are lower compared to the group without ADHD.

Resumen

Introducción: la adquisición y el desarrollo del lenguaje son procesos complejos que dependen del desarrollo cronológico del niño, así como de factores ambientales y sociales. La American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) define el término «trastorno del lenguaje» como la «alteración

* Research Division, Clinical
 Neurosciences Laboratory.

† Neurology Service of the National
 Institute of Rehabilitation.

§ Mexican Association of
 Child Psychiatry.

¶ Psychiatry Service of the National
 Institute of Rehabilitation.

|| Internal Medicine. «Lic. Adolfo
 López Mateos» Regional Hospital.

** Research Division
 Sociomedical Research Unit.

‡‡ Orthopedic Rehabilitation
 Clinical Psychology.

Correspondence:

Elizabeth Zambrano-Sánchez,
Psychologist

Calzada México-Xochimilco No. 289,
 Col. Arenal de Guadalupe,

Alcaldía Tlalpan, 14389, México City.
E-mail: ezambrano@inr.gob.mx

Received: May 3, 2023

Accepted: August 5, 2023



How to cite: Zambrano-Sánchez E, Martínez CJA, del Río CY, Dehesa MM, Sánchez CNA, Villalpando HJ et al. Linguistic alterations in children with and without ADHD by clinical subtype evaluated with the BLOC-S-R test. Invest Discapacidad. 2023; 9 (3): 109-114. <https://dx.doi.org/10.35366/112696>



de la comprensión y/o el uso del lenguaje hablado, escrito y/u otros sistemas de símbolos, incluyendo la morfología, la sintaxis, la semántica y la pragmática». **Objetivo:** comparar las alteraciones del habla en niños con TDAH por subtipo clínico frente a niños sanos con la prueba BLOC-S-R. **Material y métodos:** el diseño fue de estudio transversal comparativo observacional. Se estudió una muestra de 156 escolares con TDAH y 111 escolares sin TDAH, con edades comprendidas entre los siete y 12 años, procedentes de siete centros educativos públicos. Se obtuvo la autorización previa de los administradores escolares y el consentimiento informado firmado de sus padres. Se aplicó una prueba de cribado basada en el DSM-V a profesores y padres, y los niños con sospecha de TDAH se confirmaron mediante servicios de neuropsicología, psiquiatría infantil y psicología. Se formó un grupo sin TDAH con los escolares que no presentaban la afección y cumplían los criterios de inclusión. Todos los participantes se sometieron a la prueba BLOC-S-R y los resultados se analizaron mediante el programa SPSS v. 19, aplicando estadística descriptiva y χ^2 para las comparaciones. **Resultados:** se estudió a un total de 267 escolares, de los cuales 156 fueron identificados con TDAH y 111 sin TDAH. Los subtipos diagnosticados fueron 73 (27%) con el subtipo combinado, 39 (15%) con el subtipo inatento y 44 (17%) con el subtipo hiperactivo-impulsivo. De ellos, 186 eran varones y 81 mujeres, con una edad media de 8.2 ± 1.7 años. Las habilidades lingüísticas en morfología, sintaxis y semántica mostraron un nivel «T» de competencia baja y la pragmática mostró un nivel «E» de competencia muy baja en el grupo con TDAH en comparación con el grupo sin TDAH, que obtuvo un nivel «S» de competencia en todas las habilidades. Se encontraron diferencias significativas en las cuatro habilidades lingüísticas. **Conclusiones:** los escolares con TDAH presentan una mayor alteración en la habilidad lingüística pragmática, seguida de la sintaxis. Las puntuaciones en las habilidades lingüísticas de los escolares con TDAH evaluados con la prueba BLOC-S-R son inferiores en comparación con el grupo sin TDAH.

INTRODUCTION

Acquisition and development of language are complex processes that rely on the chronological development of the child, as well as environmental and social factors.¹

The American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) defines the term «language disorder» as the «impaired comprehension and/or use of spoken, written, and/or other symbol systems, including morphology, syntax, semantics, and pragmatics».²

The DSM-V includes communication disorders within neurodevelopmental disorders. It changed its classification of this type of disorder compared to the DSM-IV-TR and divides communication disorders into the following categories: 1. language disorder, 2. speech sound disorder, 3. childhood-onset fluency disorder (stuttering), 4. social (pragmatic) communication disorder, and 5. unspecified communication disorder.³

According to this classification, speech sound disorders refer to difficulty in phonological production, i.e., problems with articulation and sound production. Thus, the disorder is limited to a motor or praxis issue. Language disorders, on the other hand, encompass the child's problems in language acquisition and use, as well as comprehension and production not associated with a simple motor or articulation problem. Pragmatic communication disorder refers to problems in the social use of both verbal and non-verbal communication.

ADHD, as a childhood neurodevelopmental disorder, has a worldwide prevalence estimated between 5.9 and 7.1% in children and adolescents, being more common in boys than in girls, in a 3:1 ratio.⁴ Its etiology is not entirely known, although it is understood to be multifactorial, involving a combination of genetic, biological, and environmental factors. To date, there are no specific neurobiological tests or physiological markers that can definitively establish the diagnosis. Therefore, it is currently diagnosed based on specific clinical criteria.⁵

We find that linguistic tasks are significantly affected in children with ADHD because their proper acquisition and development require an adequate level of attention and inhibitory control. Additionally, it is likely that they may develop learning problems in the future, especially in reading and writing. In early childhood, difficulties in auditory attention and motor control of speech are aspects that interfere with verbal development.⁶ Schoolchildren with ADHD present difficulties in learning processes acquired during childhood, such as reading, where around 50% of children diagnosed with ADHD have problems effectively developing this learning process.⁷ According to the literature, language difficulties related to ADHD are a relatively underexplored topic, despite evidence that children with ADHD have deficient psycholinguistic skills, especially in the pragmatic aspect and in language form and content. It is important for mental health professionals, especially psychologists

and speech therapists, to be trained to detect these difficulties early on and design an effective intervention that addresses the specific needs of patients with ADHD in the realm of language and communication.⁸

The attention, planning, organization of information, and interference control difficulties presented by children with ADHD negatively affect communicative acts. Likewise, pragmatic difficulties are evident in most cases, especially in conversational uses. The delayed language acquisition and pragmatic difficulties are inherent to ADHD and are related to cognitive characteristics that continuously interfere with the processing of relevant data during communication situations.⁹

Furthermore, responses related to impulsivity, disregard for conversational turns, interruptions in ongoing conversations without appropriate communicative resources, inappropriate responses to questions, context-inadequate changes in conversation, and hyperactivity, excessive speech in situations requiring modulation of communicative interactions, significantly impact the severity of the condition.¹⁰

Children with ADHD also show deficiencies in syntax regarding the structuring of phrases and sentences and have difficulties at a semantic level recognizing and relating lexical elements in a sequence and extracting meaning, leading to problems in reading comprehension.¹¹

Additionally, the schoolchildren with ADHD present difficulties in pragmatic language, which are likely related to the general alteration of attention and hyperactivity.¹²

To evaluate language impairments, different tests are available, including the BLOC-S-R test. The revised screening version of the BLOC test is intended to identify difficulties in language components (morphology, syntax, semantics, and pragmatics). This test allows us to assess the risk of language problems at the morphological, syntactic, semantic, and pragmatic levels. The modules have been designed to verify the level of proficiency based on a 70% accuracy threshold. This instrument provides a raw score related to the items, a percentile score, and a transformed score based on development curves. A percentile score of 70-100 (upper level) indicates that the student has mastered the psycholinguistic skill and can use it correctly; a percentile between 60-70 (transition level); a percentile between 30-60 (emergency level); and if it is below the 25-30 percentile (alarm level). The battery has proven to be effective in evaluating linguistic development in different populations. This test has been validated and is used for the Latin American population with a Cronbach's alpha of 0.81. It allows the detection of language disorders and is individually applicable to schoolchildren aged 5 to 14 years. It has been used in various publications and was utilized in the present study.¹³

Objective: to compare the speech alterations in children with ADHD by clinical subtype against healthy children with the BLOC-S-R test.

MATERIAL AND METHODS

The design was an observational comparative cross-sectional study, a sample was taken from children enrolled in official basic schools, aged between 7 to 12 years both sexes and with ADHD diagnosed by paidopsychiatry. Informed consent was obtained from parents and teachers.

Inclusion criteria

ADHD group: subjects between 7 and 12 years old, enrolled in official basic schools with attention and/or behavior problems, and/or low performance that meet the criteria for ADHD according to the DSM-V.

Control group: school children aged between 7 to 12 years both sexes enrolled in the same schools.

Exclusion criteria for both groups: school children with neurological or psychiatric disorders or irregular school attendance.

Instruments

- Criteria of the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-V) for ADHD diagnosis.
 - Questionnaire Diagnostic Criteria for Attention Deficit Hyperactivity Disorder adapted from the DSM-IV, one to be filled out by the teacher and another by the parents, in relation to the child's behavior at home and at school. In order to classify ADHD, it is necessary that both questionnaires coincide, since one of the parameters established by the DSM-V is that the symptoms are present in two or more environments.
 - BLOC-S-R or Bloc Screening Test Revised, by M. Puyuelo (2002) for the detection of linguistic disorders. It is a test for individual application, aimed at children between 5 and 14 years of age. The BLOC-S-R assesses these four language components: Morphology, Syntax, Semantica, and Pragmatica.
1. **Morphology** is composed of 15 sections; in total 32 items. Each section or block evaluates a different morphological skill, referring to the study of the structure of word formation.
 2. **Syntax** is composed of 10 sections; in total 35 items. Each block evaluates a different syntactic skill, referring to rules for combining words to form sentences and establishing their grammaticality. Each block evaluates

a different syntactic skill, referring to aspects of meaning, sense or interpretation of words.

3. **Semantics** is made up of 10 sections; 22 items in total. Each block evaluates a different syntactic ability, referring to aspects of the meaning, meaning or interpretation of words.
4. **Pragmatics** consists of 1 section; in total 19 items. Each block evaluates a different syntactic skill, referring to the use of language, ways of speaking in different situations of communication and social interaction.

The administration of each of the modules requires about one hour, but in cases that may present specific problems of various kinds, the time may be extended, especially when perceptual difficulties, attention difficulties, etc. occur.

For the scoring of the BLOC-S-R test, the raw score of each module was converted to a centile score, in order to place the population in the corresponding level and interpret the results.

Procedure

1. Being present in the school facilities, and with prior authorization from the authorities of the schools, as well as with a previous informed consent from the parents and/or guardians of the students, a screening test for ADHD based on the diagnostic criteria of the DSM-V was administered.
2. Students with suspected ADHD were evaluated in the institution where the present study took place by a child psychiatrist, a neuropsychologist, and a psychologist to confirm the clinical diagnosis and classify them into clinical subtypes.
3. In order to compare the linguistic abilities of students with ADHD, a control group was formed consisting of those students who were ruled out for this condition and met the inclusion and exclusion criteria mentioned above. This group was referred to as the group without ADHD.
4. Both groups were individually evaluated using the BLOC-S-R test in a stimulus-free classroom. The test was administered and scored by an expert psychologist.
5. The results were recorded in a database, and the analysis was conducted using the statistical software SPSS V.19.

Statistics

Statistical analysis was performed, descriptive statistics were obtained and χ^2 was employed for the

Table 1: Population distribution by gender and clinical subtype.

Gender	Clinical subtype, n (%)				Total
	Combined	Inattention	Hyp-Imp	Without ADHD	
Male	55 (75.3)	14 (35.0)	33 (75.0)	45 (40.5)	147
Female	18 (24.7)	25 (64.1)	11 (25.0)	66 (59.5)	120
Total	73	39	44	111	267

Hyp-Imp = hyperactive impulsive. ADHD = attention deficit hyperactive disorder.

comparison between groups. It was performed with the software SPSS V.19.

RESULTS

The sample consisted of 267 subjects 186 boys (69.7%) and 81 girls (30.3%) aged 7 to 12 years, with 8.2 ± 1.7 (mean \pm SD).

Of this total 156 ADHD-ADC-H, distributed in the clinical subtypes: 73 (27.3%) children of the combined type, 39 (14.6%) inattentive; 44 (16.5%) hyperactive-impulsive; and 111 (41.6%) in TDAH (*Table 1*).

In the present study, when investigating the frequency of ADHD subtypes according to gender, the ADHD-C type was the most frequent subtype in boys than in girls (36% and 64%, respectively) being significantly ($p < 0.001$).

Likewise, the inattentive subtype was more frequent in girls than in boys (28.4% versus 10.5%, $p = 0.003$).

The results of the BLOC-S-R test showed that the group with ADHD had a low proficiency in morphology, syntax, and semantics, and a very low proficiency in pragmatics, with an overall average of 62.5, interpreted as low proficiency in linguistic skills. On the other hand, the group without ADHD achieved a higher level in all linguistic skills, with a final average of 84 (*Table 2*).

In the comparison between the groups with and without ADHD, all four linguistic skills in the BLOC-S-R test showed significant differences with a p-value of 0.05%.

In the BLOC-S-R test, specifically in the pragmatic level, all three subtypes of ADHD (combined, inattentive, and hyperactive-impulsive) scored at an emergency level, indicating the need for speech therapy support. In the semantics item, the three subtypes of ADHD scored at a transitional level. In the syntax item, subjects with inattentive and combined ADHD scored at a transitional level, indicating the need for assistance to fully master

language skills. On the other hand, subjects with hyperactive-impulsive ADHD scored at a higher level, indicating mastery and correct utilization of language skills (Table 3).

DISCUSSION

Children with ADHD, according to various studies, show lower linguistic abilities at all structural levels of language compared to children without this problem, stemming from the alterations in executive functions they present. The literature reports some studies comparing schoolchildren with and without ADHD, which indicate lower scores for the ADHD groups. There is evidence that the results in morphological, syntactic, and semantic linguistic abilities are inconsistent, unlike pragmatics, where the results of the present study showed a lower level of proficiency in all four skills and a lower score for pragmatics compared to the group without ADHD. There are also studies where syntax is highly affected in children with ADHD. The results of this study align with other publications and help us understand that attention

deficit disorder and ADHD indeed affect aspects such as schooling and language.

According to various studies, children with ADHD show lower linguistic abilities at all structural levels of language compared to children without this problem.¹²

The literature reports some studies comparing schoolchildren with and without ADHD, which indicate lower scores for the ADHD groups.¹³ Therefore, the results obtained in this study align with these publications. Generally, it is determined that the linguistic alterations at the morphological, syntactic, and semantic levels are inconsistent in children with this disorder. However, there is evidence that pragmatic alterations are consistently identified in the majority of studies.¹⁴

In another investigation, it was reported that among the four skills evaluated with the BLOC-S-R, children with ADHD had a low level overall, but pragmatics obtained a very low level compared to the group without ADHD. There are also publications indicating that these children present more specific difficulties in comprehension, as well as in subareas related to syntax, as they produce significantly less complex syntax than

Table 2: Analysis of the differences obtained in the BLOC-S-R test in the groups with ADHD and without ADHD.

Language abilities BLOC-S-R	Group with ADHD			Group without ADHD		
	Centil	Level	Interpretation	Centil	Level	Interpretation
Morphology	65	T	Shows low LA proficiency	81	S	Master the LA
Syntax	70	T	Shows low LA proficiency	85	S	Master the LA
Semantics	65	T	Shows low LA proficiency	80	S	Master the LA
Pragmatics	50	E	Shows very low LA proficiency	90	S	Master the LA
Global	62.5	T	Shows low LA proficiency	84	S	Master the LA

ADHD = attention deficit hyperactive disorder. LA = language abilities. T = transitional. E = emergence. S = superior.

Table 3: Differences in language abilities assessed with the BLOC-S-R test between the attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) group by clinical subtype vs. non-ADHD group.

Language abilities BLOC-S-R	ADHD-C	ADHD-I	ADHD-H	non-ADHD	F	p
Morphology	66.1 ± 16.2	61.8 ± 18.1	70.1 ± 13.4	70.2 ± 28.4	26.3	0.05
Syntax	66 ± 10	65.3 ± 12.2	68.1 ± 9	82 ± 14.4	22	0.05
Semantics	70.1 ± 10.6	71.2 ± 13.3	69 ± 8.3	85 ± 7.6	26.2	0.05
Pragmatics	52.1 ± 19.2	50.5 ± 19.02	56.1 ± 18.1	84.5 ± 19.6	21.2	0.05

SD = standard deviation. ADHD-C = combined subtype. ADHD-I = inattentive subtype. ADHD-H = hyperactive-impulsive subtype. Values expressed as mean ± standard deviation.

their peers of the same age, showing poorer performance than typically developing children in structuring phrases and sentences.¹⁵

In another study, the percentile obtained for syntax was higher than for the other abilities; however, the level was interpreted as low compared to the group without ADHD. The results of this study align with other publications and help us understand that attention deficit disorder, and specifically a syndrome like ADHD, affects dimensions such as schooling and language.¹⁶

CONCLUSIONS

School children with ADHD present a greater alteration in the pragmatic language skill, followed by syntax. The scores on linguistic skills of schoolchildren with ADHD evaluated with the BLOC-S-R test are lower compared to the group without ADHD.

References

1. Rodillo BE. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en adolescentes. *Rev Med Clin Condes*. 2015; 26 (1) 52-59.
2. Medici D, Morales SVM. Lenguaje y rendimiento escolar en el niño con diagnóstico en trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH). *Rev Mex Neuroci*. 2017; 18 (1): 89-99.
3. American Psychiatric Association. DSM-V Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 4th edition. In: Revised text. Barcelona: Masson; 2013.
4. Llanos Lizcano LJ, García Ruiz DJ, González Torres HJ, Puentes Roza P. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en niños escolarizados de 6 a 17 años. *Rev Pediatr Aten Primaria*. 2019; 21 (83): e101-e108.
5. Gaitán Chipatecua A, Rey-Anacona CA. Diferencias en funciones ejecutivas en escolares normales, con trastorno por déficit de atención e hiperactividad, trastorno del cálculo y condición comórbida. *Av Psicol Latinoam*. 2013; 31 (1): 71-85.
6. Willcutt EG, Petril SA, Wu S, Boada R, Defries JC, Olson RK et al. Comorbidity between reading disability and math disability: concurrent psychopathology, functional impairment, and neuropsychological functioning. *J Learn Disabil*. 2013; 46 (6): 500-516.
7. Giraldo Giraldo Y, Chaves Castaño L. Trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH) y dificultades en lenguaje pragmático. *Rev Psicol Univ Antioquia*. 2014; 6 (1): 25-40.
8. Trujillo Orrego N, Pineda D, Uribe LH. Validez del diagnóstico de trastorno por déficit de atención/hiperactividad: de lo fenomenológico a lo neurobiológico (I). *Rev Neurol*. 2012; 54 (5): 289-302.
9. Abad M, Uriel D. Evaluación del lenguaje oral por medio del BLOC en alumnos de quinto de primaria con lenguas maternas de orígenes diversos. En: Puyuelo M (Ed.). BLOC. Aplicación a poblaciones con necesidades educativas específicas. Barcelona: Elsevier Masson; 2007. pp. 165-208.
10. Skogli EW, Teicher MH, Andersen PN, Hovik KT, Oie M. ADHD in girls and boys--gender differences in co-existing symptoms and executive function measures. *BMC Psychiatry*. 2013; 13: 298. doi: 10.1186/1471-244X-13-298.
11. Flapper BC, Schoemaker M. Developmental coordination disorder in children with specific language impact on quality of life. *Res Dev Disabil* 2013; 34 (2): 756-63.
12. Moraleta Sepúlveda E. Perfil lingüístico en niños y adolescentes con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH). *Revista INFAD de Psicología*. 2018; 1 (2): 151-158.
13. Puyuelo M, Renom J, Solana A, Wiig E. Evaluación del lenguaje (BLOC-C/BLOC-S/BLOC-SR). Aplicación a poblaciones con necesidades educativas especiales. Barcelona: Elsevier Masson; 2007.
14. Maurens MN, Olivares F, Vergara V. Habilidades psicolingüísticas en escolares de entre 6 años y 9 años 11 meses con trastorno por déficit atencional e hiperactividad. Santiago, Chile: Universidad de Chile; 2013.
15. Paredes P, Mpreno-García I. Competencias Lingüísticas en el contexto escolar. *Revista Española de Pedagogía* 2021; 79 (280): 497-514. Disponible en: <https://www.jstor.org>.
16. Elías Lillo J, Crespo Allende N, Góngora Costa B. El desempeño sintáctico de niños con trastorno de déficit atencional e hiperactividad: perspectiva comparativa y ontogenética. *RLA*. 2012; 50 (1): 95-117.

Funding sources: none.

Conflict of interests: none.

Design, construction and validation of the emotional skills questionnaire for school children (QESSC) Pilot test

Diseño, construcción y validación del cuestionario de habilidades emocionales para escolares (CHENE) Prueba piloto

Elizabeth Zambrano Sánchez,* José A Martínez Cortez,†
 Yolanda del Río Carlos,§ Minerva Dehesa Moreno,¶ Norma A Sánchez Cortés,*
 Jorge Villalpando Hernández,|| Ana Lilia Dotor Llerena*

Keywords:

emotional skills, cognitive profile, test construction, test validation.

Palabras clave:

habilidades emocionales, perfil cognitivo, construcción de pruebas, validación de pruebas.

Abstract

Introduction: emotional skills are associated with feelings and/or perception of the elements and relationships of reality or imagination, which is expressed through physiological reactions such as changes in breathing, sweating, increased heart rate, and includes some behavioral reactions such as relaxation, well-being, anxiety, depression, aggressiveness or crying. **Objective:** design, development and validation of a questionnaire to assess emotional skills, such as: emotion recognition, behavioral and cognitive self-regulation of emotions, interpersonal relationships and interpersonal sensitivity; for schoolchildren attending official schools in the Iztacalco Delegation of Mexico City. **Material and methods:** this is a descriptive-cross-sectional research study, in the construction and validation of the questionnaire a test-validation design has been used, according to which the instrument has been applied, in the pilot study to 150 schoolchildren and has been submitted to expert judgment, to be applied to a sample of students representative of the population aged 7 to 12 years. The questionnaire (QESSC) consists of 40 items organized into four factors: 1. Recognition of emotions, 2. Behavioral and cognitive regulation of emotions, 3. Interpersonal relationships, and 4. interpersonal sensitivity.

Results: in order to validate the questionnaire, it was applied to a sample of 150 subjects. The sample had a mean and standard deviation of 9.1 ± 1.6 (SD). Construct, criterion, appearance and content validation was performed. Cronbach's alpha of the total scale was 0.82 with a variance explanation of 72.5%. Factor 1: recognition of emotions (10 items, $\alpha = 0.82$), factor 2: behavioral and cognitive self-regulation of emotions (10 items, $\alpha = 0.81$), factor 3: interpersonal relationships (10 items, $\alpha = 0.85$), factor 4: interpersonal sensitivity (10 items, $\alpha = 0.87$). The Mesquite questionnaire was used as a gold standard and correlations were observed between emotion recognition and moderate emotional intelligence (7-15) ($r = 0.753$) $p < 0.01$) behavioral and cognitive self-regulation of emotions and high emotional intelligence (15-25) ($r = 0.751$) ($p < 0.01$). Interpersonal sensitivity and moderate interpersonal intelligence (7-15) ($r = 0.791$) $p < 0.01$) test-retest correlations on the total scale items ranged from $r = 0.76$ to $r = 0.82$. **Conclusion:** CHENE is a questionnaire that allows the assessment of emotional skills in school-age children. The validity and reliability of the CHENE were established. The goodness of this questionnaire is supported by the empirical data achieved both in reliability and validity. According to the statistical analysis, it is observed that in general the CHENE questionnaire has a good correlation between the different fields proposed. In relation to the Mesquite questionnaire (gold standard) it presents a positive and significant correlation.

* División de Investigación, Laboratorio de Neurociencias Clínica.

† Servicio de Neurología del Instituto Nacional de Rehabilitación.

§ Asociación Mexicana de Psiquiatría Infantil.

¶ Servicio de Psiquiatría del Instituto Nacional de Rehabilitación.

|| Medicina Interna Hospital Regional «Lic. Adolfo López Mateos».

Correspondence:

Psic. Elizabeth Zambrano Sánchez

E-mail: ezambrano@inr.gob.mx

Received: March 23, 2023

Accepted: August 18, 2023



How to cite: Zambrano SE, Martínez CJA, del Río CY, Dehesa MM, Sánchez CNA, Villalpando HJ et al. Design, construction and validation of the emotional skills questionnaire for school children (QESSC) Pilot test. Invest Discapacidad. 2023; 9 (3): 115-128. <https://dx.doi.org/10.35366/112697>



Resumen

Introducción: las habilidades emocionales están asociadas a los sentimientos y/o a la percepción de los elementos y relaciones de la realidad o la imaginación, que se expresa a través de reacciones fisiológicas como cambios en la respiración, sudoración, aumento del ritmo cardíaco, e incluye algunas reacciones conductuales como la relajación, el bienestar, la ansiedad, la depresión, la agresividad o el llanto.

Objetivo: diseño, desarrollo y validación de un cuestionario, para evaluar las habilidades emocionales, como son: reconocimiento de las emociones, autorregulación conductual y cognitiva de las emociones, relaciones interpersonales y sensibilidad interpersonal; para escolares que asisten a escuelas oficiales de la Delegación Iztacalco de la Ciudad de México.

Material y métodos: se trata de una investigación descriptiva-transversal, en la construcción y validación del cuestionario se ha utilizado un diseño de validación de pruebas, de acuerdo con el cual el instrumento se ha aplicado, en el estudio piloto a 150 escolares y se ha sometido a juicio de expertos, para ser aplicado a una muestra de estudiantes representativos de la población de siete a 12 años. El cuestionario denominado (CHENE) consta de 40 ítems organizados en cuatro factores: 1. Reconocimiento de las emociones, 2. Regulación conductual y cognitiva de las emociones, 3. Relaciones interpersonales y 4. Sensibilidad interpersonal.

Resultados: para realizar la validación del cuestionario, se aplicó a una muestra de 150 sujetos. La muestra con una media y desviación estándar de 9.1 ± 1.6 (DE). Se realizó la validación de constructo, criterio, apariencia y contenido. El alfa de Cronbach de la escala total fue de 0.82 con una explicación de la varianza del 72.5%. Factor 1: reconocimiento de las emociones (10 ítems, $\alpha = 0.82$); factor 2: autorregulación conductual y cognitiva de las emociones (10 ítems, $\alpha = 0.81$); factor 3: relaciones interpersonales (10 ítems, $\alpha = 0.85$); factor 4: sensibilidad interpersonal (10 ítems, $\alpha = 0.87$). Se utilizó el cuestionario Mesquite como estándar de oro y se observaron correlaciones entre reconocimiento de las emociones e inteligencia emocional moderada (7-15) ($r = 0.753$) $p < 0.01$, autorregulación conductual y cognitiva de las emociones e inteligencia emocional elevada (15-25) ($r = 0.751$) ($p < 0.01$). Sensibilidad interpersonal e inteligencia interpersonal moderada (7-15) ($r = 0.791$) $p < 0.01$. Las correlaciones test-retest en los ítems de la escala total oscilaron entre $r = 0.76$ y $r = 0.82$.

Conclusión: CHENE es un cuestionario que permite evaluar las habilidades emocionales a niños en edad escolar. Se estableció la validez y confiabilidad del CHENE. Las bondades de este cuestionario se sustentan por los datos empíricos alcanzados tanto en la confiabilidad como en la validez. De acuerdo con el análisis estadístico, se observa que en general el cuestionario CHENE tiene una buena correlación entre los diferentes campos propuestos. En relación con el cuestionario Mesquite (estándar de oro) presenta una correlación positiva y significativa.

INTRODUCTION

The study of emotional skills has focused on theoretical understanding, development and assessment. However, there are few instruments that assess this construct in schoolchildren.¹

Emotion is defined as the feeling or perception of the elements and relationships of reality or imagination, which is expressed through physiological reactions such as changes in breathing, sweating, increased heart rate, and includes some behavioral reactions such as relaxation, well-being, anxiety, depression, aggressiveness or crying.²

Emotional intelligence (EI) is a personal capacity with increasing interest and relevance due to its implications in psychological functioning, emotional well-being and social relationships. The theoretical construct of EI integrates reason and emotion by providing a global vision of intelligence according to its purposes and constituting itself as the complementary

element of cognitive intelligence, which leads to adaptation and effective functioning for the achievement of goals. Therefore, a person's intelligence or intelligent behavior is not only the result of cognitive skills and abilities, but there are other non-cognitive elements that play a fundamental role.³

Emotional Intelligence (EI) is defined as «the ability to recognize one's own and others' feelings, to be motivated to correctly manage emotions in ourselves and in our human relationships».⁴

On the other hand, the implications that EI has for well-being, quality of life, health, and positive aspects of life have been demonstrated, and it is seen as a fundamental element in prevention.⁵

According to the literature, it is mentioned that emotional intelligence implies the ability to self-control emotions and feelings, to discriminate them to guide actions and thoughts.^{6,7}

The developments of EI, a subject involved in the ability to perceive, express and value emotions,

depend on the combined interaction of cognitive and socioemotional developments. As for the expression of emotions, the skills implicit in the recognition of emotions go hand in hand with that of facial expressions. Thus, from birth, infants have the ability to imitate the emotional expressions of the adults around them.⁸ Specific interest in EI during childhood and youth has increased due to the evidence that, at an early age, it influences academic performance, social interaction, academic and social adaptation, and levels of physical and verbal aggression.⁹

The different concepts of emotional intelligence derive from other studies such as Multiple Intelligences, it is said that there are eight different intelligences, and that each human being excels in one type of intelligence. These eight intelligences are grouped in two generalities, the interpersonal intelligence that allows working with oneself and understanding oneself better in order to relate to others and the intrapersonal intelligence, which refers to self-understanding, access to one's own emotional life, to a series of feelings, to the ability to discriminate between these emotions, to be able to name them and access them to guide one's own behavior.¹⁰

Likewise, in the literature we can find as support for emotions the description of emotional processes, which are cognitive, regulated and in a certain way learned processes that are subject to a series of neuroanatomical structures and their neurofunctional activity. The neuroanatomical structures described are the limbic system, the cingulate cortex and the neocortex. The limbic system is a set of subcortical structures, mainly composed of the hippocampus, hypothalamus, thalamus and amygdala. The amygdala is involved in the consolidation and retrieval of memories in close relation with the hippocampus, as well as in the recognition of facial expressions giving them an emotional meaning and participates in the conditioning process regarding fearful emotions. Through a complex network of neurons it connects with cortical and subcortical structures, for learning processes, this connection refers that through the thalamic pathway and the neocortical pathway it connects with neocortex, thalamus, among others such as the cingulate cortex, these structures are involved in the processing and recognition of emotions, which leads to behavioral changes in the subject. Currently, the function of the neocortex for the regulation and conditioning of emotions is known.¹¹

Emotions are present throughout the development of the human being, and the structures of the cerebral

cortex in turn make the perfect framework for the development of these, in such a way the orbitofrontal and ventromedial areas are described; the function of the orbitofrontal and ventromedial structures is to intervene in the conditioning process through external stimuli, reward and reinforcement of the stimulus, pleasure and displeasure and in this physiological activity the hypothalamus is involved. Another structure, such as the cingulate gyrus, which is closely related to memories through odor association, is involved in this physiological activity.¹²

Smells, related to pleasure and displeasure, also generate a series of memories related to emotions.

As for the basic skills of emotional intelligence, there are four skills, these skills are: emotional perception, emotional facilitation or assimilation, emotional understanding and emotional regulation, which are placed hierarchically, so that emotional perception is the most basic level and emotional regulation the most complex, these skills will influence personal and interpersonal management.

a) Emotional perception: it is the ability of human beings to detect and recognize their own emotions and those of those around them. b) Emotional facilitation or assimilation: It is the ability to keep emotions in mind when we reason or solve problems. c) Emotional understanding: it consists of the ability to separate emotions and group them in different order. It is also based on knowing how to recognize the reasons that originate that emotion, as well as the effects produced by our actions. d) Emotional regulation: it consists of being accessible to both positive and negative emotions, meditating on them, in order to be able to discard or approve them. Emotional intelligence skills are linked and help emotional and intellectual development, since the person, by stimulating these four skills, can consciously identify his own emotions and those of others. By generating new emotions, it helps other cognitive processes for conflict resolution. He can also reflect on the feelings that occur in him and understand the difficulty of emotional changes.¹³

People who are evaluated with adequate tools and skills involved in EI show a decrease in psychological problems, such as depression, anxiety, stress and coping strategies.⁹

The specific interest in EI during childhood and youth has increased due to the evidence that, at an early age, it influences academic performance, social interaction, academic and social adaptation, and levels of physical and verbal aggressiveness.

It has been identified that adolescents with developed emotional intelligence show greater psychological adjustment. This translates into physical health and psychological problems such as, for example, better management of emotional problems, less somatization, suicide ideation and attempts, stress and the use of positive coping strategies.¹⁴

On the other hand, the study of EI is framed within positive psychology and is gaining strength when it is linked to neuroscience, education, clinical, social and organizational fields.¹⁵

In addition, despite the variety of existing instruments for assessing EI in adults, there are few instruments designed or adapted for children. The few instruments that exist for the child population are based on a different conception of EI as a basic personality trait.¹⁶

The main objective of this paper is to present a novel way of assessing emotional skills by integrating several dimensions: emotion recognition, behavioral and cognitive self-regulation of emotions, interpersonal relationships and interpersonal sensitivity; as well as meeting the criteria of validity and reliability.

MATERIAL AND METHODS

Study: descriptive-transversal, conducted in elementary schools in the Iztacalco Delegation of Mexico City, with the participation of subjects of both sexes, from 7 to 12 years of age who met the following inclusion criteria: 1) Subjects enrolled in 1st and 6th grade of elementary school in public schools, 2) Subjects between 7 and 12 years of age, 3) Informed consent signed by their parents and school authorities.

After the consent was signed by parents and school authorities, a semi-structured interview was conducted to determine the sociodemographic variables of the population. Subsequently, the QESSC questionnaire was applied, which was validated through 4 routes:

1. Appearance validation
2. Valid content
3. Validity of criterion
4. Construct validation

To carry out the QESSC questionnaire; in the completion of each one of the items, the diagnostic criteria, according to the rules for the construction of items for Likert-type questionnaires, were considered.⁷

All the items that make up the QESSC Questionnaire were reviewed by experts in children and adolescents, as well as in the methodology for the elaboration

of questionnaires; the observers provided their observations and, based on them, the pertinent changes were made to the questionnaire. For the evaluation of the items, it was decided to apply the Likert-type scoring system.

The Likert scale is a rating scale used to question a person about his or her level of agreement or disagreement with a statement. It is ideal for measuring reactions, attitudes and behaviors of a person. It is mainly used to measure and learn about the degree of agreement of a person or respondent to a certain affirmative or negative statement.

The Likert scale assumes that the strength and intensity of the experience is linear, thus ranging from strongly agrees to strongly disagree, assuming that attitudes can be measured.

Once the evaluation was done by expert criteria, a pilot test was conducted on a sample of 150 students who met the inclusion criteria; they were asked to indicate whether or not each item was clearly understandable. With this application, the wording of items was corrected and the preliminary survey preparation phase was concluded.

Subsequently, the application of the questionnaire was carried out in the primary schools of Iztacalco, Mexico City, to subjects of 7 and 12 years enrolled in 1st and 6th grade of elementary school, the application was carried out in the classroom, the instrument was distributed and they were given instructions to fill it out, question by question was read and the students were guided, at the end of the application they were asked to review the questionnaire and make sure they did not miss any answer. Finally, the questionnaires were reviewed and verified, the application was carried out under the strict supervision of the researcher. Likewise, the Mesquite test was applied, which was used as the gold standard.

Instrument

For the elaboration and validation of the Questionnaire, a test validation design has been used, established on the basis of the guidelines set by some of the main researchers in the construction of tests at present.¹⁷

Therefore, the following steps were carried out to arrive at the final result of the questionnaire of emotional skills (QESSC):

1. The purpose and aim of the questionnaire were identified. The objectives set out in the objectives section were established, the type of questionnaire (of ability) was defined and the structure was defined for the target population (7-12 years old).

2. The main restrictions that the instrument will have a priori: time, means, situations, etc. were specified. The questionnaire was considered to be of collective application, so that the printed instructions should be easy to understand for the subjects to whom it is addressed. Similarly, the application time has been limited to one hour.
3. Subsequently, on the basis of the study and reflection, the theoretical model in which the construct is inscribed, and the observable behaviors representative of it, have been specified. The theoretical model of Mayer and Salovey¹⁸ was chosen, based on which four dimensions of emotional skills were developed and, within these, sub-dimensions, around which the questions of the questionnaire were formulated. The item construction process was guided by theory and expert judgment to ensure construct validity.
4. Next, a first version of the questionnaire was elaborated, the thematic blocks were specified and the items were formulated, considering the proportions of items on each behavior specified in the previous point. In our questionnaire, 50 items were elaborated, organized in situations, in which the methodological process of construction and validation of the instrument is required. The questionnaire was rated on a likert scale, according to the rules of item construction for Likert-type questionnaires. Selection of the correct answer from a set of proposed alternatives, specifically 4 answers to eliminate the effect of change, which will have values from 0 to 3 depending on the perfection of the answer.
5. The treatment of the items in order to select those to be included in the final test, as well as the sample selection process in the pilot study is specified below. From a classical test approach, the statistics considered to be of interest are item difficulty and the ability to distinguish between high and low proficiency, so that items that do not serve to discriminate will be eliminated.
6. Subsequently, the values of the statistics to be calculated for the final version of the test, the desired levels of item difficulty, the minimum standards of reliability and validity are established.
7. Subsequently, the data collection and techniques to be used in the analysis of reliability, validity, test bias, etc. are designed.
8. Once the provisional test had been developed and all the above decisions had been taken, it was

subjected to evaluation by 6 experts. These judges assessed the construction of the items taking into account the relevance, wording and sufficiency, as explained below, in the section on validity and reliability of the instrument.

9. According to the data obtained from the expert judgment, the t-questionnaire was modified and this second version was applied to 1,040 students from official schools in the Iztacalco delegation, in the pilot study, with the aim of identifying possible problems in the application of the instrument, time of completion, etc. In this phase, it was concluded to summarize the statements of the questions and adapt some terms that generated comprehension problems, as well as to reduce the number of items in order to avoid fatigue and lack of attention of the students.

The questionnaire of emotional skills (QESSC) was developed based on the different studies carried out by authors who have contributed to the subject of Emotional Intelligence. The Theory of Emotional Intelligence arises from a concern of Daniel Goleman¹⁹ based on the theory of multiple intelligences postulated by Garder²⁰ where the influence that it has on the human being and the impact on the activities he performs is proposed. According to Goleman, the world is full of excellently trained men and women who have inevitably failed because of their lack of emotional intelligence. This theme is very recent and has aroused the interest of researchers, for which the need to create an instrument that allows its measurement in the Mexican school context is presented.

The statements in the questionnaire were classified into 4 categories: emotional recognition, behavioral and cognitive self-regulation of emotions, interpersonal relationships and interpersonal sensitivity.

The final questionnaire was made up of 40 items and 4 factors:

1. Emotional recognition: the child learns to name emotions is the first step to achieve good emotional skills.
2. Behavioral and cognitive self-regulation of emotions: Self-regulation is essential for adaptive behavior, it is crucial in childhood for the development of social, emotional and cognitive skills. In the context of cognitive neuroscience, self-regulation is the ability to modulate and modify responses –emotional and cognitive–, due to specific demands. At the beginning of development, regulation is primarily physiological, to later be related to

attention and behavioral concomitants of emotion, at the service of biological adaptation. These processes will allow the child to postpone the desired act, and consequently will be able to achieve individual goals and adapt socially.²¹

3. Interpersonal relationships: when we talk about interpersonal relationships, we refer to the links that exist between two or more people, based on emotions, feelings, interests, social activities, etc. Furthermore, they are part of human life at such deep levels that they may even be regulated by law, convention or custom.²²
4. Interpersonal sensitivity: refers to a person's ability to identify what he/she feels, thinks, needs, expects, and what the other person's personality is like and, thus, respond accordingly (*Addendum A*).

The Likert scale was used because it is useful for evaluating the perceptions, habits and behaviors of individuals. Its greatest capacity lies in its ability to show trends in large respondent populations.

Form of evaluation and interpretation of the QESSC questionnaire

1. The most frequent answers to each statement were identified.
2. The information was broken down by segmenting the responses in relation to the defined categories: recognition of emotions, behavioral and cognitive regulation of emotions, and interpersonal relationships.
3. A graph was created for each category or sum of the scores of each participant.
4. The results were graded according to the highest score; the one with the highest importance or the one that determines the objective of the research. According to the above, the scores were established for the qualification and classification of the questionnaires applied to the population of the study.

From 0 to 25 points: low emotional skills low

Schoolchildren with this score have Low emotional skills, which leads to low emotional intelligence, which does not allow them to deal positively with emotions. Generally, they do not express their emotions and these accumulate until they finally explode, causing feelings such as tension, stress and anxiety.

Therefore, it is recommended to learn strategies for the proper management of your emotions that will allow you to get to know those around you better.

From 26 to 50 points: medium emotional skills

School children with this score tend to be sensitive on certain occasions but still do not know how to respond to this. However, they have a great understanding of what is happening in their environment, so you have to strengthen their emotional skills through games that help them to be empathetic with their peers.

51 to 80 points: high emotional skills

Schoolchildren with high emotional intelligence manage positive emotions. They manage emotions and can choose how to feel in each situation. In this way, they know how to generate pleasant emotions that help them in daily life. You are a person with a certain level or degree of emotional intelligence. You can read body language and act accordingly in each situation.

From 81 to 120 points: very high emotional abilities

Schoolchildren with this score know how to recognize when other people are sad, recognize their emotions, manage to self-regulate cognitively and behaviorally in all environments in which they participate, establish interpersonal relationships and are sensitive and empathetic with their peers.

Statistical analysis

The results were processed based on the objectives that were established with the help of specialized computer programs, such as the statistical package S.P.S.S. (Statistical Program for Social Sciences) version 19.

RESULTS

The sample consisted of 1,040 subjects, 708 male and 332 female, with a mean age of 9.1 ± 1.6 SD. The sample was satisfactory for the validation of the instrument. The highest frequency (24.5%) was located at the age of 9 years, followed by 21.4% corresponding to the age of 21.45%.

Significant differences were observed in terms of sex in interpersonal relations and interpersonal sensitivity ($p < 0.05$), the males showed greater emotional

intelligence in the interpersonal relations area and the females in interpersonal sensitivity (Table 1).

According to the comparative analysis of means in relation to age, significant differences are observed in the items interpersonal relations ($p < 0.001$) and Interpersonal Sensitivity ($p < 0.003$), at the ages of 7 and 9 years respectively (Table 2).

Appearance validity

The goal of face validity is to answer the following question: does the scale appear to measure what it is supposed to measure? Appearance validity does not imply a statistical concept, but rather depends on the judgments made by experts on the relevance of the items on the scale.

For the development of the instrument, experts in the fields of psychology, emotions, education, evaluation and statistics were consulted

The experts made recommendations for the construction of each question and each block that makes up the questionnaire, and their suggestions were also taken into account in the response items when applying the 4-point rating system (from 0 to 4) taking into account the frequency from «never» to «almost always» through which the factors were adequately evaluated to assess emotional skills, according to their criteria.

Content validity

The internal consistency of the test was evaluated from the Cronbach’s alpha coefficient of the subscales and in the entire test. The frequency data and descriptive statistics were obtained, the normality test was performed on each of the analysis variables to identify the type of statistical test to be used: parametric or

non-parametric. In addition, the degrees of freedom of the analyzed variables were considered, making sure that they were the same as those accounted for the data analysis in the tests, and that the statistical values presented were in line with the statistical data provided. For all the analysis carried out, a statistical significance level of 5% ($\alpha = 0.05$) was assumed.

Factorial analysis was carried out using the principal component method with Varimax and oblique orthogonal rotation (direct Oblimin) for dimensions not correlated with all the variables. Both analyzes began by determining if the data were adjusted to factor analysis (FA), calculating the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) index, with the criterion that if the index was greater than 0.7, the PA was justified. Bartlett’s test of sphericity was also calculated.

Factorial analysis

Of the initial 50 items contained in the questionnaire, the last 10 items were excluded because they did not meet the criteria considered for the selection. The questionnaire was finally made up of 40 items and four factors. The exploratory factorial analysis was performed with the 40-item questionnaire. The KMO adequacy measure of the Emotional Intelligence

Table 2: Comparative analysis of means in relation to age.

Factors	Difference of means	p
– Recognition of emotions	0.213	0.450
– Behavioral and cognitive self regulation of emotions	0.371	0.488
– Relationships	1.127	0.001*
– Interpersonal sensitivity	0.684	0.003*

* Statistically significant.

Table 1: Comparative analysis of means in relation to gender.

Scales	Male*	Female*	Z	p
– Recognition of emotions	16.5 ± 5.3	4.2 ± 2.64	-1.239	0.450
– Behavioral and cognitive self regulation of emotions	10.2 ± 2.6	7.9 ± 2.89	-1.056	0.156
– Relationships	6.5 ± 2.3	5.7 ± 3.51	-2.572	0.000*
– Interpersonal sensitivity	6.8 ± 3.4	10.7 ± 4.52	-3.72	0.002*

* Data indicate mean ± standard deviation. Significant differences at the 0.5 level.

Table 3: Reliability analysis of the CHENE questionnaire.

Scales	Items	Mean ± SD	Range	Initial Alpha	Item to delete	Alpha when removing the item
– Recognition of emotions	1-10	1.5	1.8	0.78	7	0.82
– Behavioral and cognitive self regulation of emotions	11-20	1.7	1.08	0.79	15	0.81
– Relationships	21-30	1.29	0.51	0.74	21, 24	0.85
– Interpersonal sensitivity	30-40	1.6	0.78	0.87	—	0.87

CHENE = questionnaire of emotional skills for school children.

Questionnaire reached a score higher than 0.7 and the Bartlett sphericity test was below 0.05, validating the factor analysis procedure (KMO = 0.954; Bartlett $p = 0.000$). Cronbach's Alpha of the test for the 40 items was 0.82, with 55.46% of total variance explained for 40 components.

Cronbach's Alpha of the total scale was 0.82, with a variance explanation of 72.5%. Factor 1: emotional recognition (10 items, $\alpha = 0.82$), factor 2: behavioral and cognitive self-regulation of emotions (10 items, $\alpha = 0.81$), factor 3: interpersonal relationships (10 items, $\alpha = 0.85$), factor 4: interpersonal sensitivity (10 items, $\alpha = 0.87$). Positive correlations were observed between the variables of the instrument, the test-retest correlations in the items of the total scale ranged between $r = 0.76$ and $r = 0.82$, confirming the stability of the questionnaire (Table 3).

The four factors were made up of 10 items respectively and when analyzing the explanation of the variance, this is the one that contributes the highest percentage with 39.76%, and an eigenvalue of 8.49.

The second and third factors presented a variance explanation percentage of 1.23 and 1.45 respectively, and the items carry values not less than 0.6. The fourth factor, with variance explanation percentages of 1.12. The fourth was carried out with items with values not less than 0.07 (Table 4).

Correlations between QESSC and Mesquite

Correlations are observed between the questionnaires CHENE and mesquite between emotional recognition and moderate emotional intelligence (7-15) ($r = 0.753$; $p < 0.01$), behavioral and cognitive self-regulation of emotions and intelligence, high emotional (15-25) ($r = 0.751$; $p < 0.01$), interpersonal sensitivity and moderate emotional intelligence (7-15) ($r = 0.791$; $p < 0.01$) which indicates a level of concurrent validity with the

scale (Mesquite) that was used as a gold standard, to validate the instrument at the criterion level (Table 5).

Criterion validities

An instrument must be compared with a previously existing form of measurement that has been shown to be suitable for the entity's measurement (gold standard) to establish whether the scores obtained from a scale are valid. When the comparison is made between both instruments and there is an adequate correlation, then it is certain that the scale has criterion validity.

In this sense, the Mesquite Emotional Intelligence test was employed with the intention of comparing the new instrument with an already validated and used worldwide, with the objective of complying with the validity of the criteria.

The Mesquite test adapted for children, with which the new instrument was compared, consists of 8 items with response options: always, almost always, almost never, never.

Mesquite emotional intelligence test results:

1. 0 to 6 points: low emotional intelligence.
2. From 7 to 15 points: moderate emotional intelligence.
3. From 15 to 25 points: high emotional intelligence.

The structure of the scale, its reliability and validity were analyzed. The results confirmed the internal consistency of the scale (Cronbach's alpha = 0.90). The test-retest correlations in the items of the total scale ranged between $r = 0.76$ and $r = 0.88$, confirming the temporal stability of the test. In conclusion, the Mesquite scale can be applied to schoolchildren as a screening test to assess emotional intelligence in the four dimensions studied (Addendum B).

Table 4: Factorial structure with Varimax variation of the CHENE questionnaire with 40.

Own value	1	2	3	4
	8.49	1.23	1.45	1.12
	39.76	7.43	6.70	6.27
Explained variance %				
Ítem				
1	0.76	—	—	—
2	0.78	—	—	—
3	0.67	—	—	—
4	0.69	—	—	—
5	0.72	—	—	—
6	0.65	—	—	—
7	0.60	—	—	—
8	0.67	—	—	—
9	0.80	—	—	—
10	0.79	—	—	—
11	—	0.79	—	—
12	—	0.78	—	—
13	—	0.67	—	—
14	—	0.71	—	—
15	—	0.78	—	—
16	—	0.75	—	—
17	—	0.73	—	—
18	—	0.65	—	—
19	—	0.78	—	—
20	—	0.72	—	—
21	—	—	0.67	—
22	—	—	0.69	—
23	—	—	0.72	—
24	—	—	0.73	—
25	—	—	0.67	—
26	—	—	0.71	—
27	—	—	0.78	—
28	—	—	0.76	—
29	—	—	0.74	—
30	—	—	0.72	—
31	—	—	—	0.82
32	—	—	—	0.80
33	—	—	—	0.89
34	—	—	—	0.76
35	—	—	—	0.74
36	—	—	—	0.72
37	—	—	—	0.76
38	—	—	—	0.75
39	—	—	—	0.73
40	—	—	—	0.81

CHENE = questionnaire of emotional skills for school children.

Table 5: Correlations between the questionnaire of emotional skills for school children and Mesquite.

(CHENE) scale	Emotional intelligence		
	Limited (0-6)	Moderate (7-15)	Elevated (15-25)
Recognition of emotions	—	0.753**	—
Behavioral and cognitive self regulation of emotions	—	—	0.751**
Relationships	—	—	—
Interpersonal sensitivity	—	0.791**	—

CHENE = questionnaire of emotional skills for school children.
 ** Positive or significant correlations.

Construct validity

Theoretical aspects related to emotional skills and the factors identified as protective for the development of emotional skills in schoolchildren were validated, such as: recognition of emotions, behavioral and cognitive regulation of emotions, interpersonal relationships and interpersonal sensitivity.

According to the literature, «emotional intelligence includes the ability to perceive, evaluate, and express emotions accurately; the ability to access and/or generate feelings when they facilitate thoughts; the ability to understand emotion and emotional knowledge; and the ability to regulate emotions to promote emotional and intellectual growth». Emotional intelligence refers to a «thinker with a heart» who perceives, understands and manages social relationships.

Regarding emotions and emotional skills, teachers must have a solid initial training. There are two reasons for this; the first is that the more knowledge a teacher has, the more he can transmit to his students and the second is because students need to better understand these concepts to facilitate their development.

Educating through emotion is being aware and being able to create and build positive emotions, recognizing our own emotions and those of the people around us, thinking about a problem and knowing what is happening in order to address it positively. In summary, we can say that working on emotional intelligence in early childhood education helps to develop more empathetic people, who know how to help others and who can boost their self-esteem, among other possibilities, creating Emotional literacy.

in the infant stage it is beneficial to begin to give emotional education the necessary importance for emotional communication, seek understanding, both from others and from oneself, and give the first step in emotional literacy.²³

Children who have developed emotional skills tend to have greater confidence in their abilities, which allows them to make better decisions and maintain healthier relationships with others, so we set ourselves the task of developing an instrument with the characteristics we wanted, and that had reliability and psychometric validity, so we saw the need to develop a questionnaire to assess

Emotional skills in the Mexican population.

DISCUSSION

The validity and reliability of the emotional skills questionnaire for schoolchildren was established. The benefits of this test are supported by the empirical data achieved both in reliability and validity.

Therefore, it can be said that the objective of constructing an emotional skills questionnaire based on solid psychological and psychometric knowledge was achieved. According to the literature, reliability analysis allows us to study the properties of the measurement scales analyzed and of the items that make up the scales. The reliability analysis procedure followed calculates a number of commonly used scale reliability measures and also provides information on the relationships between individual scale items. Cronbach's alpha coefficient has been used to measure internal consistency based on the average of the correlations between items.²⁴

Great care has been taken to satisfactorily include both the comprehensiveness and representativeness of the content, as well as to have achieved accuracy of the measurement performed and good reliability in all the areas evaluated in the questionnaire, being useful for the population of schoolchildren aged 7 to 12 years. Also, when considering the results of construct validity in this questionnaire, we can assure that it is equally valid for the relevant population, since it is demonstrated that the constructs that were measured are relevant in the group studied. In this research, the QESSC Questionnaire showed adequate validity and a Cronbach's alpha internal consistency of 0.84 after modifying some items according to the experts' criteria. According to statistical analysis, it is observed that in general the QESSC questionnaire has a good correlation

between the different domains proposed. In relation to the Mesquite Questionnaire (gold standard), it presents a positive and significant correlation. For all these reasons, the QESSC questionnaire can provide us with information on the emotional skills of schoolchildren in the Mexican population.

The CHENE has psychometric properties that demonstrate sources of evidence of validity referring to the internal structure and reliability in its use with Mexican schoolchildren.

In studies of adaptation of scales that measure the same construct, such as the TEI QUE (trait emotional intelligence questionnaire), cumulative variance percentages between 45 and 55% were reported, but they necessarily required segmentation by age groups, with different factorial structures for each of them and with lower internal consistency.²⁵

This leads to the conclusion that both Mesquite and QESSC allow us to evaluate the strategies to achieve the strengthening of emotional intelligence.

The strategies, not only train the ability to learn and solve some kind of problem, but in itself involves the intellectual development of students, the potential of their skills through which, the students are building a way to meet the challenges proposed and in this construction acquires the capacity of conviction with their peers, achieving meaningful learning and proper control of their emotions, facilitating the teaching-learning process.²⁶

Therefore, the QESSC is a suitable option for assessing the construct in the wide age range it covers, especially in research. Regarding the resulting factorial structure, the items remained in the same factors indicated by the authors of the original instrument. However, an important change was the elimination of 6 items. This is not considered a negative element given that the items that remain contain theoretically relevant indicators of each factor and currently in psychometrics it is sought that a smaller number of items contribute more to the explanation.

The internal structure they proposed was confirmed by having four EI factors and an independent factor, which is the Mood subscale (EA).²⁴ there is another independent factor, the Positive Impression scale, which according to the authors is made up of six items, but in this analysis it was decided not to include them. The structure of four basic factors: intrapersonal, interpersonal, stress management and adaptability, has been analyzed with the 40 items in total of these scales, showing consistency in different populations.²⁵

In congruence, the instrument was subjected to analysis with all the items, with the exception of those belonging to the positive impression factor, and the structure of five factors was corroborated: EA, adaptability, stress management, interpersonal and intrapersonal.²⁶ The majority percentage of variance in the EA scale and the lower percentages of variance explained by the Interpersonal and Intrapersonal scales are consistent with what is reported in the literature.²⁷

The author of the model visualizes EI as affective capacities, abilities and skills that are accompanied by other elements,²⁸ mention that the main research currents referring to EI are: to visualize it as an ability that implies cognitive skills to reason and act in congruence with emotions and the second, as a personality trait, which includes the perceptions that one has with respect to emotions and behavioral dispositions. A third proposal integrates these two conceptions as complementary, EI as a personality trait that is more automatic and less conscious, and EI as a skill that must be conscious of reasoning and managing emotions.²⁹

CONCLUSIONS

The results of the present study allow us to affirm that the instrument has adequate content validity, since in all cases the content validity indexes were high and similar to each other. Even when some of the items of the original instrument were modified, it was possible to obtain consistent items in relation to the conceptual aspect.

QESSC is a questionnaire that assesses the emotional skills of school-age children. It covers different areas: recognition of emotions, behavioral and cognitive regulation of emotions, interpersonal relationships and Interpersonal sensitivity.

When reviewing the literature, no specific instruments were found to evaluate emotional skills in Mexican schoolchildren. This instrument was designed by making a broad review of the literature on theoretical references on the management of emotions in schoolchildren. In this sense, we propose the development of a line of research to be used in other scenarios, in different populations.

Limitations

It is important to conduct further studies with a larger population to verify other characteristics such as the specificity and sensitivity of the instrument.

References

1. Ramos M. Las emociones como proceso. Una revisión de la teoría de Leslie Greenberg desde la óptica del ciclo de la experiencia. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción* 2005; 8: 19. Disponible en: <http://reme.uji.es/articulos/apilaj6692111105/texto.html>
2. Plata Zanatt L, Chimal M, Balcázar P. Emotional intelligence inventory (EQ-I:YV): evidence for validity and reliability/precision in Mexican individuals between the ages of seven to 18 years old. *Revista Puertorriqueña de Psicología*. 2021; 32 (1): 074-089.
3. Sternberg RJ. Rethinking what we mean by intelligence. *Phi Delta Kappan*. 2020; 102 (3): 36-41. Available in: <https://doi.org/10.1177/0031721720970700>.
4. Goleman D. *La Inteligencia emocional, por qué es más importante que el coeficiente intelectual*, Editorial Kairós, Nueva York, Estados Unidos 1995.
5. Law KS, Wong C, Song LJ. The construct and criterion validity of emotional intelligence and its potential utility for management studies. *J Appl Psychol*. 2004; 89: 483-496. doi: 10.1037/0021-9010.89.3.483
6. Alba-Juez L, Pérez-González JC. Emotion and language 'at work': the relationship between trait emotional intelligence and communicative competence as manifested at the workplace. In: Lachlan M, Alba-Juez L (Eds.). *Emotion in discourse*. John Benjamins Publishing Company. 2019, 247.278).
7. Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady DG, Newman TB. *Diseño de Investigaciones Clínicas 4ª ed*. Philadelphia USA: Lippincott; 2014.
8. Gardner H, ÉVerest SF. *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*. 3a ed. Fondo de Cultura Económica. México 2017.
9. Furqani ZNN. The role of emotional intelligence in adolescent development [Conference]. 5th ASEAN Conference on Psychology, Counselling, and Humanities (ACPCH 2019), Indonesia, Jakarta. [2020, 3 to 7 October] Available in: <https://dx.doi.org/10.2991/assehr.k.200120.058>
10. Loeches A, Carvajal F, Serrano JM, Fernández S. Neuropsicología de la percepción y la expresión facial de emociones: estudios con niños y primates no humanos. *Anales de Psicología*. 2004; 20(2): 241-259.
11. Zych I, Ortega-Ruiz R, Marín-López I. Emotional content in cyberspace: Development and validation of E-motions Questionnaire in adolescents and young people. *Psicothema*. 2017; 29(4), 563-569. doi:10.7334/psicothema2016.340
12. Rudenstine S, Espinosa A. Examining the role of trait emotional intelligence on psychiatric symptom clusters in the context of lifetime trauma. *Personality and Individual Differences*. 2018; 128: 69-74. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.02.029>
13. Mavroveli S, Sánchez-Ruiz MJ. Trait emotional intelligence influences on academic achievement

- and school behavior. *Br J Educ Psychol.* 2011; 81: 112-134. Available in: <https://doi.org/10.1348/2044-8279.002009>
14. Barraza-López R, Muñoz-Navarro NA, Behrens-Pérez CC. Relationship between emotional intelligence and depression-anxiety and stress in medical students freshmen. *Rev Chil Neuro-Psiquiatr.* 2017; 55 (1): 18-25. Available in: <https://doi.org/10.4067/S0717-92272017000100003>
 15. Berezka S, Panasenko E, Zhukova O, Radchuk H, Sobolyeva S, Raievska Y. Neuropsychological peculiarities of studying future psychologist's emotional intelligence. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience.* 2021; 12 (2): 38-52. Available in: <https://doi.org/10.18662/brain/12.2/190>
 16. Bedwell S. Emotional intelligence: personality revisited or something else [Symposium presentation Ponencia en simposio DECÍA]. Annual Meeting of the Society of Industrial and Organizational Psychology, Orlando, Florida, U.S.A. [2003, del 3 al 5 de April] Available in: https://www.siop.org/Portals/84/TIP/Arc_hives/404.pdf?ver=2019-08-19-115720-090
 17. Jornet J, Suárez J, Pérez A. La validez en evaluación de programas. *Revista de Investigación Educativa,* 2000; 18 (2): 341-356.
 18. Mayer JD. A field guide to emotional intelligence. In: Ciarrochi J, Forgas JP, Mayer JD (eds.). *Emotional intelligence and everyday life.* New York: Psychology Press. 2001, pp. 3-24.
 19. Goleman D. An ei-based theory of performance. In: Cherniss C, Goleman D (eds.). *The emotionally intelligent workplace: how to select for, measure and improve emotional intelligence in individuals, groups and organizations.* San Francisco: Jossey-Bass. 2001, 27-44.
 20. Gardner H. *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica.* Barcelona: Paidós. 1995.
 21. Ruiz A. *La operacionalización de elementos teóricos al proceso de medida, OMADO,* Barcelona: Universitat de Barcelona. 2014. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2445/53152>
 22. Banjac S, Hull L, Petrides KV, Mavroveli S. Validation of the Serbian adaptation of the trait emotional intelligence questionnaire-child form (TEIQue-CF). *Psihologija.* 2016; 49 (4) 375-392. 10.2298/PSI1604375B.
 23. Bar-On R, Handley R, Fund S. The impact of emotional and social intelligence on performance. In: Druskat V, Sala F, Mount G (eds.). *Linking emotional intelligence and performance at work: current research evidence.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2005.
 24. Parker J, Saklofske D, Shaughnessy P, Huang S, Wood L, Eastabrook J. Generalizability of the emotional intelligence construct: a cross-cultural study of North American aboriginal youth. *Personality and Individual Differences,* 2005, 39, 215-227. doi: 10.1016/j.paid.2005.01.008.
 25. Ferrando PJ, Lorenzo-Seva U. El análisis factorial exploratorio de los ítems: algunas consideraciones adicionales. *Anal Psicol.* 2014; 30 (3): 1170-1175. Disponible en: <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.199991>
 26. Ferrándiz C, Hernández D, Bermejo R, Ferrando M, Sáinz M. Social and emotional intelligence in childhood and adolescence: Spanish validation of a measurement instrument. *Revista de Psicodidáctica.* 2012; 17 (2): 309-339.
 27. Pérez-González JC, Yáñez S, Ortega-Navas MC, Piqueras JA. Educación emocional en la educación para la salud: cuestión de salud pública. *Clínica y Salud.* 2020; 31 (3): 127-136. Disponible en: <https://doi.org/10.5093/clysa2020a7>
 28. Mavroveli S, Petrides KV, Shove C, Whitehead A. Investigation of the construct of trait emotional intelligence in children. *Eur Child Adolesc Psychiatry.* 2008; 17: 516-526.
 29. Martínez GRA, Iglesias GMT, Pérez HMM. Validación de la escala de competencias parentales emocionales y sociales para madres (ECPES-M). *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria.* 2021; 37: 69-82. Disponible en: https://doi.org/10.7179/PSRI_2021.04
- Conflict of interest:** none.
Funding: none.

Addendum A.

Questionnaire of Emotional Intelligence for Elementary School Children (CHENE)

1. Recognition of emotions
2. Behavioral and cognitive regulation of emotions.
3. Interpersonal relationships
4. Interpersonal sensitivity

Instructions: Answer the questions by crossing out only one answer. This questionnaire does not grade good, adequate or bad, inadequate answers. All are valid.

Name: _____ Age: _____

Date of birth: _____ Grade level _____

Never (1) Sometimes (2) Often (3) Almost always (4)

	Recognition of emotions	1	2	3	4
1	I do everything wrong	—	—	—	—
2	I get angry when things don't work out well	—	—	—	—
3	I can be better at everything	—	—	—	—
4	I would like to be better every day	—	—	—	—
5	If things do not work out, I will try again	—	—	—	—
6	I don't like to lose and I attack others	—	—	—	—
7	I love the way I am	—	—	—	—
8	I get sad without knowing why	—	—	—	—
9	I don't like to be told I'm doing things wrong	—	—	—	—
10	When things go wrong for me, I blame others	—	—	—	—
Behavioral and cognitive self-regulation of emotions					
11	If I do poorly in school, I ask my teacher for help	—	—	—	—
12	When I feel afraid I ask my parents for help	—	—	—	—
13	I can't wait, I want everything fast	—	—	—	—
14	When I get angry, it makes me very upset	—	—	—	—
15	If I have problems, I ask for help from adults	—	—	—	—
16	I choose my clothes, my toys, my games	—	—	—	—
17	I don't like to be observed when I make a mistake	—	—	—	—
18	I don't like them touching my toys	—	—	—	—
19	I am afraid of people I don't know	—	—	—	—
20	I think that others do not understand me	—	—	—	—
Interpersonal relationships					
21	I like to see my friends happy	—	—	—	—
22	I help my siblings and friends when I see them sad	—	—	—	—
23	I feel sad when a friend misses school due to illness	—	—	—	—
24	If possible, I can help a colleague if he/she asks me to do so	—	—	—	—
25	I Trust in people	—	—	—	—
26	I enjoy talking to my friends and listening to them	—	—	—	—
27	It annoys me when colleagues fight	—	—	—	—
28	I am annoyed when classmates make fun of children who are different	—	—	—	—
29	Small children are very annoying	—	—	—	—
30	Black boys and girls are ugly	—	—	—	—
Interpersonal sensitivity					
31	I love going to school	—	—	—	—
32	Where I feel best is at home	—	—	—	—
33	The best people in my life are my parents	—	—	—	—
34	I like to be cheerful	—	—	—	—
35	I like to hear that my parents are proud of me	—	—	—	—
36	My parents listen to me and help me in everything	—	—	—	—
37	I almost never get sad	—	—	—	—
38	My parents do not supervise my school work	—	—	—	—
39	Sometimes I come to school without homework	—	—	—	—
40	When I'm interrupted, I get angry and I don't do it anymore	—	—	—	—

CHENE = questionnaire of emotional skills for school children.

Addendum B.

Questions of the Mesquite test adapted for children

We will establish eight questions referring to different situations of everyday life and we will score them

Questions

1. You are at a family or friends meeting and soon you notice that the conversation has escalated and the participants are starting to get angry. Knowing that you know both parties very well, what do you do?
 - You try to change the subject
 - You do nothing
 - You try to call one of the parties privately to prevent the discussion from getting out of control.
 - Continue eating and drinking
2. Do you think you are a person who finds it difficult to express what is happening to you?
 - Always
 - Almost always
 - Almost never
 - Never
3. A person who feels distressed and sad should:
 - Hide what he or she feels
 - Say what he/she feels
 - Say what he/she feels and try to resolve it
 - Should not say anything to anyone so that he/she will not be laughed at.
4. A friend has become unjustly angry with you. You:
 - You talk to him privately to ask what has happened to him.
 - You hide from him so as not to talk to him. You prefer to remain in doubt about what has offended him.
 - During the night you remember what happened and you suffer.
 - You ask a mutual friend if he/she knows the reasons for your friend's anger with you.
5. For you, parents and children should:
 - their feelings and/or thoughts.
 - They should talk to each other about what they think is necessary without limits.
 - Parents should never talk to children about their anxieties or problems but children should do so
 - You have never asked yourself this question before and don't know how to answer it
6. When you have to wait for others to finish talking:
 - You become impatient
 - Start pacing anxiously
 - You wait for them to finish and give your opinion or say what you have to say
7. When you have made a mistake, you:
 - You know it because your conscience tells you so
 - You feel nothing wrong
 - You repent and ask for forgiveness from whomever it may concern
8. A friend of yours comes to school completely heartbroken and crying. What do you do?
 - You just look at him
 - You sit next to him and just wait for him to talk to you
 - You ask him what happened and wait for him to respond. If he doesn't, you simply put your arm on his shoulder as a sign of support and understanding
 - You insistently ask him every 5 minutes what is wrong with him

Uso de cubrebocas en pacientes con parálisis facial periférica idiopática: ¿un enmascaramiento socialmente positivo en tiempos de COVID-19?

The use of face masks in patients with idiopathic peripheral facial palsy: a socially positive event in times of COVID-19?

Gabriela Flores-Mondragón,^{*,‡} Saúl Renán León-Hernández,[§]
 Edna Carrillo-Pacheco,[¶] Norma Angélica Hernández-Campos,^{*}
 Osvaldo Ángeles Zavala,^{§,||} Marco Antonio Flores Mondragón,^{**}
 Rogelio Paniagua Pérez,^{††} Javier González Damián,^{§§} Shendel Fernanda Galicia Frago, ^{||}
 Gabriel Vega Martínez,^{*} Carlos Francisco-Argüelles^{*}

Palabras clave:

parálisis facial periférica idiopática, cubrebocas, pandemia COVID-19, estrés, calidad de vida.

Keywords:

idiopathic peripheral facial palsy, face masks, COVID-19 pandemic, stress, quality of life.

Resumen

Introducción: los diversos impactos psicológicos, de interacción social y calidad de vida en los pacientes con parálisis facial periférica idiopática (PFPI) se estudian desde 1990. Existen reportes sobre la generación de estrés, angustia, ansiedad, depresión y baja autoestima enfrentados como una discapacidad social. **Objetivo:** evaluar el efecto socialmente positivo del uso del cubrebocas por la pandemia de COVID-19 en pacientes con parálisis facial periférica idiopática. **Material y métodos:** ciento doce pacientes que en 2015 participaron en un estudio de asimetría facial angular utilizando fotogrametría (House-Brackmann o H-B como referencia). Se formaron dos grupos: grupo A (n = 66) reclutados en 2015-2016 (prepandemia de COVID-19) y grupo B (n = 46) reclutados en 2020-2021 (durante la pandemia). Grupo B con uso obligatorio de cubrebocas. PFPI menor a tres meses de evolución. Se aplicó t de Student para las comparaciones, Shapiro-Wilk para normalidad. Análisis de varianza de dos factores (grupo*H-B) para comparar el desempeño en cada esfera del índice de funcionalidad (física y social), $p < 0.05$. **Resultados:** los grupos fueron comparables en edad ($p = 0.31$), distribución por sexo ($p = 0.11$), grados funcionales en la escala H-B ($p = 0.74$) y tiempo de evolución de la PFPI ($p = 0.06$). En la función social, los resultados fueron inversos: los casos de disfunción severa del grupo B (durante la pandemia) tuvo una media de funcionalidad social más alta que la del grupo A ($p = 0.05$). En los casos de disfunción leve/moderada las medias de función social fueron muy semejantes ($p = 0.80$). **Conclusiones:** el uso cotidiano del cubrebocas en pacientes con PFPI podría tener un impacto positivo en la evolución clínica al reducir el estrés y elevar su calidad de vida.

Abstract

Introduction: the various impacts from psychological, social interaction, and quality of life perspective in patients with idiopathic peripheral facial palsy (IPFP) have been studied since 1990. There are reports on the generation of stress, anguish, anxiety, depression, and low self-esteem faced as a social disability. **Objective:** to evaluate the socially positive effect of the use of face masks due to the

* Servicio de Farmacología del Ejercicio.

‡ División de Neurociencias Básicas.

§ Unidad de Apoyo a la Investigación.

¶ Rehabilitación de los Trastornos de la Audición y Equilibrio.

|| Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH), México.

** Rehabilitación Laboral y Educativa.

†† Laboratorio de Bioquímica

del Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra» (INR-LGII), Secretaría de Salud. CDMX, México.

§§ Hospital Regional Sur del ISSSTE. México.



Citar como: Flores-Mondragón G, León-Hernández SR, Carrillo-Pacheco E, Hernández-Campos NA, Ángeles ZO, Flores MMA et al. Uso de cubrebocas en pacientes con parálisis facial periférica idiopática: ¿un enmascaramiento socialmente positivo en tiempos de COVID-19? Invest Discapacidad. 2023; 9 (3): 129-135. <https://dx.doi.org/10.35366/112698>



Correspondencia:**Gabriela Flores-Mondragón**Instituto Nacional de Rehabilitación
LGII.Secretaría de Salud. CDMX,
México.**E-mail:** gabypez@gmail.com
carguelles64@gmail.com

Recibido: 3 de Mayo de 2023

Aceptado: 4 de Agosto de 2023

COVID-19 pandemic in patients with IPFP. **Material and methods:** 112 patients that participated in 2015 in a study of angular facial asymmetry using photogrammetry (House-Brackmann or H-B as reference). Two groups were formed: group A (n = 66) recruited in 2015-2016 (pre-COVID-19 pandemic) and group B (n = 46) recruited in 2020-2021 (during the pandemic). Group B with mandatory use of face masks. IPFP with less than three months of evolution. Student's t test was applied for comparisons, Shapiro-Wilk for normality. Analysis of variance of two factors (group*H-B) to compare the performance in each sphere of the index of functionality (physical and social), $p < 0.05$. **Results:** the groups were comparable in age ($p = 0.31$), gender distribution ($p = 0.11$), functional grades on the H-B scale ($p = 0.74$), and time of evolution of IPFP ($p = 0.06$). In social function, the results were reverse: the cases of severe dysfunction in group B (during the pandemic) had a higher average social functionality than group A ($p = 0.05$). In the cases of mild/moderate dysfunction, the means of social function were very similar ($p = 0.80$). **Conclusions:** the daily use of face masks in patients with IPFP could have a positive impact on their clinical evolution by reducing stress and increasing their quality of life.

INTRODUCCIÓN

Las esferas psicológica, de interacción social y calidad de vida de los pacientes con parálisis facial periférica de cualquier etiología empezaron a ser estudiadas ampliamente a nivel internacional al menos desde la década de 1990.¹ Hay cada vez más reportes de que la parálisis facial produce estrés, angustia, ansiedad, depresión y baja autoestima.² De hecho, como refiere Díaz-Aristizabal, para enfrentar lo que puede llamarse propiamente una discapacidad social, los pacientes recurren a diversas estrategias como el disimulo, el ocultamiento, el enmascaramiento e incluso el enclaustramiento para sobrellevar su enfermedad. Sin embargo, estos pacientes suelen caer en un círculo vicioso, ya que el enclaustramiento, al reducir sus interacciones sociales, incrementa el estrés y deteriora su calidad de vida; a la vez, los efectos psicológicos y sociales estresantes de la parálisis facial,³ sobre todo en los casos idiopáticos (PFPI), empeoran el cuadro clínico,⁴ incrementan la asimetría y la funcionalidad facial⁵ e interfieren en el tratamiento y la recuperación,⁶ aumentando el riesgo de recurrencias,⁷ así como el de padecer trastornos neuropsiquiátricos, cardiovasculares y endócrinos.⁸ La epidemia del COVID-19 cambió el atractivo y la salubridad percibidos al ver rostros con y sin cubrebocas, impactando de forma temporal en la percepción del atractivo facial.⁹ Durante la pandemia de COVID-19 nos percatamos de que los pacientes con PFPI mostraban cambios positivos en sus interacciones sociales, lo cual nos indujo a pensar si el uso cotidiano y obligatorio de cubrebocas estaba incidiendo en su discapacidad; debido a ello nos propusimos comparar los casos atendidos antes versus los atendidos durante la pandemia.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el año 2021 se contaba con 112 pacientes que bajo consentimiento informado habían aceptado participar en un estudio iniciado en 2015 para medirles la asimetría facial angular (AsAn) utilizando fotogrametría y el software COREL (método de medición), tomando como referente la escala de House-Brackmann o H-B (*Figuras 1 y 2, Tabla 1*), fue validado en trabajos previos por los autores,⁹ el objetivo era medir la AsAn en cuatro condiciones de movimientos musculares (en reposo, sonriendo, levantando cejas y cerrando ojos; medición que puede reportar un índice de asimetría angular total al acumular los valores angulares de la asimetría de cada condición).

Además, como simultáneamente a todos los pacientes se les aplicaba el test de índice de discapacidad facial (IDF)¹⁰⁻¹⁴ a efecto de evaluar su desempeño en las esferas física y social, se diseñó un estudio transversal y descriptivo con estratos internos para comparar, según los grados de discapacidad clínica medidos con la escala H-B, los resultados de la AsAn y del IDF entre dos grupos que separamos como A (n = 66) reclutados de los años 2015-2016 (antes de la pandemia de COVID-19) y B (n = 46) reclutados en los años 2020-2021 (durante la pandemia). Por razones obvias, los del grupo B usaban cotidianamente de manera obligatoria cubrebocas. Cabe aclarar que en todos los casos tener un tiempo de evolución de la PFPI menor a tres meses fue un criterio de inclusión, así como contar previamente con un programa de terapia institucional (calor local, masoterapia y ejercicios de mímica facial).¹⁵

Las comparaciones entre los grupos de la AsAn y el IDF se efectuó con el estadístico de t de Student,

previa comprobación de normalidad con el estadístico de Shapiro-Wilk. En el análisis multivariado se aplicó el análisis de varianza de dos factores (grupo*H-B) para comparar el desempeño en cada esfera del IDF (física y social) entre los grupos, ajustando las medias respectivas con un análisis de

covarianza según la edad y el tiempo de evolución clínica de la PFPI. Los contrastes se consideraron significativos si $p \leq 0.05$. El procesamiento estadístico se realizó con el paquete SPSS v. 17.0 para Windows con licencia de uso legal para nuestro centro de investigación.

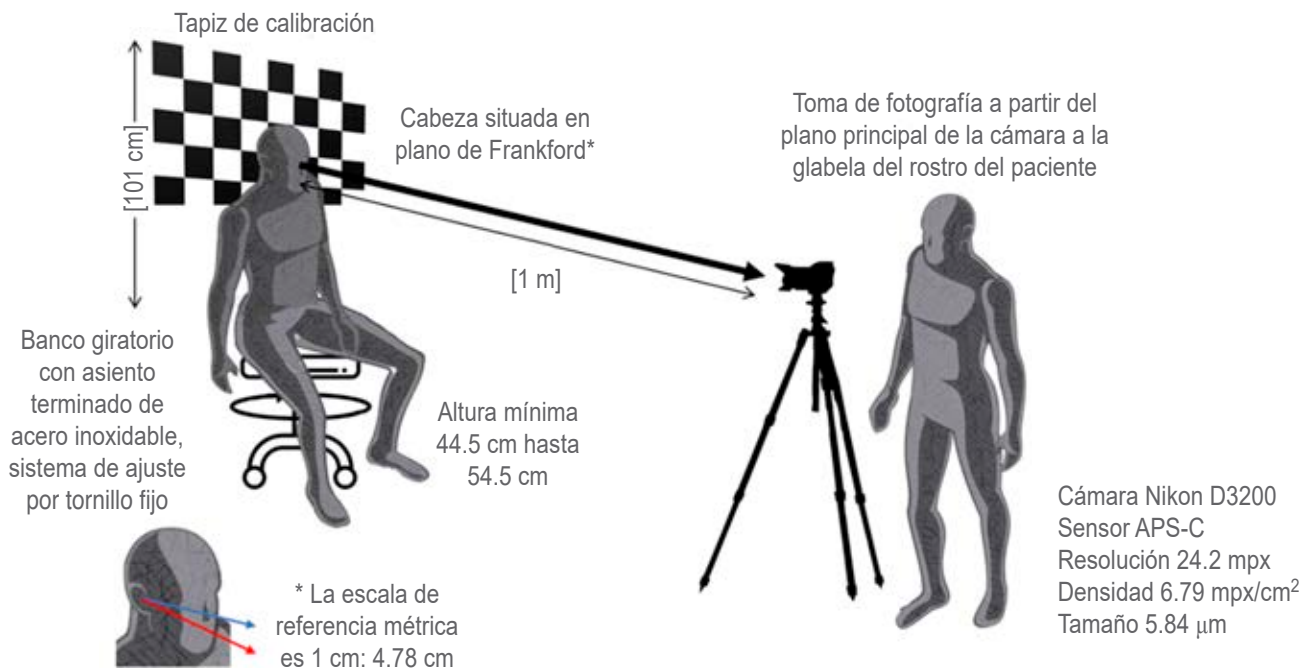


Figura 1: Fotogrametría.

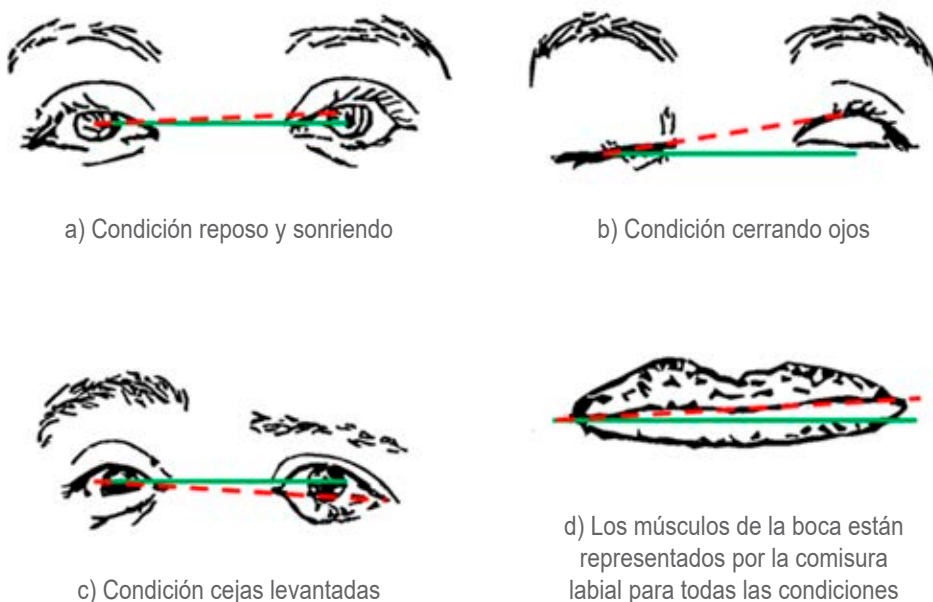


Figura 2:

Método de asimetría angular (rostro en reposo, sonriendo, cerrando ojos y cejas levantadas).

Tabla 1: Clasificación de House-Brackmann y sistema convencional de calificación de la parálisis facial.

Sistema de House-Brackmann		Sistema convencional de calificación	
Grado	Descripción	Calificación	Descripción
I	Función facial normal en todas sus áreas	3	Normal
II	Disfunción leve Global: debilidad superficial notable a la inspección cercana Puede haber mínimas sincinesias. Al reposo, tono y simetría normal Movimiento frente: función de buena a moderada Ojo: cierre completo con mínimo esfuerzo Boca: asimetría mínima al movimiento		
III	Disfunción leve a moderada Global: obvia pero no desfigurativa, asimetría al reposo y a la actividad Existencia de sincinesias y/o aumento del tono de músculos faciales Movimiento frente: movimientos moderados a ligeros Ojo: cierre completo con esfuerzo Boca: ligera debilidad con el máximo esfuerzo	2	Paresia leve Asimetría al movimiento, simetría en reposo
IV	Disfunción moderada a severa Global: debilidad obvia y/o asimetría desfigurativa al reposo, asimetría Movimiento frente: ninguno Ojo: cierre incompleto Boca: asimetría al esfuerzo		
V	Disfunción severa Global: solamente movimientos apenas perceptibles. Asimetría al reposo Movimiento frente: ninguno Ojo: cierre incompleto Boca: movimientos ligeros	1	Paresia moderada Asimetría al reposo y al movimiento
VI	Parálisis total Ningún movimiento		
		0	Parálisis total Asimetría al reposo y al movimiento

Tomada de: Guía para atención de parálisis facial, Evangelina Pérez Chávez et al. Rev. Med. IMSS 2004

RESULTADOS

Los grupos fueron comparables en edad ($p = 0.31$), distribución por sexo ($p = 0.11$), grados funcionales en la escala H-B ($p = 0.74$) y, en el *borderline*, en el tiempo de evolución de la PFPI ($p = 0.06$) como se aprecia en la **Tabla 2**.

En cambio, en la **Tabla 3**, la media de la asimetría facial total fue significativamente mayor en el grupo B ($p = 0.04$) que, a la vez tuvo una media menor en la función física medida por el IDF ($p = 0.009$). Nótese que la diferencia en la función social no fue significativa ($p = 0.20$).

Al comparar las medias de los desenlaces, considerando los grados de H-B colapsados en V-VI (disfuncionalidad severa) versus II-IV (disfuncionalidad leve/moderada), obsérvese (**Tabla 4**) que tanto en el grupo A como en el B los pacientes con disfuncionalidad severa tenían medias de asimetría angular total significativamente mayores que en los pacientes con

Tabla 2: Comparabilidad de los grupos A (antes de la pandemia) y B (durante la pandemia) de COVID-19.

Variables	Grupo		p
	A (N = 66)	B (N = 46)	
Edad (años)	45.5 ± 15.8	49.1 ± 14.8	0.31
Sexo femenino	40 (60.6)	21 (45.7)	0.11
H-B grados V-VI	21 (31.8)	16 (34.8)	0.74
Tiempo de evolución (semanas)	8.5 ± 20.0	3.7 ± 3.9	0.06

H-B = escala de House-Brackmann.
Los datos son expresados como la media ± desviación estándar y n (%).

disfuncionalidad clínica leve/moderada ($p < 0.001$, en ambos casos). No obstante, dentro de los casos de disfuncionalidad severa el grupo B (atendido durante la

pandemia) tuvo una media de asimetría facial total significativamente más alta que el grupo A atendido antes de la pandemia ($p = 0.03$); en tanto que, dentro de los casos de disfuncionalidad leve/moderada, las medias de asimetría facial total no difirieron entre A y B ($p = 0.10$).

En la esfera de función física del IDF no se observan diferencias en las medias de ambos grupos según los grados de disfuncionalidad V-VI vs II-IV: en A ($p = 0.41$) y en B ($p = 0.21$); sin embargo, dentro de los casos de disfuncionalidad severa, el grupo A tuvo una media de función física mucho más alta que la del B ($p = 0.01$), mientras que en los casos de disfuncionalidad leve/moderada las medias de función física no difirieron ($p = 0.21$).

Finalmente, en la esfera de función social, los resultados fueron inversos: dentro de los casos de disfunción severa el grupo B (durante la pandemia) tuvo una media de funcionalidad social más alta que el grupo A ($p = 0.05$), mientras que dentro de los casos

de disfunción leve/moderada las medias de función social fueron muy semejantes ($p = 0.80$).

DISCUSIÓN

Hasta el momento de hacer nuestro reporte no conocemos alguno parecido que se haya realizado en otras instituciones de salud a nivel nacional o internacional; no obstante, los resultados de nuestro estudio sugieren que, en los pacientes con PFPI antes de la pandemia de COVID-19, los grados de asimetría facial angular total fueron significativamente menores que en los pacientes observados durante la pandemia pese a que, globalmente, las proporciones de casos con disfuncionalidad clínica severa y leve/moderada resultaron similares (*Tablas 2 y 3*); ello nos puede llevar a inferir que, en términos generales, la pandemia influyó negativamente incrementando la asimetría provocada por la parálisis de Bell, quizá por efecto de un incremento correlativo al estrés. No obstante, el análisis multivariado (*Tabla 4*) indica que el aumento de la asimetría facial angular total sólo fue significativa entre los grupos A y B dentro de los casos con PFPI severa ($p = 0.03$), lo cual es congruente con los estudios referidos por Rodríguez-Rodríguez y colaboradores³ respecto a un ciclo viciado en el que un estrés elevado se asocia a una parálisis facial más severa y, a la vez, ésta se asocia recursivamente a un mayor estrés.

Por otra parte, en forma global, la función física fue significativamente mayor en el grupo A (atendidos antes de la pandemia) respecto al B (atendidos durante la pandemia) mientras que, aparentemente, los grupos no difieren en la función social (*Tabla 3*);

Tabla 3: Comparación de medias entre los grupos en las variables de desenlaces primarios.

Variables de desenlace	Grupo		p
	A (N = 66)	B (N = 46)	
Asimetría facial angular total	24.2 ± 10.3	29.6 ± 13.2	0.04
Función física (IDF)	48.7 ± 15.2	41.5 ± 14.5	0.009
Función social (IDF)	55.6 ± 22.1	61.1 ± 21.4	0.20

IDF = índice de discapacidad facial.

Tabla 4: Comparación de medias según grados de H-B (V-VI vs II-IV) y los grupos de estudio (A vs B).

Variables	Grupo	H-B		p
		V-VI (disfuncionalidad severa)	II-IV (disfuncionalidad leve/moderada)	
Asimetría facial angular total	A	31.3 ± 2.2	20.9 ± 1.5	0.0001
	B	38.5 ± 2.5	24.9 ± 1.8	
	p	0.03	0.10	
Función física (IDF)	A	51.0 ± 3.2	47.8 ± 2.2	0.41
	B	37.9 ± 3.8	43.3 ± 2.7	
	p	0.01	0.21	
Función social (IDF)	A	53.5 ± 4.7	56.9 ± 3.2	0.55
	B	68.0 ± 5.6	58.1 ± 4.0	
	p	0.05	0.80	

H-B = escala de House-Brackmann. IDF = índice de discapacidad facial.

Las medias están ajustadas con las covariables: edad 46.8 años y tiempo de evolución 6.6 semanas en el análisis de covarianza.



Mujer de 36 años sin y con cubrebocas.

Figura 3:

Función social del uso cotidiano de cubrebocas.

sin embargo, el análisis multivariado (*Tabla 4*) reportó que dentro de los casos con disfunción severa la función física fue significativamente menor en el grupo B (grupo atendido durante la pandemia) respecto al A (grupo atendido antes de la pandemia) pero, al mismo tiempo, la función social en B resultó significativamente mayor a la de A. Esto último sugiere que, en efecto, el uso cotidiano de cubrebocas, pese a la menor función física en el grupo B, influyó decididamente de manera positiva en la esfera de su interacción social (*Figura 3*), por lo menos en los casos de disfuncionalidad clínica severa con mayor asimetría facial. Estos resultados coinciden parcialmente con el reporte de Díaz-Aristizabal y colegas,¹ en el que, en pacientes con parálisis de Bell, se encontró una correlación negativa entre la escala de ansiedad y depresión HADS (*Hospital Anxiety and Depression Scale*) y la función social del IDF ($r = -0.53$), es decir, a mayor ansiedad y depresión hay una menor función social; pero dicho estudio no concuerda con la observación de que, al mismo tiempo, una mayor depresión en la escala de HADS también correlaciona negativamente con una menor funcionalidad física en la escala IDF ($r = -0.61$); no obstante, nuestro estudio sugiere que el uso de cubrebocas, a diferencia de lo que sucede en la población aparentemente sana en la que el uso de cubrebocas afecta la interacción social por fallos en la interpretación de las emociones,¹⁶ en los casos de disfuncionalidad facial severa por PFPI, altera positivamente las correlaciones observadas entre las escalas HADS e IDF en tiempos libres de pandemia por COVID-19.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados sugieren que en los pacientes con PFPI con disfunción clínica severa y alta asimetría facial el uso cotidiano del cubrebocas obligado por la pandemia de COVID-19, además de medio profiláctico, funciona a la vez como una estrategia de afrontamiento social y enmascaramiento que se revela en las altas puntuaciones reportadas en la esfera social de la IDF; ello, por supuesto, podría tener un impacto positivo en la evolución clínica de estos pacientes al reducir el estrés y elevar su calidad de vida, lo cual amerita realizar sendas investigaciones longitudinales.

Referencias

1. Díaz-Aristizabal U, Valdés-Vilches M, Fernández-Ferreras TR, Calero-Muñoz E, Bienzobas-Allué E, Moracén-Naranjo T. Correlations between impairment, psychological distress, disability, and quality of life in peripheral facial palsy. *Neurologia (Engl Ed)*. 2019; 34 (7): 423-428.
2. Pichardo E, Tlapa A. Consideraciones acerca de la parálisis facial: La importancia de los aspectos psicológicos dentro del tratamiento [Tesis de licenciatura]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 1995.
3. Rodríguez-Rodríguez KV, Torres-Sánchez E, Rodríguez-Ortiz MD. Efecto del estrés en las sincinesias en pacientes con parálisis facial periférica idiopática crónica. *Revista Latinoamericana de Medicina Conductual*. 2016; 7 (1): 9-15.
4. Quesada P, López D, Quesada J. Parálisis facial periférica, complicaciones y secuelas. LXI Congreso

- Nacional de la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial. Barcelona, España: MSD-Ediciones Médicas; 2010.
5. Simón López MA, Amenedo Losada E. Manual de psicología clínica. Ediciones Pirámide; 2001.
 6. Liriano RYG, Magalhaes SLBd, Barros F, Testa JRG, Fukuda Y. Relacao da presença de hiperacusia em pacientes com paralisia facial periférica de Bell. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004; 70: 776-779.
 7. Dong SH, Jung AR, Jung J, Jung SY, Byun JY, Park MS et al. Recurrent Bell's palsy. *Clin Otolaryngol.* 2019; 44 (3): 305-312.
 8. Pereira VH, Campos I, Sousa N. The role of autonomic nervous system in susceptibility and resilience to stress. *Curr Opin Behav Sci.* 2017; 14: 102-107.
 9. Kamatani M, Ito M, Miyazaki Y, Kawahara JI. Effects of masks worn to protect against COVID-19 on the perception of facial attractiveness. *Iperception.* 2021; 12 (3): 20416695211027920.
 10. Flores-Mondragón G, Paredes-Espinoza MA, Hernández-Campos NA, Sánchez-Chapul L, Paniagua-Pérez R, Martínez-Canseco C. Facial anthropometry: a tool for quantitative evaluation in patients with peripheral facial paralysis. *Int J Sci Eng Res.* 2015; 6 (5): 1657.
 11. Cardero EG, Infante-Cossio P, Domínguez AC, Feria MA, Pérez JL. Índice de discapacidad facial (IDF): adaptación al castellano, fiabilidad y validez. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013; 18: 59-65.
 12. Ozden F, Turturk I, Sari Z. Psychometric properties of the Facial Disability Index in patients with facial palsy: a systematic review and meta-analysis. *Neurol Sci.* 2022; 43 (7): 4157-4165.
 13. Carbon CC. Wearing face masks strongly confuses counterparts in reading emotions. *Front Psychol.* 2020; 11: 566886.
 14. Pérez Chávez E, Gámez Martínez C, Guzmán González JM, Escobar Rodríguez D, López Roldán VM, Montes de Oca RD et al. Guía clínica para la rehabilitación del paciente con parálisis facial periférica. *Rev Med IMSS.* 2004; 42 (5): 425-436.
 15. Instituto Nacional de Rehabilitación. Programa de ejercicios institucional. Mecanoterapia (Mesoterapia y ejercicios terapéuticos). Instrucción de trabajo, versión ISO 9001:2015.
 16. Barry P, Mancini J, Alshukry A, Salburgo F, Lavieille JP, Montava M. Validation of French versions of the Facial Disability Index and the Facial Clinimetric Evaluation Scale, specific quality of life scales for peripheral facial palsy patients. *Clin Otolaryngol.* 2019; 44 (3): 313-322.

Conflicto de intereses: se declara que no existe conflicto de intereses por parte de los autores.

El músculo y el cáncer: una relación bidireccional. Fisiopatología y consecuencias

*Muscle and cancer: a bidirectional relationship.
Pathophysiology and consequences*

Lluvia Itzel León-Reyes,* Patricia Canto,† Ramón M Coral-Vázquez§

Palabras clave:

sarcopenia, cáncer, mortalidad, supervivencia, quimioterapia, radioterapia.

Keywords:

sarcopenia, cancer, mortality, survival, chemotherapy, radiotherapy.

Correspondencia:

Dra. Lluvia Itzel León-Reyes

E-mail: lluviaitzel@gmail.com

Recibido: 15 de Junio de 2023

Aceptado: 23 de Agosto de 2023

Resumen

El músculo cuenta con interrelaciones muy importantes con otros órganos como el corazón, hígado, cerebro y tejido adiposo. Su desgaste, conocido como sarcopenia, se ha asociado a los diferentes tipos de cáncer durante el tratamiento, lo que condiciona incremento de la toxicidad derivada tanto de la quimioterapia como de la radioterapia. Lo anterior provoca retrasos del tratamiento y ajustes no deseados de las dosis del mismo que impactan negativamente la supervivencia de los pacientes con cáncer. Existe evidencia que sugiere que la sarcopenia persiste aún en la etapa de supervivencia condicionando un impacto negativo en la calidad de vida de los pacientes y en su productividad laboral. Se conocen diferentes mecanismos fisiopatológicos a nivel celular y molecular involucrados en la sarcopenia en el cáncer que muestran cada vez con mayor claridad una relación bidireccional tanto positiva como negativa entre el cáncer y el músculo.

Abstract

The muscle has very important interrelationships with other organs such as the heart, liver, brain and adipose tissue. Its wear, known as sarcopenia, has been associated with different types of cancer during treatment, which causes an increase in toxicity derived from both, chemotherapy and radiotherapy. This causes treatment delays and unwanted dose adjustments that negatively impact the survival of cancer patients. There is evidence that suggests that sarcopenia persists even in the survival stage, conditioning a negative impact on the quality of life of patients and on their work productivity. Different physiopathological mechanisms at the cellular and molecular level involved in sarcopenia in cancer are known, which increasingly show a bidirectional relationship, both positive and negative, between cancer and muscle.

Abreviaturas:

ATP = adenosin trifosfato.
IFN- α = interferón alfa.
IFN- γ = interferón gamma.
IL = interleucina.
LPS = sistema proteosoma-lisosoma.

ME = músculo-esquelético.
MEC = matriz extracelular.
TGF- β = factor de crecimiento transformante-beta.
TNF- α = factor de necrosis tumoral alfa.
UNM = unión neuromuscular.
UPS = sistema ubiquitina-proteosoma.

* Servicio de Neuropediatría, Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional.

† Unidad de Investigación en Obesidad, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Subdirección de Investigación Clínica, Dirección de Investigación, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán».

§ Sección de Estudios de Postgrado e Investigación, Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional. Subdirección de Enseñanza e Investigación, Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).

Ciudad de México, México.



Citar como: León-Reyes LI, Canto P, Coral-Vázquez RM. El músculo y el cáncer: una relación bidireccional. Fisiopatología y consecuencias. Invest Discapacidad. 2023; 9 (3): 136-146. <https://dx.doi.org/10.35366/112699>



INTRODUCCIÓN

El músculo-esquelético (ME) constituye aproximadamente 40-45% de la masa corporal de los seres humanos y participa de forma relevante en el movimiento, equilibrio, postura, fuerza y la generación de calor. Asimismo, es un reservorio de aminoácidos y sitio de producción de miocinas. Las miocinas son citocinas sintetizadas y liberadas por los miocitos durante la contracción muscular que participan en la regulación autocrina del metabolismo muscular, en la regulación paracrina/endocrina de otros tejidos y órganos, incluido el tejido adiposo, el hígado y el cerebro a través de sus receptores.¹ Por lo mismo, el ME mantiene relaciones intrínsecas con la función endocrinológica, neurológica, cardiovascular y pulmonar, consecuentemente su estado óptimo contribuye al buen funcionamiento de todos estos órganos y sistemas.²

El cáncer cursa con diferentes alteraciones sistémicas asociadas a inflamación, resistencia a la insulina, disfunción hepática o renal, así como una marcada pérdida de peso asociada a fatiga y desgaste muscular, que en ocasiones derivan en un estado llamado caquexia. Existe evidencia de la afectación al ME desde antes del desarrollo de la caquexia y es posible que existan mecanismos asociados a la actividad tumoral, que promueven la pérdida de masa muscular desde el inicio de la enfermedad.^{3,4} Otros estudios mencionan que este desgaste muscular puede persistir por años después de haber concluido el tratamiento de cáncer, ya en la etapa de supervivencia.⁵ Se conocen diferentes mecanismos a nivel celular y molecular que explican este fenómeno. Algunos de ellos son derivados del tumor, como es el caso de la inflamación crónica, la activación del sistema ubiquitina-proteosoma (UPS), del sistema proteosoma-lisosoma (LPS) y la disfunción mitocondrial.^{6,7} Otros mecanismos ocurren como consecuencia del tratamiento del cáncer (quimioterapia y radioterapia) y están asociados a la disfunción de la unión neuromuscular (UNM) o bien a las alteraciones en el proceso de regeneración muscular, lo cual tiene una etiología mixta.⁸ En esta revisión se abordará lo que se conoce hasta el momento sobre los mecanismos previamente mencionados, así como la relación bidireccional de los efectos del cáncer y el desgaste muscular entre sí.

SARCOPENIA EN EL CÁNCER

El cáncer cursa por diferentes etapas clínicas que se clasifican de acuerdo al tamaño del tumor, su

extensión a los ganglios linfáticos y la presencia de metástasis. El tratamiento se individualiza de acuerdo al diagnóstico y su estadificación, en algunos casos se procede a cirugía, tratamiento con quimioterapia y/o radioterapia, terapia hormonal o inmunoterapia según sea el caso. La siguiente etapa consiste en seguimiento y vigilancia de la recurrencia del cáncer y en el caso de cumplir cinco años sin que ocurra recidiva del mismo se considera que el paciente se encuentra en la etapa de supervivencia. También se ofrecen terapias paliativas incluso si el cáncer no responde a tratamiento curativo con la intención de mejorar la calidad de vida.⁹ A lo largo de este proceso se pueden dar una serie de complicaciones asociadas como es la sarcopenia. La sarcopenia es un síndrome caracterizado por la reducción progresiva tanto de la masa como de la fuerza muscular, descrita originalmente en asociación al proceso de envejecimiento.^{10,11} Su principal característica es la falta de fuerza muscular y se confirma por la detección de baja masa muscular y función muscular disminuida.

La sarcopenia se asocia con un mayor riesgo de discapacidad física, menor calidad de vida y progresión de la enfermedad crónica.¹² Recientemente, se ha evidenciado la presencia de sarcopenia en otros momentos de la vida, como la juventud e incluso en la niñez.⁹ En estos casos se encuentra asociada a otras enfermedades agudas o crónicas como diabetes, obesidad o cáncer.¹³⁻¹⁵ En el cáncer existen múltiples factores asociados al desgaste muscular como son la edad, la inactividad física, la desnutrición, los factores derivados de la actividad del tumor, la quimioterapia y radioterapia, así como los fármacos adicionales que se requieren para tratar las comorbilidades.³

Por otro lado, cada vez surge mayor evidencia de que la sarcopenia persiste aún en la etapa de supervivencia del cáncer, lo que genera impacto en el estado físico, psicosocial y en la capacidad laboral.^{16,17} Existe un término referido por 70-80% de los pacientes con cáncer avanzado llamado fatiga relacionada con el cáncer, que la Red Nacional Integral del Cáncer define como una «sensación angustiosa, persistente y subjetiva de cansancio o agotamiento físico, emocional o cognitivo relacionado con el cáncer o el tratamiento del cáncer, que no es proporcional a la actividad reciente e interfiere con el funcionamiento habitual».¹⁸ Esta fatiga, altamente ligada a la sarcopenia persiste también en la etapa de la supervivencia. La sarcopenia se asocia, además, significativamente con la mortalidad por cáncer,¹⁶ y al tratarse de una enfermedad modificable se considera que puede mejorar la enfermedad de

estos pacientes y actuar como un factor pronóstico del cáncer.¹⁹ Recientemente, se han impulsado estrategias como la orientación nutricional y el ejercicio físico para optimizar la composición corporal e influir favorablemente en la masa muscular y el tejido adiposo como parte del éxito de la terapia integral de pacientes con cáncer.^{20,21}

FISIOPATOLOGÍA DE LA SARCOPENIA EN EL CÁNCER

Desde el punto de vista fisiopatológico, existen varios mecanismos propuestos que contribuyen al desarrollo del desgaste muscular en los pacientes con cáncer, dentro de los cuales destacan la inactividad debido al reposo en cama, el ambiente sistémico proinflamatorio, la disfunción mitocondrial y alteraciones en el mecanismo de reparación mediado por las células satélite.

Recientemente, se demostró en un modelo animal que se produce una señalización miogénica de supresión dentro de la primera semana de implantación del tumor, si bien el inicio de la pérdida del área transversal muscular se documentó experimentalmente hasta la tercera semana. Esto sugiere que la supresión de la señalización miogénica, relacionada con el desarrollo mismo del cáncer, puede ser uno de los pasos iniciales de la atrofia muscular que se incrementará a lo largo de la evolución de la enfermedad.²²

El UPS se encarga de degradar las proteínas a través de un sistema altamente regulado, que está basado en su capacidad para seleccionar proteínas de forma específica para su degradación. Se ha demostrado su activación de forma constante en los modelos preclínicos de caquexia por cáncer, con variaciones en el grado de dicha activación dependiendo del tipo de tumor y el modelo animal estudiado. También se ha observado que se exacerba conforme el cáncer empeora, por lo que se considera que es un factor clave en el desgaste muscular inducido por cáncer.^{23,24}

El LPS también es un sistema de degradación de proteínas no impulsado por ATP (adenosin trifosfato) que se conoce como sistema de autofagia, el cual de forma habitual es necesario para la renovación de los desechos celulares y que es activado por múltiples estímulos, mismo que parece ser activado de forma anormal y excesiva por medio de la inflamación inducida por el cáncer, especialmente en el estado de caquexia.²⁵⁻²⁷

Como parte de la respuesta inflamatoria sistémica crónica generada por la actividad tumoral, se liberan una serie de citocinas proinflamatorias como son la

interleucina (IL)-1, IL-6, factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), el interferón alfa (IFN- α) y el interferón gamma (IFN- γ), ya sea por el tumor o por el sistema inmunitario del huésped en reacción al tumor, lo cual tiene efectos catabólicos que llevan a la pérdida de masa muscular y grasa corporal. Estas citocinas proinflamatorias activan el eje hipotálamo-pituitario-suprarrenal, que conduce a la producción de cortisol en las glándulas suprarrenales. La activación, a su vez, del sistema nervioso simpático provoca una producción no regulada de catecolaminas, norepinefrina y epinefrina. Estas hormonas del estrés generan resistencia a la insulina y factores de crecimiento, lo que inhibe el crecimiento muscular.¹⁰

Acerca de los mecanismos mitocondriales que puedan estar relacionados con el desgaste muscular, se considera que las alteraciones en la capacidad oxidativa pueden influir negativamente en la calidad y el tamaño del músculo. El estrés en la mitocondria produce una falta en la coordinación de la producción de ATP y la disponibilidad de especies donantes de electrones, lo cual da como resultado un incremento en la generación de radicales libres. La señalización por IL-6 en el contexto del ambiente proinflamatorio, previamente descrito, tiene además la capacidad de interrumpir la remodelación mitocondrial y suprimir la biogénesis mitocondrial en ratones con cáncer.²⁸ En un estudio que analizó las muestras de músculo de mujeres con cáncer de mama se observó un incremento en la expresión de Bax, que es una proteína relacionada con el inicio de la apoptosis, pero no se logró documentar un incremento en el índice caspasa 3/pro-caspasa 3 sugiriendo un posible papel de las mitocondrias principalmente al inicio de la apoptosis a nivel del músculo-esquelético.²⁹

Con relación a la inactividad relacionada con el cáncer y a su tratamiento, se ha mostrado en los modelos experimentales de inactividad física que los periodos largos de descanso inducen una gran disminución en la capacidad de generación de fuerza y potencia de los músculos de las extremidades inferiores.^{30,31} La falta de actividad física parece estar estrechamente relacionada con la fatiga crónica.

Por último, se encuentran descritas diferentes alteraciones asociadas a cáncer en los mecanismos de reparación muscular. El músculo-esquelético es un tejido que posee una notable capacidad para reemplazar las fibras musculares dañadas o destruidas,³² que depende en gran medida de las contribuciones de las células satélite,³³ mismas que son en realidad células madre residentes en tejido que se encuentran en forma

quiescente ancladas a la membrana plasmática de las miofibras maduras³⁴ y precisan señales de su entorno que les indiquen el momento de salir de tal estado de quiescencia para iniciar la diferenciación de las células satélite vírgenes hacia mioblastos comprometidos y, eventualmente, a miofibras multinucleadas.³⁵ Alrededor de ellas se encuentra el nicho de las células madre, cuyos componentes estructurales forman parte de una matriz extracelular (MEC) expansiva, que contiene las señales bioquímicas necesarias para la activación de la miogénesis y las etapas subsiguientes de regeneración. Distintos mecanismos fisiopatológicos llevan a una transformación profunda de la estructura y composición de la MEC^{36,37} que parece estar mediada, en parte al menos, por citocinas proinflamatorias que ya fueron comentadas previamente como son la interleucina-1 beta, la interleucina-6, el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), factor de crecimiento de fibroblastos y factor de crecimiento transformante-beta (TGF- β), las cuales están involucrados en procesos de curación, pero, que al encontrarse en exceso en el cáncer, pueden llevar a un proceso de regeneración muscular alterado y contribuir a la sarcopenia. TGF- β en particular es una citocina multifuncional que actúa sobre múltiples tipos de células que puede promover, bajo ciertas circunstancias, una respuesta aberrante, inhibiendo las respuestas miogénicas y regulando la remodelación de la MEC (*Figura 1*).³⁸

EFFECTOS DEL TRATAMIENTO DEL CÁNCER EN EL MÚSCULO

Efectos de la quimioterapia

Se sabe que la quimioterapia tiene efectos directos sobre el músculo, incluida la pérdida de masa magra y la reducción de su función contráctil.^{39,40} Varios estudios clínicos observacionales han mostrado un empeoramiento de la función física después de la quimioterapia que contribuye al síndrome de fatiga relacionada con el cáncer.⁴¹ Estudios recientes han demostrado, claramente, que la quimioterapia por sí misma es suficiente para inducir la atrofia muscular.^{42,43} Se ha mostrado, en modelos animales, que el uso de Folfiri (un esquema de quimioterapia común de 5-fluoro uracilo, leucovorina y CPT-11) es suficiente para reducir el peso muscular en comparación con los controles no tratados. Consistente con otros estudios previos, los autores determinaron que el desgaste muscular se asoció con una regulación positiva de ERK1/2 y p38 MAPK; asimismo, no se detectaron cambios en la

proteólisis dependiente de ubiquitina o en la expresión de miembros de la familia TGF β , pero se observó una marcada disminución en el contenido mitocondrial, asociado con anomalías a nivel del sarcómero y con un aumento en el número de fibras glucolíticas en el músculo de ratones tratados.⁴⁴ Otro estudio demostró, que la quimioterapia con cisplatino y doxorubicina produce una atrofia muscular significativa en ratones, presumiblemente a través de la activación de NF κ B que causa la degradación muscular.⁴³ Adicionalmente, la quimioterapia estimula el estrés oxidativo, lo que aumenta las especies reactivas de oxígeno en el músculo. Por otro lado, también indujo el aumento de las proteínas TGF- β , y miostatina, además de orientar el músculo hacia el catabolismo.^{45,46}

Existen estudios clínicos observacionales, principalmente en adultos, que reportan efectos musculares tardíos de fármacos empleados en quimioterapia, que incluyen L-asparaginasa, metotrexato y vincristina, y que se presentan como pérdida de músculo, fuerza o flexibilidad. La L-asparaginasa tiene un efecto inhibitorio sobre la síntesis proteica; mientras que el metotrexato y la vincristina, a través de sus efectos neurotóxicos, pueden contribuir a los efectos tardíos en el músculo a través de una disrupción de la unión neuromuscular.⁴⁷ Se ha informado una asociación entre la exposición a L-asparaginasa y la presencia de debilidad muscular.⁵ Además de lo anterior, los mismos autores encontraron que los supervivientes que fueron tratados con una dosis acumulada de metotrexato intratecal (≥ 215 mg/m²), presentaron un mayor riesgo de deterioro de la fuerza, de la eficiencia de la marcha y el rango de movimiento del tobillo en comparación con los que no recibieron metotrexato. En el mismo estudio, la restricción del rango del movimiento del tobillo también se observó asociado a una dosis acumulada de vincristina (≥ 39 mg/m²).⁵ Esto sugiere que tanto el tipo de quimioterapia como las dosis acumuladas empleadas, pueden contribuir al desarrollo de distintos grados de sarcopenia en los pacientes. Además, indirectamente, la quimioterapia puede causar fatiga, reduciendo la actividad física. Aunado a esto, debido a la rápida renovación de ciertos tejidos, la quimioterapia daña las células del tracto gastrointestinal, lo que ocasiona que los pacientes experimenten diarrea, náuseas, vómitos y mucositis; así una ingesta oral limitada, absorción reducida de nutrientes y pérdida de líquidos. Esta disminución en la ingesta de alimentos se acompaña de cambios en el apetito y el gusto.⁴⁰ Todo esto, en conjunto, induce un desbalance en el proceso de

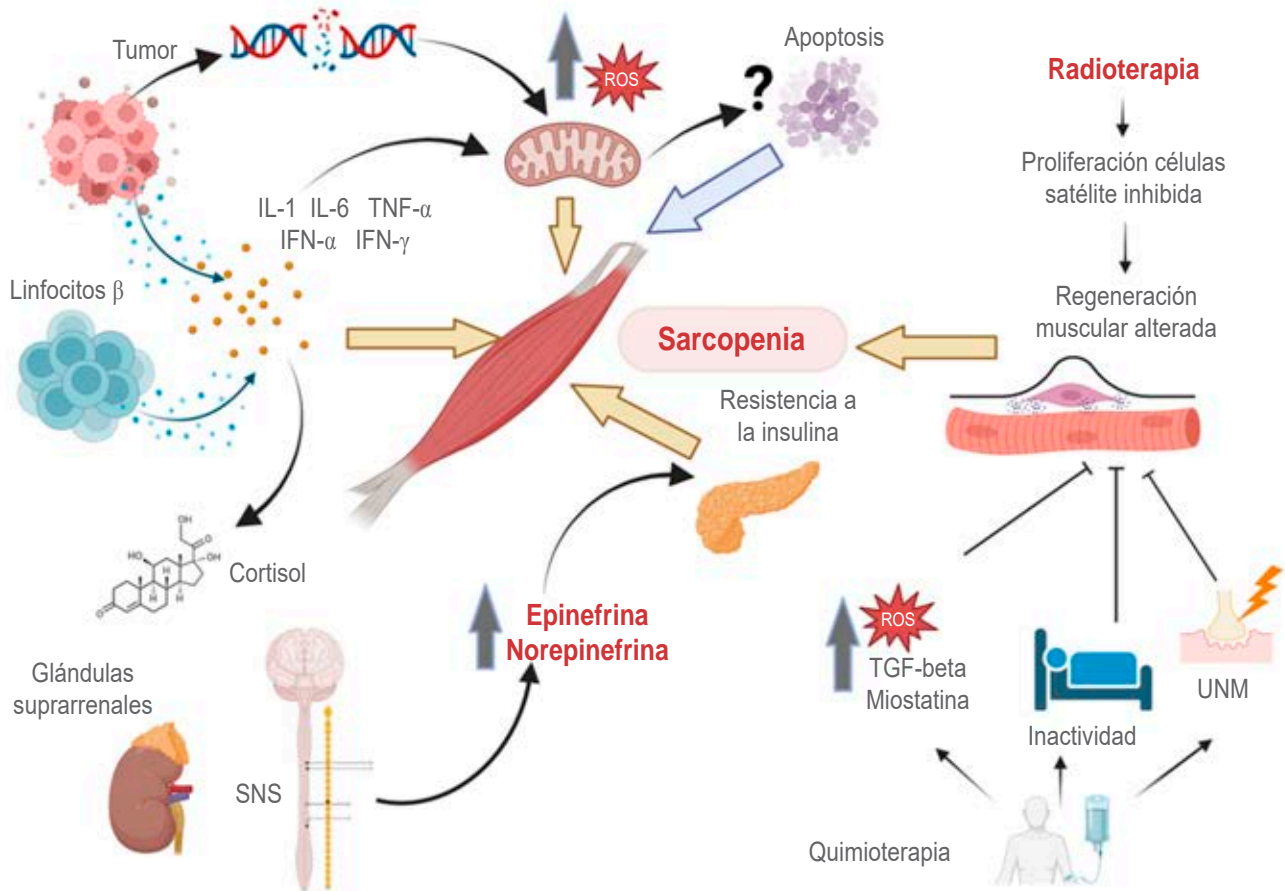


Figura 1: En flechas amarillas se señalan los mecanismos principales asociados a la sarcopenia en el cáncer. Las células tumorales y del huésped liberan citocinas proinflamatorias que tienen efectos catabólicos y activan al sistema nervioso simpático y a las suprarrenales con elevación subsecuente de catecolaminas, lo que provoca resistencia a la insulina y desgaste muscular. La radioterapia y la quimioterapia inhiben la proliferación de las células satélite en la regeneración muscular. La quimioterapia a través de la elevación de TGF-beta, miostatina, especies reactivas de oxígeno y otros mecanismos como la interrupción de la unión neuromuscular llevan a la alteración de la regeneración muscular. Las citocinas proinflamatorias y las lesiones del ADN mediadas por el tumor causan elevación de las especies reactivas de oxígeno en las mitocondrias, lo que altera la homeostasis energética de las células musculares y contribuye a la sarcopenia. Algunos autores han planteado la hipótesis (?) de que las mitocondrias participan en el inicio de la apoptosis a nivel del músculo esquelético; sin embargo, se trata de un mecanismo pendiente de estudiar más a fondo.²⁹ ROS = reactivas de oxígeno. SNS = sistema nervioso simpático. UNM = unión neuromuscular.

lesión/regeneración muscular. Todos estos mecanismos son comunes tanto a la población pediátrica como adulta con cáncer.

Existen deficiencias nutricionales asociadas a los factores mencionados previamente. Se ha descrito una deficiencia de hierro en el seguimiento de más de 50% de los pacientes que cursan con cáncer colorrectal, de pulmón y páncreas.⁴⁴ Aparentemente, esto se relaciona con que la inflamación crónica dificulta la absorción de hierro de la dieta y esto provoca

retención de hierro en las células reticuloendoteliales, al disminuir su biodisponibilidad. Lo anterior lleva a un impacto importante en el músculo debido a que el hierro participa como cofactor para poder generar el ATP que se requiere para la contracción muscular.⁴⁸ El hierro también regula directamente la biogénesis mitocondrial, además de ser indispensable en la actividad de varias enzimas mitocondriales que están involucradas en el ciclo de los ácidos tricarbónicos y la cadena de transporte de electrones.^{48,49}

Efectos de la radioterapia

En el caso de la radioterapia, la fisiopatología subyacente aún no está clara. La mayor parte de la evidencia disponible proviene de estudios en animales. Uno de los mecanismos observados fue una reducción de 70% en el número de células satelitales en ratas adultas jóvenes que recibieron ≥ 5 Gy de radiación.^{50,51} En experimentos de trasplante en músculos sometidos a ablación por radiación, se ha demostrado que las células satélite poseen una alta capacidad de autorrenovación⁵² y que se dividen en subpoblaciones cuya capacidad de autorrenovarse se ve disminuida como efecto de la radioterapia, lo cual ha sugerido que pudiera estar relacionado con los niveles reducidos de óxido nítrico que se documentaron después de la radiación.^{51,53} Otros efectos a largo plazo en el desgaste muscular pueden estar mediados por rupturas en el ADN.⁵¹ Se sabe que en respuesta a la radiación se activan los procesos de apoptosis y autofagia adicional a la proliferación y activación de las células satélite, lo cual se demostró a través de un modelo animal con fibrosis inducida por radioterapia.^{4,21,54}

En lo que se refiere a lo observado en estudios clínicos, se sabe que 80% de los pacientes que habían cursado con sarcomas en la niñez en una edad que oscilaba entre los tres, cinco y 10 años de edad continuaban mostrando aún atrofia del músculo y del tejido blando todavía a una mediana de 20 años después de la exposición a radioterapia para el tratamiento del cáncer, lo cual sugiere que el efecto de la radioterapia en el músculo continúa aún en la supervivencia.⁵⁵

Efectos del tratamiento paliativo y otros tratamientos

Los esteroides también se administran con frecuencia durante el tratamiento de los tumores de órganos sólidos, lo cual puede causar degradación de las proteínas musculares a través de los sistemas de señalización apoptótica mediada por mitocondrias y Fas, junto con complejo ubiquitina-proteosoma.^{31,56,57} Por otro lado, al disminuir la producción de IGF-1 y al aumentar la producción de miostatina, los esteroides inhiben la activación de las células satélite e inhiben la proliferación y diferenciación de los mioblastos lo que causa atrofia muscular.^{28,29,31}

Aproximadamente 70% de los pacientes de cáncer requerirán en algún momento de cuidados paliativos. Asimismo, en el caso de cáncer terminal es el único tratamiento que es factible ofrecer porque mejora el dolor, la astenia, la anorexia, la caquexia y los trastor-

nos psicológicos con el objetivo de mejorar la calidad de vida.⁵⁸ Se ha demostrado que en los pacientes con diferentes tipos de cáncer gastrointestinal que reciben cuidados paliativos, el desgaste muscular se comporta como un factor pronóstico negativo, con un predominio en el sexo masculino.⁵⁹ El dolor es uno de los síntomas más difíciles de tratar durante la etapa paliativa del cáncer. Se ha demostrado, a su vez, que el grado de sarcopenia y de dolor se encuentran asociados en diferentes poblaciones estudiadas como son las de enfermedades músculo-esqueléticas o en personas de edad avanzada.⁵⁹

Para el tratamiento del dolor en cáncer se utilizan inicialmente opioides débiles que se escalan posteriormente a opioides potentes (morfina, metadona, buprenorfina o fentanilo) así como neuromoduladores (pregabalina, carbamazepina) y antidepresivos (tricíclicos o duales). En el tratamiento con opioides, se conoce que la sarcopenia en sí misma incrementa el riesgo del uso de opioides por largo tiempo posterior a tratamientos quirúrgicos. Lo anterior contribuye a las dificultades para el control del dolor especialmente en pacientes con caquexia.^{58,59}

Recientemente se ha empleado también el uso de cannabinoides (CBD) en tratamiento paliativo del cáncer.⁶⁰ Se han realizado estudios en investigación en ratones con respecto a la expresión diferencial de los receptores de cannabinoides CB1 y CB2 y ha destacado que la expresión de CB2 mejora con el ejercicio al promover la capacidad regenerativa del músculo mediada por Pax7 y MyoD, lo cual alienta a explorar el CBD en el tratamiento de la sarcopenia en este grupo de pacientes.⁶¹

IMPACTO DE LA SARCOPENIA DURANTE EL TRATAMIENTO DEL CÁNCER

La baja masa muscular, común en diferentes etapas del cáncer, es un predictor independiente de mala función física, menor calidad de vida, complicaciones quirúrgicas, progresión de la enfermedad y reducción de la supervivencia.^{4,62}

Una de las principales hipótesis de esta asociación con un menor grado de supervivencia es la propensión a la toxicidad en otros órganos y sistemas (renal, cardiovascular, gastrointestinal, etcétera) inducida por quimioterapia en pacientes con sarcopenia. En el contexto de la atrofia muscular, la medida tradicional de cálculo de la dosis basado en la superficie corporal posiblemente sobreestima la masa magra general y conduzca a una mayor toxicidad.⁵⁵

En un estudio realizado en el 2009, se encontró que la sarcopenia fue un predictor de toxicidad de la capecitabina en el cáncer de mama metastásico. Así, 50% de las pacientes que presentaron sarcopenia sufrieron toxicidad, en comparación con sólo 20% en pacientes no sarcopénicas.¹⁰ Del mismo modo, en otro estudio, en el 2015, se observó que de entre los pacientes con sarcoma tratados con quimioterapia basada en doxorubicina, los pacientes que cursaban con mayor grado de sarcopenia experimentaron una toxicidad grave más aguda; más toxicidad hematológica de grado 4 y más neutropenia febril.⁵⁵ Esta observación también se ha corroborado en cáncer de colon metastásico y cáncer de pulmón en adultos.⁹

IMPACTO DE LA SARCOPENIA EN LA SUPERVIVENCIA DEL CÁNCER

En los supervivientes de cáncer se conoce que la sarcopenia se asocia a limitación funcional, discapacidad física, mala calidad de vida y un incremento como tal de la mortalidad. Se ha reportado también la asociación del síndrome metabólico con hiperlipidemia y resistencia a la insulina con la presencia de sarcopenia en los pacientes supervivientes de cáncer. Además de ello, la sarcopenia en la supervivencia se asocia de forma independiente a un mayor riesgo cardiovascular y de evento vascular cerebral.⁶³

Al persistir este desgaste muscular, muchas veces de forma severa, se generan muchos impactos secundarios en el estado físico, psicosocial y en la capacidad laboral, llevando en conjunto a una mala calidad de vida.^{64,65}

En el caso de los pacientes pediátricos con cáncer, si bien tienen mayores índices de supervivencia que los adultos, experimentan múltiples secuelas en la etapa de supervivencia, dentro de las cuales se encuentran alteraciones renales, cardiovasculares, metabólicas y músculo-esqueléticas, las cuales impactan de forma notable su integración a la sociedad y su desempeño académico y laboral en la etapa de la juventud.^{62,66} Las estimaciones de prevalencia de sarcopenia oscilan entre 16 y 23% entre los supervivientes de cáncer en la infancia.⁶⁷ Aunque la fatiga relacionada con el cáncer, principalmente en niños y adolescentes, ciertamente mejora con el tiempo, en un subconjunto de supervivientes de cáncer, la fatiga y los bajos niveles de actividad continúan persistiendo años después del tratamiento.^{68,69} En el caso de los supervivientes de tumores sólidos en la infancia, los efectos tardíos musculares son más comunes en el

caso de los tumores de Wilms y el neuroblastoma, lo cual se deriva en gran parte de la necesidad de haber requerido dosis altas de radiación (> 30 Gy) en la infancia temprana.^{70,71}

DIFERENCIAS DE ACUERDO AL SEXO

La evidencia científica sugiere que un tipo de desgaste muscular que se presenta en cáncer avanzado denominado caquexia ocurre de manera diferente en los modelos femeninos con respecto a los masculinos. Se descubrió recientemente que la caquexia en ratones Min hembra no depende de la IL-6, a diferencia de lo que se había observado por años en el modelo macho.⁷² Además, las hembras con arresto de los ciclos menstruales exhiben pérdida de peso corporal y muscular durante el cáncer, mientras que las hembras con ciclos menstruales funcionales mantienen el peso corporal y tienen una carga tumoral reducida.⁷³ Se han encontrado mejores resultados en el tamaño del músculo al aumentar el contenido de las mitocondrias en ratones macho, pero no así en los ratones hembra.⁷⁴ Por otro lado, desde el punto de vista clínico, las mujeres aparentemente presentan menor grado de pérdida corporal y muscular en comparación con los hombres, y la evidencia orienta a que su organismo responde en forma distinta frente a los tumores. Con base en lo anterior, es importante realizar más estudios en lo que se incluya ambos sexos en los estudios tanto clínicos como preclínicos.

CONCLUSIONES

Se ha subestimado la necesidad de mantener un estado óptimo del tejido muscular; sin embargo, este aspecto ha adquirido cada vez mayor relevancia por la creciente evidencia científica en lo que se refiere a sus implicaciones en la salud a nivel metabólico, endocrinológico, gastrointestinal y neurológico. La sarcopenia se ha asociado a enfermedades devastadoras como el cáncer e incluso se ha reconocido ya recientemente como un factor pronóstico relacionado con la mortalidad en estos pacientes. Uno de los mecanismos más importantes relacionados con este fenómeno se estima que tiene que ver con el incremento de la toxicidad relacionada con la quimioterapia a diferentes niveles, lo cual obliga a los oncólogos a modificar los esquemas y las dosis de tratamiento, situación que eleva el índice de fallas de respuesta al mismo, elevando así el riesgo de muerte asociada a cáncer. Por otro lado, es esta relación bidireccional, es decir, el

efecto que a su vez tiene el músculo sobre los demás órganos y sistemas lo que abre la puerta para mejorar el pronóstico del cáncer a través de mejorar la salud muscular. El equilibrio que se requiere para mantener la homeostasis muscular queda al descubierto con la información disponible de los mecanismos celulares y moleculares conocidos asociados al proceso de desgaste muscular, pues existen múltiples fenómenos inflamatorios, energéticos y metabólicos relacionados entre sí que pueden actuar hasta cierto punto a favor de la regeneración muscular o bien comenzar a actuar en detrimento del mismo al favorecer el desgaste, todo esto en respuesta a cambios que ocurren en el microambiente del tejido muscular. Es importante investigar más al respecto para poder contextualizar dicho conocimiento y lograr establecer intervenciones terapéuticas efectivas.

Referencias

- Lee JH, Jun HS. Role of myokines in regulating skeletal muscle mass and function. *Front Physiol.* 2019; 10: 42. Available in: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00042>
- Chen W, Wang L, You W, Shan T. Myokines mediate the cross talk between skeletal muscle and other organs. *J Cell Physiol.* 2021; 236 (4): 2393-2412. Available in: <https://doi.org/10.1002/jcp.30033>
- Peixoto da Silva S, Santos JMO, Costa ESMP, Gil da Costa RM, Medeiros R. Cancer cachexia and its pathophysiology: links with sarcopenia, anorexia and asthenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2020; 11 (3): 619-635. Available in: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12528>
- Ryan AM, Power DG, Daly L, Cushen SJ, Ni Bhuachalla E, Prado CM. Cancer-associated malnutrition, cachexia and sarcopenia: the skeleton in the hospital closet 40 years later. *Proc Nutr Soc.* 2016; 75 (2): 199-211. Available in: <https://doi.org/10.1017/S002966511500419X>
- Ness KK, Hudson MM, Pui CH, Green DM, Krull KR, Huang TT et al. Neuromuscular impairments in adult survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia: associations with physical performance and chemotherapy doses. *Cancer.* 2012; 118 (3): 828-838. Available in: <https://doi.org/10.1002/cncr.26337>
- Khal J, Wyke SM, Russell ST, Hine AV, Tisdale MJ. Expression of the ubiquitin-proteasome pathway and muscle loss in experimental cancer cachexia. *Br J Cancer.* 2005; 93 (7): 774-780. Available in: <https://doi.org/10.1038/sj.bjc.6602780>
- White JP, Baynes JW, Welle SL, Kostek MC, Matesic LE, Sato S et al. The regulation of skeletal muscle protein turnover during the progression of cancer cachexia in the *Apc(Min/+)* mouse. *PLoS One.* 2011; 6 (9): e24650. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024650>
- Hartman A, Van den Bos C, Stijnen T, Pieters R. Decrease in peripheral muscle strength and ankle dorsiflexion as long-term side effects of treatment for childhood cancer. *Pediatr Blood Cancer.* 2008; 50 (4): 833-837. Available in: <https://doi.org/10.1002/psc.21325>
- Global Burden of Disease Cancer C, Kocarnik JM, Compton K, Dean FE, Fu W, Gaw BL et al. Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life Years for 29 Cancer Groups From 2010 to 2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *JAMA Oncol.* 2022; 8 (3): 420-444.
- Bauer J, Morley JE, Schols A, Ferrucci L, Cruz-Jentoft AJ, Dent E et al. Sarcopenia: a time for action. An SCWD position paper. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2019; 10 (5): 956-961. Available in: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12483>
- Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyere O, Cederholm T, Cooper C et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2019; 48 (4): 601. Available in: <https://doi.org/10.1093/ageing/afz046>
- Xu J, Wan CS, Ktoris K, Reijnierse EM, Maier AB. Sarcopenia Is Associated with Mortality in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Gerontology.* 2022; 68 (4): 361-376. Available in: <https://doi.org/10.1159/000517099>
- Ritz A, Lurz E, Berger M. Sarcopenia in children with solid organ tumors: an instrumental era. *Cells.* 2022; 11 (8): 1278. Available in: <https://doi.org/10.3390/cells11081278>
- Ormsbee MJ, Prado CM, Ilich JZ, Purcell S, Siervo M, Folsom A, Panton L. Osteosarcopenic obesity: the role of bone, muscle, and fat on health. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2014; 5 (3): 183-192. Available in: <https://doi.org/10.1007/s13539-014-0146-x>
- Waters DL, Baumgartner RN. Sarcopenia and obesity. *Clin Geriatr Med.* 2011; 27 (3): 401-421. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.cger.2011.03.007>
- Villasenor A, Ballard-Barbash R, Baumgartner K, Baumgartner R, Bernstein L, McTiernan A et al. Prevalence and prognostic effect of sarcopenia in breast cancer survivors: the HEAL Study. *J Cancer Surviv.* 2012; 6 (4): 398-406. Available in: <https://doi.org/10.1007/s11764-012-0234-x>
- Williams AM, Krull KR, Howell CR, Banerjee P, Brinkman TM, Kaste SC et al. Physiologic frailty and neurocognitive decline among young-adult childhood cancer survivors: a prospective study from the St Jude Lifetime cohort. *J Clin Oncol.* 2021; 39 (31): 3485-3495. Available in: <https://doi.org/10.1200/JCO.21.00194>
- Tomlinson D, Zupanec S, Jones H, O'Sullivan C, Hesser T, Sung L. The lived experience of fatigue in children and adolescents with cancer: a systematic review. *Support*

- Care Cancer. 2016; 24 (8): 3623-3631. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00520-016-3253-8>
19. Prado CM, Baracos VE, McCargar LJ, Reiman T, Mourtzakis M, Tonkin K et al. Sarcopenia as a determinant of chemotherapy toxicity and time to tumor progression in metastatic breast cancer patients receiving capecitabine treatment. *Clin Cancer Res.* 2009; 15 (8): 2920-2926. Available in: <https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-08-2242>
 20. Cao A, Ferrucci LM, Caan BJ, Irwin ML. Effect of exercise on sarcopenia among cancer survivors: a systematic review. *Cancers (Basel).* 2022; 14 (3). Available in: <https://doi.org/10.3390/cancers14030786>
 21. Prado CM, Cushen SJ, Orsso CE, Ryan AM. Sarcopenia and cachexia in the era of obesity: clinical and nutritional impact. *Proc Nutr Soc.* 2016; 75 (2): 188-198. Available in: <https://doi.org/10.1017/S0029665115004279>
 22. Brown JL, Lee DE, Rosa-Caldwell ME, Brown LA, Perry RA, Haynie WS et al. Protein imbalance in the development of skeletal muscle wasting in tumour-bearing mice. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2018; 9 (5): 987-1002. Available in: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12354>
 23. Bechet D, Tassa A, Taillandier D, Combaret L, Attaix D. Lysosomal proteolysis in skeletal muscle. *Int J Biochem Cell Biol.* 2005; 37 (10): 2098-2114. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2005.02.029>
 24. Glick D, Barth S, Macleod KF. Autophagy: cellular and molecular mechanisms. *J Pathol.* 2010; 221 (1): 3-12. Available in: <https://doi.org/10.1002/path.2697>
 25. Pettersen K, Andersen S, Degen S, Tadini V, Grosjean J, Hatakeyama S et al. Cancer cachexia associates with a systemic autophagy-inducing activity mimicked by cancer cell-derived IL-6 trans-signaling. *Sci Rep.* 2017; 7 (1): 2046. Available in: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02088-2>
 26. Kraft CS, LeMoine CM, Lyons CN, Michaud D, Mueller CR, Moyes CD. Control of mitochondrial biogenesis during myogenesis. *Am J Physiol Cell Physiol.* 2006; 290 (4): C1119-1127. Available in: <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00463.2005>
 27. Mallard J, Hucteau E, Charles AL, Bender L, Baeza C, Pelissie M et al. Chemotherapy impairs skeletal muscle mitochondrial homeostasis in early breast cancer patients. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2022; 13 (3): 1896-1907. Available in: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12991>
 28. Berg HE, Eiken O, Miklavcic L, Mekjavic IB. Hip, thigh and calf muscle atrophy and bone loss after 5-week bedrest inactivity. *Eur J Appl Physiol.* 2007; 99 (3): 283-289. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0346-y>
 29. Evans WJ. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *Am J Clin Nutr.* 2010; 91 (4): 1123S-1127S. Available in: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28608A>
 30. Costelli P, Muscaritoli M, Bossola M, Penna F, Reffo P, Bonetto A et al. IGF-1 is downregulated in experimental cancer cachexia. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2006; 291 (3): R674-683. Available in: <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00104.2006>
 31. Dirks-Naylor AJ, Griffiths CL. Glucocorticoid-induced apoptosis and cellular mechanisms of myopathy. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2009; 117 (1-3): 1-7. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2009.05.014>
 32. Sambasivan R, Tajbakhsh S. Adult skeletal muscle stem cells. *Results Probl Cell Differ.* 2015; 56: 191-213. Available in: https://doi.org/10.1007/978-3-662-44608-9_9
 33. Michele DE. Mechanisms of skeletal muscle repair and regeneration in health and disease. *FEBS J.* 2022; 289 (21): 6460-6462. Available in: <https://doi.org/10.1111/febs.16577>
 34. Bentzinger CF, Wang YX, Dumont NA, Rudnicki MA. Cellular dynamics in the muscle satellite cell niche. *EMBO Rep.* 2013; 14 (12): 1062-1072. Available in: <https://doi.org/10.1038/embor.2013.182>
 35. Tedesco FS, Dellavalle A, Diaz-Manera J, Messina G, Cossu G. Repairing skeletal muscle: regenerative potential of skeletal muscle stem cells. *J Clin Invest.* 2010; 120 (1): 11-19. <https://doi.org/10.1172/JCI40373>
 36. Kim J, Lee J. Role of transforming growth factor-beta in muscle damage and regeneration: focused on eccentric muscle contraction. *J Exerc Rehabil.* 2017; 13 (6): 621-626. Available in: <https://doi.org/10.12965/jer.1735072.536>
 37. Ballinger TJ, Thompson WR, Guise TA. The bone-muscle connection in breast cancer: implications and therapeutic strategies to preserve musculoskeletal health. *Breast Cancer Res.* 2022; 24 (1): 84. Available in: <https://doi.org/10.1186/s13058-022-01576-2>
 38. Davis MP, Panikkar R. Sarcopenia associated with chemotherapy and targeted agents for cancer therapy. *Ann Palliat Med.* 2019; 8 (1): 86-101. Available in: <https://doi.org/10.21037/apm.2018.08.02>
 39. Marques VA, Ferreira-Junior JB, Lemos TV, Moraes RF, Junior JRS, Alves RR et al. Effects of chemotherapy treatment on muscle strength, quality of life, fatigue, and anxiety in women with breast cancer. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17 (19): 7289. Available in: <https://doi.org/10.3390/ijerph17197289>
 40. Braun TP, Szumowski M, Levasseur PR, Grossberg AJ, Zhu X, Agarwal A et al. Muscle atrophy in response to cytotoxic chemotherapy is dependent on intact glucocorticoid signaling in skeletal muscle. *PLoS One.* 2014; 9 (9): e106489. Available in: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106489>
 41. Damrauer JS, Stadler ME, Acharyya S, Baldwin AS, Couch ME, Guttridge DC. Chemotherapy-induced muscle wasting: association with NF-kappaB and cancer cachexia. *Eur J Transl Myol.* 2018; 28 (2): 7590. Available in: <https://doi.org/10.4081/ejtm.2018.7590>
 42. Barreto R, Waning DL, Gao H, Liu Y, Zimmers TA, Bonetto A. Chemotherapy-related cachexia is

- associated with mitochondrial depletion and the activation of ERK1/2 and p38 MAPKs. *Oncotarget*. 2016; 7 (28): 43442-43460. Available in: <https://doi.org/10.18632/oncotarget.9779>
43. Chen JL, Colgan TD, Walton KL, Gregorevic P, Harrison CA. The TGF-beta Signalling Network in Muscle Development, Adaptation and Disease. *Adv Exp Med Biol*. 2016; 900: 97-131. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27511-6_5
 44. Yu Y, Feng XH. TGF-beta signaling in cell fate control and cancer. *Curr Opin Cell Biol*. 2019; 61: 56-63. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.ceb.2019.07.007>
 45. Huang L, Li W, Lu Y, Ju Q, Ouyang M. Iron metabolism in colorectal cancer. *Front Oncol*. 2023; 13: 1098501. Available in: <https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1098501>
 46. Okazaki Y, Hino K. Iron and cancer: a special issue. *Cancers (Basel)*. 2023; 15 (7): Available in: <https://doi.org/10.3390/cancers15072097>
 47. Wyart E, Hsu MY, Sartori R, Mina E, Rausch V, Pierobon ES et al. Iron supplementation is sufficient to rescue skeletal muscle mass and function in cancer cachexia. *EMBO Rep*. 2022; 23 (4): e53746. Available in: <https://doi.org/10.15252/embr.202153746>
 48. Arpke RW, Shams AS, Collins BC, Larson AA, Lu N, Lowe DA et al. Preservation of satellite cell number and regenerative potential with age reveals locomotory muscle bias. *Skelet Muscle*. 2021; 11 (1): 22. Available in: <https://doi.org/10.1186/s13395-021-00277-2>
 49. Fukada SI, Higashimoto T, Kaneshige A. Differences in muscle satellite cell dynamics during muscle hypertrophy and regeneration. *Skelet Muscle*. 2022; 12 (1): 17. Available in: <https://doi.org/10.1186/s13395-022-00300-0>
 50. Dumont NA, Bentzinger CF, Sincennes MC, Rudnicki MA. Satellite cells and skeletal muscle regeneration. *Compr Physiol*. 2015; 5 (3): 1027-1059. Available in: <https://doi.org/10.1002/cphy.c140068>
 51. Zeng X, Xie L, Ge Y, Zhou Y, Wang H, Chen Y, et al. Satellite cells are activated in a rat model of radiation-induced muscle fibrosis. *Radiat Res*. 2022; 197 (6): 638-649. Available in: <https://doi.org/10.1667/RADE-21-00183.1>
 52. Caiozzo VJ, Giedzinski E, Baker M, Suarez T, Izadi A, Lan M, et al. The radiosensitivity of satellite cells: cell cycle regulation, apoptosis and oxidative stress. *Radiat Res*. 2010; 174 (5): 582-589. Available in: <https://doi.org/10.1667/RR2190.1>
 53. Paulino AC, Wen BC, Brown CK, Tannous R, Mayr NA, Zhen WK et al. Late effects in children treated with radiation therapy for Wilms' tumor. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2000; 46 (5): 1239-1246. Available in: [https://doi.org/10.1016/s0360-3016\(99\)00534-9](https://doi.org/10.1016/s0360-3016(99)00534-9)
 54. D'Souza D, Roubos S, Larkin J, Lloyd J, Emmons R, Chen H et al. The late effects of radiation therapy on skeletal muscle morphology and progenitor cell content are influenced by diet-induced obesity and exercise training in male mice. *Sci Rep*. 2019; 9 (1): 6691. Available in: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43204-8>
 55. Jung HW, Kim JW, Kim JY, Kim SW, Yang HK, Lee JW et al. Effect of muscle mass on toxicity and survival in patients with colon cancer undergoing adjuvant chemotherapy. *Support Care Cancer*. 2015; 23 (3): 687-694. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00520-014-2418-6>
 56. Schakman O, Gilson H, Thissen JP. Mechanisms of glucocorticoid-induced myopathy. *J Endocrinol*. 2008; 197 (1): 1-10. Available in: <https://doi.org/10.1677/JOE-07-0606>
 57. Chapman MA, Meza R, Lieber RL. Skeletal muscle fibroblasts in health and disease. *Differentiation*. 2016; 92 (3): 108-115. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.diff.2016.05.007>
 58. Case AA, Kullgren J, Anwar S, Pedraza S, Davis MP. Treating chronic pain with buprenorphine-the practical guide. *Curr Treat Options Oncol*. 2021; 22 (12): 116. Available in: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/s11864-021-00910-8>
 59. Lin T, Dai M, Xu P, Sun L, Shu X, Xia X et al. Prevalence of sarcopenia in pain patients and correlation between the two conditions: a systematic review and meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc*. 2022; 23 (5): 902.e1-902.e20. Available in: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1016/j.jamda.2022.02.005>
 60. Mucke M, Weier M, Carter C, Copeland J, Degenhardt L, Cuhls H et al. Systematic review and meta-analysis of cannabinoids in palliative medicine. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2018; 9 (2): 220-234. Available in: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1002/jcsm.12273>
 61. Schouten M, Dalle S, Koppo K. Molecular Mechanisms Through Which Cannabidiol May Affect Skeletal Muscle Metabolism, Inflammation, Tissue Regeneration, and Anabolism: A Narrative Review. *Cannabis Cannabinoid Res*. 2022; 7(6): 745-757.
 62. Overholser LS, Callaway C. Preventive health in cancer survivors: what should we be recommending? *J Natl Compr Canc Netw*. 2018; 16 (10): 1251-1258. Available in: <https://doi.org/10.6004/jnccn.2018.7083>
 63. Pérez CDA, Allende PSR, Verastegui AE, Rivera FMM, Meneses GA, Herrera GA et al. Assessment and impact of phase angle and sarcopenia in palliative cancer patients. *Nutr Cancer*. 2017; 69 (8): 1227-1233. Available in: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1080/01635581.2017.1367939>
 64. Ruiz-Casado A, Alvarez-Bustos A, de Pedro CG, Mendez-Otero M, Romero-Elias M. Cancer-related fatigue in breast cancer survivors: a review. *Clin Breast Cancer*. 2021; 21 (1): 10-25. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.clbc.2020.07.011>
 65. Van Deuren S, Boonstra A, Van Dulmen-den Broeder E, Blijlevens N, Knoop H, Loonen J. Severe fatigue after treatment for childhood cancer. *Cochrane Database*

- Syst Rev. 2020; 3: CD012681. Available in: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012681.pub2>
66. Lee SJ, Park YJ, Cartmell KB. Sarcopenia in cancer survivors is associated with increased cardiovascular disease risk. *Support Care Cancer*. 2018; 26 (7): 2313-2321. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00520-018-4083-7>
 67. Goodenough CG, Partin RE, Ness KK. Skeletal muscle and childhood cancer: where are we now and where we go from here. *Aging Cancer*. 2021; 2 (1-2): 13-35. Available in: <https://doi.org/10.1002/aac2.12027>
 68. Hockenberry-Eaton M, Hinds PS. Fatigue in children and adolescents with cancer: evolution of a program of study. *Semin Oncol Nurs*. 2000; 16 (4): 261-272; discussion 272-268. Available in: <https://doi.org/10.1053/sonu.2000.16577>
 69. Van Dijk-Lokkart EM, Steur LMH, Braam KI, Veening MA, Huisman J, Takken T et al. Longitudinal development of cancer-related fatigue and physical activity in childhood cancer patients. *Pediatr Blood Cancer*. 2019; 66 (12): e27949. Available in: <https://doi.org/10.1002/pbc.27949>
 70. Paulino AC. Late effects of radiotherapy for pediatric extremity sarcomas. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2004; 60 (1): 265-274. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2004.02.001>
 71. Stokes CL, Stokes WA, Kalapurakal JA, Paulino AC, Cost NG, Cost CR et al. Timing of radiation therapy in pediatric Wilms tumor: a report from the national cancer database. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2018; 101 (2): 453-461. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2018.01.110>
 72. Hetzler KL, Hardee JP, Puppa MJ, Narsale AA, Sato S, Davis JM et al. Sex differences in the relationship of IL-6 signaling to cancer cachexia progression. *Biochim Biophys Acta*. 2015; 1852 (5): 816-825. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2014.12.015>
 73. Hetzler KL, Hardee JP, LaVoie HA, Murphy EA, Carson JA. Ovarian function's role during cancer cachexia progression in the female mouse. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2017; 312 (5): E447-E459. Available in: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00294.2016>
 74. Wang X, Pickrell AM, Zimmers TA, Moraes CT. Increase in muscle mitochondrial biogenesis does not prevent muscle loss but increased tumor size in a mouse model of acute cancer-induced cachexia. *PLoS One*. 2012; 7 (3): e33426. Available in: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033426>



INVESTIGACIÓN en DISCAPACIDAD

El Comité Editorial de la revista *Investigación en Discapacidad* reconoce y agradece la valiosa colaboración de los siguientes revisores:

Dr. Emilio Arch Tirado (Centro Médico ABC)

Dra. Ana Belem Dávila Tejeida (Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, ISSSTE)

M. en C. Benjamín Gómez Díaz (INR-LGII)

Dr. Paul Carrillo Mora (INR-LGII)

Dr. Bulmaro Cisneros Vega (CINVESTAV)

Dr. Roberto Coronado Zarco (INR-LGII)

Dra. María del Refugio Denise Clavijo Cornejo (INR-LGII)

Dr. Rafael Franco Cendejas (INR-LGII)

Dra. Josefina Gutiérrez Martínez (INR-LGII)

Dra. Sandra Hernández Corral (INR-LGII)

Dra. Paula Hernández Espino (Hospital Ángeles Acoxpa)

Dra. María Inés Hernández Gutiérrez (Fundación Teletón CRIT de Occidente)

Dr. Alberto Hidalgo Bravo (INR-LGII)

Dr. Luis Javier Jara Quezada (INR-LGII)

Dr. Jonathan Javier Magaña Aguirre (INR-LGII)

Dr. Martín Pérez Mendoza (INR-LGII)

Dr. Carlos Pineda Villaseñor (INR-LGII)

M en C. Hugo Sandoval Zamora (INR-LGII)

Dr. Filiberto Toledano Toledano (INR-LGII)

Dra. Olga Vera Lastra (Centro Médico Nacional La Raza)



Investigación en Discapacidad tiene como objetivo publicar artículos relevantes, innovadores e informativos en el estudio de las bases patológicas, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la discapacidad, desde un punto de vista de investigación básica, clínica, tecnológica, epidemiológica y sociomédica. Los tópicos considerados para su publicación corresponden a las áreas biomédica, clínica, químico-biológica, molecular, psicológica, desarrollo tecnológico e investigación social. Los manuscritos se evalúan mediante un sistema de arbitraje por pares para su publicación en forma de artículos originales, artículos de revisión, comunicaciones breves, informes de casos clínicos y quirúrgicos, ensayos y novedades terapéuticas consideradas como notas científicas y cartas al editor. Las notas editoriales son por invitación directa del Editor y a propuesta del cuerpo editorial de la Revista.

Idioma: Los artículos podrán ser escritos en español o en inglés. Será responsabilidad de los autores que los resúmenes y manuscritos estén debidamente redactados en el respectivo idioma.

Los manuscritos deben ajustarse a los requerimientos del Comité Internacional de Editores de Revistas Biomédicas, disponible en: www.medigraphic.com/requisitos. La versión oficial más reciente puede ser consultada en: www.icmje.org

Sólo serán considerados los manuscritos inéditos (trabajos aún no publicados en extenso), los cuales no podrán ser sometidos a ninguna otra revista o medio de difusión durante el proceso de evaluación (desde su recepción hasta su dictamen). La propiedad de los manuscritos será transferida a la Revista, por lo que no podrán ser publicados en otras fuentes, ni completos o en partes, sin previo consentimiento por escrito del Editor.

El Comité Editorial decidirá cuáles manuscritos serán evaluados por árbitros expertos en el tema y no se admitirán los manuscritos presentados de manera inadecuada o incompleta. El dictamen del Comité para publicación es inapelable y podrá ser: Aceptado, Aceptado con modificaciones, No aceptado.

Los artículos deberán enviarse a la revista **Investigación en Discapacidad**, a través del

siguiente correo: indiscap@gmail.com con copia a indiscap@inr.gob.mx

En este sitio, el autor podrá informarse sobre el estado de su manuscrito en las fases del proceso: recepción, evaluación y dictamen.

I. Artículo original: Puede ser investigación básica o clínica y tiene las siguientes características:

- a) **Título:** Representativo de los hallazgos del estudio. Agregar un título corto para las páginas internas. (Es importante identificar si es un estudio aleatorizado o control).
- b) **Resumen estructurado:** Debe incluir introducción, objetivo, material y métodos, resultados y conclusiones; en español y en inglés, con palabras clave y keywords. El resumen no será mayor a 250 palabras.
- c) **Introducción:** Describe los estudios que permiten entender el objetivo del trabajo, mismo que se menciona al final de la introducción (no se escriben aparte los objetivos, la hipótesis ni los planteamientos).
- d) **Material y métodos:** Parte importante que debe explicar con todo detalle cómo se desarrolló la investigación y, en especial, que sea reproducible. (Mencionar tipo de estudio, observacional o experimental).
- e) **Resultados:** En esta sección, de acuerdo con el diseño del estudio, deben presentarse todos los resultados; no se comentan. Si hay cuadros de resultados o figuras (gráficas o imágenes), deben presentarse aparte, en las últimas páginas, con pie de figura.
- f) **Discusión:** Con base en bibliografía actualizada que apoye los resultados. Las conclusiones se mencionan al final de esta sección.
- g) **Bibliografía:** Deberá seguir las especificaciones descritas más adelante.
- h) **Número de páginas o cuartillas:** Un máximo de 10, sin exceder las 4,500 palabras. Figuras: 5-7 máximo.

II. Caso clínico o quirúrgico (1-2 casos) o serie de casos (más de 3 casos clínicos):



- a) **Título:** Debe especificar si se trata de un caso clínico o una serie de casos clínicos.
- b) **Resumen:** Con palabras clave y abstract con keywords. Debe describir el caso brevemente y la importancia de su publicación.
- c) **Introducción:** Se trata la enfermedad o causa atribuible.
- d) **Presentación del (los) caso(s) clínico(s):** Descripción clínica, laboratorio y de excepcional observación que supongan una aportación importante al conocimiento de la fisiopatología o de la psicopatología, en el campo de la discapacidad. Mencionar el tiempo en que se reunieron estos casos. Las figuras o cuadros van en hojas aparte.
- e) **Discusión:** Se comentan las referencias bibliográficas más recientes o necesarias para entender la importancia o relevancia del caso clínico.
- f) **Número de cuartillas:** máximo 10, con alrededor de 2,500 palabras sin considerar referencias. Figuras: 3-5.

III. Artículo de revisión y ensayos:

- a) **Título:** que especifique claramente el tema a tratar.
- b) **Resumen:** En español y en inglés, con palabras clave y keywords.

- c) **Introducción** y, si se consideran necesarios, subtítulos. Puede iniciarse con el tema a tratar sin divisiones. Deberán estar actualizados, basados extensamente en reportes publicados en literatura científica, estarán enfocados a un tema de investigación que sea explicado claramente con el objetivo de difundir información actualizada acerca de un tema específico.
- d) **Bibliografía:** Reciente y necesaria para el texto.
- e) **Número de cuartillas:** 10 máximo. Figuras y tablas 5 en conjunto.

IV. Comunicaciones breves: Informes originales cuyo propósito sea dar a conocer una observación relevante y de aplicación inmediata a la medicina. Deberá seguir el formato de los artículos originales y su extensión no será mayor de cuatro páginas, considerando 2,500 palabras sin tomar en cuenta las referencias.

V. Novedades terapéuticas, noticias y cartas al editor: Estas secciones son para documentos de interés social, bioética, normativos, complementarios a uno de los artículos de investigación. Las novedades terapéuticas y noticias consideradas como nota científica podrán ser escritas en un lenguaje coloquial con un máximo de 1,500 palabras.



Los requisitos se muestran en la lista de verificación. El formato se encuentra disponible en www.medigraphic.com/pdfs/invidis/ir-instr.pdf (PDF). Los autores deberán descargarla e ir marcando cada apartado una vez que éste haya sido cubierto durante la preparación del material para publicación.

LISTA DE VERIFICACIÓN

ASPECTOS GENERALES

- Los artículos deben enviarse a través del siguiente correo:**
indiscap@gmail.com con copia a indiscap@inr.gob.mx
- El manuscrito debe escribirse con tipo arial tamaño 12 puntos, a doble espacio, en formato tamaño carta. La cuartilla estándar consiste en 30 renglones, de 60 caracteres cada renglón (1,800 caracteres por cuartilla). Las palabras en otro idioma deberán presentarse en letra itálica (cursiva).
- El texto debe presentarse como sigue: 1) página del título, 2) resumen y palabras clave [en español e inglés], 3) introducción, 4) material y métodos, 5) resultados, 6) discusión, 7) agradecimientos, 8) referencias, 9) apéndices, 10) texto de las tablas y 11) pies de figura. Cada sección se iniciará en hoja diferente. El formato puede ser modificado en artículos de revisión y casos clínicos, si se considera necesario.

Título, autores y correspondencia

- Incluye:
 - 1) Título en español e inglés, de un máximo de 15 palabras y título corto de no más de 40 caracteres.
 - 2) Nombre(s) de los autores en el orden en que se publicarán, si se anotan los apellidos paterno y materno pueden aparecer enlazados con un guión corto.
 - 3) Créditos de cada uno de los autores.
 - 4) Institución o instituciones donde se realizó el trabajo.
 - 5) Dirección para correspondencia: domicilio completo, teléfono y dirección electrónica del autor responsable.

Resumen

- En español e inglés, con extensión máxima de 250 palabras.
- Estructurado conforme al orden de información en el texto:
 - 1) Introducción.
 - 2) Objetivos.
 - 3) Material y métodos.
 - 4) Resultados.
 - 5) Conclusiones.
- Evite el uso de abreviaturas, pero si fuera indispensable su empleo, deberá especificarse lo que significan

la primera vez que se citen. Los símbolos y abreviaturas de unidades de medidas de uso internacional no requieren especificación de su significado.

- Palabras clave en español e inglés, sin abreviaturas; mínimo tres y máximo seis.

Texto

- El manuscrito no debe exceder de 10 cuartillas (18,000 caracteres). Separado en secciones: Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones.
- Deben omitirse los nombres, iniciales o números de expedientes de los pacientes estudiados.
- Se aceptan las abreviaturas, pero deben estar precedidas de lo que significan la primera vez que se citen. En el caso de las abreviaturas de unidades de medidas de uso internacional a las que está sujeto el gobierno mexicano no se requiere especificar su significado.
- Los fármacos, drogas y sustancias químicas deben denominarse por su nombre genérico; la posología y vías de administración se indicarán conforme a la nomenclatura internacional.
- Al final de la sección de Material y Métodos se deben describir los métodos estadísticos utilizados.

Reconocimientos

- En el caso de existir, los agradecimientos y detalles sobre apoyos, fármaco(s) y equipo(s) proporcionado(s) deben citarse antes de las referencias.

Referencias

- Incluir de 10 a 20. Se identifican en el texto con números arábigos y en orden progresivo de acuerdo a la secuencia en que aparecen en el texto.
- Las referencias que se citan solamente en los cuadros o pies de figura deberán ser numeradas de acuerdo con la secuencia en que aparezca, por primera vez, la identificación del cuadro o figura en el texto.
- Las comunicaciones personales y datos no publicados serán citados sin numerar a pie de página.
- El título de las revistas periódicas debe ser abreviado de acuerdo al Catálogo de la National Library of

Medicine (NLM): disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals> (accesado Dic/2021). Se debe contar con información completa de cada referencia, que incluye: título del artículo, título de la revista abreviado, año, volumen y páginas inicial y final. Cuando se trate de más de seis autores, deben enlistarse los seis primeros y agregar la abreviatura et al.

Ejemplos, artículo de publicaciones periódicas, hasta con seis autores:

Torres-Rodríguez ST, Herrera-Cruz D, López-Yepes L, Lainfiesta-Moncada E. Biopsia pulmonar por minitoracotomía. ¿Es necesario el drenaje pleural? *Neumol Cir Torax* 2019; 78 (2): 133-138.

Siete o más autores:

Flores-Ramírez R, Argüello-Bolaños J, González-Perales K, Gallardo-Soberanis JR, Medina-Viramontes ME, Pozos-Cortés KP et al. Neumonitis lúpica: manejo con oxigenoterapia de alto flujo y posición prono. Reporte de caso y revisión de la literatura. *Neumol Cir Torax* 2019; 78 (2): 146-151.

Libros, anotar edición cuando no sea la primera:

Broaddus VC, Mason RJ, Ernst JD, King TE Jr., Lazarus SC, Murray JF, Nadel JA, Slutsky AS (eds). *Murray & Nadel's textbook of respiratory medicine*. 6th ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier; 2016.

Capítulos de libros:

Gutierrez CJ, Marom EM, Erasmus JJ, Patz EF Jr. Radiologic imaging of thoracic abnormalities. In: Sellke FW, Del Nido PJ, Swanson SJ. *Sabiston & Spencer surgery of the chest*. 8th ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier; 2010. p 25-37.

Para más ejemplos de formatos de las referencias, los autores deben consultar:

https://www.nlm.nih.gov/bsd/policy/cit_format.html (accesado Dic/2021).

Tablas

- La información que contengan no se repite en el texto o en las figuras. Como máximo se aceptan 50 por ciento más uno del total de páginas del texto.

- Estarán encabezados por el título y marcados en forma progresiva con números arábigos de acuerdo con su aparición en el texto.
- El título de cada tabla por sí solo explicará su contenido y permitirá correlacionarlo con el texto acotado.

Figuras

- Se considerarán como tales las fotografías, dibujos, gráficas y esquemas. Los dibujos deberán ser diseñados por profesionales. Como máximo se aceptan 50 por ciento más una del total de páginas del texto.
- La información que contienen no se repite en el texto o en las tablas.
- Se identifican en forma progresiva con números arábigos de acuerdo con el orden de aparición en el texto, recordar que la numeración progresiva incluye las fotografías, dibujos, gráficas y esquemas. Los títulos y explicaciones serán concisos y explícitos.

Fotografías

- Serán de excelente calidad, en color o blanco y negro. Las imágenes deberán estar en formato JPG (JPEG), sin compresión y en resolución mayor o igual a 300 dpi (ppp). Las dimensiones deben ser al menos las de tamaño postal (12.5 x 8.5 cm), (5.0 x 3.35 pulgadas). Deberán evitarse los contrastes excesivos.
- Las fotografías en las que aparecen pacientes identificables deberán acompañarse de permiso escrito para publicación otorgado por el paciente. De no ser posible contar con este permiso, una parte del rostro de los pacientes deberá ser tapado sobre la fotografía.
- Cada una estará numerada de acuerdo con el número que se le asignó en el texto del artículo.

Pies de figura

- Señalados con los números arábigos que, conforme a la secuencia global, les correspondan.

Aspectos éticos

- Los procedimientos en humanos deben ajustarse a los principios establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) y con lo establecido en las leyes del país donde se realicen [en México: Ley General de Salud (Título Quinto): <https://mexico.justia.com/federales/leyes/ley-general-de-salud/titulo-quinto/capitulo-unico/>], así como con las normas del Comité Científico y de Ética de la institución donde se efectúen.

- Los experimentos en animales se ajustarán a las normas del National Research Council y a las de la institución donde se realicen.
- Cualquier otra situación que se considere de interés debe notificarse por escrito a los editores.

Conflicto de intereses

Los autores deben declarar si existe o no conflicto de intereses:

No Sí

- Conflicto de intereses de los autores.
- Fuentes de apoyo para el trabajo. En caso de existir apoyo, deberán incluirse los nombres de los patrocinadores junto con explicaciones del papel de esas fuentes, si las hubiera, en el diseño del estudio; la recolección, análisis e interpretación de los datos; la redacción del informe; la decisión de presentar el informe para su publicación.

Transferencia de Derechos de Autor

Título del artículo:

Autor (es):

Los autores certifican que el artículo arriba mencionado es trabajo original y que no ha sido previamente publicado. También manifiestan que, en caso de ser aceptado para publicación en la revista **Investigación en Discapacidad**, los derechos de autor serán propiedad de la Revista.

Nombre y firma de todos los autores

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Lugar y fecha:

