

De la teoría a la práctica: innovación **en rendimiento** **deportivo**

Evaluación, control y optimización desde
proyectos académicos y profesionales

Rosa María Cruz Castruita
Germán Hernández Cruz
Perla Lizeth Hernández Cortés
José Leandro Tristán Rodríguez



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA:
INNOVACIÓN EN EL
RENDIMIENTO DEPORTIVO**

EVALUACIÓN, CONTROL Y
OPTIMIZACIÓN DESDE PROYECTOS
ACADÉMICOS Y PROFESIONALES

De la teoría a la práctica: innovación en el rendimiento deportivo

Evaluación, control y optimización desde proyectos académicos y profesionales

Coordinación editorial

Rosa María Cruz-Castruita
Germán Hernández Cruz
Perla Lizeth Hernández Cortés
José Leandro Tristán Rodríguez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Primera edición, UANL (2026)

Cruz Castruita, Rosa María.

De la teoría a la práctica: innovación en rendimiento deportivo. Evaluación, control y optimización desde proyectos académicos y profesionales / Cruz Castruita, Rosa María; Hernández Cruz, Germán; Hernández Cortés, Perla Lizeth; y Tristán Rodríguez, José Leandro.

Monterrey, N.L. : Universidad Autónoma de Nuevo León, 2026.

262 páginas : ilustraciones, gráficas, tablas ; 17 x 23 cm (Colección: Tendencias).

ISBN: 978-607-27-2865-3

1. Rendimiento deportivo 2. Evaluación del rendimiento físico

LC: GV711 .R63 2026

Dewey: 796.01

(Physical measurements. Physical tests, etc.) / GV201-555 (Physical education and training)

Santos Guzmán López

Rector

Mario Alberto Garza Castillo

Secretario General

José Javier Villarreal

Secretario de Extensión y Cultura

Antonio Ramos Revillas

Director de Editorial Universitaria

© Universidad Autónoma de Nuevo León

© Los autores y las autoras, por sus textos

Padre Mier No. 909 poniente, esquina con Vallarta. Monterrey, Nuevo León, México,
C.P. 64000.

Teléfono: (5281) 8329 4111

e-mail: editorial.uanl@uanl.mx

Página web: www.editorialuniversitaria.uanl.mx

Esta publicación, en su integridad y los derechos contenidos en ella, está protegida por la Ley Federal de Derecho de Autor y la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial, por lo que no podrá ser reproducida con fines comerciales sin autorización del editor. Asimismo, queda prohibido cualquier uso de esta publicación, sea total o parcialmente, con fines de entrenamiento de cualquier clase de inteligencia artificial, minería de datos y textos, incluyendo, pero no limitado, a la generación y/o publicación de obras derivadas o contenidos basados total o parcialmente en esta obra y en cualquiera de sus partes, pertenecientes a la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dependencia Universitaria que corresponde. Las violaciones a estas disposiciones constituyen una infracción en materia de comercio, derechos de autor y un delito.

Impreso en CDMX

Printed in CDMX



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



Índice

Prólogo	15
Introducción	17
Capítulo 1.	
Capacidades Físicas y Desarrollo Deportivo de Futbolistas en Formación	19
Introducción	20
Desarrollo	21
Metodología	26
Participantes y contexto	26
Análisis de datos	31
Resultados	31
Conclusiones	36
Agradecimientos	37
Conflicto de Intereses	37
Referencias	37
Capítulo 2.	
Evaluación isocinética de los músculos extensores y flexores de rodilla en corredores de larga distancia	43
Introducción	44
Métodos	50
Resultados	51
Discusión	55
Referencias	56
Capítulo 3.	
Carga Interna en Competencia y Entrenamiento por medio del TRIMP y RPE en Baloncesto Universitario	63
Introducción	64
Desarrollo	66
Métodos Objetivos con Variables Fisiológicas	70

Metodología	73
Criterios	73
Conclusiones	82
Agradecimientos	83
Notas/Otras Declaraciones	83
Referencias	83
Capítulo 4.	
Índice de Fatiga y Elasticidad en Tenistas	
Juveniles en Competencia	87
Introducción	87
Justificación	89
Antecedentes	90
Conceptualización de Variables	92
Metodología	94
Población y Muestra	94
Procedimiento	95
Análisis Estadístico	96
Resultados	96
Discusión	102
Conclusión	104
Agradecimientos	105
Referencias	106
Capítulo 5.	
Ansiedad Competitiva en Deportistas Universitarios:	
Niveles y Diferencias por Sexo	
con la Escala SAS-2 (versión española)	109
Introducción	110
Ansiedad Competitiva	112
Ansiedad Precompetitiva	113
Material y Método	116
Participantes	117
Instrumento	117
Resultados	119
Análisis de Consistencia Interna	124
Análisis de Consistencia Interna	124
Conclusiones	124

Limitaciones del Estudio	127
Futuras líneas de Investigación	127
Implicaciones Prácticas para Profesionales del Deporte	127
Agradecimientos	128
Referencias	128
Capítulo 6.	
Valoración de la Carga Interna en Jugadores de Voleibol Sala Mediante la RMSSD	133
Introducción	134
Métodos subjetivos:	137
Métodos objetivos:	138
Discusión	148
Conclusiones	149
Referencias	149
Capítulo 7.	
Validación de Dinamómetro Electromecánico Funcional para Evaluación y Entrenamiento de la Fuerza Isométrica en un Gesto Libre.	157
Introducción	158
Preparación Física	159
Carga de Entrenamiento	159
Evaluación de la Carga Interna	160
Evaluación de la Carga Externa	160
Componentes de la Carga de Entrenamiento	161
Evaluación y Determinación de la Carga de Trabajo	162
Metodología del Entrenamiento	162
Evaluación de la Fuerza Isométrica	163
Proceso de Validación y Confiabilidad de un Instrumento de Medición	164
Metodología	164
Análisis Estadístico	167
Conclusión	170
Agradecimientos	170
Conflicto de Intereses	170
Referencias	170

Capítulo 8.	
Gestión deportiva y modelo Deming:	
Intervención con taekwondo para el desarrollo motriz fundamental post-pandemia	177
Introducción	178
El impacto de la pandemia en el desarrollo motriz	178
Habilidades motrices fundamentales en el desarrollo infantil	179
Equilibrio, coordinación y propicepción	180
Gestión deportiva como estrategia	181
Taekwondo y actividades lúdicas	182
Diseño metodológico y muestra	183
Instrumentos de medición	183
Procedimiento	184
Resultados	185
Conclusiones	192
Agradecimientos	194
Conflicto de Intereses	194
Referencias	194

Capítulo 9.	
Principales problemas económicos y políticos en la gestión y organización de eventos deportivos en carreras de ruta	199
Introducción	201
Objetivos	205
Material y Métodos	206
Limitaciones	208
Resultados	208
Discusión	213
Conclusiones	215
Referencias	218

Capítulo 10.	
El deporte paralímpico en México:	
Historia, desarrollo y perspectivas futuras	221
Introducción	222
Antecedentes internacionales del movimiento paralímpico	224

Historia del deporte paralímpico en México	225
Estructura organizativa y marco legal	227
Clasificación deportiva y sistema de elegibilidad	228
Disciplinas reconocidas por el IPC.	229
Resultados históricos y medalleros del deporte paralímpico en México	230
Formación de talento y profesionalización en el deporte paralímpico en México	231
Paralimpiada Nacional	231
Políticas públicas y marco legal del deporte paralímpico en México	232
Tecnología y equipamiento adaptado en el deporte paralímpico	234
Impacto social y cultural del deporte paralímpico en México	235
Desafíos y perspectivas futuras del deporte paralímpico en México	235
Financiamiento y sostenibilidad del deporte paralímpico en México	236
Perspectiva de género en el deporte paralímpico	236
Conclusiones	237
Agradecimientos	238
Referencias	239
SEMBLANZAS POR CAPÍTULO	241

Prólogo

Dr. Luis Felipe Reynoso Sánchez

En la actualidad, el deporte se ha consolidado como uno de los pilares fundamentales de la sociedad. Representa un espacio de pasión y disfrute para quienes lo practican y lo observan, así como un escenario privilegiado de superación personal y autorrealización para quienes se encuentran inmersos en él. Desde el resurgimiento de los Juegos Olímpicos de la era moderna, celebrados en Atenas en 1896, su evolución ha estado marcada por la búsqueda constante de nuevos métodos y estrategias orientadas a potenciar el rendimiento deportivo, inspiradas en el lema *Citius, Altius, Fortius*, al que, a partir de los Juegos Olímpicos de Tokio 2020+1, se añadió el término *communiter*, recordándonos que el camino hacia la excelencia también se construye “más rápido, más alto, más fuerte... juntos”.

Con el objetivo de acompañar a deportistas y entrenadores en la consecución de sus metas y en la búsqueda de la excelencia deportiva, a nivel mundial se han desarrollado escuelas, institutos y centros dedicados a la formación de profesionales del entrenamiento deportivo y de las ciencias aplicadas al deporte. En México, la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León es, sin lugar a duda, uno de los referentes históricos en este campo y, en la actualidad, una de las instituciones más sólidas y comprometidas con la formación de profesionales altamente capacitados, así como, con el desarrollo de conocimiento científico de vanguardia que impulsa el crecimiento de este apasionante ámbito.

He tenido la oportunidad de conocer de cerca la labor que realiza esta institución en favor de la profesionalización del deporte, destacando su apuesta constante por la innovación y la actualización permanente en las ciencias aplicadas al rendimiento deportivo. La Facultad cuenta con académicos y profesionales de amplio reconocimiento nacional e internacional, profundamente comprometidos con la generación y transferencia del conocimiento, con la formación de nuevas generacio-

nes de especialistas y con el acompañamiento integral de deportistas universitarios y de alto rendimiento, siempre con el objetivo de brindarles las mejores herramientas y metodologías disponibles.

La obra *De la teoría a la práctica: innovación en el rendimiento deportivo* es un claro reflejo de la visión y misión que la Facultad de Organización Deportiva y su cuerpo académico sostienen en relación con el deporte. A través de siete capítulos cuidadosamente seleccionados, el lector encontrará diversos enfoques, métodos y estrategias orientados a la evaluación, gestión y desarrollo del rendimiento deportivo en atletas de distintos niveles y disciplinas. En sus páginas se abordan variables clave del rendimiento, integrando perspectivas físicas, fisiológicas, biomecánicas y psicológicas, así como herramientas metodológicas de vanguardia que permiten una toma de decisiones informada, rigurosa y basada en evidencia científica.

Asimismo, este libro pone de manifiesto el compromiso institucional y de sus autores con la formación de nuevos investigadores en el ámbito de las ciencias del deporte. El trabajo realizado por estudiantes y docentes durante los procesos de formación de posgrado se materializa en capítulos que no solo difunden conocimiento, sino que también siembran nuevas preguntas y líneas de investigación, alimentando una dinámica que, al igual que el deporte, se encuentra en constante movimiento y evolución. Una dinámica que nos impulsa a afrontar retos cada vez más exigentes, pero que pueden ser superados de manera colectiva cuando la ciencia guía el camino.

Invito a las y los lectores de esta obra a aproximarse a sus contenidos con una mente abierta, dispuestos a la reflexión crítica, a la incorporación de nuevas ideas y al cuestionamiento constructivo de las mismas. Sin duda, el recorrido por los distintos capítulos permitirá ampliar la comprensión del fenómeno deportivo, identificar oportunidades de mejora y fortalecer el compromiso con el desarrollo integral de quienes transitan por este apasionante, aunque exigente, camino que es el deporte.

Introducción

La innovación en el rendimiento deportivo constituye un pilar esencial para la optimización de los procesos metodológicos orientados a la evaluación del desempeño, así como para el control de los diversos factores implícitos en la práctica deportiva. En este sentido, la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León presenta esta obra, conformada por diversos capítulos desarrollados a partir de las ciencias aplicadas al deporte, el cual pretende dar una orientación en diversas poblaciones y disciplinas deportivas.

Se abordarán temas relacionados con la evaluación de las capacidades físicas, uno de ellos va relacionado al desarrollo de una propuesta de pruebas para evaluar las capacidades físicas más implicadas en jugadores de fútbol, así como cual podría ser su aplicación en la formación de jóvenes en el deporte. También, vamos a encontrar dos temas orientados a la evaluación de gestos deportivos con el objetivo de optimizar el rendimiento atlético, tanto en extremidades inferiores como superiores. Asimismo, se examina el proceso de validación de herramientas diseñadas para medir diferentes manifestaciones de fuerza.

Por otra parte, trataremos temas relacionados con la carga interna, la cual se entiende como la respuesta fisiológica del organismo frente a los estímulos del entrenamiento. En este contexto, se abordan dos temas: el primero analiza la carga interna mediante la métrica RMSSD, utilizada como indicador de la actividad parasimpática del sistema nervioso autónomo, este estudio fue realizado en jugadores de voleibol; el segundo se centra en el método TRIMP, basado en la cuantificación de la frecuencia cardíaca y la escala subjetiva RPE, aplicado tanto en situaciones de competencia como en entrenamientos con jugadores de baloncesto. Un tercer estudio llevado a cabo en tenistas nos brinda una perspectiva metodológica de control por medio de variables de recuperación y neuromusculares en diferentes tipos de microciclos. Estos tres estudios nos ofrecen herramientas de fácil uso y bajo costo que se pueden implementar dentro de los procesos de control metodológico en los entrenamientos.

Por último, se incluye un tema relacionado con la psicología de-

portiva relacionado con la ansiedad competitiva y las diferencias en atletas universitarios diferenciado en hombres y mujeres, la relevancia del tema es el aporte de estrategias para regular las emociones que las provocan favoreciendo el desempeño en las competencias.

Estas herramientas constituyen un recurso indispensable para potenciar el rendimiento físico, favoreciendo no solo la adquisición de conocimientos especializados, sino también el desarrollo de habilidades que permitan una aplicación efectiva en los procesos de entrenamiento y en diversos escenarios de competencia. Confiamos en que su implementación contribuirá significativamente a la formación integral y al logro de objetivos.

Capítulo 1.

Capacidades Físicas y Desarrollo Deportivo de Futbolistas en Formación

*Luis Ródenas Cuenca, Omar Santiago Sánchez, Samantha Medina Villanueva y
Ricardo López García*

Resumen

El presente capítulo describe la implementación de un protocolo de pruebas físicas en jóvenes futbolistas de 11 a 13 años para evaluar sus capacidades físicas y apoyar la detección de talentos deportivos. Se aplicó una batería de test de fuerza, velocidad, agilidad y resistencia en una academia de fútbol formativo, recopilando datos sobre el rendimiento físico de los jugadores. Los resultados muestran diferencias en las medidas de rendimiento según la edad: los jugadores de mayor edad obtuvieron valores superiores en fuerza, velocidad, agilidad y resistencia en comparación con los más jóvenes. Estos hallazgos evidencian la influencia de la maduración biológica en el rendimiento deportivo infantil. El capítulo subraya la necesidad de protocolos de evaluación adaptados a la etapa formativa que permitan desarrollar el potencial deportivo de los niños de manera segura, lúdica y efectiva, aportando información valiosa para optimizar los programas de entrenamiento y guiar futuras investigaciones en el área.

Palabras clave: capacidades condicionales, fútbol formativo, rendimiento deportivo, detección de talentos, desarrollo infantil

Introducción

El fútbol es uno de los deportes más populares del mundo y se caracteriza por enfrentar en el campo a dos equipos que buscan marcar goles en la portería contraria (*Encyclopaedia Britannica*, 2025). Aunque el juego depende en gran medida de la técnica, la táctica y la capacidad de toma de decisiones de los futbolistas, el componente físico resulta igualmente fundamental para alcanzar un rendimiento óptimo. Habilidades como la velocidad, la agilidad, la resistencia y la fuerza son determinantes durante un partido, al igual que la habilidad técnica y la comprensión táctica del juego (Reilly, Bangsbo & Franks, 2000). En especial a niveles de formación, es importante desarrollar en equilibrio tanto las capacidades físicas como las técnico-tácticas de cada jugador.

Tradicionalmente, la evaluación del rendimiento deportivo en edades tempranas se ha asociado con la búsqueda de talentos, suponiendo que algunos niños presentan cualidades físicas o coordinativas por encima del promedio que podrían convertirlos en futuros jugadores destacados (Hahn, 1988). Sin embargo, identificar el talento deportivo en niños es un proceso complejo. Se ha señalado que el rendimiento de un deportista es dinámico a lo largo del tiempo y puede evolucionar de forma ascendente o descendente según el entorno y las oportunidades de entrenamiento que reciba (Abbott & Collins, 2004). Por ello, los modelos predictivos de talento suelen tener una capacidad limitada de acierto, especialmente si se enfocan únicamente en medidas físicas a edades tempranas. Es necesario entender que muchos factores externos, como el apoyo familiar, el contexto sociocultural y la motivación del niño influyen en que un joven atleta alcance o no su máximo potencial (Balaguer, Castillo, Duda, Quested & Morales 2011).

Entre los 10 y 13 años los niños alcanzan mayor control corporal y dominio de sus capacidades coordinativas (González, 2016), etapa clave antes de la competencia formal. Aplicar pruebas físicas en estas edades permite obtener datos sobre fuerza, velocidad, agilidad y resistencia, útiles para diseñar entrenamientos y detectar talento (Ródenas, Vanegas-Farfano & Medina-Villanueva, 2019). En México, donde escasean protocolos estandarizados, generar una base de datos de rendimiento en futbolistas en formación puede cubrir ese vacío y guiar mejores prácticas en academias y clubes.

Este capítulo presenta de forma organizada los antecedentes teóricos y metodológicos relacionados con la evaluación física en el fútbol infantil, describe la metodología empleada en una academia de fútbol para medir el rendimiento de jugadores de 11 a 13 años, expone los resultados obtenidos y reflexiona sobre las implicaciones para la formación de talentos deportivos.

Desarrollo

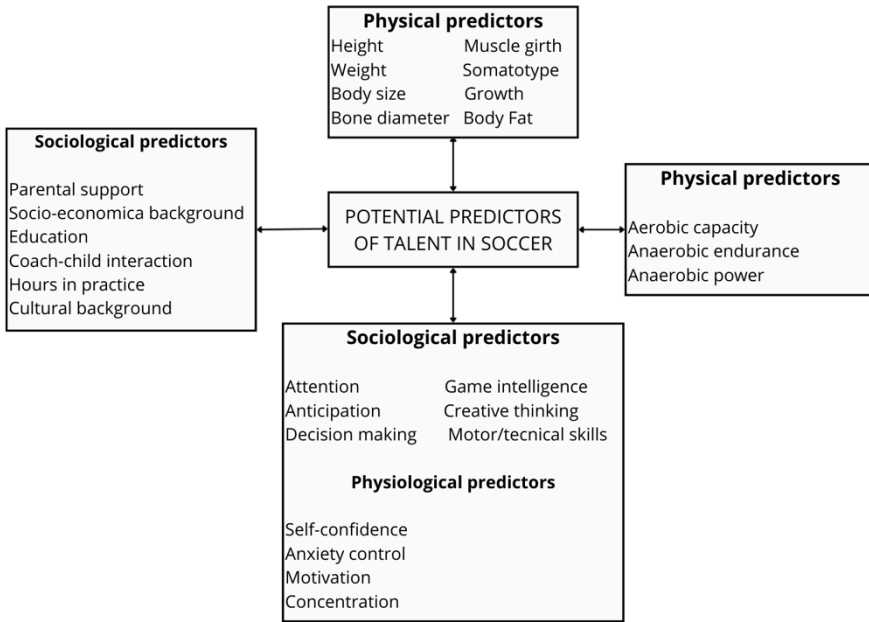
Antecedentes teóricos y empíricos

En las últimas décadas el fútbol ha evolucionado, modificando la dinámica del juego y las exigencias hacia los futbolistas. Los clubes buscan jóvenes con capacidades físicas y cognitivas que puedan potenciar (Lidor, Côté & Hackfort, 2009), lo que ha impulsado múltiples estudios sobre identificación y desarrollo de talento. Tradicionalmente, la detección se ha centrado en atributos físicos como talla, velocidad, fuerza o composición corporal (Unnithan, White, Georgiou, Iga & Drust, 2012), aunque se ha advertido que este enfoque favorece a quienes presentan maduración biológica adelantada, confundiendo la precocidad física con el verdadero potencial a largo plazo (Carling, Le Gall, Reilly & Williams, 2009).

La Figura 1 muestra que el talento deportivo depende de múltiples variables que abarcan aspectos físicos, fisiológicos, técnicos, psicológicos y sociológicos del jugador. Ignorar algunos factores puede llevar a una visión incompleta del talento y limitar el crecimiento integral del jugador (Williams & Reilly, 2000). Por ello, actualmente se promueve una perspectiva multidisciplinaria en la que distintos especialistas (preparadores físicos, fisioterapeutas, psicólogos, nutriólogos, etc.) colaboran para apoyar el desarrollo de los jugadores en formación (Reilly & Gilbourne, 2003).

Figura 1

Indicadores de talento en el fútbol (Williams & Reilly, 2000).



Un concepto clave en el entrenamiento infantil son las fases sensibles del desarrollo, entendidas como periodos en que el organismo es especialmente receptivo para mejorar ciertas capacidades (Weineck, 2005). Entre los 5 y 12 años se favorece la coordinación motriz gracias a la maduración acelerada del sistema nervioso central, lo que facilita el aprendizaje técnico (Smîdu, 2014). También se han descrito fases sensibles para la velocidad antes de la pubertad y para la fuerza, que puede iniciarse en la niñez de forma general, pero sin cargas máximas hasta después de la adolescencia (Fleck & Kraemer, 2014).

Ahora bien, fases sensibles del desarrollo deportivo son periodos en los que el organismo del niño o joven está particularmente receptivo a trabajar ciertas capacidades físicas, como la fuerza, la velocidad o la coordinación. Aunque su aplicación práctica ha sido ampliamente difundida, una revisión reciente advierte que el soporte científico detrás de las fases sensibles es relativamente débil, ya que existen pocos estudios controlados que demuestren consecuencias negativas de entrenar fuera de esas ventanas (Van Hooren & De Ste Croix, 2020).

El Pico de Velocidad de Crecimiento en estatura (PHV, por sus siglas en inglés) constituye un marcador fundamental de la maduración biológica en niños y adolescentes. Este periodo, entendido como la fase de mayor incremento lineal en la talla, suele presentarse alrededor de los 11 a 12 años en las niñas y de los 13 a 14 años en los niños, aunque con variaciones individuales significativas (Granados, Gebremariam & Lee, 2015; Mirwald, Baxter-Jones, Bailey & Beunen, 2002). Durante esta etapa, la estatura puede incrementarse en valores cercanos a 9–11 cm por año en varones y alrededor de 8–9 cm en mujeres (Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004).

Posteriormente al PHV, los adolescentes atraviesan el Pico de Velocidad de Ganancia de Peso (PWV), caracterizado por un aumento notable de la masa corporal. Este fenómeno se presenta de manera ligeramente retardada con respecto al PHV, reflejando la interacción entre el crecimiento lineal y los cambios en la composición corporal propios de la pubertad (Malina et al., 2004). En varones, la ganancia de peso puede superar los 12 kg en un solo año, mientras que en mujeres la cifra suele ser menor, aunque igualmente significativa para su desarrollo físico y deportivo (Güemes-Hidalgo, Ceñal & Hidalgo, 2017).

El estudio de la relación entre el PHV y el PWV resulta esencial para planificar el entrenamiento en categorías formativas. Una maduración acelerada puede llevar a interpretaciones erróneas en la detección de talentos, donde la precocidad física se confunde con el verdadero potencial a largo plazo (Carling, Williams & Reilly, 2009). Comprender estas fases permite diseñar programas más ajustados a la edad biológica, optimizando la carga de entrenamiento y reduciendo el riesgo de lesiones asociadas al sobreentrenamiento en etapas sensibles.

La importancia práctica de monitorizar PHV y PWV radica en que son indicadores precisos de maduración biológica real, en contraste con el criterio más difuso que sugieren las fases sensibles. Gracias a su carácter cuantificable, sirven como base para adaptar el entrenamiento a la capacidad real del joven atleta.

Estudios longitudinales, como el Ghent Youth Soccer Project (Vaeys et al., 2006), han documentado que diversas cualidades físicas como la fuerza explosiva, la velocidad y la resistencia anaeróbica alcanzan su punto máximo coincidiendo o poco después del PHV, mientras que antes del PHV algunos deportistas experimentan un desempeño decreciente, conocido como torpeza motora transitoria (*adolescent*

awkwardness) debido a la descoordinación temporal que provoca el crecimiento acelerado de miembros (Tsutsui, Iizuka, Sakamaki, Maemichi & Torii, 2022).

Este fenómeno explica por qué planificar entrenamientos rutinas con cargas intensas justo antes del PHV puede ser contraproducente; los cuerpos de los jóvenes están en transición rápida y la coordinación no está estabilizada. Asimismo, la ganancia de peso tras el PHV (PWV) implica ajustes en la movilidad, la eficiencia técnica y la prevención de lesiones.

Por lo tanto, aunque las fases sensibles sugieren ventanas ideales para entrenar ciertas capacidades, PHV y PWV ofrecen marcadores objetivos que permiten sincronizar mejor el estímulo físico con la realidad del desarrollo del atleta. Así, se puede maximizar el rendimiento y al mismo tiempo respetar la salud y el bienestar del niño o adolescente.

Otro modelo teórico relevante es el del entrenamiento a largo plazo (*Long-Term Athlete Development*) propuesto por Bompa y Haff (2009). Este enfoque plantea dividir la formación del deportista en fases o niveles según la edad: una formación básica general aproximadamente de los 6 a 14 años, seguida de un entrenamiento específico de los 15 a 17 años, y finalmente un entrenamiento de alto rendimiento a partir de los 18 años en adelante. Cada etapa tiene objetivos particulares y prioridades de entrenamiento acordes con el desarrollo biológico y deportivo del joven.

Así, en la etapa básica se prioriza el desarrollo multilateral y lúdico; en la específica aumenta la intensidad y la especialización técnico-táctica; y en la de alto rendimiento se busca la optimización competitiva. Modelos como el de Bompa destacan la necesidad de planificar sistemáticamente, respetando los tiempos de maduración y evitando exigir en edades tempranas capacidades que solo se consolidan al final de la adolescencia (Vaeyens, Güllich, Warr & Philippaerts, 2009). Varios estudios han evaluado el fútbol infantil. Bustos, Salazar y Acevedo-Mindiola (2017) analizaron la relación entre velocidad lineal y agilidad con cambio de dirección en futbolistas de 10 a 13 años, mediante un sprint de 20 m y el test Illinois. No hallaron asociación significativa, lo que sugiere que ambas son cualidades independientes: un jugador puede ser ágil en giros sin ser el más veloz en línea recta, y viceversa.

Por su parte, Coelho et al. (2010) evaluaron habilidades técnicas (regate, pase y tiro) en jugadores menores de 14 años, comparando

grupos seleccionados vs. no seleccionados de una academia. Los resultados mostraron valores técnicos muy similares entre ambos grupos, aunque sí hubo diferencias en las variables físicas: el grupo selectivo (considerado más talentoso) superó a sus pares en velocidad y potencia física, pero no tanto en la técnica básica. Este tipo de hallazgos refuerza la noción de que una identificación de talento basada solo en el desempeño físico podría pasar por alto a jugadores técnicamente talentosos, pero físicamente tardíos en su desarrollo (Reeves & Roberts, 2018). Otro aspecto relevante es el efecto de la edad relativa, derivado de que las categorías se organizan por año de nacimiento. Así, en un mismo equipo puede haber hasta 11 meses de diferencia, lo que en preadolescentes implica distintas etapas de maduración. Estudios muestran que en academias de élite predominan los nacidos en el primer trimestre, mientras que los del último tienen menor probabilidad de llegar a niveles profesionales (Cobley, Baker, Wattie & McKenna, 2009; Musch & Grondin, 2001). Este efecto no implica falta de talento, sino una influencia de la estructura competitiva, y reconocerlo permite aplicar estrategias compensatorias como agrupar por maduración biológica o ajustar cargas.

Así mismo, se ha observado que los jugadores que maduran antes suelen destacar y ser seleccionados, mientras que los más inmaduros reciben menos oportunidades, aunque con el tiempo esas diferencias tienden a equilibrarse (Cumming, Lloyd, Oliver, Eisenmann & Malina, 2017). En nuestras categorías (2011 vs 2013) es esperable que los mayores presenten ventajas físicas, por lo que los entrenadores deben ser cautelosos y no descartar talento por diferencias temporales de desarrollo biológico. Finalmente, cabe mencionar la importancia de mantener la motivación y el disfrute en el deporte a edades tempranas. Investigaciones señalan que imponer entrenamientos altamente estructurados y competitivos desde muy joven puede reducir la motivación intrínseca de los niños y conducir al abandono deportivo (Balaguer, Castillo, Ródenas, Fabra & Duda, 2015; Fabra, González-García, Castillo, Duda & Balaguer, 2023). Es por ello que, en las etapas de iniciación deportiva se recomienda utilizar métodos lúdicos, juegos modificados y actividades variadas que enseñen los fundamentos del deporte manteniendo la diversión. En síntesis, los antecedentes indican que la evaluación del rendimiento infantil debe ser integral, contextualizada y utilizada como una herramienta para guiar el entrenamiento formativo, más

que como un filtro estricto de selección a temprana edad (Côté, Lidor & Hackfort, 2009).

Metodología

Para estudiar el rendimiento físico de jóvenes futbolistas en formación, se llevó a cabo una investigación de diseño cuantitativo descriptivo con elementos comparativos. El objetivo principal fue evaluar las principales capacidades involucradas en el fútbol (fuerza, velocidad, agilidad, resistencia), en jugadores de 11 a 13 años de una academia formativa.

Participantes y contexto

El estudio se realizó en la academia Polideportivo Tigres U.A.N.L. ubicada en Escobedo, Nuevo León, México. Esta institución ofrece programas deportivos formativos, recreativos y competitivos, la cual accedió a colaborar en la evaluación. Se trabajó con las categorías de fútbol varonil nacidos en los años 2011, 2012 y 2013, que correspondían aproximadamente a edades de 11, 12 y 13 años en el momento de las pruebas. En total participaron 49 jugadores (22 de la categoría 2011, 20 de 2012 y 7 de 2013) quienes cumplieron con criterios de inclusión (pertenecer a la academia y contar con autorización de sus padres o tutores para participar). Los entrenadores y coordinadores de la academia participaron en el proceso, y antes de iniciar se informó a padres y jugadores sobre los objetivos del estudio, obteniendo su consentimiento escrito.

Diseño de las pruebas

Se seleccionó una batería de tests físicos ampliamente utilizados en población infantil y juvenil, asegurando que fueran seguros, validados y adaptables al nivel de desarrollo de los participantes. Las pruebas incluyeron mediciones antropométricas y tests específicos:

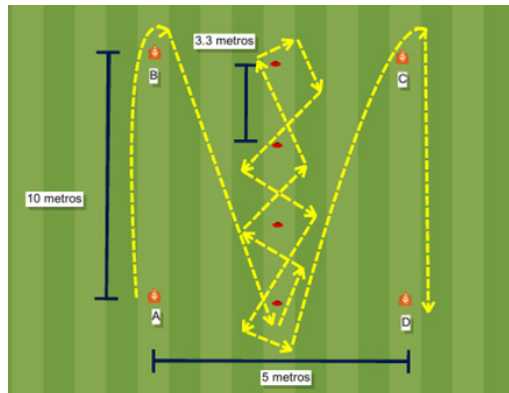
- **Antropometría:** Se midió el **peso corporal** con báscula digital (en kg) y la **talla** de pie con estadiómetro portátil (en cm) de cada jugador, (sin calzado, cuerpo erguido y vista al frente). Adicionalmente, se midió la **talla sentado** (longitud del torso),

para evaluar la proporción tronco-piernas. Con el peso y la estatura se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) de cada niño.

- **Agilidad:** Se realizaron dos pruebas. La primera fue el **Test de Illinois** (Hachana et al., 2013), donde el jugador debe desplazarse lo más rápido posible combinando tramos rectos y slalom (cambios de dirección). La configuración del circuito Illinois incluye un trayecto de ida y vuelta de 10 metros con giros y un zigzag entre cuatro conos centrales separados 3.3 m. Cada jugador realizó un intento de familiarización y luego dos intentos cronometrados, registrándose el mejor tiempo en segundos.

Figura 2

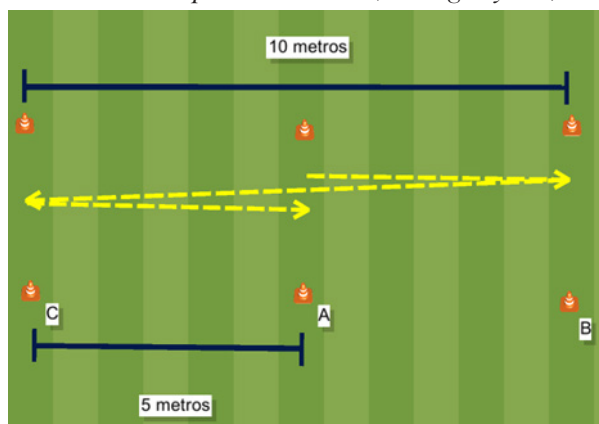
Imagen demostrativa de protocolo Test de agilidad Illinois.



La segunda prueba de agilidad fue el **Test 5-10-5** (también conocido como *Pro Agility*, Forster, Uthoff, Rumpf & Cronin, 2022). En esta, el jugador parte del punto central, corre 5 metros hacia un lado, cambia dirección de inmediato para correr 10 metros hacia el otro lado, y finalmente regresa 5 metros al punto de partida, formando un rápido ida y vuelta lateral. Se hicieron dos carreras (una a cada lado) tras un ensayo de práctica, tomando el tiempo promedio. Estas pruebas evalúan la capacidad de acelerar, frenar y cambiar de dirección rápidamente, cualidad muy relevante en el fútbol para responder a las exigencias del juego.

Figura 3

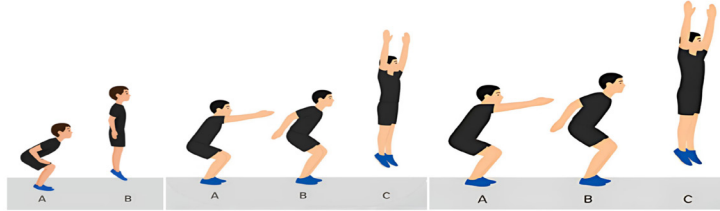
Estructura del desarrollo de la prueba 5-10-5 (Pro Agility test).



- **Fuerza del tren inferior (saltos verticales):** Se aplicaron tres pruebas de salto vertical ampliamente utilizadas en la literatura: el **Squat Jump (SJ)** y el **Countermovement Jump (CMJ)**, descritos por Bosco, Luhtanen y Komi (1983), y el **Salto Abalakov**, que permite el uso de los brazos como impulso (Bosco & Riu, 1994). Para evaluar la potencia de piernas se empleó una plataforma de salto con sistema de cronometraje electrónico (*Chronojump*). Cada jugador realizó tres tipos de salto vertical: (a) **Squat Jump (SJ)**: salto vertical partiendo desde una posición de semi-sentadilla estática (90° de flexión de rodillas) manteniendo las manos en la cadera, sin impulso previo. Tras sostener 2-3 segundos en cuclillas, se indica saltar verticalmente lo más alto posible. (b) **Countermovement Jump (CMJ)**: salto con contramovimiento, donde el jugador inicia de pie, realiza una rápida flexión de rodillas y extensión inmediata en un solo impulso continuo, también con manos en la cintura. (c) **Salto Abalakov**: similar al CMJ pero permitiendo el uso de los brazos para impulsar (el jugador balancea los brazos libremente hacia arriba al saltar). Cada modalidad se intentó 3 veces con 2 minutos de descanso entre saltos, registrándose la altura alcanzada en centímetros mediante el software de la plataforma. Estas pruebas valoran la fuerza explosiva de piernas, importante en acciones como saltar a rematar un balón o arrancar en velocidad.

Figura 4

Squat Jump, Countermovement Jump y Salto Abalakov.



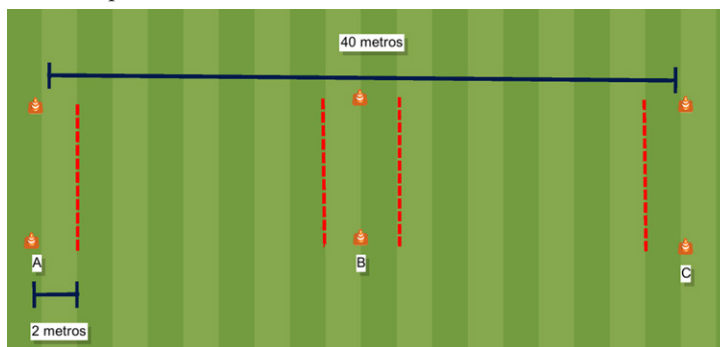
- **Fuerza de agarre (tren superior):** Se midió la fuerza isométrica de las manos con un dinamómetro de mano digital (modelo Takei 5401). Cada futbolista, de pie y con el brazo extendido al frente a 90°, apretó con fuerza máxima el dinamómetro durante 3 segundos con su mano dominante y luego con la mano no dominante. Se realizaron tres intentos por mano alternados, con pausas de 2 minutos. Se registró la fuerza máxima en kilogramos (kg) para mano derecha e izquierda. La fuerza de agarre, medida mediante dinamometría manual, es un excelente indicador práctico y funcional de la fuerza general del miembro superior. Además, se ha demostrado que esta medida está vinculada al rendimiento deportivo en jóvenes, correlacionándose con habilidades como sprint y salto (Toong *et al.*, 2018; Schulz *et al.*, 2025).
- **Velocidad:** Para evaluar la velocidad de carrera se realizó un sprint de 30 metros en línea recta. Se marcó una línea de salida y otra de llegada a 30 m; con sistema manual de cronometraje, cada jugador corrió la distancia a máxima intensidad partiendo de posición estática. Se hicieron dos intentos por jugador con 2 minutos de recuperación, tomando el mejor tiempo en segundos. Para evaluar la velocidad de carrera se realizó un sprint de 30 metros en línea recta con cronómetro manual. Aunque este método puede subestimar el rendimiento en aproximadamente un 2 %, la alta fiabilidad observada (ICC > 0.98) lo convierte en una alternativa válida para en-

tornos formativos sin acceso a sistemas automatizados de cronometraje (Zajíc, Gaj & Ziřba, 2022). Esta prueba mide la velocidad máxima alcanzable en un sprint corto, relevante en fútbol para piques al espacio o alcanzadas a oponentes.

- **Resistencia:** Dado que los participantes eran niños, se optó por un test de resistencia intermitente adecuado para edades formativas: el 30-15 Intermittent Fitness Test (30-15 IFT) de Buchheit (2008). En la Figura 4, se muestra el circuito de la prueba, la cual consiste en correr tramos de 30 segundos de ida y vuelta en una pista de 40m (20m ida + 20m vuelta) al ritmo marcado por un audio, seguidos de 15 segundos de descanso activo, aumentando progresivamente la velocidad en cada intervalo. Los jugadores corren en grupo y deben tratar de llegar a tiempo a los puntos de giro al sonar las señales. La prueba finaliza cuando el jugador no puede seguir el ritmo (al fallar 3 veces seguidas en alcanzar la marca a tiempo o retirarse por fatiga). El resultado principal es la velocidad final alcanzada en km/h en el último intervalo completado, la cual se usa para estimar el consumo máximo de oxígeno ($VO_2\text{max}$) de forma indirecta. Este test reproduce de cierto modo esfuerzos intermitentes similares a los del fútbol (correr-detenerse-correr) y permite valorar la capacidad aeróbica adaptada al deporte.

Figura 5

Estructura de la prueba de resistencia 30-15 IFT.



Todas las pruebas se llevaron a cabo en las instalaciones habituales de entrenamiento para mayor familiaridad de los niños: los sprints y test de resistencia en la cancha de césped natural, y las mediciones antropométricas y de salto en una zona techada tipo gimnasio. Se realizaron en días separados para cada tipo de capacidad, evitando interferencia por fatiga entre pruebas. Por ejemplo, las pruebas de velocidad y agilidad se hicieron en días distintos, y los saltos se evaluaron en otra sesión, de modo que cada día los jugadores estuvieran descansados al probar una capacidad. Previamente, cada sesión iniciaba con un calentamiento general y una explicación-demostración práctica de la prueba a efectuar, para asegurar que los futbolistas entendieran la técnica correcta (minimizando errores que pudieran afectar los resultados o provocar lesiones).

Análisis de datos

Los resultados brutos de cada prueba (tiempos, distancias, pesos, etc.) se registraron en una hoja de cálculo. Posteriormente, se calcularon promedios y desviaciones estándar por categoría de edad (2011, 2012, 2013) para cada variable medida, con el fin de comparar el rendimiento promedio entre grupos. Dado que el tamaño de muestra fue limitado, el análisis se enfocó principalmente en identificar tendencias y diferencias notables más que en realizar pruebas estadísticas inferenciales avanzadas.

Resultados

A continuación, se presentan los principales hallazgos obtenidos de las pruebas físicas aplicadas. En términos generales, se observó que los jugadores de la categoría 2011 (los de mayor edad, 13-14 años) tendieron a obtener mejores resultados promedio en la mayoría de los indicadores físicos evaluados, en comparación con sus pares de las categorías 2012 (12-13 años) y muy especialmente con los de 2013 (los menores, 11-12 años). Esto era esperable debido a las diferencias de maduración y desarrollo físico entre los grupos. A continuación, se detallan los resultados por tipo de prueba:

En **antropometría**, las mediciones reflejaron un incremento con la edad. El peso promedio fue de 50 kg en la categoría 2011, 47 kg en

2012 y 38 kg en 2013. De igual forma, la estatura promedio fue 1.58m, 1.54 m y 1.43 m respectivamente de mayor a menor categoría. Estas diferencias indicaron que los nacidos en 2011 eran en promedio 15 cm más altos y 12 kg más pesados que los nacidos en 2013, lo cual sin duda influye en su desempeño físico. Los valores de IMC fueron similares entre grupos (aprox. 19-20 kg/m²), dentro de parámetros normales para la edad. Es decir, aunque los más grandes pesaban más, su peso estaba acorde a su mayor estatura. Se registraron casos individuales destacables, por ejemplo, en la categoría 2011 el jugador más alto medía 1.75m y el más pesado 79 kg, mientras que en 2013 el más alto alcanzaba 1.56m y el más pesado 52 kg. Estos datos confirman la variabilidad antropométrica presente incluso dentro de un mismo equipo juvenil.

Tabla 1

Resultados de pruebas de antropometría en las 3 categorías evaluadas, se muestra promedio y desviación estándar

Variable	Cat 2011	Cat 2012	Cat 2013
Peso (Kg)	49.97 ± 13.22	47.35 ± 12.59	37.73 ± 7.95
Talla (cm)	158.12 ± 9.67	153.6 ± 7.62	143.43 ± 7.29
Talla sentado (cm)	82.25 ± 5.51	79.63 ± 4.33	74.59 ± 2.97
IMC (kg/m²)	19.78 ± 3.42	19.96 ± 4.21	18.45 ± 3.25

En las pruebas de fuerza de agarre, también se observaron valores mayores en los grupos de más edad. La fuerza de agarre con mano derecha promedió 24.6 kg en 2011, 23.6 kg en 2012 y 18.0 kg en 2013 (ver Tabla 2). Con la mano izquierda los promedios fueron 23.1 kg, 22.1 kg y 16.8 kg respectivamente. Los niños de 2013, además de tener fuerzas absolutas menores, mostraron menos diferencia entre mano dominante y no dominante. En cambio, en la categoría 2011 y 2012 algunos jugadores presentaron asimetrías notables (hasta 4-5 kg más de fuerza en su mano fuerte respecto a la otra), posiblemente reflejando mayor especialización o uso preferente de un lado del cuerpo con la edad. En suma, los pre-adolescentes de mayor edad demostraron mayor fuerza isométrica de manos, algo atribuible al desarrollo natural y quizá a mayor experiencia en ejercicios de fuerza adaptados.

Tabla 2

Resultados de prueba de fuerza de agarre con promedio por categoría y desviación estándar.

Variable	Cat 2011	Cat 2012	Cat 2013
Mano Derecha (kg)	24.61 ± 8.03	23.57 ± 4.29	17.98 ± 1.83
Mano Izquierda (kg)	23.14 ± 7.01	22.09 ± 4.88	16.76 ± 2.73

En las pruebas de salto (fuerza explosiva de tren inferior), los resultados medios también favorecieron a los grupos de más edad. Los promedios de altura alcanzada corroboraron un aumento con la edad. En el *Squat Jump* los jugadores de 2011 promediaron 28.0 cm, los de 2012 25.8 cm y los de 2013 ~25.1 cm. En el CMJ los valores fueron 27.5 cm, 27.2 cm y 23.9 cm respectivamente, y en el salto Abalakov 33.6 cm, 32.8 cm y 29.7 cm. Las mayores diferencias se dieron en la modalidad con brazos (Abalakov), donde los mayores saltaron ~4 cm más alto que los menores en promedio. Incluso dentro de cada grupo hubo dispersiones importantes: en 2011, el mejor salto Abalakov fue 45.7 cm mientras el más bajo fue 21.5 cm, una brecha de 24 cm. En 2012, el mejor alcanzó 48 cm vs 19.5 cm el menor (diferencia de 28 cm). Esto muestra que existe diversidad en la potencia de piernas entre los niños, influida por factores como la genética, la técnica de salto y la familiaridad con este tipo de esfuerzo. No obstante, la tendencia general reafirma que la capacidad de salto mejora con la edad y crecimiento, reflejando mayor fuerza explosiva en adolescentes más cercanos a la pubertad.

Tabla 3

Resultados de las pruebas de salto vertical.

Variable	Cat 2011	Cat 2012	Cat 2013
Squat Jump	27.98 ± 5.45	25.82 ± 6.48	25.05 ± 3.57
CMJ	27.53 ± 5.91	27.23 ± 5.38	23.87 ± 3.34
Abalakov	33.55 ± 6.43	32.80 ± 6.74	29.72 ± 2.80

En la tabla 4 se muestran los tiempos logrados en las pruebas de **agilidad**, que guardan relación con la potencia de piernas y la rapidez de movimientos. Se aprecia que los jugadores de la categoría 2011 completaron el **circuito Illinois** en 19.9 segundos en promedio, frente a 21.4s en los de 2013. Es decir, los mayores fueron alrededor de un 7%

más rápidos en esta prueba de agilidad que los más jóvenes. De hecho, los mejores tiempos individuales de Illinois fueron notablemente inferiores en los grupos de mayor edad: el mejor jugador de 2011 registró 17.65s y el mejor de 2012 hizo 17.38s, comparados con ~19.63s del mejor de 2013.

En el **test 5-10-5**, los resultados muestran una tendencia similar: la media de 2011 fue 5.80 s, mejor que ~6.16–6.17s de 2012 y 2013. Esto indica que, en general, los chicos de más edad tenían mayor agilidad y rapidez en cambios de dirección, probablemente debido a un desarrollo neuromuscular más avanzado y quizás a más tiempo de entrenamiento acumulado. Cabe resaltar que las diferencias entre las categorías 2011 y 2012 en el test 5-10-5 fueron pequeñas (5.80 vs 6.17 s, con traslapes en los rangos), mientras que la categoría 2013 sí quedó ligeramente rezagada en Illinois. Esto sugiere que la edad y el grado de maduración influyen en el rendimiento. Ya que algunos jugadores de la categoría 2013 alcanzaron niveles de agilidad similares al promedio de la categoría 2012. Incluso un jugador de la categoría 2013 registró 5.75s en la prueba 5-10-5, superando a varios compañeros de mayor edad y evidenciando que el talento motor puede manifestarse desde etapas tempranas.

Tabla 4

Resultados de las pruebas de valoración de agilidad.

Variable	Cat 2011	Cat 2012	Cat 2013
Test Illinois	19.89 ± 1.38	20.97 ± 2.42	21.4 ± 1.89
Test Pro Agility (5-10-5)	5.80 ± 0.37	6.17 ± 0.57	6.16 ± 0.38

En la prueba de **velocidad de sprint 30 m**, las diferencias por edad también fueron evidentes. Los jugadores de la categoría 2011 cubrieron los 30 metros en 5.16 ± 0.60 s en promedio, mientras que los de 2012 tardaron 5.63 ± 0.82 s y los de 2013 unos 5.54 ± 0.32 s. Es interesante notar que, aunque la media de 2013 fue ligeramente mejor que la categoría 2012, esto se debe a que la categoría 2012 tuvo algunos tiempos bastante altos (hasta 7.6 s en un jugador poco entrenado), elevando su promedio. En términos generales, los mejores sprinters fueron efectivamente de mayor edad: el mejor tiempo registrado fue de 4.41s logrado por un jugador de 2011, seguido de 4.48s de uno de la categoría 2012, mientras que el más veloz de la categoría 2013 hizo

5.20s. A su vez, los tiempos más lentos estuvieron en 6.1–6.3s en 2011 y 2013, y hasta 7.67s en 2012 (posiblemente un caso atípico). La conclusión es que la velocidad máxima de carrera tiende a aumentar con la maduración, aunque puede haber excepciones individuales.

Tabla 5

Resultados del test de velocidad máxima en sprint de 30 metros.

Variable	Cat 2011	Cat 2012	Cat 2013
Sprint 30 metros (s)	5.16 ± 0.60	5.63 ± 0.82	5.54 ± 0.32

En cuanto a la **resistencia aeróbica**, evaluada mediante la velocidad final alcanzada en el test 30-15, se observaron diferencias numéricas. Los jugadores categoría 2011 registraron en promedio 15.94 ± 0.92 km/h, la categoría 2012 = 15.21 ± 0.88 km/h y la categoría 2013 = 13.71 ± 0.57 km/h, lo que representa una diferencia aproximada de 2.2 km/h entre el grupo de mayor y menor edad. La estimación de $VO_2^{\text{máx}}$, que derivada de la misma prueba, siguió la misma tendencia: categoría 2011 = 43.20 ± 1.69 , categoría 2012 = 42.06 ± 1.83 y categoría 2013 = 40.46 ± 1.38 .

Además de los valores medios, se identificaron rendimientos máximos individuales: 17.5 km/h en dos jugadores categoría 2011 ($VO_2^{\text{máx}}$ estimado 45.8), 17.0 km/h en el mejor jugador categoría 2012 (45.1), y 14.5 km/h en la mejor categoría 2013 (40.7). Estos hallazgos sugieren que los jugadores de mayor edad mostraron una capacidad aeróbica ligeramente superior, lo cual puede relacionarse con un desarrollo fisiológico más avanzado propio de esas edades (Armstrong & Welsman, 1994), aunque todas las mediciones se ubicaron dentro de los rangos esperados para población juvenil activa.

Tabla 6

Resultados de la prueba de valoración de resistencia con velocidad final alcanzada en el test y un estimado del consumo máximo de oxígeno.

Variable	Cat 2011	Cat 2012	Cat 2013
VIFT	15.94 ± 0.92	15.21 ± 0.88	13.71 ± 0.57
VO₂MÁX	43.20 ± 1.69	42.06 ± 1.83	40.46 ± 1.38

En síntesis, los futbolistas infantiles evaluados muestran un progreso físico acorde con la edad y el entrenamiento, destacando los de 13

años en fuerza explosiva, agilidad, velocidad y resistencia frente a los de 11. Sin embargo, la amplia variabilidad individual evidencia que el talento no es homogéneo y cada niño sigue su propio ritmo de desarrollo. Más que definir ganadores o perdedores, estos datos deben orientar el entrenamiento, identificando áreas de mejora específicas sin asumir que los resultados actuales predicen el éxito futuro.

Conclusiones

La aplicación sistemática de pruebas físicas en el fútbol formativo ofrece información valiosa sobre el progreso de los jóvenes jugadores, reflejando tendencias propias de la maduración biológica. No obstante, estos resultados no determinan por sí solos el talento ni el éxito futuro, sino que deben ser utilizados por entrenadores y preparadores físicos para potenciar fortalezas y corregir debilidades. La evidencia indica que la evaluación física periódica aporta beneficios cuando se emplea para retroalimentar el entrenamiento, más que para seleccionar o descartar jugadores. Permite ajustar cargas y contenidos según las necesidades, monitorear la evolución y detectar a quienes requieren atención específica en aspectos como coordinación o resistencia.

Estas evaluaciones también aportan una base de datos de rendimiento en el contexto local, valiosa ante la escasez de referencias en niños futbolistas en México. Disponer de promedios y rangos por edad y nivel competitivo permite a clubes y academias comparar resultados en un marco más amplio. A largo plazo, ampliar la recolección de datos en distintas regiones y condiciones facilitaría criterios de referencia nacionales y el diseño de estrategias formativas adaptadas a la realidad deportiva del país.

Los hallazgos del estudio destacan que la detección y formación del talento futbolístico debe ser integral. Aunque algunos niños sobresalgan físicamente a edades tempranas, el éxito profesional también depende de la técnica, la toma de decisiones, la resiliencia y la motivación. Por ello, los entrenadores deben combinar los datos de pruebas físicas con una visión global del desarrollo, evitando valorar en exceso resultados tempranos o descartar prematuramente a jugadores con potencial de mejora. La evaluación física es útil si se aplica con criterio, ya que ayuda a ajustar entrenamientos y orientar la identificación del talento. Se recomienda ampliar las mediciones y dar seguimiento

longitudinal a los jugadores para construir bases de datos sólidas que fortalezcan la formación futura.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Polideportivo Tigres U.A.N.L. y a sus entrenadores por las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto, así como a los jóvenes futbolistas y sus padres por su entusiasta participación y colaboración. Su apoyo fue fundamental para llevar a cabo las pruebas en un ambiente seguro y cordial.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses. Este trabajo se realizó con fines académicos y de mejora deportiva, sin ningún interés comercial o personal que pudiera influir en los resultados.

Referencias

- Abbott, A., & Collins, D. (2004). Eliminating the dichotomy between theory and practice in talent identification and development: considering the role of psychology. *Journal of sports sciences*, 22(5), 395-408. <https://doi.org/10.1080/02640410410001675324>
- Armstrong, N., & Welsman, J. (1994). Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 22(1), 435-476. <https://doi.org/10.1249/00003677-199401000-00016>
- Balaguer, I., Castillo, I., Duda, J. L., Quested, E., & Morales, V. (2011). Predictores socio-contextuales y motivacionales de la intención de continuar participando: Un análisis desde la SDT en danza. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 25 (7), 305-319. <https://doi.org/10.5232/ricyde2011.02505>
- Balaguer, I., Castillo, I., Ródenas, L., Fabra, P., & Duda, J. L. (2015). Los entrenadores como promotores de la cohesión del equipo. *Cuadernos de psicología del deporte*, 15(1), 233-242. <https://doi.org/10.4321/s1578-84232015000100022>
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics.

- Bosco, C., & Riu, J. M. P. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Paidotribo.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273–282.
- Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 365–374. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181635b2e>
- Bustos-Viviescas, B. J., Salazar-Rojas, W. M., & Acevedo-Mindiola, A. A. (2017). Asociación entre la agilidad y la velocidad con cambios de dirección en jóvenes futbolistas. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6(2), 1-10. <https://doi.org/10.69583/inndev.v2n4.2023.88>
- Carling, C., Le Gall, F., Reilly, T., & Williams, A. M. (2009). Do anthropometric and fitness characteristics vary according to birth date distribution in elite youth academy soccer players? Scandinavian. *Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(1), 3–9. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00867.x>
- Carling, C., Williams, A. M., & Reilly, T. (2009). *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance*. Routledge.
- Cobley, S., Baker, J., Wattie, N., & McKenna, J. (2009). Annual age-grouping and athlete development: a meta-analytical review of relative age effects in sport. *Sports medicine*, 39(3), 235-256.
- Coelho e Silva, M. J., Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Simoes, F., Seabra, A., Natal, A., . . . Malina, R. M. (2010). Discrimination of U-14 soccer players by level and position. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 790–796. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1263139>
- Côté, J., Lidor, R., & Hackfort, D. (2009). ISSP position stand: To sample or to specialize? Seven postulates about youth sport activities that lead to continued participation and elite performance. *International journal of sport and exercise psychology*, 7(1), 7-17.
- Cumming, S. P., Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Eisenmann, J. C., & Malina, R. M. (2017). Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 39(2), 34-47. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000281>

- Encyclopaedia Britannica. (2025, November 28). *Football (soccer)*. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/sports/football-soccer>
- Fabra, P., González-García, L., Castillo, I., Duda, J. L., & Balaguer, I. (2023). *Motivational antecedents of young players' intentions to drop out of football during a season*. En *Sustainability*, 15(3), 1750. <https://doi.org/10.3390/su15031750>
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2014). *Designing resistance training programs, 4E*. Human Kinetics.
- Forster, J. W., Uthoff, A. M., Rumpf, M. C., & Cronin, J. B. (2022). Pro-agility unpacked: Variability, comparability and diagnostic value. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 17(5), 1225-1240. <https://doi.org/10.1177/17479541211069338>
- González, Á. (2016). *Desarrollo de las capacidades físicas básicas en niños de 11-12 años* (Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid). Universidad de Valladolid. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/21042/TFG-L1413.pdf>
- Granados, A., Gebremariam, A., & Lee, J. M. (2015). Relationship between timing of peak height velocity and pubertal staging in boys and girls. *Journal of clinical research in pediatric endocrinology*, 7(3), 235. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.2007>
- Güemes-Hidalgo, M., Ceñal, M., & Hidalgo, M. (2017). Pubertad y adolescencia. *Revista de formación continuada de la sociedad española de medicina de la adolescencia*, 5(1), 7-22.
- Hachana, Y., Chaabène, H., Nabli, M. A., Attia, A., Moualhi, J., Farhat, N., & Elloumi, M. (2013). Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of the Illinois agility test in male team sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2752-2759. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182890ac3>
- Hahn, E. (1988). *Entrenamiento con niños*. Barcelona: Martínez Roca.
- Lidor, R., Côté, J., & Hackfort, T. (2009). ISSP Position Stand: To test or no to test?. The use of physical skill tests in talent detection and in early phase of sport development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 7, 31-146. <https://doi.org/10.1080/1612197x.2009.9671896>
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689–694. <https://doi.org/10.1249/00005768-200204000-00020>
- Musch, J., & Grondin, S. (2001). Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Developmental review*, 21(2), 147-167.
- Reilly, T., & Gilbourne, D. (2003). Science and football: a review of applied research in the football codes. *Journal of sports sciences*, 21(9), 693-705. <https://doi.org/10.1080/0264041031000102105>
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669–683.
- Reeves, M. J., & Roberts, S. J. (2018). Talent identification and talent development in junior-elite football in the UK: an introduction. *Soccer & Society*, 19(8), 1081-1083. <https://doi.org/10.1080/14660970.2018.1432382>
- Ródenas, L., Vanegas-Farfano, M. T. J., & Medina-Villanueva, S. (2019). *Detección y formación de talentos futbolísticos. En Estudios y perspectivas sobre la práctica deportiva* (pp. 37-56). Ciudad de México, D.F.: Fontamara.
- Schulz, S. V. W., Wizani, L., Matits, L., Schwarz, E., Wiedemann, P., Bizjak, D. A., ... & Henze, A. S. (2025). Handgrip strength in elite youth football: Potential for performance prediction and the moderating effects of age and maturation Handgrip in elite youth football. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1625015. <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1625015>
- Smídu, N. (2014). The importance of coordinative abilities in achieving athletic performance, Marathon: Revista științelor motoricității umane [Magazine of Human Motor Sciences]. *Bucharest: ASE Publishing House*, 6(1).
- Toong, T., Wilson, K. E., Urban, K., Paniccia, M., Hunt, A. W., Keightley, M., & Reed, N. (2018). Grip strength in youth ice hockey players: normative values and predictors of performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(12), 3494-3502. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002815>
- Tsutsui, T., Iizuka, S., Sakamaki, W., Maemichi, T., & Torii, S. (2022). Growth until peak height velocity occurs rapidly in ear-

- ly maturing adolescent boys. *Children*, 9(10), 1570. <https://doi.org/10.3390/children9101570>
- Unnithan, V., White, J., Georgiou, A., Iga, J., & Drust, B. (2012). Talent identification in youth soccer. *Journal of sports sciences*, 30(15), 1719–1726.
- Vaeyens, R., Güllich, A., Warr, C. R., & Philippaerts, R. (2009). Talent identification and promotion programmes of Olympic athletes. *Journal of sports sciences*, 27(13), 1367-1380.
- Vaeyens, R., Malina, R. M., Janssens, M., Van Renterghem, B., Bourgois, J., Vrijens, J., & Philippaerts, R. M. (2006). A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *British journal of sports medicine*, 40(11), 928-934. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.029652>
- Van Hooren, B., & De Ste Croix, M. (2020). Sensitive periods to train general motor abilities in children and adolescents: Do they exist? A critical appraisal. *Strength and Conditioning Journal*, 42(6), 7–14. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000545>
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total* (Vol. 24). Editorial Paidotribo.
- Williams, A. M., & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of sports sciences*, 18(9), 657-667.
- Zajac, B., Gaj, P., & Zięba, J. (2022). Concurrent validity and Inter-Rater reliability of Hand-Held measurements of maximal sprint speed. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*, 32(100), 15-21. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0016.1225>

Capítulo 2.

Evaluación isocinética de los músculos extensores y flexores de rodilla en corredores de larga distancia

Carlos Alberto Mendoza Gómez, Pedro Gualberto Morales Corral, María Cristina Enriquez Reyna, Marina Medina Corrales

Resumen

La carrera es una de las actividades físicas más extendidas a nivel mundial, debido a los reconocidos beneficios que aporta a la salud cardiovascular, metabólica y musculoesquelética. No obstante, su práctica también se asocia con una elevada incidencia de lesiones, particularmente en los miembros inferiores. La dinamometría isocinética constituye una herramienta de referencia para la evaluación objetiva del rendimiento muscular bajo condiciones dinámicas controladas, lo que permite analizar con precisión el balance entre grupos musculares agonistas y antagonistas, así como identificar factores de riesgo asociados a lesiones. En este capítulo se abordan los fundamentos teóricos y evidencias previas relacionadas con la evaluación isocinética de la musculatura flexo-extensora de rodilla, junto con la descripción metodológica y los principales hallazgos de una investigación aplicada en corredores de larga distancia. Se presentan los valores de torque pico y del índice H/Q registrados a distintas velocidades angulares, analizando patrones de producción de fuerza, posibles desbalances musculares y su implicación en la prevención de lesiones dentro de esta población específica.

Palabras clave: dinamometría isocinética, torque pico, índice H/Q, fuerza muscular, corredores de fondo, rehabilitación, running

Introducción

La acción de correr se ha consolidado como una de las actividades físicas más practicadas a nivel mundial gracias a su accesibilidad y múltiples beneficios fisiológicos, como la mejora de la capacidad cardiovascular, la reducción del estrés y el control del peso corporal. No obstante, la naturaleza repetitiva y la carga mecánica acumulada en corredores de fondo conlleva un riesgo considerable de lesiones, particularmente en articulaciones como la rodilla, el tobillo y la cadera. Diversas investigaciones han reportado que entre el 30 % y el 79 % de los corredores experimentan al menos una lesión musculoesquelética durante un año calendario (van Gent et al., 2007; Videbæk et al., 2015). Estudios más recientes indican que la incidencia anual puede situarse entre el 40 % y el 60 % (Kakouris et al., 2021), mientras que un seguimiento prospectivo de 24 semanas reportó una tasa de 8.1 lesiones por cada 1 000 horas de carrera, con mayor prevalencia en la rodilla (Moreira et al., 2024).

Ante este panorama, es clave poner atención en cómo están funcionando los músculos del muslo, sobre todo el cuádriceps y los isquiotibiales, ya que su equilibrio es fundamental para la estabilidad de la rodilla y para soportar las demandas mecánicas de la carrera de fondo. Se ha documentado que desequilibrios en la fuerza entre estos grupos musculares pueden aumentar la susceptibilidad a lesiones, como desgarros isquiotibiales o rupturas del ligamento cruzado anterior (Zebis et al., 2011; Pappas & Carpes, 2012).

En este contexto, la evaluación mediante dinamometría isocinética ha cobrado un papel protagónico al ser reconocida como el estándar de oro para la evaluación cuantitativa de la fuerza muscular, al ofrecer medidas precisas del torque en distintos grupos musculares bajo velocidades angulares controladas (Dvir, 2004; van Tittelboom et al., 2022). Este tipo de evaluación permite analizar tanto la fuerza concéntrica como excéntrica del cuádriceps e isquiotibiales, lo que resulta especialmente útil en el entorno deportivo y clínico. A diferencia de métodos manuales o funcionales, el dinamómetro isocinético posibilita el aislamiento de los músculos evaluados, facilitando la identificación de deficiencias musculares o asimetrías intermiembro (Impellizzeri et al., 2008; Croisier et al., 2008).

Uno de los indicadores más empleados es el índice H/Q, que relaciona la fuerza de los isquiotibiales respecto a la de los cuádriceps.

Valores reducidos de esta relación han sido asociados con una mayor incidencia de lesiones por sobreuso o de tipo no traumático, particularmente en deportes de locomoción continua como la carrera (Fousekis et al., 2011). Su medición se ha utilizado tanto en deportistas sanos como en poblaciones en rehabilitación, con el fin de establecer parámetros de retorno seguro a la actividad (Croisier et al., 2008; Hewett et al., 2008). Además de los valores de torque máximo, la dinamometría isocinética permite analizar la forma de las curvas de torque-tiempo, la producción de fuerza en diferentes rangos articulares, así como la velocidad de desarrollo de la fuerza (rate of torque development), lo cual brinda información funcional más detallada sobre el rendimiento neuromuscular del atleta (Bittencourt et al., 2021). Esta característica convierte a la dinamometría no solo en una herramienta de medición, sino también en un instrumento útil para la toma de decisiones clínicas y deportivas.

También se ha comprobado que la confiabilidad de este tipo de evaluaciones es alta tanto en condiciones experimentales como clínicas, siendo posible aplicarla en diversos grupos poblacionales, desde deportistas élite hasta personas en rehabilitación (Ayalon et al., 2000; van Tittelboom et al., 2022). En corredores, su aplicación resulta especialmente pertinente dado el patrón de activación muscular repetitivo, en el que pequeñas asimetrías pueden acentuarse con el volumen de entrenamiento y eventualmente conducir a una lesión por sobreuso.

Por otra parte, la información obtenida mediante dinamometría ha mostrado ser útil para monitorear el progreso de programas de fortalecimiento o rehabilitación, establecer criterios de retorno al deporte, o incluso individualizar la carga de entrenamiento para prevenir recaídas. Algunos estudios también han planteado su valor predictivo, especialmente cuando se combina con otras herramientas biomecánicas o clínicas (Bittencourt et al., 2021).

En suma, contar con evaluaciones objetivas como la dinamometría isocinética es esencial para entender el estado funcional de los músculos que participan en la carrera, establecer perfiles individuales de riesgo y guiar intervenciones más personalizadas y eficaces, tanto en programas preventivos como en procesos de readaptación deportiva. Su incorporación en el estudio de corredores de fondo representa una valiosa oportunidad para profundizar en la comprensión de los factores musculares asociados a la salud articular y el rendimiento deportivo.

El objetivo de este capítulo es analizar el comportamiento del torque pico y del índice H/Q en corredores de larga distancia, a través de pruebas de dinamometría isocinética en los músculos extensores y flexores de la rodilla, con el fin de identificar posibles desequilibrios musculares que puedan influir en el riesgo de lesión y rendimiento deportivo. En el desarrollo de este capítulo se describe un marco teórico y la evidencia empírica que fundamentan la aplicación de la dinamometría isocinética en corredores, además de presentar los hallazgos de un estudio aplicado a atletas amateurs de larga distancia, con el fin de exponer patrones de fuerza y posibles desequilibrios musculares que puedan orientar estrategias de prevención de lesiones y optimización del rendimiento.

Bases fisiológicas y biomecánicas de la carrera de larga distancia

La carrera de larga distancia demanda una elevada interacción entre los sistemas cardiovascular, respiratorio, neuromuscular y musculoesquelético. Desde un enfoque fisiológico, el rendimiento depende principalmente de tres factores: el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$), el porcentaje de utilización del $VO_{2\text{máx}}$ durante esfuerzos prolongados, y la economía de carrera, es decir, la cantidad de oxígeno consumido a una velocidad submáxima constante (Laursen & Sheel, 2015). Esta última variable es especialmente relevante en corredores de fondo, donde una mayor eficiencia metabólica permite mantener el esfuerzo durante más tiempo con menor costo energético (Joyner & Coyle, 2008).

En términos biomecánicos, cada zancada genera fuerzas de impacto equivalentes a entre dos y tres veces el peso corporal, transmitidas directamente a las articulaciones del tren inferior (Sanno et al., 2018). La musculatura del muslo, especialmente los cuádriceps y los isquiotibiales, juega un papel fundamental en la absorción de estas cargas durante la fase de contacto, así como en la propulsión en la fase de impulso (Dorn et al., 2012). En corredores bien entrenados, el equilibrio entre la rigidez tendinosa y la fuerza muscular contribuye no solo a la estabilidad articular, sino también a una mejora en la economía de carrera (Bohm et al., 2021).

Durante esfuerzos prolongados, la fatiga muscular se convierte en

un factor limitante. Esta se asocia con alteraciones neuromusculares que afectan la capacidad de producción de fuerza, disminuyen la coordinación intermuscular y aumentan el riesgo de compensaciones biomecánicas ineficientes (Fitts, 2016). Por ejemplo, cuando los cuádriceps presentan fatiga excéntrica, su capacidad para controlar la fase de aterrizaje disminuye, lo que puede traducirse en mayor carga sobre la articulación de la rodilla. Asimismo, una activación tardía o ineficaz de los isquiotibiales en la fase final del ciclo de carrera puede comprometer el control de la tibia y generar mecanismos lesivos (Dorn et al., 2012).

La fuerza como factor protector y de rendimiento

La fuerza muscular constituye un elemento fundamental tanto para el rendimiento como para la prevención de lesiones en corredores de larga distancia. Una adecuada fuerza-resistencia del tren inferior contribuye al mantenimiento de una técnica eficiente durante toda la competencia, lo que reduce la fatiga y la aparición de patrones compensatorios que pueden comprometer la mecánica articular. La evidencia señala que déficits de fuerza, especialmente en los músculos estabilizadores de rodilla y cadera, aumentan el riesgo de lesiones por sobreuso en esta población (Cristóbal-Blázquez et al., 2024). Mantener niveles óptimos de fuerza no solo optimiza la economía de carrera, sino que también mejora la capacidad de absorber y reutilizar la energía elástica en cada ciclo de zancada (Balsalobre-Fernández et al., 2016).

El equilibrio entre músculos agonistas y antagonistas de la rodilla, particularmente entre el cuádriceps y los isquiotibiales, es igualmente relevante. Un desbalance en esta relación puede incrementar la incidencia de lesiones musculares y tendinosas, así como comprometer la estabilidad articular. Herramientas como la dinamometría isocinética permiten cuantificar de manera objetiva este balance y determinar el índice H/Q, el cual ha sido propuesto como un indicador clave de estabilidad y control neuromuscular en corredores (Hernández et al., 2014; Balsalobre-Fernández et al., 2016). Programas de entrenamiento que integran el fortalecimiento específico de isquiotibiales y cuádriceps han mostrado mejoras tanto en el rendimiento como en la reducción de lesiones en corredores de medio y largo fondo (Cristóbal-Blázquez et al., 2024).

Fundamentos de la dinamometría isocinética

La dinamometría isocinética es una técnica ampliamente utilizada para evaluar la función muscular de manera controlada y objetiva, midiendo el torque producido por un grupo muscular durante contracciones concéntricas o excéntricas a una velocidad angular constante (Baltzopoulos & Kellis, 1995; Biziaki et al., 2025). El dinamómetro ajusta automáticamente la resistencia mecánica para mantener dicha velocidad sin importar la fuerza ejercida por el evaluado, lo que garantiza la precisión y repetibilidad de las mediciones (Biziaki et al., 2025). Esta característica la convierte en una herramienta de referencia tanto en la investigación científica como en la práctica clínica y deportiva, ya que permite aislar y cuantificar la capacidad de producción de fuerza en condiciones altamente controladas (Baltzopoulos & Kellis, 1995).

Entre las variables más empleadas en este tipo de evaluaciones se encuentran el *torque pico*, que representa la máxima fuerza desarrollada en una repetición; el *trabajo*, que integra la fuerza aplicada y la distancia recorrida; y la *potencia*, que relaciona el trabajo con el tiempo de ejecución (Biziaki et al., 2025). Estas medidas permiten analizar no solo la fuerza máxima, sino también la capacidad de sostenerla y aplicarla en contextos funcionales, siendo especialmente útiles en deportes de resistencia donde la fatiga muscular acumulada puede alterar la mecánica de carrera (Biziaki et al., 2025; Grygorowicz et al., 2017). En corredores de larga distancia, la identificación de déficits en estas variables puede guiar intervenciones preventivas y optimizar la eficiencia mecánica durante la competencia (Cristóbal-Blázquez et al., 2024).

Un indicador de especial relevancia en el análisis isocinético es el **índice H/Q** (*hamstring/quadriceps ratio*), que expresa la relación entre la fuerza de los isquiotibiales y la de los cuádriceps (Grygorowicz et al., 2017). Este índice se considera un marcador indirecto de equilibrio muscular y estabilidad articular, ya que valores bajos han sido asociados con un mayor riesgo de lesiones como desgarros de isquiotibiales o lesiones del ligamento cruzado anterior (Grygorowicz et al., 2017). En corredores de larga distancia, donde las demandas repetitivas de flexo-extensión de rodilla son elevadas, su monitorización puede detectar desequilibrios funcionales que incrementen el riesgo de lesiones por sobreuso (Cristóbal-Blázquez et al., 2024). Implementar programas de

entrenamiento que mejoren tanto la fuerza absoluta como el balance entre grupos musculares antagonistas podría contribuir a una mejor estabilidad articular y a una reducción del riesgo lesional (Biziaki et al., 2025).

Evidencia empírica en corredores

Diversas investigaciones han documentado que los corredores de fondo, tanto a nivel recreativo como de élite, pueden presentar diferencias notables en la fuerza y el equilibrio muscular, incluso sin lesiones recientes. Dellagrana et al. (2015) identificaron, mediante dinamometría isocinética, asimetrías funcionales entre extremidades en corredores de larga distancia, especialmente a velocidades angulares elevadas (240°/s), donde la potencia de flexión de rodilla fue mayor en la pierna preferente. Este hallazgo sugiere que, en condiciones de alta exigencia, la demanda neuromuscular puede amplificar desequilibrios preexistentes. Por su parte, Kong y De Heer (2008) señalan que, aunque la fuerza absoluta de los miembros inferiores no predice directamente el rendimiento competitivo, sí cumple un papel esencial en la prevención de lesiones. En la misma línea, Holcomb et al. (2007) reportaron que corredores de élite con valores de índice H/Q superiores a 1.0 podrían reducir su riesgo de lesiones ligamentarias, lo que resalta la importancia de este parámetro como indicador de estabilidad articular en la rodilla.

El índice H/Q, que refleja la proporción entre la fuerza de los isquiotibiales y la de los cuádriceps, es un marcador indirecto de la estabilidad articular y un indicador clave para evaluar el equilibrio muscular. En corredores kenianos de élite se han registrado valores elevados (>1.0), lo que podría actuar como un factor protector frente a lesiones, mientras que en corredores recreativos estos valores suelen ser menores, evidenciando posibles desequilibrios funcionales (Holcomb et al., 2007). Además, investigaciones previas han demostrado diferencias estadísticamente significativas en torque y trabajo total entre corredores con y sin dolor de rodilla, lo que indica que, aunque la fuerza absoluta no siempre se correlaciona con el rendimiento competitivo, sí desempeña un papel determinante en la prevención de lesiones (Kong & De Heer, 2008).

Más recientemente, Dellagrana et al. (2022) aportaron evidencia de que corredores de media y larga distancia experimentan una reducción

progresiva del torque de isquiotibiales tras esfuerzos prolongados, lo que podría alterar la mecánica de carrera y aumentar la carga en la articulación de la rodilla. Este mismo estudio subraya que el monitoreo del índice H/Q a distintas velocidades angulares permite obtener una visión más precisa del equilibrio muscular. Se ha observado que, después de entrenamientos intensos o competiciones, el índice H/Q tiende a disminuir, reflejando una fatiga selectiva de los isquiotibiales. Este fenómeno, sumado a la alta repetición de impactos y ciclos de extensión-flexión de rodilla característicos de la carrera de fondo, puede incrementar el riesgo de lesiones si no se implementan programas de fortalecimiento específicos. En este contexto, la literatura respalda la incorporación sistemática de pruebas isocinéticas tanto para el diagnóstico como para la planificación de estrategias preventivas y de readaptación, con el objetivo de restablecer un equilibrio muscular óptimo en los corredores de larga distancia.

Métodos

Diseño de estudio

Se realizó un estudio de corte transversal, con una única medición por participante, en el que se evaluó de forma bilateral la fuerza isocinética de los músculos flexores y extensores de rodilla, así como el índice H/Q, en corredores de fondo. La recolección de datos se llevó a cabo en el Laboratorio de Rendimiento Humano de la Facultad de Organización Deportiva (UANL), en San Nicolás de los Garza, Nuevo León.

Participantes

Participaron 10 corredores amateur (6 hombres: 40.3 ± 11.69 ; 4 mujeres: 32.5 ± 8.5) con experiencia en pruebas de atletismo de fondo y sin lesiones presentes al momento de la evaluación. Como criterio de inclusión, se requirió que cada participante hubiera completado al menos dos competencias de distancia superior a 21 km en el último año, estuviera en etapa activa de entrenamiento y no presentara patologías musculoesqueléticas que limitaran la ejecución de la prueba.

Mediciones y procedimientos

Se utilizaron dos dinamómetros isocinéticos BIODEX System 4 (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, USA®), calibrados automáticamente previo a la aplicación de las pruebas. La evaluación de peso y talla se realizó con una báscula SECA 700 (Medical Scales and Measuring Systems, seca GmbH & Co. KG, Hammer Steindamm, Hamburg, Germany).

El calentamiento consistió en 10 minutos de ejercicio cardiovascular en un cicloergómetro para miembros pélvicos COSMED (Ergoselec 100, Cosmed Srl, Roma, Italia®) a una cadencia de 40 W. Posteriormente, el atleta fue colocado en sedestación en el dinamómetro, con la zona lumbar recta y el hueso poplíteo a 2 cm del asiento. Se sujetó el tronco, la cadera y el muslo de la pierna evaluada para evitar compensaciones musculares, alineando el cóndilo lateral de la tibia con el eje de rotación del brazo dinamométrico. El tobillo se fijó por debajo de los gastrocnemios a 3 cm de distancia.

Para garantizar la precisión, se establecieron rangos de movimiento desde la posición inicial de 90° en flexión y extensión de rodilla. Se efectuó el pesaje de la extremidad a 34° para corregir el efecto gravitatorio. La evaluación isocinética se realizó a tres velocidades angulares (60°/s, 180°/s y 300°/s) siguiendo el protocolo establecido, iniciando con la extremidad inferior derecha. Los participantes ejecutaron la prueba a máxima intensidad, realizando 5 repeticiones a 60°/s, 10 a 180°/s y 15 a 300°/s en cada pierna, con 30 segundos de descanso entre series. La motivación verbal fue constante y proporcionada por el mismo evaluador en todas las pruebas.

Todos los datos fueron anonimizados mediante códigos alfanuméricos para preservar la confidencialidad de los participantes, conforme a los principios de la Declaración de Helsinki.

Resultados

Participaron 10 **corredores amateur** (6 hombres: 40.3 ± 11.69 ; 4 mujeres: 32.5 ± 8.5) con experiencia en pruebas de atletismo de fondo, quienes cumplieron el criterio de haber completado al menos dos competencias mayores a 21 km. La evaluación isocinética bilateral de rodilla reveló un patrón claro: el torque máximo disminuyó con el incremento de la velocidad angular, mientras que el índice H/Q tendió

a aumentar, particularmente en hombres. A 60°/s, los hombres generaron un torque extensor derecho promedio 55 % mayor que el de las mujeres (190.23 ± 27.26 N·m vs. 122.88 ± 7.13 N·m) y un torque flexor 62 % mayor (88.30 ± 23.96 N·m vs. 54.38 ± 12.21 N·m). Sin embargo, las diferencias relativas se redujeron a 300°/s, donde el torque extensor derecho masculino fue 51 % superior y el flexor 83 % mayor. El índice H/Q mostró incrementos con la velocidad en ambos grupos, alcanzando en hombres 0.56 ± 0.10 (derecho) y 0.63 ± 0.14 (izquierdo) a 300°/s, mientras que en mujeres se mantuvo más estable (0.48 ± 0.18 y 0.48 ± 0.18 , respectivamente). Estos hallazgos sugieren que, aunque los hombres producen mayor fuerza absoluta, las mujeres presentan una relación flexor/extensor más constante, lo que podría indicar una menor pérdida relativa de rendimiento de los flexores a altas velocidades.

A continuación, se presentan dos tablas: la primera con los valores de torque pico e índice H/Q obtenidos en el grupo masculino, y la segunda correspondiente al grupo femenino. La Tabla 1 presenta los resultados individuales de torque máximo y del índice H/Q para cada participante masculino en las tres velocidades angulares evaluadas, incluyendo datos de ambas extremidades.

Tabla 1
Torque pico e índice H/Q individual en corredores masculinos

Participante	Velocidad angular (°/s)	Torque extensor derecho (N·m)	Torque flexor derecho (N·m)	Torque extensor izquierdo (N·m)	Torque flexor izquierdo (N·m)
H1	60	199.4	75.1	193.7	99.2
	180	121.5	71.5	134.0	88.1
	300	93.4	56.7	111.7	83.4
H2	60	193.1	105.6	186.7	101.8
	180	110.5	66.8	120.9	69.1
	300	90.6	46.4	91.9	49.4
H3	60	224.1	124.5	228.5	117.0
	180	137.6	82.7	142.0	84.5
	300	102.0	71.3	97.8	59.4
H4	60	194.8	92.5	164.1	86.1

	180	131.0	72.3	119.2	76.7
	300	105.8	64.3	103.6	69.4
H5	60	140.7	59.8	110.0	54.5
	180	76.2	39.2	56.8	44.9
	300	64.1	27.4	42.0	33.5
H6	60	189.3	72.3	203.9	79.2
	180	132.2	56.7	132.6	52.3
	300	90.6	43.9	98.6	39.9

Nota. Valores expresados como media. Torque en Newton-metro (N·m). Índice H/Q = torque flexor ÷ torque extensor. n = 6.

En este grupo, el torque extensor fue consistentemente mayor que el flexor, con descensos marcados a velocidades más altas. El índice H/Q mostró diferencias interindividuales relevantes, con algunos sujetos acercándose a los valores de referencia y otros situándose por debajo, lo que podría reflejar desequilibrios musculares o variaciones en la capacidad de generar fuerza rápida. La Tabla 2 presenta los valores individuales de torque máximo de extensores y flexores, junto con el índice H/Q correspondiente a la rodilla derecha e izquierda, registrados en las cuatro participantes femeninas. Los resultados se muestran para las tres velocidades angulares de prueba.

Tabla 2

Torque pico e índice H/Q individual en corredoras femeninas

Participante	Velocidad angular (°/s)	Torque extensor derecho (N·m)	Torque flexor derecho (N·m)	Torque extensor izquierdo (N·m)	Torque flexor izquierdo (N·m)
M1	60	119.6	56.7	112.5	53.6
	180	78.2	39.3	69.7	41.8
	300	61.1	34.4	56.8	35.3
M2	60	123.5	40.5	123.4	50.2
	180	70.9	19.8	74.3	25.9
	300	61.1	14.4	57.5	14.1
M3	60	115.9	50.6	115.5	46.0
	180	81.6	34.3	80.1	35.8

	300	64.1	28.9	62.2	27.3
M4	60	132.5	69.7	123.0	65.2
	180	78.1	43.1	83.0	47.0
	300	54.2	35.5	56.7	35.8

Nota. Valores expresados como media \pm desviación estándar. Torque en Newton-metro (N·m). Índice H/Q = torque flexor \div torque extensor. n = 4.

Las participantes mantuvieron un patrón similar al de los hombres, con predominio del torque extensor y disminución con el aumento de la velocidad angular. Sin embargo, el índice H/Q se mantuvo relativamente estable, especialmente en la pierna izquierda, lo que sugiere un balance más constante entre flexores y extensores en comparación con el grupo masculino. La Tabla 3 resume los valores promedio \pm desviación estándar para torque y H/Q en hombres. El análisis grupal confirmó la reducción progresiva del torque en ambas funciones musculares, junto con un aumento moderado del índice H/Q conforme a la velocidad. La variabilidad interindividual fue más evidente en el torque extensor a bajas velocidades y en el H/Q a velocidades altas.

Tabla 3

Torque pico e índice H/Q en corredores masculinos (n = 6)

Velocidad (°/s)	Torque extensor derecho (N·m)	Torque flexor derecho (N·m)	Torque extensor izquierdo (N·m)	Torque flexor izquierdo (N·m)	Índice H/Q Derecho	Índice H/Q Izquierdo
60	190.23 \pm 27.26	88.30 \pm 23.96	181.15 \pm 40.75	89.63 \pm 21.65	0.46 \pm 0.08	0.50 \pm 0.06
180	118.17 \pm 22.67	64.87 \pm 15.14	117.58 \pm 30.98	69.27 \pm 17.46	0.55 \pm 0.07	0.61 \pm 0.13
300	91.08 \pm 14.63	51.67 \pm 15.79	90.93 \pm 24.87	55.83 \pm 18.71	0.56 \pm 0.10	0.63 \pm 0.14

Nota. Valores expresados como media \pm desviación estándar. Torque en Newton-metro (N·m). Índice H/Q = torque flexor \div torque extensor. n = 6.

La Tabla 4 presenta los valores promedio \pm desviación estándar para el grupo femenino. Los resultados evidencian un descenso gradual del torque con el incremento de la velocidad, acompañado de un incremento más sutil del índice H/Q en velocidades intermedias

y altas. La dispersión de los datos fue menor que en hombres, lo que sugiere un desempeño más uniforme entre las corredoras.

Tabla 4

Torque pico e índice H/Q en corredoras femeninas

Velocidad angular (°/s)	Torque Extensor Der (N·m)	Torque Flexor Der (N·m)	Torque Extensor Izq (N·m)	Torque Flexor Izq (N·m)	Índice H/Q Derecho	Índice H/Q Izquierdo
60	122.88 ± 7.13	54.38 ± 12.21	118.60 ± 5.45	53.75 ± 8.24	0.44 ± 0.08	0.45 ± 0.06
180	77.20 ± 4.50	34.12 ± 10.21	76.78 ± 5.94	37.62 ± 9.06	0.44 ± 0.12	0.49 ± 0.12
300	60.12 ± 4.20	28.30 ± 9.71	58.30 ± 2.62	28.12 ± 10.13	0.48 ± 0.18	0.48 ± 0.18

Nota. Valores expresados como media ± desviación estándar. Torque en Newton-metro (N·m). Índice H/Q = torque flexor ÷ torque extensor. n = 4.

Discusión

En el presente estudio, los valores promedio del índice H/Q concéntrico obtenidos en mujeres y hombres se situaron dentro del rango esperado en la literatura (aproximadamente 0.5–0.8), lo que indica un equilibrio funcional típico en poblaciones físicamente activas. Este hallazgo se alinea con los resultados de Rosene, Fogarty y Mahaffey (2001), quienes observaron que el cociente H/Q tendía a aumentar con la velocidad angular, sin diferencias significativas por deporte o lado del cuerpo. Además, existe variabilidad en este índice según el deporte practicado, sexo, velocidad angular y metodología, lo que ha llevado a proponer métodos alternativos de cálculo del H/Q (Ruas et al., 2019).

Este patrón también ha sido identificado en otros contextos deportivos: por ejemplo, atletas de resistencia tienden a mostrar valores de torque absoluto menores en comparación con deportistas de potencia, aunque la proporción H/Q puede ser similar, reflejando adaptaciones neuromusculares específicas (Suchomel et al., 2018; Yılmaz & Erdemir, 2023). La observación de una simetría bilateral en los torques sugiere una baja asimetría funcional en nuestra muestra, lo cual podría estar asociado con la naturaleza cíclica y simétrica de ciertas actividades físicas (França et al., 2023; Zebis et al., 2011).

Desde una perspectiva clínica y preventiva, mantener un índice H/Q cercano a 0.6 puede contribuir a la estabilidad articular y a reducir el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, especialmente a nivel de isquiotibiales y ligamento cruzado anterior. No obstante, varios estudios indican que el H/Q convencional no es un predictor independiente fiable de lesiones, y su valor es mayor cuando se interpreta junto con otras métricas como la fuerza excéntrica de isquiotibiales, coordinación muscular y estabilidad lumbopélvica (Ruas et al., 2019; Al Attar et al., 2017).

En conjunto, los resultados obtenidos están en concordancia con la evidencia científica actual. Esto sugiere un buen equilibrio muscular entre antagonistas en ambos sexos y respalda la utilidad de la evaluación isocinética como una herramienta valiosa para el monitoreo y valoración funcional. Sin embargo, se enfatiza la interpretación contextualizada y su complemento con otras variables clínicas y biomecánicas para un abordaje integral.

Referencias

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (2000). Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: Influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiologica Scandinavica*, 168(1), 77–84. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.2000.00694.x>
- Al Attar, W. S. A., Soomro, N., Sinclair, P. J., Pappas, E., & Sanders, R. H. (2017). Effect of injury prevention programs that include the Nordic hamstring exercise on hamstring injury rates in soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(5), 907–916. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0638-2>
- Albracht, K., & Arampatzis, A. (2013). Exercise-induced changes in triceps surae tendon stiffness and muscle strength affect running economy in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 113(6), 1605–1615. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2577-1>
- Baltzopoulos, V., & Kellis, E. (1995). Isokinetic muscle strength testing—Injury prevention and rehabilitation. *Journal of Sports Sciences*, 13(4), 377–386. <https://doi.org/10.1080/02640419508732202>
- Balsalobre-Fernández, C., Santos-Concejero, J., & Grivas, G. V. (2016). Effects of strength training on running economy in

- highly trained runners: A systematic review with meta-analysis of controlled trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2361–2368. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001316>
- Balsalobre-Fernández, C., Santos-Concejero, J., & Grivas, G. V. (2020). Strength training and running economy in highly trained runners: A systematic review with meta-analysis of controlled trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(5), 1392–1399. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002909>
- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., del Campo-Vecino, J., & Bavaresco, N. (2020). Strength training and running economy in trained runners: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(3), 519–532. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01217-1>
- Biziaki, I., Drakonaki, E. E., Sideris, V., & Malliaropoulos, N. (2025). Isokinetic muscle strength assessment in sports medicine: Current concepts and future directions. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(1), 12. <https://doi.org/10.3390/jfmk10010012>
- Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469–1475. <https://doi.org/10.1177/0363546508316764>
- Cristóbal-Blázquez, P., Osmani, F., & Lago-Fuentes, C. (2024). Métodos de entrenamiento de fuerza en atletas de medio fondo: Una revisión sistemática. *MLS Sport Research*, 4(1). <https://doi.org/10.54716/mlsr.v4i1.1795>
- Dellagrana, R. A., Diefenthaeler, F., Carpes, F. P., Hernandez, S. G., & de Campos, W. (2015). Evidence for isokinetic knee torque asymmetries in male long-distance-trained runners. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(4), 514–523.
- Dingenen, B., & Staes, F. F. (2020). Biomechanical analysis and prevention of running-related injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 54(21), 1246–1247. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102283>
- Dvir, Z. (2004). *Isokinetics: Muscle testing, interpretation and clinical applications* (2nd ed.). Churchill Livingstone.

- Esculier, J. F., Silvaggi, M., Bouyer, L. J., Dubois, B., Roy, J. S., & Gagnon, D. H. (2021). Sex differences in running injuries: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(4), 761–790. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01411-4>
- França, C., Martins, F., Martinho, D. V., Ihle, A., Marques, A., Sarmiento, H., Clemente, F. M., Przednowek, K., Campos, P., & Gouveia, É. R. (2023). Bilateral asymmetry and the relationship between unilateral isokinetic strength and balance performance in male adolescent football players. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 12(2), 33–39. <https://doi.org/10.26773/mjssm.230905>
- Grygorowicz, M., Kabacinski, J., & Walczak, M. (2017). Hamstring-to-quadriceps strength ratio in females. *Acta Bioengineering and Biomechanics*, 19(1), 97–103.
- Grygorowicz, M., Kubacki, J., Pilis, W., Gieremek, K., Rzepka, R., & Rychlewski, T. (2017). H/Q ratios and torque profiles of elite female soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 25(1), 1–8. <https://doi.org/10.3233/IES-171648>
- Hernández, A., González, J., & Villanueva, M. (2014). Estudio del equilibrio muscular de rodilla mediante dinamometría isocinética. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 7(1), 14–21.
- Hernández, A., Ugalde, M., & García, D. (2014). Evaluación isocinética y su aplicación en la prevención de lesiones deportivas. *Revista de Ciencias del Deporte*, 10(1), 45–56.
- Holcomb, W. R., Rubley, M. D., Lee, H. J., & Guadagnoli, M. A. (2007). Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring:quadriceps strength ratios. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 41–47.
- Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Rampinini, E., Cereda, F., & Maffiuletti, N. A. (2008). Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 28(2), 113–119. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2007.00785.x>
- Kakouris, M., Yener, N., & Benjaminse, A. (2021). Risk factors for running-related injuries: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(3), 253–261. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.003>
- Kakouris, M., Yener, N., & Fong, D. T. P. (2021). Injury incidence in running: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Science*

- and *Medicine in Sport*, 24(3), 273–281. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.09.014>
- Kong, P. W., & De Heer, H. (2008). Anthropometric, gait and strength characteristics of Kenyan distance runners. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7(4), 499–504.
- Latorre-Román, P. Á., García-Pinillos, F., & Soto-Hermoso, V. M. (2015). Entrenamiento de fuerza en medio fondo: Efectos sobre el rendimiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2014.04.002>
- Lee, D. C., Sui, X., Ortega, F. B., Kim, Y. S., Church, T. S., Winett, R. A., & Blair, S. N. (2011). Comparisons of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness as predictors of all-cause mortality in men and women. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 504–510. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.066209>
- Linton, L., Valentin, S., & Papi, E. (2021). Sex differences in running biomechanics and implications for injury risk. *Human Movement Science*, 76, 102781. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2021.102781>
- Maffulli, N., Longo, U. G., Gougoulias, N., Loppini, M., & Denaro, V. (2011). Eccentric training in sport and orthopaedics: A review. *British Medical Bulletin*, 98(1), 59–77. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldr002>
- McCurdy, K., & Langford, G. (2005). Comparison of unilateral and bilateral lower-body resistance training on measures of strength and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 9–15. <https://doi.org/10.1519/R-14053.1>
- Moreira, D., Andrade, R., Lopes, J. M., & Silva, M. R. (2024). Incidence and patterns of running-related musculoskeletal injuries: A 24-week prospective study. *Sports Health*, 16(1), 12–19. <https://doi.org/10.1177/19417381231204198>
- Moreira, P. F., Veras, P. M., Oliveira, T. M., Souza, M. A., Catharino, L. L., Borel, W. P., ... & Felício, D. C. (2024). Incidence and biomechanical risk factors for running-related injuries: A prospective cohort study. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 57, 102562. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2024.102562>
- Pappas, E., & Carpes, F. P. (2012). Lower extremity kinematic asymmetry in distance runners with and without a history of anterior

- cruciate ligament reconstruction. *Clinical Biomechanics*, 27(7), 706–712. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2012.03.001>
- Pappas, E., & Carpes, F. P. (2012). Lower extremity muscle activity and coordination during running: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 30(14), 1429–1437. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.710755>
- Rosene, J. M., Fogarty, T. D., & Mahaffey, B. L. (2001). Isokinetic hamstrings:quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *Journal of Athletic Training*, 36(4), 378–383. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC155415/>
- Rønnestad, B. R., & Mujika, I. (2014). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(4), 603–612. <https://doi.org/10.1111/sms.12104>
- Ruas, C. V., Pinto, R. S., Haff, G. G., Lima, C. D., Pinto, M. D., & Brown, L. E. (2019). Alternative methods of determining hamstrings-to-quadriceps ratios: A comprehensive review. *Sports Medicine - Open*, 5(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0185-0>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 48(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0652-z>
- van Gent, R. N., Siem, D., van Middelkoop, M., van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M., & Koes, B. W. (2007). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long-distance runners: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 41(8), 469–480. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033548>
- Videbæk, S., Bueno, A. M., Nielsen, R. O., & Rasmussen, S. (2015). Incidence of running-related injuries per 1000 h of running in different types of runners: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(7), 1017–1026. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0333-8>
- Yılmaz, S., & Erdemir, İ. (2023). The influence of quadriceps and hamstring strength on balance performance. *Physical Education of Students*, 27(3), 112–117. <https://doi.org/10.15561/20755279.2023.0303>
- Zebis, M. K., Andersen, L. L., Bencke, J., Kjær, M., & Aagaard, P. (2011). Identification of athletes at future risk of anterior cruciate

- ligament ruptures using neuromuscular screening. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(10), 1967–1973. <https://doi.org/10.1177/0363546509335000>
- Zebis, M. K., Andersen, L. L., Ellingsgaard, H., & Aagaard, P. (2011). Rapid hamstring/quadriceps force capacity in male vs. female elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(7), 1989–1993. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e4f7f0>
- Zhang, Q., Nassis, G. P., Chen, S., Shi, Y., & Li, F. (2022). Not lower-limb joint strength and stiffness but vertical stiffness and isometric force-time characteristics correlate with running economy in recreational male runners. *Frontiers in Physiology*, 13, 940761. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.940761>

Capítulo 3.

Carga Interna en Competencia y Entrenamiento por medio del TRIMP y RPE en Baloncesto Universitario

Alvaro Torres Correa, Fernando Bouche González, Zeltzin Nereyda Alonso Ramos y Germán Hernández Cruz.

Resumen

La carga interna se define como la suma de los efectos fisiológicos que causa el entrenamiento. En baloncesto la carga interna es un valor que ayuda a los entrenadores a estructurar sus entrenamientos. Existen herramientas de carga interna como el TRIMP de Edwards y el RPE. El objetivo general de esta investigación es: Comparar la carga interna en competencia y entrenamientos por medio del TRIMP de Edwards y RPE en jugadores de baloncesto universitario, para identificar la relación entre la competencia, entrenamiento y posición de juego. Estudio no experimental y descriptivo Participaron 14 jugadores categoría universitaria de desarrollo, durante una temporada de 7 semanas, con 3 días de entrenamiento por semana, realizando monitoreos de carga en cada sesión y partidos. **Resultados:** Se encontró una diferencia significativa ($p < .05$) entre el entrenamiento y el partido utilizando el TRIMP de Edwards, de igual manera entre bases y aleros con el RPE. **Conclusión:** El entrenamiento suele tener una carga mayor a la competencia de manera periodizada en las sesiones semanales.

Palabras clave: Rendimiento deportivo, evaluación, control de carga, análisis, frecuencia cardíaca

Introducción

El ejercicio físico, deporte o actividad física, causa un estímulo dentro del organismo humano, alterando la homeostasis de este, es decir; algunos rasgos fisiológicos se modifican con relación a un estado de reposo. La frecuencia cardíaca suele aumentar, la masa muscular, el lactato y la presión arterial suelen alterarse debido al ejercicio realizado. Estos cambios se les conoce como la carga interna del entrenamiento que como se ha definido es el efecto que causa el realizar alguna actividad física. La carga externa son los valores que indican el trabajo realizado, expresado en kilogramos, kilómetros, repeticiones (Kumar Thapa et al., 2022).

Cuantificar la carga suele ser una herramienta que permite a los entrenadores cumplir los objetivos establecidos en su periodización y sobre todo optimizar el rendimiento de los atletas dentro del terreno de juego, de igual manera, si se lleva un control de la carga, es más podría ser más accesible ajustar la magnitud del entrenamiento, en caso de que se necesario (Passfield et al., 2022).

Esta cuantificación toma en cuenta los dos tipos de cargas (externa e interna), la cual puede medirse por medio de instrumentos tecnológicos como marcadores de frecuencia cardíaca (FC), medidores de aceleración o sistemas de posicionamiento global, por sus siglas en inglés (Morillo-Baro et al., 2015).

Para deportes de equipo, existen distintos métodos y herramientas que permiten analizar la carga interna del entrenamiento; algunos de los más conocidos y utilizados dentro de esta investigación son; el TRIMP (impulso del entrenamiento) de Banister, utilizado para trabajar con la frecuencia cardíaca, el TRIMP de Edwards que se basa en zonas de intensidad también por medio de la frecuencia cardíaca y la sesión s-RPE, que mide la percepción del esfuerzo realizado en el entrenamiento, por medio de la escala de Borg (Espasa Labrador et al., 2021).

En este deporte se han analizado distintas maneras de cuantificar la carga de trabajo por medio de FC promedio y máxima durante los juegos, lactato sanguíneo y valores de carga externa como los kilómetros totales recorridos dentro de un partido, estos parámetros pueden variar según la posición en la que se desarrolle el atleta (Petway et al., 2020).

Para los entrenadores y preparadores físicos de baloncesto, es muy importante saber cuáles son los requerimientos físicos y fisiológicos que necesita un jugador dentro de la competencia y una vez conociendo es-

tos valores, periodizar el entrenamiento según la magnitud de la competencia, es decir debe el entrenador preparar al atleta para que rinda lo mejor posible en la cancha y prevenir la fatiga, lesiones y el sobre entrenamiento, procurar que el entrenamiento vaya encaminado al partido, que no exceda las cargas de manera que el atleta llegue con fatiga al partido, sino que llegue en su óptimo estado de forma (Petway et al., 2020).

Dentro del baloncesto universitario mexicano existe poca evidencia de la cuantificación de la carga interna y la intensidad real de juego en la competencia oficial comparándola por posición de juego en baloncesto universitario en México y por lo tanto es importante conocer los valores de la carga interna para preparar de una manera eficiente al jugador (Guillen et al., 2022)

El poco conocimiento acerca de las demandas fisiológicas (carga interna) de un partido y la relación con el entrenamiento según la posición de juego (Base, alero o poste). Muchas veces el entrenador de baloncesto programa ejercicios de velocidad con balón en transición ofensiva o defensiva sin saber realmente a que intensidad y cuantas veces necesita entrenarlo para que en el partido sea efectivo, es decir, conocer la intensidad real de un partido y la intensidad a la que se debe de entrenar con relación a las demandas de la competencia.

La presente investigación radica en la necesidad de conocer la carga interna de un partido y del entrenamiento para relacionarlas entre sí y saber si se cumplen con los requerimientos de la competencia, es decir, la conveniencia de esta investigación es comparar los entrenamientos y la competencia con una variable fisiológica y una subjetiva. La relevancia social, es que este trabajo sirva como una herramienta para los entrenadores y preparadores físicos de este deporte, para el rendimiento y salud de los jugadores. Además, la implicación práctica es que los entrenadores tengan una guía y valores que ayuden a planear sus entrenamientos y llevar un control de la carga. Cuenta con un valor teórico ya que esta investigación proporciona conocimiento de carga interna en jugadores de baloncesto universitarios en México, comparándolo por posición. (Hernández-Sampieri, 2016).

El objetivo general de esta investigación es: comparar la carga interna en la competencia y en el entrenamiento por medio del TRIMP de Edwards y el RPE en jugadores de baloncesto universitarios, para identificar la relación entre el entrenamiento y la competencia.

Desarrollo

Basquetbol

El baloncesto, Se puede definir como un deporte de conjunto de interacción directa con los adversarios, el cual tiene que combinar distintas habilidades y movimientos explosivos, con o sin balón, es un deporte que requiere saber manejar el implemento de juego de buena manera; pase, bote, tiro, son algunos de los movimientos que se realizan con balón y que son los principales fundamentos que un jugador de baloncesto debe de desarrollar (Mancha-Triguero et al., 2019).

Dentro de las capacidades físicas la rapidez, fuerza y resistencia son muy importantes, ya que es un deporte donde se realizan acciones muy rápidas y de poca duración, como carreras a velocidad con o sin balón, saltos o desplazamientos defensivos, es un deporte altamente explosivo tanto en velocidad como en fuerza, por esos son tan importantes y dicho de esta forma, es primordial el poder realizar dichas acciones eficientemente por el tiempo que dura la competencia (Pestic, 2015).

Demandas Fisiológicas del Baloncesto

El baloncesto es un deporte intermitente, es decir, requiere de acciones a diferentes intensidades que no son continuas, hay acciones máximas, sub-maximas, medias y bajas, incluso se dice que las acciones cambian cada 3 a 4 segundos, dicho esto, la intensidad del esfuerzo cambia constantemente y es en parte también por situaciones del juego, como sustituciones, tiros libres, faltas, acciones de transición o acciones defensivas (Vencúrik et al., 2016).

Aproximadamente un jugador de baloncesto recorre en promedio 10 metros en diferentes acciones, carreras de velocidad de 16 metros, trote en distancias de 15 metros, carreras laterales de 10 metros, desplazamientos defensivos intensos de 4 metros y trotes de 15 metros. En cuestión de porcentajes de intensidad, en un partido un atleta pasa una media de tiempo total de juego de 63.28%, 14.14% actividades de baja intensidad, 11.54% actividades de alta intensidad y 11.04% actividades de intensidad moderada (Abdelkrim et al., 2010).

Dentro de las demandas fisiológicas de un partido de baloncesto se encuentra como uno de los principales parámetros la medición de frecuencia cardiaca, la cual ayuda a medir la intensidad a la que está el atleta en la competencia y que se puede manejar por diferentes tipos

de métodos según las necesidades y características de los atletas que se estén evaluando (Scanlan et al., 2014).

Algunos de los datos principales de las zonas de intensidad a la hora de una competencia, se encuentra que un jugador de baloncesto pasa entre 15 a 20% del tiempo en intensidad máxima de su frecuencia cardiaca (95-100%), entre 55 a 65% del tiempo se encuentra en una frecuencia cardiaca alta (85-95%), un 15 % se encuentra en intensidad moderada (75-84% fc) y menos de un 10% en intensidad baja (<75%). Otro parámetro fisiológico que ayuda a monitorear la intensidad del juego es el lactato en sangre, que en algunos estudios ha sido analizado para conocer los requerimientos fisiológicos del juego. (Abdelkrim et al., 2010).

Algunos otros estudios de igual manera han utilizado la frecuencia cardiaca como un indicador fisiológico de la intensidad de los partidos de baloncesto y manifiestan que la frecuencia cardiaca promedio de un partido de baloncesto en categoría sub 19 fue del 91% en relación a la frecuencia cardiaca máxima, además, que en este dato se ha encontrado diferencias entre jugadores exteriores e interiores, también se dice que durante el partido jugadores categoría sub 19 varonil y femenil mantienen su frecuencia cardiaca por encima del 85% de su FC máxima en relación al 80% del tiempo total de juego y el 75.3% la rama femenil. Lo cual nos dice que al ser un deporte intermitente estos valores fisiológicos pueden variar según la rama, el nivel de juego, el sistema de juego, entre otras cosas (Vencúrik et al., 2016).

Algunos otros trabajos de investigación arrojaron resultados que dicen que un jugador de baloncesto realiza carreras de velocidad o movimientos de agilidad cada 7 segundos y se completa entre 10 a 30 segundos, para ser eficientes en estas acciones de alta intensidad es necesario desarrollar una buena capacidad tanto aeróbica como anaeróbica, ya que, estos movimientos se realizan en distancias cortas, acumulando distancias aproximadas de 6km recorridos en total en un partido de NCAA división 1 femenil, en intensidades altas; una FC mayor al 85% (Sanders et al., 2018).

Carga del Entrenamiento

La carga del entrenamiento es la suma de efectos que provoca el estímulo de este y que pueden ocasionar un cambio práctico en el rendimiento del atleta o en su organismo. La carga puede tener distintos componentes; la magnitud o componentes que como ya se ha mencio-

nado el volumen, intensidad y densidad. La carga se divide en interna (efectos fisiológicos y psicológicos) y externa (calidad y cantidad de ejercicio) (Ferioli et al., 2017).

Cuantificar las cargas de entrenamiento es conocer e interpretar el trabajo que se está realizando tanto en competencia como en el entrenamiento (Portes et al., 2021).

El entrenamiento debe de tener una especificidad según el deporte en el que se esté compitiendo, es decir, entrenar según las características de la competencia, la intensidad, el volumen y los requerimientos físicos y fisiológicos de la misma; con el objetivo de rendir en la cancha. Si el entrenamiento no va a la par de la competencia puede ser que los resultados no sean lo esperados y que los atletas sufran de lesiones o sobre entrenamiento (Russell et al., 2021).

Carga Interna

La carga interna es el efecto fisiológico que se produce en el organismo provocado por el estímulo aplicado. El entrenamiento o la competencia produce alteraciones de estrés fisiológico y psicológico para el organismo, estos efectos provocan una reacción a en el cuerpo que activa distintas reacciones como una respuesta al estrés provocado por el ejercicio que van ocasionando distintas reacciones conocidas como carga interna que también es un valor importante para el rendimiento (Espasa-Labrador et al., 2023).

Existen distintos métodos para cuantificar el efecto interno del entrenamiento. Estos métodos pueden ser subjetivos, con escalas de percepción y de manera objetiva existen distintos métodos, que toman en cuenta el factor fisiológico, con variables como la frecuencia cardíaca, lactato sanguíneo o concentración hormonal (Portes et al., 2021).

Métodos de Carga Interna Subjetivos

Los métodos subjetivos de cuantificación de la carga interna se caracterizan por ser métodos donde el atleta da su percepción acerca de la actividad que ha realizado o la percepción del cansancio, recuperación e incluso el dolor. Estos métodos nos hablan más de sensaciones, emociones y sentimientos de los atletas, ya que gracias a lo que ellos sienten se puede obtener valores que proporcionan información de su percepción. Son herramientas no invasivas y de fácil aplicación, ya que

en la mayoría de estos métodos el atleta simplemente da un valor sobre la percepción del esfuerzo, cansancio, dolor, etc. Entre los métodos más utilizados se encuentra el RPE, s-RPE y TQR (Ferioli et al., 2017).

RPE

En relación con la medición del trabajo en competencia o entrenamiento se han encontrado métodos indirectos o subjetivos, que se establecen mediante escalas. Una de ellas es la escala de percepción del esfuerzo percibido o por sus siglas en inglés “RPE” (Rating of Perceived Exertion) la cual arroja los resultados del sentimiento (percepción) del atleta. El método RPE requiere que el atleta después de 30 minutos de haber realizado la actividad envíe o responda un valor del 1 al 10 según la escala de Borg para describir subjetivamente el esfuerzo que realizó, donde 10 es el esfuerzo máximo y el 1 es el esfuerzo mínimo (Blázquez - López et al., 2021).

Es importante mencionar que Foster (1998) realizó una diferenciación entre RPE y sesión-RPE. En este caso la principal cuantifica una actividad en específico; como el partido o competencia y la otra las sesiones de entrenamiento.

Tabla 1
RPE

Escala	Descripción
0	Sin esfuerzo
1	Muy poco esfuerzo
2	Moderado
3	Moderado
4	Fuerte
5	Fuerte
6	Muy fuerte
7	Muy fuerte
8	Muy fuerte
9	Máximo esfuerzo
10	Máximo esfuerzo

Nota. Adaptado de (Clemente et al., 2019).

RPE en Basquetbol

El RPE en basquetbol se ha utilizado principalmente para comprender la reacción de los atletas a los diferentes estímulos del entrenamiento y la competencia, es decir, permite tener un acercamiento al esfuerzo que los jugadores realizan en distintos ejercicios, sistemas de juego y momentos del partido. También, se ha utilizado como un complemento para otros métodos de control de carga interna como lo es el TRIMP de Edwards, conjuntando un método subjetivo como el RPE que se basa más en el estado emocional y el TRIMP que analiza un factor fisiológico como la frecuencia cardiaca. El procedimiento para aplicar el RPE en basquetbol no se ha modificado, se aplica el cuestionamiento 30 minutos después del entrenamiento o partido, dando los atletas su respuesta del 0 al 10 (Clemente et al., 2019).

Métodos Objetivos con Variables Fisiológicas

Analizar la carga interna con métodos objetivos puede ser una herramienta eficiente para los entrenadores y preparadores físicos, pues estos datos ayudan a cuantificar el entrenamiento y los periodos de regenerativos según las necesidades fisiológicas de los atletas para poder aplicar trabajo individualizado y específico de la competencia. Dichas variables ocasionalmente se relacionan con el tiempo que dura el entrenamiento o la competencia para hacer una composición más real de la carga de entrenamiento que se ha realizado, por ejemplo, el TRIMP y el lactato sanguíneo (Buchheit, 2014).

TRIMP de Edwards

El TRIMP de Edwards es un modelo que utiliza la frecuencia cardiaca para cuantificar la carga interna del entrenamiento en deportes de equipo, como el basquetbol o el voleibol. Este método utiliza el tiempo en que dura el ejercicio y la intensidad de este; la cual se cuantifica por medio de zonas de intensidad de la frecuencia cardiaca (Passfield et al., 2022).

Son 5 zonas de intensidad se dividen por porcentajes de la frecuencia cardiaca y se explican en la Tabla 3 (Zonas de intensidad). Además, en este método es importante el tiempo del entrenamiento y/o competencia ya que cada zona se multiplica por el tiempo que el jugador

estuvo en esa zona durante el ejercicio (tiempo en zona 1 x 1, tiempo en zona 2 x 2, tiempo en zona 3 x 3, tiempo en zona 4 x 4 y tiempo en zona 5 x 5), la suma de esas multiplicaciones de cada zona arroja el resultado del TRIMP, que se puede definir como el impulso o carga del entrenamiento, por tal motivo, puede cuantificar la carga de trabajo y así monitorear el entrenamiento (Sanders et al., 2018).

Este método de cuantificación es especial para deportes de conjunto, ya que la división por zonas especifica los deportes intermitentes, lo que significa que la intensidad está en constante cambio, por ello, idóneo por que mide las distintas zonas y eso permite tener un conocimiento de la intensidad real de la competencia y de las cargas de entrenamiento (Fox et al., 2017).

Para una aplicación más adecuada de esta medición, antes de empezar es ampliamente recomendable el realizar algún tipo de prueba de esfuerzo que sea similar a el entrenamiento y/o competencia que se analizara; con el objetivo de recabar los datos de la frecuencia cardiaca máxima de cada uno de los atletas, para que en base a esos datos se dividan las zonas de intensidad.

Tabla 2

Zonas de Intensidad

Escala	Descripción
1	50-60%
2	60-70%
3	70-80%
4	80-90%
5	90-100%

Adaptado de (Fox et al., 2017).

TRIMP de Edwards en Basquetbol

Se han llevado a cabo evaluaciones del TRIMP en basquetbol de distintas maneras, ya que pueden obtenerse distintas variables y en distintas situaciones del partido. Obtener un TRIMP de entrenamiento es muy utilizado, se suele colocar a los atletas el pulsómetro durante todo el entrenamiento y se obtiene un resultado final de toda la sesión. En ocasiones en el basquetbol se han realizado mediciones durante todo el tiempo de juego, incluyendo tiempos muertos y el medio tiempo,

además, con todos los jugadores, aunque estén en la banca, ya al tener el resultado solo se cuentan a aquellos atletas que participaron más de 10 minutos en la cancha (Ferioli et al., 2017).

Por lo mencionado en el párrafo anterior, una de la manera más común de utilizar el TRIMP de Edwards en el basquetbol es por cuarto, es decir, realizar una medición de cada por cuarto por separado y así poder analizar las características de cada periodo; si un cuarto es más intenso que el otro, por la situación del juego o la presión del momento, además, comparando los distintos sistemas defensivos que se utilizaron en cada periodo para ver cuál es más intenso midiéndolo con los resultados del TRIMP (Blázquez López et al., 2021).

Actualmente en basquetbol ha ido evolucionando, jugadores que antes realizaban solo funciones específicas se han convertido en jugadores multifuncionales, por ejemplo; un jugador pívot, antes jugaba solo dentro de la pintura, poniendo pantallas y anotando canastas cerca del aro. Hoy en día los jugadores grandes también realizan funciones de un jugador exterior, es decir, también botan y deben de tener un buen tiro de media y larga distancia para poder competir en un nivel alto, de igual forma deben de ser rápidos y ágiles (Calleja-González et al., 2016).

Analizar la carga interna por posición es algo que se ha realizado en el basquetbol, con la modernización se ha considerado importante el saber si el efecto fisiológico y la intensidad del partido es igual para los armadores, aleros y pivotes, o si cambia según la posición y las tareas específicas que cada uno de ellos tiene que desempeñar en la cancha. (Russell et al., 2021).

Un factor importante que también es utilizado para medir la carga interna y que es parte del Trimp, es el porcentaje del tiempo en que dura cada jugador en cada zona. Analizar este factor aparte del Trimp es utilizado en el basquetbol, pues se sabe que la intensidad de un entrenamiento o competencia se puede medir por zonas de intensidad de frecuencia cardiaca, por lo tanto, analizar el tiempo en que dura cada jugador en cada zona es un indicador importante, pues permite, por ejemplo, hacer comparaciones sobre cuales ejercicios son más cercanos a la competencia, cuales no y como emparejar el entrenamiento con las características necesarias para que sea de calidad y sirva para que el jugador llegue listo para la competencia (Sanders et al., 2018).

Metodología

Estudio de enfoque cuantitativo, no experimental, longitudinal y descriptivo. Una muestra de 14 jugadores rama varonil del equipo representativo de baloncesto de la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León, pertenecientes a algún programa educativo de la FOD y participantes en el torneo intra universitario de la UANL. Se realizó una clasificación de los jugadores según la posición en la que se desempeñan, de los 14 jugadores de la muestra, se dividieron en bases (4), aleros (7) y pivotes (3), según lo planteado por (Sanders et al., 2018).

Los entrenamientos se llevaron a cabo en el gimnasio Cayetano Garza, los días, martes y jueves de 7 a 9 pm y los días sábado a las 10 am. Los partidos (7) se realizaron los días lunes, en diferentes instalaciones de la de la UANL en horarios entre 4 a 8 pm, siendo todos, parte del rol regular.

Criterios

Inclusión

Alumnos nacidos en el año de 1998 y posteriores, Pertenecer al equipo representativo de la FOD en su rama varonil, asistir a los 3 entrenamientos de la semana, alumnos activos y con avance académico.

Exclusión

Sufrir de alguna lesión durante la temporada, no cumplir con el 80% de asistencias en los entrenamientos, tener alguna enfermedad crónica.

Instrumentos

Se utilizó el equipo polar TEAM (Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia) marca de origen finlandesa especializada en el monitoreo de la frecuencia cardíaca para deportes durante el entrenamiento o la competencia; la cual permite analizar a cada jugador y a un máximo de 28 jugadores al mismo tiempo. Consta de bandas de frecuencia cardíaca que se colocan en el pecho y chips que van en la misma. Una antena que se conecta a la computadora y es la que genera los datos de frecuencia cardíaca.

Además, el software que se instala en la computadora para vincularlo con la antena y los chips. Computadora donde se instaló el software para utilizar el polar team y se utiliza para llevar a cabo las mediciones, el equipo se conecta a la computadora y se activa el sistema.

Procedimientos

Como parte de los procedimientos, se realizó la instalación del equipo para las mediciones de los partidos, El software se configuró para que sea específico de deportes de conjunto y muestre las zonas de intensidad en tiempo real, tanto en su porcentaje como el tiempo de la sesión en vivo. Se procedió a cargar los chips y vincularlos, uno a cada jugador. La toma de la frecuencia cardíaca en reposo se llevó a cabo posterior a la instalación del equipo, siendo parte muy importante como dato para las mediciones, durante 10 minutos y sin realizar ninguna actividad (Sanders et al., 2018).

Para obtener la frecuencia cardíaca máxima, se aplicó un test de esfuerzo (30-15 IFT) a cada atleta, siendo una prueba específica para deportes intermitentes, que se asemeja a las características de la competencia, donde el sujeto, corre durante 30 segundos y descansa otros 15, con un aumento progresivo en la velocidad, siendo el fin de la prueba cuando el atleta no pueda continuar más o que no llegue en el tiempo establecido (Buchheit et al., 2021), durante toda la prueba los jugadores utilizaron el polar team para obtener la FC máxima.

Se analizó el entrenamiento desde el calentamiento hasta la parte final de la sesión los sujetos usaban la banda con su chip todo el tiempo. Los entrenamientos fueron llevados a cabo únicamente por el cuerpo técnico, los investigadores no interfirieron en el contenido de la práctica, únicamente se llevó a cabo el monitoreo de la frecuencia cardíaca. Se analizaron 21 entrenamientos en total en cancha con ejercicios técnicos, tácticos, situaciones reales de juego, rompimientos, transición defensiva, desplazamientos defensivos, etc.

En los partidos el procedimiento era el mismo, se conectó el equipo y se les daba a los jugadores su respectivo material. En el caso de la competencia no se tomaba en cuenta el calentamiento, ya que en esta parte de los partidos se revisaba el funcionamiento de los dispositivos, para corroborar que todo estuviera funcionando de manera correcta. Se evaluaron un total de siete partidos del torneo intra universitario, seis de ellos de la ronda de grupos y uno de ellos de ronda de reclasificación.

Al terminar los entrenamientos y partidos el software, arroja un documento de Excel de los datos del entrenamiento o partido, con la frecuencia cardiaca mínima, media, máxima, el tiempo total de la sesión y las zonas de intensidad con el tiempo que duro el sujeto en cada una de las zonas y el porcentaje según el tiempo total.

Después de cada uno de los entrenamientos y partidos se realizó el cuestionario de esfuerzo percibido, de manera individual, 30 minutos después de cada entrenamiento o juego se le preguntaba por medio de un enlace virtual, a cada uno de los involucrados su escala de percepción (Borg, 1998).

Se realizaron cálculos de medias \pm desviaciones estándar, de cada semana de entrenamiento y de cada partido con un total de 7 partidos y 7 semanas analizadas. La normalidad de los datos se realizó a través de la prueba de Shapiro Wilk. Para analizar las diferencias del TRIMP y RPE entre partidos y entrenamientos por posición de juego, se utilizó la prueba ANOVA con post hoc de Tukey. Las posiciones de juego se dividieron en tres: bases, aleros y postes. Para analizar si existe una diferencia entre el TRIMP de los entrenamientos y el partido se utilizó la T de Student, misma que se utilizó para el RPE de partidos y entrenamientos. Se realizo una correlación de Pearson entre el TRIMP y el RPE para buscar una relación entre ellas.

Resultados

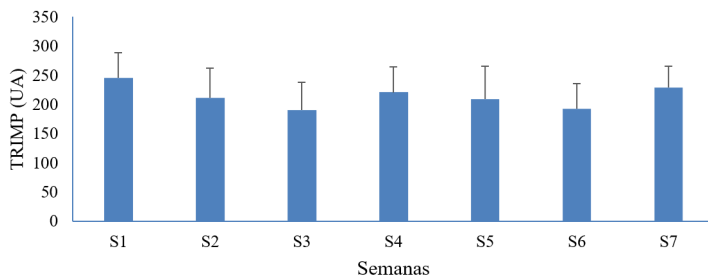
Los resultados presentados a continuación, muestran datos descriptivos del TRIMP por semana de entrenamiento y de cada juego, posteriormente la comparación del TRIMP por posición de juego, correlación entre el TRIMP y RPE, los datos descriptivos del RPE y su comparación por posición de juego.

TRIMP en Entrenamiento y Partido

Los resultados arrojados en los entrenamientos se encuentran en la figura 1, donde se divide la gráfica por semana, por semana se realizaron tres entrenamientos y obtuvo un promedio de cada semana del TRIMP de toda la muestra.

Figura 1

Promedio del TRIMP durante los entrenamientos.

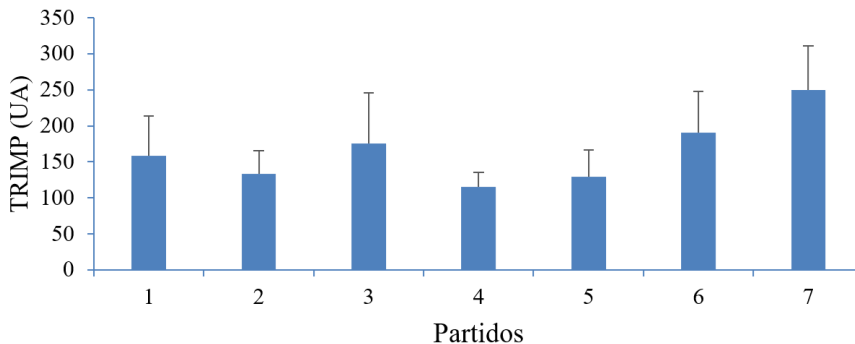


Nota. UA= unidades arbitrarias.

En la figura 2 se muestran las medias del TRIMP de cada partido. Se encuentra una diferencia significativa ($p < .05$), entre los partidos 1, 2, 3, 4 y 5 con el partido 7. También se encuentra diferencia significativa entre el partido 4 y el 6 ($p < .05$).

Figura 2

Promedio del TRIMP durante los partidos



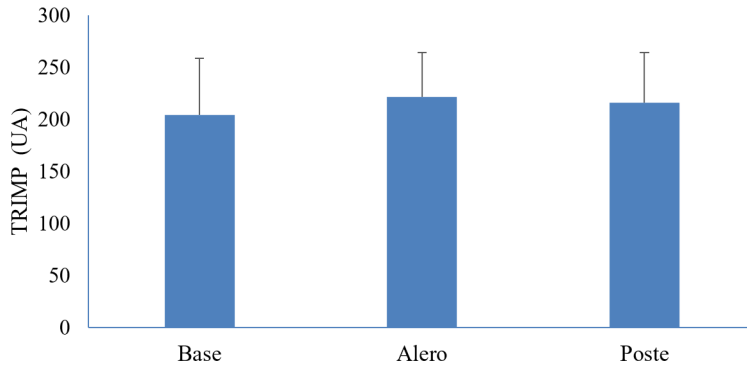
Nota. UA= Unidades Arbitraria.

TRIMP por Posición de Juego

En la figura 3 se observa la comparación en los entrenamientos, donde el TRIMP más alto es en los aleros, pero no se encuentra diferencia significativa ($p > .05$).

Figura 3

Promedio del TRIMP en entrenamientos por posición de juego

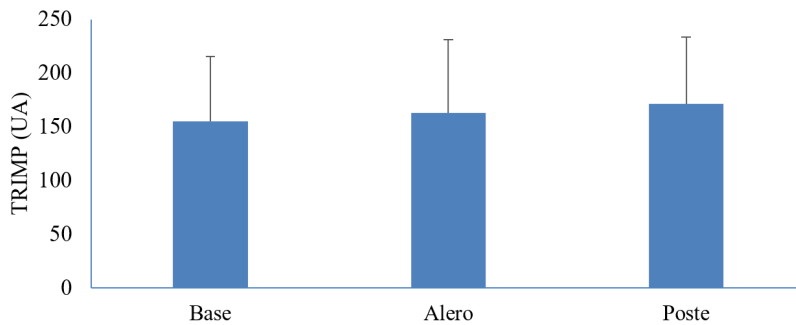


Nota. UA= Unidades arbitrarias.

En la figura 4 se observa la comparación por posición en los partidos, donde el TRIMP es mayor en los postes, pero no es significativo ($p > .05$) con las otras dos posiciones.

Figura 4

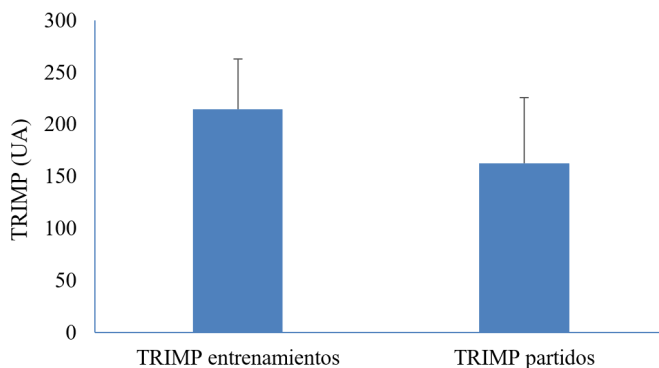
Promedio del TRIMP en partidos por posición de juego



Nota. UA= Unidades arbitrarias.

Figura 5

Comparación entre Entrenamientos y Partidos



Nota. UA= Unidades arbitrarias

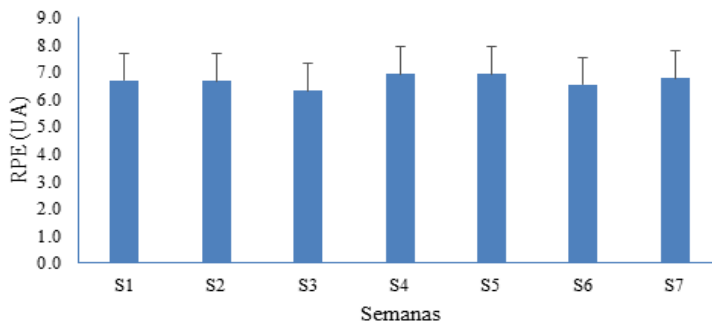
Se compararon las medias del TRIMP de entrenamiento con los partidos y se encontró una diferencia significativa ($p < .05$), donde el entrenamiento es mayor.

Medias de RPE en Entrenamiento y Partido

Las medias del RPE en las semanas de entrenamiento se presentan en la figura 6, donde no hubo diferencia significativa entre cada semana de entrenamiento ($p > .05$).

Figura 6

Medias del entrenamiento con RPE

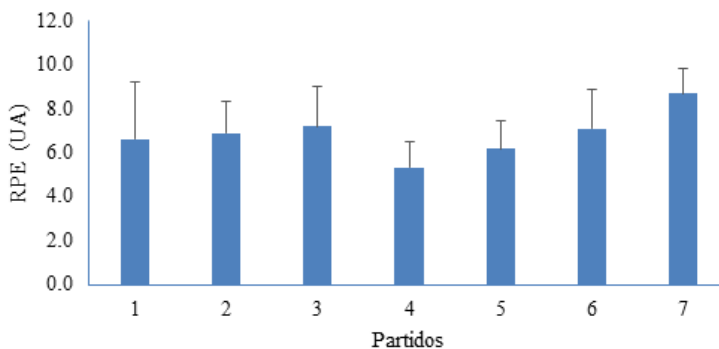


Nota. UA= Unidades arbitrarias.

De igual forma, las medias de los partidos se presentan en la figura 7. Se encuentra una diferencia significativa ($p < .05$) entre el partido 4 y el 7.

Figura 7

Medias del partido con RPE



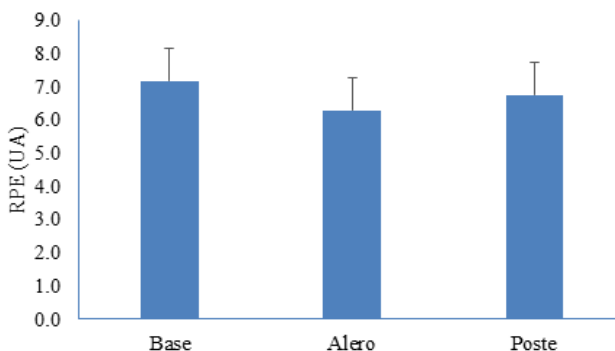
Nota. UA= Unidades arbitrarias.

Comparación por Posición de Juego del RPE.

Después de las medias del RPE, se realizaron comparaciones por posición en entrenamientos, las cuales se muestran la figura 8 y se encontró una diferencia significativa ($p < .05$) entre los bases y aleros en entrenamientos.

Figura 8

Comparación por del RPE durante los entrenamientos por posición de juego

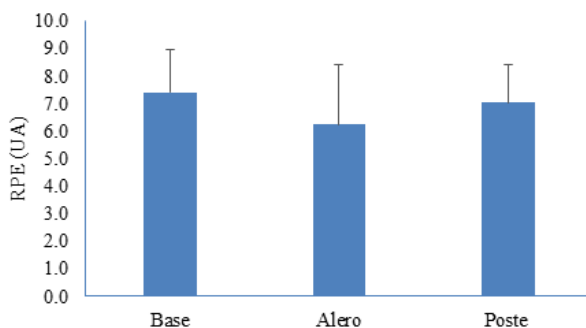


Nota. UA= Unidades arbitrarias.

En la figura 9 se observa la comparación por posición del RPE en los partidos donde se encontró una diferencia significativa ($p < .05$) entre los bases y aleros en partidos.

Figura 9

Comparación del RPE por posición de juego durante los partidos



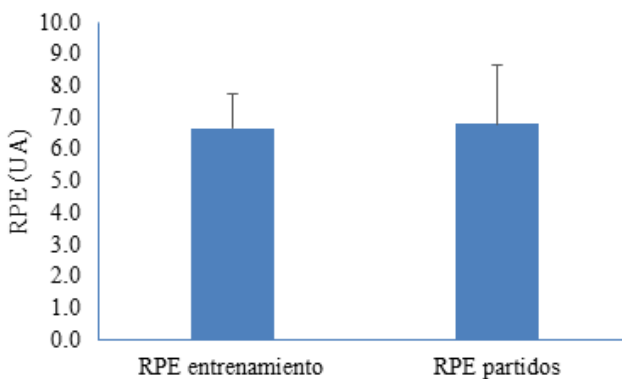
Nota. UA= Unidades arbitrarias.

Comparación entre Entrenamientos y Partidos del RPE

Se compararon medias generales del total de partidos y entrenamientos. Se realizó una comparación (figura 10). Se encontró una diferencia significativa ($p < .05$).

Figura 10

Comparación entre entrenamientos y partidos del RPE



Nota. UA= Unidades arbitrarias.

Correlación entre RPE y TRIMP

La correlación es significativa ($p < .05$) entre el RPE del entrenamiento y el TRIMP del entrenamiento siendo una correlación positiva débil (+.25). De igual manera entre del TRIMP de los partidos y el RPE de los partidos la diferencia es significativa ($p < .05$) siendo una correlación positiva media (+0.50).

Tabla 5

Correlación entre RPE y TRIMP

Correlación TRIMP y RPE					
		TRIMP Entrenamiento	TRIMP partidos	RPE Entrenamiento	RPE Partidos
TRIMP Entrenamiento	Correlación de Pearson	1	0.080	.332**	-0.065
	Sig. (bilateral)		0.490	0.002	0.581
	N		77	87	74
TRIMP partidos	Correlación de Pearson		1	0.006	.593**
	Sig. (bilateral)			0.961	0.000
	N			77	77
RPE Entrenamiento	Correlación de Pearson			1	.284*
	Sig. (bilateral)				0.014
	N				74
RPE partidos	Correlación de Pearson				1
	Sig. (bilateral)				
	N				
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).					
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).					

Conclusiones

En conclusión, podemos decir que la carga interna es un factor que es necesario cuantificar y controlar de la mejor manera posible, el TRIMP es un método confiable para controlarla de manera fisiológica en entrenamiento y partido, además, es un método no invasivo y de fácil aplicación de manera.

El RPE de igual manera es un método confiable de aplicación pues arroja una correlación positiva y es un método aún más fácil de aplicar, pues realmente no requiere de ningún material costoso, y es recomendable diariamente pues permite conocer la percepción de cada atleta y puede ayudar a detectar situaciones que son más estresantes para alguno u otro jugador, además de prevenir el cansancio o el sobreentrenamiento. Además, permite cuantificar la carga si no se cuenta con algún método fisiológico.

La carga interna con el RPE resulto ser más alta en bases, podemos concluir que se debe a las tareas distintas que requiere un jugador de esta posición, debe tomar múltiples decisiones y el balón pasa más tiempo en su poder, además, los recorridos en la cancha suelen ser mayores y en utilizando el TRIMP su intensidad es constantemente alta.

En relación con el entrenamiento y partido, los entrenamientos cumplen con los requerimientos físicos y fisiológicos de la competencia pues la carga interna es mayor, los entrenamientos son de mayor duración y el TRIMP es mayor, lo cual nos dice que los atletas están físicamente preparados para la competencia.

Los entrenamientos son parejos de manera semanal, no hay mucha diferencia en el TRIMP de cada semana, pues es importante mantener la carga en periodo de competencia.

Se recomienda para futuras investigaciones llevar un control del tiempo efectivo de juego de cada atleta. Ya que en el entrenamiento el tiempo es igual para todos, en competencia varia en todos los partidos.

Aplicabilidad: Utilizar estos métodos para controlar la carga, puede ser de bastante utilidad para los entrenadores de baloncesto o preparadores físicos, dado los resultados obtenidos, podemos inferir que estos métodos, permiten tener un acercamiento a los resultados de la preparación diaria de los atletas, es decir, si la carga del entrenamiento supera o es inferior a la de los partidos para poder generar ajustes necesarios, de manera semanal o entre una sesión y otra.

De igual manera, la comparación entre las posiciones puede generar un conocimiento acerca de la preparación individual de cada uno de los jugadores, si realmente se requiere aplicar una individualización de los fundamentos técnicos, o entrenar a los jugadores de una manera similar, según las demandas de cada una de las posiciones.

Agradecimientos

Agradecemos a la Facultad de Organización Deportiva por sus apoyo con las necesidades para llevar a cabo la investigación.

Notas/Otras Declaraciones

Coloque cualquier otra declaración, como “Notas”, antes de la sección de Referencias. NO pongas su breve biografía en esta sección.

Referencias

- Abdelkrim, N. ben, Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., Fazaa, S. el, Jalila, A., Ati, E. L., Abdelkrim, B., Fazaa, E., & Ati, E. (2010). ACTIVITY PROFILE AND PHYSIOLOGICAL REQUIREMENTS OF JUNIOR ELITE BASKETBALL PLAYERS IN RELATION TO AEROBIC-ANAEROBIC FITNESS. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2330–2342. www.nscsjscr.org
- Blázquez López, J., García Martínez, S., Ferriz Valero, A., & Cuartero, J. O. (2021). Cuantificación de la carga de entrenamiento y competición: análisis comparativo por posiciones en un equipo de la Liga Española de Baloncesto. *Retos*, 42, 882. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index>
- Borg, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion And Pain Scales*. <https://www.researchgate.net/publication/306039034>
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5 FEB. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>
- Buchheit, M., Dikmen, U., & Vasallo, C. (2021). The 30-15 Intermittent Fitness Test- two decades of learnings. *Sports Performance & Science Reports*, 1.

- Calleja-González, J., Terrados, N., Mielgo-Ayuso, J., Delextrat, A., Jukic, I., Vaquera, A., Torres, L., Schelling, X., Stojanovic, M., & Ostojic, S. M. (2016). Evidence-based post-exercise recovery strategies in basketball. *Physician and Sportsmedicine*, *44*(1), 74–78. <https://doi.org/10.1080/00913847.2016.1102033>
- Clemente, F. M., Mendes, B., Bredt, S. D. G. T., Praça, G. M., Silvério, A., Carriço, S., & Duarte, E. (2019). Perceived Training Load, Muscle Soreness, Stress, Fatigue, and Sleep Quality in Professional Basketball: A Full Season Study. *Journal of Human Kinetics*, *67*(1), 199–207. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0002>
- Espasa Labrador, J., Peña, J., Caparrós Pons, T., Cook, M., & Fort Vanmeerhaeghe, A. (2021). Relationship between internal and external load in elite female youth basketball players. *Apunts Sports Medicine*, *56*(211). <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2021.100357>
- Espasa-Labrador, J., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Montalvo, A. M., Carasco-Marginet, M., Irurtia, A., & Calleja-González, J. (2023). Monitoring Internal Load in Women’s Basketball via Subjective and Device-Based Methods: A Systematic Review. In *Sensors* (Vol. 23, Issue 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/s23094447>
- Ferioli, D., Bosio, A., Torre, A. La, Carlomagno, D., Connolly, D. R., & Rampinini, E. (2017a). Different Training Loads Partially Influence Physiological Responses to the Preparation Period in Basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 790–797. www.nscs.com
- Ferioli, D., Bosio, A., Torre, A. La, Carlomagno, D., Connolly, D. R., & Rampinini, E. (2017b). Different Training Loads Partially Influence Physiological Responses to the Preparation Period in Basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 790–797. www.nscs.com
- Fox, J. L., Scanlan, A. T., & Stanton, R. (2017). A Review of Player Monitoring Approaches in Basketball: Current Trends and Future Directions. In *Journal of Strength and Conditioning Research* (Vol. 31, Issue 7, pp. 2021–2029). NSCA National Strength and Conditioning Association. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001964>
- Guillen, L. L., César, J., Delgado, G., Trevizo, A. M., Luis Márquez López, J., Guillen, L., Trevizo, M., & López, M. (2022). Análisis de la Problemática del Basquetbol en México. *Revista Mexicana de*

- Ciencias de La Cultura Fisica* , 1–5. <https://doi.org/10.54167/rmccf.v1i3.1063>
- Hernández-Sampieri, R. (2016). *Metodología de la Investigación* (6th ed.).
- Kumar Thapa, R., Narvariya, P., Weldon, A., & Talukdar, K. (2022). Can complex contrast training interventions improve aerobic endurance, maximal strength, and repeated sprint ability in soccer players? A systematic review and meta-analysis. *School of Physical Education and Sports*. <https://doi.org/10.26773/mjssm.220906>
- Mancha Triguero, D., García Rubio, J., & Ibáñez Godoy, S. J. (2019). *Batería de test de campo para evaluar la condición física de jugadores de baloncesto: SBAFIT*. *15*(2), 107–126.
- Morillo-Baro, J. P., Reigal, R. E., & Hernández-Mendo, A. (2015). Comparacion de tres metodos de cuantifiacion de la carga de entrenamiento en baloncesto. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, *11*(41), 226–244. <https://doi.org/10.5232/ricyde>
- Passfield, L., Murias, J. M., Sacchetti, M., & Nicolo, A. (2022). Validity of the Training-Load Concept. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *17*(4), 507–514. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0536>
- Pesic, S. (2015). *Fiba europe coaching certificate FECC*.
- Petway, A. J., Freitas, T. T., Calleja-González, J., Leal, D. M., & Alcaraz, P. E. (2020). Training load and match-play demands in basketball based on competition level: A systematic review. In *PLoS ONE* (Vol. 15, Issue 3). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229212>
- Portes, R., Navarro, M., Carlos, R., Alonso, E., & Sergio, J. (2021). La relación entre la carga externa y la carga interna durante partidos amistosos en baloncesto de élite. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, *11*(41), 226–244. <https://doi.org/10.5232/ricyde>
- Russell, J. L., McLean, B. D., Stolp, S., Strack, D., & Coutts, A. J. (2021). Quantifying Training and Game Demands of a National Basketball Association Season. In *Frontiers in Psychology* (Vol. 12). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.793216>
- Sanders, G. J., Boos, B., Rhodes, J., Kollock, R. O., & Peacock, C. A. (2018). Competition-Based Heart Rate, Training Load, and

- Time Played above 85% Peak Heart rate in NCAA Division I Women's Basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1–8. www.nscs.com
- Scanlan, A. T., Wen, N., Tucker, P. S., & Dalbo, V. J. (2014). The Relationships Between Internal and External Training Load Models During Basketball Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28, 2397–2405. www.nscs.com
- Vencúrik, T., Nykodým, J., & Vacenovský, P. (2016). Heart Rate Analysis of Semi-elite Female Basketball Players during Competitive Games Analýza srdeční frekvence basketbalistek během soutěžních zápasů. *Studia Sportiva*, 55–60.

Capítulo 4.

Índice de Fatiga y Elasticidad en Tenistas Juveniles en Competencia

Jorge Adam Yeshua Castro Márquez, Fernando Alberto Ochoa Ahmed, Luis Enrique Carranza García y Luis Tomás Rodenas Cuenca.

Resumen

El presente estudio analizó el índice de fatiga y elasticidad en tenistas juveniles durante un periodo competitivo. Se evaluaron variables fisiológicas y de rendimiento, incluyendo la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), la altura de salto (CMJ y SJ), el índice de elasticidad y la velocidad media propulsiva (VMP) en press banca. Durante ocho semanas se compararon microciclos de carga y mantenimiento. Los resultados revelan que las variables fisiológicas (VFC y RPE) fueron sensibles para reflejar la acumulación de fatiga, mientras que las neuromusculares se mantuvieron estables, sugiriendo adaptación. Se concluye que el monitoreo combinado de fatiga y elasticidad permite una mejor regulación de cargas para optimizar el rendimiento de tenistas juveniles durante la competencia.

Palabras clave: fatiga, elasticidad, rendimiento, carga, mantenimiento.

Introducción

Actualmente, el tenis es considerado uno de los deportes más prestigiosos a nivel mundial, respaldado por la Federación Internacional de Tenis (ITF), la cual cuenta con alrededor de 200 federaciones nacionales y reconoce al tenis como disciplina olímpica (International Tennis Federation, 2025). Este deporte, practicado tanto de manera indivi-

dual como en dobles, exige de los atletas un alto nivel de preparación física y técnica debido a la naturaleza intermitente y prolongada de sus partidos, los cuales pueden extenderse hasta seis horas con acciones repetidas de alta intensidad como arranques, sprints cortos, cambios de dirección, golpes y saltos.

A pesar de su popularidad y presencia desde etapas infantiles, en categorías juveniles se observa que los jugadores no están plenamente adaptados a las demandas de las etapas competitivas, donde la duración de los partidos y la cantidad de acciones consecutivas aumentan considerablemente. En estas etapas formativas, la planificación y periodización del entrenamiento adquieren una importancia fundamental para preparar al atleta frente a las exigencias competitivas (Eichenholz, 2023).

Uno de los principales desafíos durante la competencia es la acumulación de fatiga, que afecta directamente el rendimiento técnico y físico del tenista juvenil. La fatiga muscular compromete la elasticidad muscular y el rendimiento en acciones repetidas, además de incrementar el riesgo de lesiones (Díaz & Pablo, 2007). La capacidad de mantener el rendimiento constante desde el inicio hasta el final del partido es fundamental en el alto rendimiento, donde el control de la carga interna y externa permite al atleta sostener su nivel competitivo.

La monitorización de la carga se ha convertido en algo importante para el entrenamiento, ya que proporciona una explicación científica a los cambios del rendimiento del atleta y, con estos datos, permitir una planificación adecuada de las cargas de entrenamiento (Halson, 2014b). Por ello, resulta prioritario establecer mecanismos objetivos de evaluación y monitoreo que permitan una adecuada regulación de las cargas de entrenamiento. En este contexto, el índice de fatiga, mediante herramientas como la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), así como el índice de elasticidad obtenido a través de pruebas de salto (CMJ y SJ), emergen como herramientas prácticas para el control del estado fisiológico y neuromuscular del atleta. El objetivo principal del análisis fue comparar los efectos de los microciclos de carga y mantenimiento sobre las variables fisiológicas (VFC, RPE) y neuromusculares (CMJ, SJ, índice de elasticidad y velocidad de ejecución en press banca) para determinar si el índice de fatiga y elasticidad de los atletas es significativo en cada tipo de microciclo.

El presente estudio se centra en la interpretación del índice de fatiga y elasticidad y su relación con el rendimiento competitivo de tenistas juveniles, proponiendo un enfoque metodológico para optimizar la preparación física y prevenir el deterioro del rendimiento durante las etapas competitivas.

Justificación

La presente investigación tiene como propósito analizar el índice de fatiga en tenistas juveniles y su relación con el índice de elasticidad, esto con el fin de optimizar el desarrollo de sus capacidades físicas, técnicas y tácticas, y así contribuir a maximizar su rendimiento deportivo. Comprender estas variables resulta esencial en etapas formativas, donde una adecuada planificación del entrenamiento puede marcar diferencias significativas en el desempeño competitivo.

Para ello, se propone una metodología que integra herramientas accesibles y validadas, como lo son la aplicación móvil HRV4Training, utilizada para registrar la VFC, junto con pruebas de rendimiento como el salto vertical (CMJ y SJ) para potencia en tren inferior y determinar el índice de elasticidad, también la VMP en press banca para tren superior y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE). El análisis de estas variables a lo largo de microciclos de carga y de mantenimiento durante el periodo competitivo permitirá establecer correlaciones significativas que sirvan como un punto de referencia confiables para la toma de decisiones en la planificación y periodización del entrenamiento deportivo en función del estado real del atleta.

Esta investigación también permite desarrollar estrategias para el control de la carga individualizada, esto para moderar el volumen y la intensidad del entrenamiento, dependiendo del estado fisiológico real del atleta. En el tenis juvenil hay muy poca información, y es la etapa donde se consolidan muchas adaptaciones fisiológicas, por lo tanto, el contar con indicadores objetivos del atleta puede ser un factor clave para la toma de decisiones en el diseño del entrenamiento.

Este estudio tiene alta importancia práctica y científica, ya que aporta evidencia empírica útil para entrenadores, preparadores físicos y cuerpos técnicos en el contexto del tenis juvenil, promoviendo un enfoque individualizado y sustentado en datos objetivos. De igual manera, es factible en términos operativos, al contar con los recursos humanos,

materiales y tecnológicos necesarios para su desarrollo, así como la disposición y compromiso tanto del equipo de trabajo como de los deportistas participantes.

Antecedentes

En una investigación realizada por Davey et al. (2002), realizaron una intervención con tenistas, en la cual implementaban ejercicios intensos de entrenamiento, golpeando una gran cantidad de pelotas en varias repeticiones con periodos de descanso, obteniendo así, que la fatiga se asocia con una disminución de la capacidad técnica en el juego, esto reflejado en el aumento de la cantidad de golpes perdidos, pérdida de precisión en los mismos golpes, una pobre coordinación y el incremento de la dificultad para posicionarse dentro de la cancha en situaciones reales de juego. Se puede ver que mientras el deportista tenga una menor capacidad aeróbica o una menor resistencia a la fatiga, es más probable que pierda esta capacidad técnica de una manera rápida, en el tenis profesional se puede observar que hay partidos en los que un competidor gana el primer set o los dos primeros sets, y a pesar de esta ventaja, termina perdiendo el juego. En estas situaciones reales se puede realizar un análisis, y observar que el que pueda manejar y resistir esta fatiga de mejor manera que su oponente, a pesar de tener el marcador en contra, puede sacar los partidos de mejor manera.

Se encontró un estudio realizado durante una competencia por Gescheit et al. (2015), el cual buscaba determinar cómo los días consecutivos de partidos de tenis prolongados afectaban directamente el rendimiento y las respuestas fisiológicas del deportista. En esta investigación, se estudió a 7 tenistas masculinos profesionales, los cuales, completaron partidos de tenis de 4 horas en 4 días consecutivos en una competencia, realizando medidas previas y durante competencia, tales como altura de salto en contra movimiento (CMJ), velocidad de sprint en 20 m, velocidad y precisión del servicio, y también respuestas fisiológicas de creatina quinasa (CK), mismas que se evaluaron cada día de competencia. Los resultados arrojaron que, en la prueba de CMJ y sprint de 20 m, disminuyó antes del partido en cada día de competencia respecto al día 1; en cuanto al servicio, la velocidad se mantuvo durante los 4 días, sin embargo, sí se perdió precisión en cada día

en comparación con el día 1, y en la respuesta fisiológica (CK) aumentó cada día. Se demuestra que en competencias de alta exigencia, los tenistas que avancen de ronda y compitan cada día, disminuyen su rendimiento cada día de competencia en comparación con el primer día, al menos en las cargas físicas externas demostradas en los partidos, esto depende de cada tenista cómo maneje la presión y la fatiga en relación a las cuestiones tácticas demostradas en los partidos, ya que hay deportistas que también se ven afectados tácticamente por la fatiga, pero hay otros que manejan de mejor manera estas situaciones. En el aspecto físico, los deportistas se someten a altas cargas, siendo vulnerables a posibles lesiones o a disminuir su rendimiento deportivo, siendo consecuencias de la fatiga neuromuscular y perceptiva.

Se realizó un estudio del torneo del Abierto de Australia Grand Slam en 2012 por Reid y Duffield (2014), en la cual revisaron el trayecto de los dos tenistas que jugaron la final, jugando un total de 18 horas de partido en 14 días, siendo de casi 6 horas la duración de la final, donde en total se compitieron 369 puntos, recorriendo más de 6 kilómetros de distancia cada uno, alcanzando velocidades de carrera mayores a 20 km/h, y pegando cada uno alrededor de 1100 golpes de fondo a una velocidad promedio de 100 km/h. Consideran a la fatiga como la reducción inducida por el ejercicio en la capacidad del músculo para generar fuerza, y que, reflejado en el tenis, se manifiesta en varias acciones. En estos 2 jugadores, se observó una disminución de sus patrones generales de movimiento de 5% en cada día de partido durante los primeros 4 encuentros, habiendo una diferencia del 15% entre el encuentro 1 y el 4. Con este estudio, los autores confirman que la función del músculo esquelético se ve reducida después de partidos prolongados de tres horas o más, y que, el éxito de estos tenistas se debe a su alta capacidad para adaptarse a los encuentros de alta intensidad, no siempre tienen el mismo juego, sino que conforme se va haciendo presente la fatiga en los atletas, van modificando sus decisiones técnico-tácticas para sacarle ventaja al rival y obtener mejores resultados en los encuentros.

Las adaptaciones neuromusculares y la respuesta fisiológica frente a diferentes cargas de entrenamiento han sido ampliamente estudiadas en deportes intermitentes, donde la alternancia entre esfuerzos de alta y baja intensidad genera demandas fisiológicas similares al tenis. Ferioli et al. (2018) analizaron los efectos del periodo preparatorio en jugadores profesionales y semiprofesionales de baloncesto, evaluando cómo

la carga interna influye en los cambios del rendimiento neuromuscular. Los autores observaron que las variables neuromusculares derivadas del salto vertical (CMJ) mostraron cambios mínimos, mientras que la capacidad para sostener esfuerzos repetidos de cambio de dirección mejoró significativamente. Además, encontraron que mayores cargas internas (sRPE-TL) se asociaron con disminuciones en la potencia y el torque, indicando que la fatiga fisiológica es más sensible a los incrementos en carga que las variables neuromusculares. Esto sugiere que el sistema neuromuscular presenta una notable capacidad de adaptación durante periodos de alta exigencia, evitando descensos significativos en el rendimiento del tren inferior. Estos hallazgos coinciden con la literatura que establece que herramientas como la percepción subjetiva del esfuerzo y la variabilidad de la frecuencia cardiaca responden de manera más marcada a los incrementos de carga, mientras que los indicadores neuromusculares tienden a mantenerse estables durante periodos competitivos o preparatorios bien estructurados.

Conceptualización de Variables

Desde el enfoque fisiológico, se define a la fatiga como un fallo funcional del organismo que se refleja en una disminución del rendimiento, originado por el excesivo gasto de energía, perdiendo así, la capacidad de generar fuerza, o una pérdida en la producción de potencia (Cárdenas et al., 2017). Esto se ve reflejado en el deporte, cuando por tiempos prolongados, un atleta realiza gestos físicos o técnicos, o bien, realiza movimientos a alta intensidad, y conforme pasa la competencia, estos gestos y estos movimientos van perdiendo velocidad, potencia o efectividad, sea cual sea el deporte.

La variabilidad de la frecuencia cardiaca se puede definir como la variación de tiempo que transcurre entre las distintas ondas RR que se originan en cada latido cardíaco durante un período de tiempo determinado (Task Force, 1996). Uno de los índices asociados con actividad parasimpática en el método de dominio tiempo son el valor de RMSSD, el cual se refiere a, según Porras Álvarez y Bernal Calderón (2019), la raíz cuadrada del valor medio de las sumas de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR y que, mientras mayor sea el valor, existe una mayor presencia de la actividad parasimpática. La aplicación HRV4Training reporta la VFC como una transformación

logarítmica de la RMSSD que, combinado con datos subjetivos y de entrenamiento, brinda información y asesoramiento de manera diaria para interpretar las tendencias fisiológicas actuales y a largo plazo del atleta.

La tasa del esfuerzo percibido se refiere a detectar e interpretar las sensaciones que provienen del cuerpo del atleta durante el ejercicio y, de este modo, medir la intensidad con la que se percibe la actividad física realizada (Castellanos-Fajardo y Pulido-Rull, 2009). Ante la necesidad de percibir el esfuerzo del atleta, y el precio tan alto que tenían los dispositivos para medir la fatiga de forma objetiva en ese tiempo, en los setenta, Borg diseñó una escala subjetiva para medir la fatiga en los deportistas, para así tener un parámetro de la carga del entrenamiento deportivo. Originalmente se creó este método en una escala de 6-20, sin embargo, años después se modificó para que esta escala se encontrara de 0-10, siendo 0 el estado en reposo, y 10 el máximo, y esta modificación se le llama Escala de Borg (CR-10).

La velocidad está relacionada con la fuerza ya que la velocidad alcanzada al desplazar una carga es consecuencia de la fuerza aplicada, por lo tanto, la única forma de desarrollar más velocidad ante una determinada carga es aplicar más fuerza ante dicha carga (Pareja-Blanco et al., 2016). Hay una variedad de dispositivos tecnológicos que pueden obtener la velocidad de ejecución de algún ejercicio, como son encoders, acelerómetros, o incluso en la actualidad hay aplicaciones que obtienen estos datos. De este modo, se obtiene la Velocidad Media Propulsiva (VMP) la cual nos indica a qué intensidad un atleta está realizando un ejercicio, específicamente en la fase concéntrica del movimiento.

La prueba de Bosco tiene por objeto valorar las características funcionales, como la altura y potencia de salto, y neuromusculares, como el aprovechamiento de la energía elástica, de la musculatura extensora de los miembros inferiores a partir de las alturas obtenidas en distintos tipos de saltos verticales y de la potencia mecánica de algunos de ellos (Bosco, 1994).

El índice de elasticidad relaciona el salto vertical con contra movimiento (CMJ) y sin contra movimiento (SJ), cuantificando el porcentaje de energía elástica que contribuye durante el salto (Bosco, 1994). Cuando se estira el músculo previamente se está transformando la energía desarrollada en la fase excéntrica muscular en energía cinética. En el trabajo excéntrico, la fuerza aumenta hasta un cierto pun-

to paralelamente a la velocidad de estiramiento. El músculo resiste el estiramiento, oponiendo una fuerza mayor a la que se produce en la contracción concéntrica (González et al., 2010).

$$\text{Índice de elasticidad (\%)}: (\text{CMJ-SJ}) * 100 / \text{SJ}$$

Mediante esta fórmula se puede obtener el porcentaje del índice de elasticidad que, mientras mayor sea, obtenemos que la fuerza elástica que tiene el atleta es mayor, ya que se tendría un mayor valor de CMJ en relación con el SJ, donde se aprovecha la energía elástica del movimiento.

Metodología

Se realizó un estudio cuantitativo y cuasiexperimental, con mediciones repetidas a lo largo de ocho semanas consecutivas. El estudio incluyó una intervención mediante un macrociclo de entrenamiento programado desde agosto de 2024 hasta marzo de 2025. El análisis se centró en comparar el índice de fatiga de los atletas durante microciclos de carga y mantenimiento, usando variables fisiológicas y de rendimiento. Durante el periodo competitivo se efectuó el monitoreo intensivo para valorar el efecto residual del entrenamiento y controlar la fatiga y el rendimiento de los tenistas previo y durante competencia.

Población y Muestra

La población objeto del estudio fue constituida por tenistas juveniles de nivel competitivo pertenecientes a la Academia de Alto Rendimiento del Centro de Alto Rendimiento del estado de Nuevo León y a la Selección del estado. La muestra fue de 6 tenistas varoniles, con edades comprendidas entre 14 y 18 años pertenecientes a las categorías de 14, 16 y 18 años, mismos que son participantes activos en torneos juveniles nacionales y de la Federación Internacional de Tenis (ITF).

Criterios de Inclusión

- Pertenecer a la Academia de Alto Rendimiento del Estado de Nuevo León.
- Participar activamente en torneos nacionales o ITF.

- Asistir a todas las sesiones de entrenamiento y evaluaciones, incluso durante periodos competitivos.

Criterios de Exclusión

- No pertenecer a la Academia mencionada.
- No tener entre 14 y 18 años.
- Presentar lesiones impeditivas.
- No firmar el consentimiento informado.

Criterios de Eliminación

- Dejar de pertenecer a la Academia durante el estudio.

Consideraciones Éticas

Todos los participantes y sus tutores firmaron el consentimiento informado conforme a la Declaración de Helsinki, garantizando el respeto a los principios éticos en investigación con seres humanos.

Instrumentos y Materiales

- Aplicación HRV4Training para la medición diaria de la VFC.
- Plataforma de salto Just Jump para CMJ y SJ.
- Encoder lineal ADR para VMP en press banca.
- Escala de Borg CR-10 para el registro del RPE.

Procedimiento

En la Academia de Alto Rendimiento, ubicada en el Centro Tenístico del Centro de Alto Rendimiento del Estado de Nuevo León, se realizarán controles de fatiga y de rendimiento a los tenistas juveniles en todas las sesiones de entrenamiento durante el periodo competitivo. Se realizó un macrociclo de entrenamiento de agosto 2024 – marzo 2025, siendo desde agosto a octubre el periodo preparatorio general, de noviembre a diciembre el periodo preparatorio específico y de

enero a marzo el periodo competitivo. Se realizará de este modo para valorar el efecto residual del entrenamiento reflejado en el periodo competitivo y, de este modo, controlar la fatiga y evaluar el rendimiento de los tenistas juveniles previo y durante competencia.

Se obtendrá la variabilidad de la frecuencia cardiaca mediante la aplicación de celular HRV4Training durante todos los días, misma que se realizarán los atletas todas las mañanas al despertarse y antes de levantarse a empezar su rutina diaria, la cual consiste en colocar la punta de su dedo índice en la cámara y flash del teléfono; también, se obtendrá la altura de salto en CMJ y SJ en todas las sesiones de entrenamiento posterior al calentamiento mediante la plataforma de salto con sistema Just Jump, esto para evaluar la potencia en tren inferior y, con estos mismos datos, obtener el índice de elasticidad de los atletas para observar en qué medida aprovechan esa energía elástica reflejada en el salto, dato que con el paso del tiempo y ya teniendo valores de referencia, también podría indicar fatiga al tener un menor porcentaje; por último, se obtendrá de manera semanal, la velocidad de ejecución de la fase concéntrica en press banca con una carga estandarizada (20 kg) mediante un encoder lineal ADR, esto para evaluar la potencia en miembros superiores. Con los datos obtenidos, se hará una correlación entre todas las variables, y así ver cómo se comportaron dichos valores en los distintos microciclos de carga y mantenimiento para su posterior análisis.

Análisis Estadístico

El procesamiento de datos se realizó en Microsoft Excel. Se aplicaron pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y, según correspondiera, pruebas paramétricas (t de Student) o no paramétricas (prueba de Wilcoxon) para comparar las variables entre microciclos. El nivel de significancia establecido fue $p \leq 0.05$.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados derivados del análisis estadístico aplicado a los datos que se obtuvieron durante ocho semanas continuas de evaluación en seis tenistas juveniles de nivel competitivo, siendo cuatro microciclos de mantenimiento y cuatro microciclos de

carga. Para ello, se utilizó un enfoque cuantitativo, analizando los datos por cada variable y atleta. Las pruebas estadísticas se basaron en los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en los casos donde ambas condiciones (carga y mantenimiento) presentaron distribución normal se aplicó la prueba t de student, sin embargo, si una de las condiciones no presentaba una distribución normal de los datos ($p \leq 0.05$), se optó por la prueba de Wilcoxon.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada atleta y cada variable, se incluyen los promedios por tipo de microciclo, diferencia entre condiciones, tipo de prueba aplicada, el valor p que le corresponde y si el resultado tuvo significancia estadística.

Tabla 1

Comparación de resultados entre microciclos de carga y mantenimiento del Atleta 1

Atleta	Variable	Promedio Mantenimiento	Promedio Carga	Diferencia (Carga – Mantenimiento)	Prueba Estadística	Valor p	Conclusión (Diferencia significativa)
1	VFC	7.74	7.61	-0.13	Wilcoxon	0.3405	No significativa
	RPE	7.71	7.05	-0.67	Wilcoxon	0.0254	Diferencia significativa
	CMJ (cm)	23.35	23.17	-0.19	Wilcoxon	0.4212	No significativa
	SJ (cm)	22.84	22.87	0.03	t de student	0.9111	No significativa
	IE (%)	2.33	1.32	-1.0	Wilcoxon	0.2524	No significativa
	VMPPB (m/s)	0.96	1.03	0.07	Wilcoxon	0.25	No significativa

Nota. VFC (variabilidad de la frecuencia cardiaca), RPE (percepción subjetiva del esfuerzo), CMJ (salto con contramovimiento), SJ (salto sin contramovimiento), IE (índice de elasticidad) y VMPPB (velocidad media propulsiva en press banca).

El atleta 1 no mostró cambios significativos entre los microciclos de carga y mantenimiento en variables de rendimiento, sin embargo, en la variable fisiológica de RPE sí se encontró una disminución significativa.

Tabla 2

Comparación de resultados entre microciclos de carga y mantenimiento del Atleta 2

Atleta	Variable	Promedio Mantenimiento	Promedio Carga	Diferencia (Carga – Mantenimiento)	Prueba Estadística	Valor p	Conclusión (Diferencia significativa)
2	VFC	7.81	7.32	-0.49	Wilcoxon	0.0222	Diferencia significativa
	RPE	7.68	6.37	-1.32	Wilcoxon	0.0137	Diferencia significativa
	CMJ (cm)	25.55	25.31	-0.25	Wilcoxon	0.4077	No significativa
	SJ (cm)	24.46	24.45	-0.01	t de student	0.9629	No significativa
	IE (%)	4.51	3.54	-0.97	Wilcoxon	0.5171	No significativa
	VMPPB (m/s)	0.82	0.83	0.02	Wilcoxon	1.0	No significativa

Nota. VFC (variabilidad de la frecuencia cardiaca), RPE (percepción subjetiva del esfuerzo), CMJ (salto con contramovimiento), SJ (salto sin contramovimiento), IE (índice de elasticidad) y VMPPB (velocidad media propulsiva en press banca).

El atleta 2 mostró diferencias significativas en ambas variables fisiológicas (VFC, RPE) con disminuciones en microciclos de carga. En las variables de rendimiento no se observaron diferencias significativas.

Tabla 3

Comparación de resultados entre microciclos de carga y mantenimiento del Atleta 3

Atleta	Variable	Promedio Mantenimiento	Promedio Carga	Diferencia (Carga – Mantenimiento)	Prueba Estadística	Valor p	Conclusión (Diferencia significativa)
3	VFC	8.08	8.45	0.38	Wilcoxon	0.0361	No significativa
	RPE	7.71	7.71	0.0	Wilcoxon	0.7397	No significativa
	CMJ (cm)	18.69	18.62	-0.07	Wilcoxon	0.49	No significativa
	SJ (cm)	17.55	17.65	0.09	t de student	0.715	No significativa
	IE (%)	6.53	5.54	-0.99	Wilcoxon	0.4653	No significativa
	VMPPB (m/s)	0.61	0.59	-0.02	Wilcoxon	0.875	No significativa

Nota. VFC (variabilidad de la frecuencia cardiaca), RPE (percepción subjetiva del esfuerzo), CMJ (salto con contramovimiento), SJ (salto sin contramovimiento), IE (índice de elasticidad) y VMPPB (velocidad media propulsiva en press banca).

El atleta 3 no mostró diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas en microciclos de carga y mantenimiento. Aunque se observó un ligero aumento en la VFC y variaciones en algunas otras variables, ninguna fue suficiente para considerarse significativa.

Tabla 4

Comparación de resultados entre microciclos de carga y mantenimiento del Atleta 4

Atleta	Variable	Promedio Mantenimiento	Promedio Carga	Diferencia (Carga – Mantenimiento)	Prueba Estadística	Valor p	Conclusión (Diferencia significativa)
4	VFC	8.87	8.6	-0.27	Wilcoxon	0.2878	No significativa
	RPE	7.79	7.64	-0.14	Wilcoxon	0.5637	No significativa
	CMJ (cm)	24.56	25.47	0.91	Wilcoxon	0.0166	Diferencia significativa
	SJ (cm)	23.98	24.54	0.56	t de student	0.1178	No significativa
	IE (%)	2.44	3.85	1.41	Wilcoxon	0.1937	No significativa
	VMPPB (m/s)	1.06	1.04	-0.01	Wilcoxon	0.875	No significativa

Nota. VFC (variabilidad de la frecuencia cardiaca), RPE (percepción subjetiva del esfuerzo), CMJ (salto con contramovimiento), SJ (salto sin contramovimiento), IE (índice de elasticidad) y VMPPB (velocidad media propulsiva en press banca).

El atleta 4 mostró una mejora significativa en CMJ en microciclos de carga mientras que, en las demás variables analizadas, no se observaron diferencias significativas.

Tabla 5

Comparación de resultados entre microciclos de carga y mantenimiento del Atleta 5

Atleta	Variable	Promedio Mantenimiento	Promedio Carga	Diferencia (Carga – Mantenimiento)	Prueba Estadística	Valor <i>p</i>	Conclusión (Diferencia significativa)
5	VFC	8.07	7.84	-0.23	Wilcoxon	0.231	No significativa
	RPE	7.38	7.06	-0.31	Wilcoxon	0.5056	No significativa
	CMJ (cm)	20.61	20.65	0.04	Wilcoxon	0.8885	No significativa
	SJ (cm)	19.86	19.58	-0.29	t de student	0.2939	No significativa
	IE (%)	3.8	5.51	1.71	Wilcoxon	0.104	No significativa
	VMPPB (m/s)	0.84	0.9	0.06	Wilcoxon	0.125	No significativa

Nota. VFC (variabilidad de la frecuencia cardíaca), RPE (percepción subjetiva del esfuerzo), CMJ (salto con contramovimiento), SJ (salto sin contramovimiento), IE (índice de elasticidad) y VMPPB (velocidad media propulsiva en press banca).

El atleta 5 no mostró diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas, aunque se observa un ligero aumento en el IE y VMPPB, no fueron suficientes para alcanzar significancia.

Tabla 6

Comparación de resultados entre microciclos de carga y mantenimiento del Atleta 6

Atleta	Variable	Promedio Mantenimiento	Promedio Carga	Diferencia (Carga - Mantenimiento)	Prueba Estadística	Valor <i>p</i>	Conclusión (Diferencia significativa)
6	VFC	9.83	9.88	0.05	Wilcoxon	0.6937	No significativa
	RPE	6.3	5.8	-0.5	Wilcoxon	0.1919	No significativa
	CMJ (cm)	21.86	22.01	0.14	Wilcoxon	0.3942	No significativa
	SJ (cm)	21.31	21.35	0.04	t de student	0.8683	No significativa
	IE (%)	2.61	3.11	0.5	Wilcoxon	0.5695	No significativa
	VMPPB (m/s)	1.09	1.12	0.04	Wilcoxon	0.25	No significativa

Nota. VFC (variabilidad de la frecuencia cardiaca), RPE (percepción subjetiva del esfuerzo), CMJ (salto con contramovimiento), SJ (salto sin contramovimiento), IE (índice de elasticidad) y VMPPB (velocidad media propulsiva en press banca).

El atleta 6 no mostró diferencias significativas en variables fisiológicas ni de rendimiento, se observan variaciones mínimas en todas las variables en microciclos de carga y de mantenimiento.

En los resultados que se obtuvieron de los atletas en respuesta a los microciclos de carga y de mantenimiento, se observa que las principales diferencias significativas se encuentran en las variables fisiológicas, como son la percepción subjetiva del esfuerzo mediante la RPE y la VFC, las cuales mostraron diferencias significativas entre cada tipo de microciclo en el 33.3% de los atletas evaluados.

Por otro lado, las evaluaciones de rendimiento neuromuscular, como lo son el CMJ, SJ, índice de elasticidad y la velocidad de ejecución en press banca, no mostraron diferencias significativas entre cada tipo de microciclo, el índice de elasticidad se vio reducido en microciclos de carga, pero no al grado de concluir que fue significativo el cambio.

Discusión

Los resultados obtenidos permiten una reflexión más profunda sobre el impacto diferencial de las variables fisiológicas y neuromuscula-

res durante un periodo competitivo en tenistas juveniles. El descenso en la variabilidad de la frecuencia cardíaca y el aumento en la percepción subjetiva del esfuerzo reflejan una respuesta aguda al incremento en las cargas de entrenamiento y competencia, validando la sensibilidad de estas herramientas como marcadores del estado de fatiga. Estos indicadores permiten a los entrenadores identificar precozmente fases de sobrecarga y anticipar ajustes en la programación del entrenamiento, contribuyendo a la preservación del rendimiento.

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con varias investigaciones donde resaltan que la carga interna en el deportista tiene una mayor sensibilidad a los cambios de volumen e intensidad de entrenamiento (Halsón, 2014a; Cerda & Henríquez-Olguín, 2014), donde expresan que herramientas como el RPE funcionan para detectar posibles alteraciones en el estado del atleta antes de que se vean reflejadas en el rendimiento, de igual manera, la VFC resulta un método confiable para indicar el estrés fisiológico, detectando alteraciones en el Sistema Nervioso Autónomo ante elevaciones en las cargas del entrenamiento, lo que coincide con el comportamiento observado en un porcentaje de los atletas evaluados en esta investigación.

La literatura en deportes intermitentes también respalda esta interpretación. Ferioli et al. (2018) observaron que, a pesar del incremento progresivo de la carga durante el periodo preparatorio en baloncesto, las mediciones de salto vertical derivadas del CMJ mostraron cambios mínimos, mientras que la carga interna sí se asoció con alteraciones en la potencia. Esto coincide plenamente con los resultados del presente estudio, donde las variables fisiológicas fueron más sensibles que las neuromusculares para diferenciar entre microciclos de carga y mantenimiento. Así, se refuerza la idea de que los indicadores de carga interna (RPE, VFC) deben considerarse prioritarios para el monitoreo de la fatiga en deportes de raqueta, al reflejar de manera más directa el estado del sistema nervioso autónomo y la percepción de esfuerzo del atleta.

Los resultados también concuerdan con interpretaciones previas sobre la progresión de la fatiga en deportes como el tenis. Davey et al. (2002), Gescheit et al. (2015) y Reid & Duffield (2014) han demostrado que la fatiga acumulada afecta principalmente variables fisiológicas y perceptuales antes que el rendimiento neuromuscular explosivo. La ausencia de cambios significativos en CMJ, SJ o índice de elasticidad

podría indicar que los tenistas evaluados lograron mantener la capacidad de salto y de aprovechamiento de la energía elástica, incluso bajo cargas elevadas, lo cual puede atribuirse a adaptaciones generadas durante los periodos preparatorios previos.

Por otro lado, algunas investigaciones sobre la fatiga neuromuscular (Enoka & Stuart, 1992; González-Badillo et al., 2017) expresan que la pérdida de fuerza es inevitable por condiciones de sobrecarga acumulada o falta de tiempo de recuperación. En este estudio, se observó un mantenimiento de los valores en CMJ, SJ, índice de elasticidad y en velocidad de ejecución en press banca tanto en microciclos de carga como de mantenimiento, esto podría deberse al periodo de entrenamiento que se evaluó ya que, al ser el periodo competitivo, el atleta logra adaptarse de mejor manera a las cargas del entrenamiento a comparación de los periodos general y específico.

Desde una perspectiva práctica, la combinación de indicadores fisiológicos y neuromusculares en un modelo integrado de monitoreo proporciona un enfoque más robusto y completo para la regulación de las cargas de entrenamiento. La implementación de este modelo no solo favorece la prevención de la fatiga excesiva y las lesiones, sino que permite optimizar el rendimiento mediante ajustes precisos e individualizados en las cargas de trabajo.

Finalmente, este estudio resalta la importancia del monitoreo longitudinal y la evaluación continua como estrategia esencial en el tenis juvenil de competencia, donde la variabilidad en el calendario de partidos y entrenamientos exige un control dinámico de la preparación física del atleta, lo cual lograría disminuir el riesgo de sobrecarga, optimizar el rendimiento y mantener la disponibilidad competitiva de los atletas.

Futuras investigaciones deberían considerar un mayor número de atletas en la muestra, además se recomienda realizar un análisis durante todo el macrociclo de entrenamiento, esto para observar la adaptación del deportista y el comportamiento de los valores en los distintos periodos del entrenamiento, y así poder comparar también los resultados con microciclos de carga, mantenimiento y descarga.

Conclusión

El presente estudio tuvo como objetivo interpretar el índice de fatiga y elasticidad en tenistas juveniles de nivel competitivo, analizando

variables fisiológicas y de rendimiento a lo largo de microciclos de carga y mantenimiento durante el periodo competitivo. Los resultados obtenidos permiten concluir que las variables asociadas a la carga interna, como la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) y la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), fueron las más sensibles para reflejar las fluctuaciones en las cargas de entrenamiento, mostrando respuestas claras ante los cambios en la exigencia física.

Por el contrario, las variables neuromusculares, como la velocidad de ejecución en press banca, el salto CMJ y SJ, y el índice de elasticidad, permanecieron estables en la mayoría de los atletas, sin presentar diferencias significativas entre microciclos. Esta estabilidad sugiere una adecuada tolerancia neuromuscular y un nivel de adaptación favorable de los deportistas frente a las cargas típicas del periodo competitivo.

Los hallazgos obtenidos permiten confirmar la hipótesis planteada en el estudio, evidenciando que el índice de fatiga y elasticidad constituye una herramienta útil para la regulación de las cargas de entrenamiento y la optimización del rendimiento deportivo en tenistas juveniles. El monitoreo conjunto de indicadores fisiológicos y de rendimiento permite anticipar estados de fatiga o sobrecarga, favoreciendo ajustes precisos en la programación del entrenamiento, contribuyendo así a mantener el rendimiento competitivo y reducir el riesgo de fatiga acumulada o lesiones.

Se recomienda implementar protocolos sistemáticos de evaluación y seguimiento utilizando variables de carga interna y externa como base para el diseño individualizado de los programas de entrenamiento en atletas jóvenes de deportes de raqueta.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a la Universidad Autónoma de Nuevo León y a la Facultad de Organización Deportiva por brindar la formación y los recursos necesarios para la realización de esta investigación.

Este trabajo fue posible gracias a la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por su apoyo y su confianza que fueron fundamentales para poder completar la investigación.

Referencias

- Bosco, C. (1994). La valoración de la fuerza con el test de Bosco. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=149322>
- Castellanos Fajardo, R., & Pulido Rull, M. A. (2009). Validez y confiabilidad de la escala de esfuerzo percibido de Borg. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 14(1), 169-177.
- Cárdenas, D., Conde-González, J., & Perales, J. C. (2017). La fatiga como estado motivacional subjetivo. *Revista Andaluza De Medicina Del Deporte*, 10(1), 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2016.04.001>
- Cerda, H., & Henríquez-Olguín, C. (2014). Variabilidad del ritmo cardiaco y ejercicio físico. *Dialnet*, 5(2), <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8019562> 122-140.
- Davey, P.R., Thorpe, R.D. y Williams, C. (2002). Fatigue decreases skilled tennis performance. *Journal of Sports Sciences*, 20, 311-318
- Díaz, H., & Pablo, E. (2007). Flexibilidad: Evidencia Científica y Metodología del Entrenamiento. *PubliCE Standard*. <https://g-se.com/es/fisiologia-delejercicio/articulos/flexibilidad-evidencia-ciencia-y-metodologia-delentrenamiento-789>
- Eichenholz, A. (2023). *Así funciona el ATP Tour | ATP Tour | Tennis. ATP Tour*. <https://www.atptour.com/es/news/tennis-explained-atp-49tour#:~:text=Hay%20cuatro%20niveles%20de%20torneos,otorgan%202.000%20puntos%20al%20ganador>.
- Enoka, R. M., & Stuart, D. G. (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 72(5), 1631-1648. <https://doi.org/10.1152/jappl.1992.72.5.1631>
- Feroli, D., Bosio, A., Bilsborough, J. C., La Torre, A., Tornaghi, M., & Rampinini, E. (2018). The Preparation Period in Basketball: Training Load and Neuromuscular Adaptations. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, 13(8), 991-999. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0434>
- Gescheit, D. T., Cormack, S. J., Reid, M., & Duffield, R. (2015). Consecutive days of prolonged tennis match play: performance, physical, and perceptual responses in trained players. *International journal of sports physiology performance*, 10(7), 913-920. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0329>
- Gonzalez-Badillo, J., Sanchez-Medina, L., Pareja-Blanco, F., & Ro-

- dríguez-Rosell, D. (2017). *La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de fuerza*.
- Halson, S. L. (2014a). Monitoring fatigue and recovery. *Sports Science Exchange*, 27(135), 1–6.
- Halson S. L. (2014b). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 44 Suppl 2(Suppl 2), S139–S147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- International Tennis Federation. (2025). *Rules and Regulations*. <https://www.itftennis.com/en/about-us/governance/rules-and-regulations/>
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J. M., Morales-Álamo, D., Pérez-Suárez, I., Calbet, J. a. L., & González-Badillo, J. J. (2016). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(7), 724–735. <https://doi.org/10.1111/sms.12678>
- Reid, M., & Duffield, R. (2014). The development of fatigue during match-play tennis. *British journal of sports medicine*, 48 Suppl 1(Suppl 1), i7–i11. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093196>
- Rojas Guevara, H. A. (2018). Evaluación de la potencia, capacidad anaeróbica e índice de fatiga en jugadoras de fútbol sala, categorías mayores, antes y después del período preparatorio. *Expomotricidad*. Recuperado a partir de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/expomotricidad/article/view/331918>
- Rota, S., & Hautier, C. (2012). Influencia de la Fatiga en la Actividad Muscular y el Rendimiento del Miembro Superior. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 20(58), 7–10. <https://doi.org/10.52383/itfcoaching.v20i58.424>
- Task Force (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Circulation*, 93(5), 1043–1065.

Capítulo 5.

Ansiedad Competitiva en Deportistas Universitarios: Niveles y Diferencias por Sexo con la Escala SAS-2 (versión española)

Kathryn Valenzuela Mendoza, Maritza Delgado-Herrada y Jorge Zamarripa

Resumen

El objetivo de este estudio fue examinar los niveles de ansiedad competitiva y las diferencias por sexo en deportistas universitarios mediante la escala SAS-2; adicionalmente, evaluar la consistencia interna de sus subescalas. Se realizó un estudio transversal con una muestra de 669 deportistas. Para la recolección de datos se aplicó la escala SAS-2 (15 ítems), que evalúa tres dimensiones: ansiedad somática, preocupación y desconcentración. Se obtuvieron estadísticos descriptivos, así como los coeficientes de fiabilidad α y ω . Se compararon las medias por sexo, incluyendo el cálculo de tamaños de efecto. Los resultados muestran una fiabilidad adecuada donde obtuvimos un alfa de cronbach y un ω de McDonald de .80 en la subescala somática, .92 para preocupación y .91 para desconcentración. Las mujeres obtuvieron una puntuación de 2.05 para la subescala de ansiedad somática siendo esta mayor que los hombres, de igual forma las mujeres obtuvieron 3.01 para la escala de preocupación y los hombres de 2.67, en la subescala de desconcentración no se encontraron diferencias significativas ya que las mujeres obtuvieron 1.88 y los hombres 1.84. En conclusión, las mujeres presentan niveles más elevados que los hombres en las subescalas evaluadas. Esta evidencia sugiere diferencias según el sexo en la manera en que se manifiestan y regulan las respuestas emocionales.

Palabras clave: Ansiedad competitiva, deporte, psicología deportiva, bienestar, salud

Introducción

Ansiedad

La ansiedad en el ámbito deportivo es una respuesta emocional compleja que puede influir significativamente en el rendimiento de los deportistas. Esta condición se caracteriza por una combinación de nerviosismo, inquietud y tensión, que puede afectar tanto al cuerpo como a la mente. Aunque es natural sentir cierta presión antes de una competencia, cuando esta sensación se vuelve persistente o desproporcionada, puede convertirse en un obstáculo para el desempeño (Bukhari et al., 2021). La ansiedad deportiva no solo está presente en los momentos clave de competición, sino que también puede manifestarse durante los entrenamientos, afectando la preparación del deportista y su confianza (Conde-Ripoll et al., 2024). En este contexto, es fundamental comprender cómo la ansiedad puede impactar en el rendimiento y explorar estrategias para su manejo efectivo.

Podemos definir a la ansiedad como un estado emocional que se caracteriza por tensión es una reacción normal que se activa ante una amenaza o un peligro (Martens, 1977; Spielberger, 1996). La ansiedad es también una emoción que todos hemos experimentado en algún momento de nuestra vida en distintas escalas, cuando alguien tiene ansiedad, produce una reacción psicofisiológica de activación intensa del sistema nervioso central y de todo el organismo.

La ansiedad es un fenómeno psicológico complejo que afecta a una gran parte de la población, incluidas las personas involucradas en el deporte. Este trastorno se caracteriza por un estado de preocupación constante, tensión y malestar, lo que puede interferir significativamente con el rendimiento deportivo. Según la American Psychological Association (2023), la ansiedad puede ser desencadenada por factores tanto internos como externos, que van desde la presión por obtener resultados hasta problemas personales. La relación entre la ansiedad y el deporte es multifacética, y entenderla es esencial para promover la salud mental y el bienestar de los deportistas.

Un aspecto clave que se ha investigado es el impacto del perfeccionismo en la ansiedad de los deportistas. Muchos deportistas establecen estándares extremadamente altos para sí mismos, lo que puede llevar a una insatisfacción crónica y una sensación de fracaso si no se cumplen esas expectativas. Este perfeccionismo no solo disminuye el rendimien-

to, sino que también puede dar lugar a problemas de salud mental, incluida la ansiedad y la depresión (Elliott, 2020). A medida que los deportistas luchan por equilibrar estas expectativas con la realidad de la competencia, pueden experimentar un aumento en los niveles de ansiedad, lo que a su vez puede afectar su desempeño y satisfacción general en el deporte.

Es por eso que, las lesiones son otro factor crítico que puede contribuir a la ansiedad en los deportistas. La experiencia de una lesión puede ser devastadora, no solo físicamente, sino también emocionalmente. La incertidumbre sobre la recuperación y el miedo a reintegrarse a la competencia pueden provocar altos niveles de estrés y ansiedad (Ferguson et al., 2023). La presión social para volver a competir rápidamente, combinada con el dolor de la rehabilitación, puede agravar aún más esta situación, creando un ciclo de ansiedad que puede ser difícil de romper. Por tanto, es fundamental que los programas de atención a la salud mental en el deporte incluyan componentes específicos para manejar estos desafíos.

La transición entre diferentes etapas de la carrera deportiva, como pasar de ser un atleta amateur a profesional, también puede ser un momento de gran ansiedad. Los deportistas jóvenes que obtienen becas deportivas en universidades, por ejemplo, pueden sentir una presión intensa para sobresalir en un entorno competitivo. Esta presión no solo proviene de ellos mismos, sino también de entrenadores, familiares y medios de comunicación (Gulliver et al., 2021).

Para abordar la ansiedad en los deportistas de manera efectiva, se recomienda establecer un marco de intervención temprana que incluya la promoción de la salud mental. Este enfoque debe ser integral y considerar factores como la educación en salud mental, la identificación temprana de síntomas de ansiedad y el desarrollo de habilidades de afrontamiento (Haggerty y Mrazek, 1994).

Los programas que enseñan técnicas de manejo del estrés, como la atención plena y la autocompasión, pueden ser particularmente beneficiosos para ayudar a los deportistas a manejar la ansiedad. Por supuesto, fomentar relaciones saludables con entrenadores y compañeros de equipo puede proporcionar un sistema de apoyo crítico que les ayude a navegar por sus experiencias.

Desde esta definición, en el contexto deportivo, se puede identificar un fenómeno conocido como Ansiedad Precompetitiva. Esta forma de

ansiedad se presenta en los deportistas tanto en las 24 horas anteriores a una competencia como durante el mismo evento. Según lo expuesto por López-Walle et al. (2015), este tipo de ansiedad puede influir en el rendimiento y en la experiencia general del deportista en el evento competitivo.

El investigador Martens, en su trabajo de 1977, se destacó como uno de los pioneros en abordar la ansiedad como un rasgo específico del ámbito deportivo. En su estudio, definió la ansiedad precompetitiva como un estado emocional que tiende a manifestarse de manera sistemática en el periodo previo a la competencia y durante el desarrollo de la misma. Esta comprensión temprana de la ansiedad en los deportistas ha permitido a los investigadores y entrenadores reconocer la importancia de gestionar estos sentimientos para optimizar el rendimiento y el bienestar del deportista.

A pesar de que actualmente se tiene mucha información al respecto de la ansiedad sigue siendo un tema complejo y muy aplo, (Virues, 2005) define la ansiedad como una respuesta emocional que se presenta en una persona ante situaciones que interpreta o percibe como amenazantes o peligrosas, aunque en realidad no se pueden valorar como tal, esta manera de reaccionar de forma no adaptativa, hace que la ansiedad sea nociva porque es excesiva y fuerte". (Ramos y Carrillo, 2018).

En una investigación realizada por Defreese y Smith (2013), se destaca que los comportamientos del entrenador tienen un impacto significativo en la motivación y el bienestar de los atletas. Estos hallazgos indican que un ambiente de apoyo y una comunicación efectiva del entrenador pueden reducir la ansiedad y fomentar una mayor resiliencia mental en los deportistas.

Ansiedad Competitiva

A medida que los atletas se preparan para una competición, diversos factores pueden contribuir a la generación de ansiedad competitiva. La presión por el rendimiento, ya sea impuesta internamente o externamente, puede intensificarse en momentos críticos, como finales de campeonato o evaluaciones de selección.

Según el modelo de ansiedad de competitivo de Martens (1990), la ansiedad se compone de dos dimensiones: la ansiedad cognitiva, que

involucra preocupaciones sobre el rendimiento, y la ansiedad somática, que se refiere a las reacciones fisiológicas, como la taquicardia y la tensión muscular. Esta distinción es crucial para entender cómo los atletas experimentan y manejan su ansiedad, ya que diferentes deportes pueden requerir diferentes enfoques para la preparación mental.

La investigación ha demostrado que la ansiedad competitiva no solo afecta el rendimiento, sino que también puede influir en la salud mental a largo plazo de los deportistas. Por ejemplo, un estudio realizado por Nicholls et al. (2016) encontró que los deportistas que experimentan niveles elevados de ansiedad competitiva son más propensos a desarrollar trastornos de ansiedad y depresión.

Este hallazgo subraya la importancia de implementar intervenciones psicológicas que no solo aborden el rendimiento inmediato, sino que también se centren en el bienestar general del deportista. Programas de entrenamiento en habilidades de afrontamiento, como la atención plena y la reestructuración cognitiva, han demostrado ser efectivos en la reducción de la ansiedad competitiva (Birrer et al., 2012).

Un aspecto esencial en el manejo de la ansiedad competitiva es el apoyo social, que puede moderar los efectos negativos de la ansiedad. Los entrenadores, compañeros de equipo y familiares juegan un papel fundamental en proporcionar un entorno de apoyo que permita a los deportistas sentirse seguros y respaldados. Según un estudio de Galli y Reel (2009), la percepción de apoyo social se asocia significativamente con niveles más bajos de ansiedad y un mayor bienestar en los deportistas. Esto sugiere que fomentar relaciones saludables en el ámbito deportivo no solo mejora la experiencia competitiva, sino que también contribuye al desarrollo de una mentalidad resiliente frente a la presión. Al abordar la ansiedad competitiva de manera proactiva, se puede promover un ambiente donde los atletas no solo tengan éxito en su deporte, sino que también mantengan su salud mental y bienestar a largo plazo.

Ansiedad Precompetitiva

La ansiedad precompetitiva es un fenómeno psicológico común entre los deportistas, caracterizado por un aumento en los niveles de nerviosismo y preocupación antes de una competición. Este tipo de ansiedad puede manifestarse a través de síntomas físicos y emociona-

les, como palpitaciones, sudoración y pensamientos intrusivos sobre el rendimiento. Según el modelo de ansiedad competitiva de Martens (1990), la ansiedad precompetitiva se compone de dos dimensiones: la ansiedad cognitiva, relacionada con la preocupación por el rendimiento, y la ansiedad somática, que implica las respuestas fisiológicas al estrés.

Cuando los deportistas se enfrentan a una competencia inminente, diversas variables pueden contribuir a la intensidad de la ansiedad precompetitiva. La presión para obtener resultados, tanto de fuentes internas como externas, puede exacerbar la ansiedad. De hecho, un estudio de Gustafsson et al. (2016) señala que los deportistas que sienten expectativas elevadas de sus entrenadores, compañeros o incluso de sí mismos tienden a experimentar niveles más altos de ansiedad. Esta presión puede ser particularmente intensa en deportes de equipo, donde el rendimiento de un individuo puede influir en el resultado del grupo. Por tanto, los programas de preparación mental deben abordar cómo manejar estas expectativas y promover un enfoque saludable hacia la competencia.

La anticipación de la competición también juega un papel crucial en la experiencia de ansiedad precompetitiva. Los deportistas suelen experimentar una variedad de emociones al acercarse a una competencia, desde la excitación hasta el miedo al fracaso. Según el estudio de Kagan y Kagan (2019), la percepción de la competencia y la forma en que los deportistas interpretan los desafíos pueden influir en sus niveles de ansiedad.

Los deportistas que ven la competición como una oportunidad para demostrar sus habilidades y disfrutar del deporte tienden a experimentar menos ansiedad que aquellos que la perciben como una amenaza. Esto sugiere que cultivar una mentalidad positiva y un enfoque orientado al crecimiento puede ser beneficioso para la regulación de la ansiedad precompetitiva.

Por ejemplo, las estrategias de afrontamiento son fundamentales para manejar la ansiedad precompetitiva de manera efectiva. Investigaciones han demostrado que la implementación de técnicas de relajación, visualización y atención plena puede ayudar a los deportistas a reducir la ansiedad y mejorar su rendimiento (Birrer et al., 2012). La atención plena, en particular, ha sido objeto de estudio por su capacidad para mantener a los deportistas centrados en el presente, evitando que se

distraigan con pensamientos ansiosos sobre el futuro. En este sentido, los entrenadores deben ser conscientes de la importancia de enseñar y fomentar estas habilidades en sus atletas, ya que pueden proporcionar herramientas valiosas para enfrentar la ansiedad precompetitiva.

Es imprescindible tomar en cuenta el papel del apoyo social en la gestión de la ansiedad precompetitiva. La calidad de las relaciones entre entrenadores, compañeros de equipo y familiares puede influir significativamente en cómo los deportistas manejan su ansiedad. Según un estudio de Galli y Reel (2009), los deportistas que perciben un fuerte apoyo social tienden a experimentar menos ansiedad y a tener una mejor adaptación emocional a las demandas competitivas. Por lo tanto, fomentar un ambiente de apoyo en el ámbito deportivo no solo puede ayudar a mitigar la ansiedad, sino que también contribuye a una experiencia competitiva más positiva y enriquecedora para todos los involucrados.

Cualquier situación a la que se enfrenta una persona puede generar diversos grados de ansiedad, y el ámbito deportivo no es la excepción. La ansiedad, particularmente en el contexto de la competencia, puede tener consecuencias significativas que afectan tanto el presente como el futuro de los atletas. Esta condición no solo influye en el rendimiento deportivo, sino que también puede impactar negativamente en la autoestima y la valoración personal del individuo, lo que, a su vez, puede comprometer su continuidad en la práctica deportiva (Ramos et al., 2018). De esta manera, es fundamental entender cómo la ansiedad competitiva se manifiesta y qué efectos puede tener en los deportistas, especialmente en momentos cruciales de competencia.

La ansiedad competitiva se compone de dos dimensiones principales: la ansiedad cognitiva y la ansiedad somática. La ansiedad cognitiva se refiere a las preocupaciones y pensamientos negativos que un atleta puede experimentar respecto a su rendimiento y los resultados esperados. Esta forma de ansiedad se caracteriza por la percepción distorsionada de la realidad, donde el deportista puede anticipar fracasos o evaluaciones negativas, lo que incrementa su estrés y presión (Pozo, 2008). Por lo tanto, la comprensión de estos aspectos psicológicos es esencial para implementar estrategias que mitiguen estos sentimientos y favorezcan una mentalidad positiva durante las competencias.

Entre las características más destacadas de la ansiedad competitiva se encuentra la disminución del rendimiento, un fenómeno bien do-

cumentado en la literatura. Cuando los deportistas experimentan altos niveles de ansiedad, suelen someterse a un intenso cuestionamiento interno, lo que puede llevar a una autocrítica destructiva y a una disminución de la confianza en sus habilidades (Pozo, 2007). Este proceso de autoevaluación negativa no solo afecta su rendimiento inmediato, sino que también puede generar un ciclo de ansiedad que se retroalimenta, afectando la confianza y la motivación a largo plazo.

La concentración es un aspecto crítico en el desempeño deportivo, y la ansiedad competitiva puede dificultar gravemente esta habilidad. Cuando un deportista está abrumado por la ansiedad, su capacidad para enfocarse en aspectos clave del rendimiento se ve comprometida. Esto puede traducirse en dificultades para pensar con claridad y tomar decisiones acertadas durante la competencia (Grossbard, 2009). La importancia de una buena concentración se refleja en la capacidad del atleta para adaptarse a situaciones cambiantes y responder efectivamente a los desafíos que se presentan en el contexto competitivo.

Además, se ha encontrado que altos niveles de ansiedad competitiva están relacionados con un bajo rendimiento y una disminución del disfrute durante la participación en actividades deportivas, tanto en adultos como en niños. Esta relación ha sido documentada en investigaciones que sugieren que la ansiedad no solo afecta el rendimiento, sino que también puede restar valor a la experiencia deportiva, convirtiendo lo que debería ser una actividad placentera en una fuente de estrés y desmotivación (Scanlan et al., 2005). Así, es crucial desarrollar un enfoque integral que contemple no solo el rendimiento deportivo, sino también el bienestar psicológico de los atletas, promoviendo entornos que fomenten la salud mental y el disfrute en la práctica deportiva. Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar las propiedades psicométricas de la Escala de Ansiedad Competitiva-2 (SAS-2) y analizar los niveles de ansiedad en deportistas universitarios.

Material y Método

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo no experimental, ya que no se manipularon deliberadamente las variables del estudio, sino que se observaron y analizaron tal como se manifestaron en los deportistas universitarios. Así mismo, el diseño se clasificó como descriptivo-comparativo y transversal, debido a que se

busco caracterizar los niveles de ansiedad competitiva y comparar los resultados en función del sexo de los participantes, en un solo momento de recolección de datos.

Participantes

El tamaño de la muestra se estimó a través de la calculadora de tamaño de muestra a priori para modelos de ecuaciones estructurales de Soper (2024). Considerando una potencia estadística de .90 con un total de cinco variables latentes y 18 variables observadas, empleando un nivel de significancia de .05. Se recomendó un tamaño de muestra óptimo de 188 personas, por lo que la muestra final estuvo conformada por 669 deportistas integrantes de equipos representativos de una universidad del norte de México, (51% mujeres, $n = 342$; 49% hombres, $n = 327$), con edades comprendidas entre 15 y 22 años ($M = 19.44$; $DE = 2.63$), quienes participaban en un total de 34 disciplinas deportivas. En el caso de los participantes menores de edad, previo a la aplicación del cuestionario se solicitó el consentimiento informado correspondiente, el cual fue aceptado mediante una casilla electrónica habilitada en el propio instrumento. Este procedimiento aseguró que los tutores autorizaran la participación antes de que los estudiantes completaran el cuestionario, en apego a las normas éticas de investigación con seres humanos (American Psychological Association APA, 2020).

El muestreo fue de tipo no probabilístico por conveniencia, dado que se seleccionaron a los deportistas disponibles de una Universidad del norte de México, reconocida por su trayectoria en el ámbito deportivo.

Instrumento

Ansiedad

Para la evaluación de la ansiedad competitiva en deportistas, se empleó la escala desarrollada por Ramis et al. (2010), titulada “Adaptación y validación de la versión española de la Escala de Ansiedad Competitiva SAS-2 para deportistas de iniciación”. Este instrumento comprende un total de 15 ítems, organizados en tres secciones que permiten la valoración de distintos componentes de la ansiedad competitiva: la ansiedad somática, la preocupación y la desconcentración.

Entre las preguntas formuladas en la escala se incluyen afirmaciones como: “Antes o mientras juego o compito, siento que mi cuerpo está tenso”, “Me preocupa no competir o jugar tan bien como soy capaz” y “Pierdo la concentración en el partido o en la competición”. Estas preguntas están diseñadas para captar la experiencia subjetiva de los deportistas en relación con la ansiedad que sienten antes y durante su desempeño deportivo. La escala fue aplicada en español y utiliza un formato tipo Likert de 1 (nada) a 5 (mucho) para que los participantes indiquen el grado en que cada afirmación se ajusta a su experiencia. En el presente estudio, la escala mostró niveles adecuados de consistencia interna, con un coeficiente alfa de Cronbach superior a 0.80, lo que respalda la fiabilidad de las respuestas obtenidas en la muestra analizada.

Diseño y Procedimiento

Para la recolección de datos, se contactó previamente a la coordinación de deportes de una Universidad del norte del país que se destaca en el ámbito deportivo con una capacidad de formar equipos altamente competitivos. Se procedió a contactar a los entrenadores para comunicarles nuestro proyecto de investigación. En esta comunicación, se les proporcionó información detallada sobre los objetivos y procedimientos de la investigación, con el fin de obtener su consentimiento para participar. La selección de los participantes se llevó a cabo mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando a los deportistas que integraban los equipos representativos disponibles en el momento de la aplicación. A los participantes se les explicó que su colaboración era voluntaria, que sus respuestas serían tratadas de manera confidencial y que no existían respuestas correctas o incorrectas, invitándolos a contestar con sinceridad.

La aplicación de la encuesta se realizó de forma electrónica, utilizando un enlace generado por el programa QuestionPro, lo que permitió una recolección de datos eficiente y sistemática entre los participantes seleccionados.

Este enfoque metodológico no solo garantiza la recolección de datos precisos y fiables, sino que también asegura que los resultados obtenidos sean representativos de la población de estudio, contribuyendo al conocimiento sobre la ansiedad competitiva en el contexto deportivo.

Los cuestionarios fueron completados de manera individual en au-

sencia del entrenador. Este proceso tuvo una duración promedio de 15 minutos aproximadamente por encuesta. Durante la aplicación de los cuestionarios, el investigador principal estuvo presente para resolver cualquier duda que pudiera surgir, asegurando así la claridad en las respuestas.

Análisis de Datos

Los datos fueron procesados utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics v31, y se realizaron análisis complementarios con JASP v0.95 y Jamovi v2.7.5. Se calcularon estadísticos descriptivos, incluyendo media, desviación estándar, asimetría y curtosis, con el fin de caracterizar los niveles de ansiedad competitiva y sus tres dimensiones: ansiedad somática, preocupación y desconcentración. Para evaluar las diferencias entre sexos, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes. La consistencia interna del instrumento se determinó mediante el coeficiente alfa de Cronbach y el omega de McDonald para cada subescala de la SAS-2, asegurando la fiabilidad de las mediciones empleadas.

Resultados

Estadísticos descriptivos

Tabla 1

Datos descriptivos generales por edad y sexo

	N	Mínimo	Máximo	Media
Edad	669	15	22	19
Mujer	342			
Hombre	327			

Nota. N = Total de la muestra.

Tabla 2

Datos descriptivos de los ítems y subescalas del instrumento “Ansiedad Competitiva (SAS-2)”

Ít.	Antes o mientras juego o compito...	<i>M</i>	(<i>DT</i>)	Asimetría	Curtosis	r^2
Somática						
2.	... siento que mi cuerpo está tenso	2.30	(.72)	.11	-.24	.520
6.	... siento un nudo en el estómago	1.86	(.78)	.62	-.10	.622
10.	...siento que mis músculos tiemblan	1.85	(.74)	.49	-.29	.564
12	... tengo el estómago revuelto	1.79	(.76)	.69	.05	.543
14.	... siento mis músculos tensos porque estoy nervioso	2.01	(.82)	.31	-.73	.639
Preocupación						
3.	...me preocupa no jugar o competir bien	2.84	(.95)	-.33	-.85	.785
5.	...me preocupa desilusionar a los demás (compañeros, entrenadores, padres, etc.)	2.67	(1.02)	-.17	-1.09	.750
8.	... me preocupa no competir o jugar todo lo bien que puedo	2.93	(.94)	-.50	-.68	.797
9.	...me preocupa competir o jugar mal	2.92	(.97)	-.47	-.80	.834
11.	...me preocupa «regarla» durante el partido o competición	2.84	(.96)	-.30	-.95	.803
Desconcentración						
1.	...me cuesta concentrarme en el partido o la competición	1.90	(.80)	.67	.06	.778
4.	...me cuesta centrarme en lo que se supone que tengo que hacer	1.94	(.82)	.68	.07	.758
7.	...pierdo la concentración en el partido o la competición	1.85	(.77)	.77	.44	.806
13.	...no puedo pensar con claridad durante el partido o competición	1.80	(.75)	.78	.50	.776
15.	...me cuesta concentrarme en lo que mi entrenador me ha pedido que haga	1.80	(.71)	.71	.59	.710

Nota. Ít = Número de Ítem; *M* = Media; *Dt* = Desviación Típica; r^2 = coeficiente de determinación.

Los estadísticos de media, desviación típica, asimetría y curtosis para cada uno de los ítems se muestran en la tabla 2. Las medias más altas corresponden a la subescala de preocupación ($M = 14.20$; DT

= 4.84) y las puntuaciones más bajas corresponden a la forma de desconcentración ($M = 9.29$; $DT = 3.85$), muy similares a la ansiedad somática ($M = 9.81$; $DT = 3.82$). Los ítems de las subescalas somática y desconcentración demuestran la asimetría en positivo, mientras que los de la subescala de preocupación lo hacen en negativo.

Tabla 3

Datos descriptivos de las subescalas del instrumento “Ansiedad Competitiva (SAS-2)”

Subescalas	M	Dt	Asimetría	Curtosis
Somática	1.97	.57	.44	.12
Preocupación	2.85	.84	-.35	-.76
Desconcentración	1.86	.66	.68	.42

Nota. M = Media; Dt = Desviación Típica

Tabla 4

Datos descriptivos de las subescalas del instrumento “Ansiedad Competitiva (SAS-2)” por sexo.

Subescalas	Sexo	M	Dt	Asimetría	Curtosis
Somática	Mujer	2.05	.56	.45	.11
	Hombre	1.88	.57	.48	.19
Preocupación	Mujer	3.01	.81	-.59	-.48
	Hombre	2.67	.84	-.14	-.81
Desconcentración	Mujer	1.88	.67	.61	.25
	Hombre	1.84	.65	.76	.65

Nota. M = Media; Dt = Desviación Típica

Las medias más altas corresponden para las mujeres en comparación con los hombres en cada una de las subescalas, pero es más significativa la diferencia en la subescala de Preocupación ($M = 3.01$; $DT = .81$) para las mujeres y ($M = 2.67$; $DT = .84$) para los hombres, demostrando que existe un poco más de tendencia de preocupación en las mujeres al ejercer algún deporte.

Tabla 5

Prueba T de Student de las subescalas del instrumento “Ansiedad Competitiva (SAS-2)”

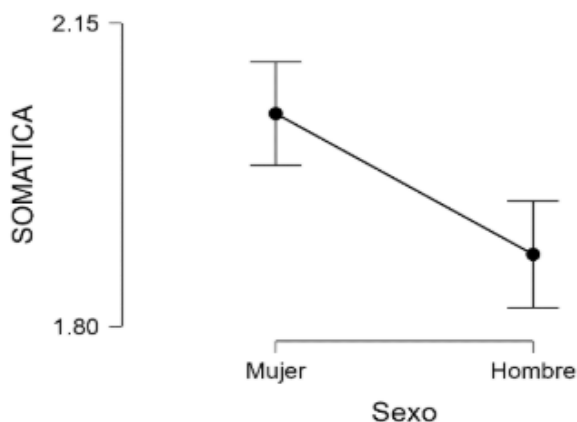
Subescalas	t	gl	p	d
Somática	3.73	667	< .001	.29
Preocupación	5.36	667	< .001	.42
Desconcentración	.91	667	.363	.07

Nota. t = T de student; gl = grados de libertad; d = Cohen´s d; p = valor de significancia.

Se realizaron pruebas t de Student para muestras independientes con el objetivo de analizar diferencias significativas entre hombres y mujeres en las subescalas del instrumento *Ansiedad Competitiva (SAS-2)*. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas en las subescalas de ansiedad somática, $t = 3.73$, $gl = 667$, $p < .001$, $d = .29$, y preocupación, $t = 5.36$, $p < .001$, $d = .42$, con tamaños del efecto pequeños a moderados (Cohen, 1988). En contraste, no se observaron diferencias significativas en la subescala de desconcentración, $t = .91$, $p = .363$, $d = .07$.

Figura 1

Subescala Somática por sexo.

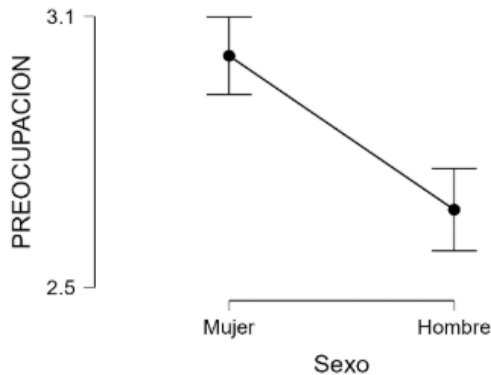


En la figura 1 se presentan las medias de la subescala somática según el sexo de los participantes. Las mujeres obtuvieron una media de

2.05, mientras que los hombres alcanzaron una media de 1.88. Esta diferencia sugiere que las mujeres reportan una mayor intensidad de síntomas somáticos en comparación con los hombres.

Figura 2

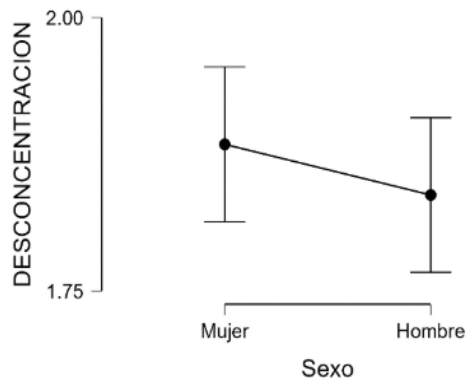
Subescala Preocupación por sexo.



La figura 2 muestra las medias de la subescala preocupación diferenciadas por sexo. Las mujeres presentaron una media de 3.01, en contraste con los hombres, quienes obtuvieron una media de 2.67. Esta diferencia indica que las mujeres experimentan niveles más altos de preocupación en comparación con los hombres.

Figura 3

Subescala Desconcentración por sexo.



En la figura 3 se ilustran las medias de la subescala desconcentración por sexo. Las mujeres obtuvieron una media de 1.88, mientras que los hombres alcanzaron una media de 1.84.

Análisis de Consistencia Interna

Tabla 6

Estadísticas de fiabilidad de las subescalas del instrumento de “Ansiedad Competitiva (SAS-2)”

Subescalas	Alfa de Cronbach	ω de McDonald
Somática	.80	.80
Preocupación	.92	.92
Desconcentración	.91	.91

Nota. ω = Omega;

Análisis de Consistencia Interna

El análisis de fiabilidad reveló que el alfa de Cronbach y el omega de McDonald’s para la subescala somática es de .80, para la subescala de preocupación .92 y para la subescala de desconcentración de .91. Todos ellos superan el valor criterio de .70 establecido por Nunnally (1978) para establecer una consistencia aceptable en el ámbito de la investigación en psicología. La eliminación de cualquiera de los ítems no representó mejora alguna sobre la fiabilidad de las subescalas, por lo que todas se mantienen íntegras para futuros análisis.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio muestran que existen diferencias en los niveles de ansiedad competitiva entre hombres y mujeres, particularmente en la subescala de preocupación, donde las mujeres presentaron puntajes más elevados que los hombres. En contraste, en las dimensiones somática y de desconcentración no se observaron diferencias significativas, lo que indica que ambos grupos experimentan niveles similares en estas manifestaciones de la ansiedad. Estos resultados sugieren que la preocupación cognitiva puede ser un factor más predominante en las mujeres al enfrentar situaciones competitivas,

mientras que las respuestas somáticas y desconcentración tienden a ser semejantes entre sexos.

Se observó que la subescala de preocupación presentó los niveles más altos en contraste con las demás, mientras que las dimensiones de ansiedad somática y desconcentración presentaron valores muy similares. Este hallazgo coincide con estudios recientes, en los que la preocupación se ha identificado como el componente cognitivo más intenso de la ansiedad competitiva y el que más se relaciona con la motivación y la orientación hacia las metas deportivas (Tomczak et al., 2022).

Estos hallazgos contribuyen a una mejor comprensión de los patrones diferenciales de afrontamiento entre hombres y mujeres en el contexto deportivo. Investigaciones recientes muestran que las mujeres tienden a utilizar con mayor frecuencia estrategias centradas en las emociones, tales como la búsqueda de apoyo social y la expresión emocional, mientras que los hombres suelen recurrir más a estrategias centradas en el problema, como la planificación y la acción directa frente a la situación estresante (Graves et al., 2021; Hess, 2025). Este contraste en las formas de afrontamiento permite entender por qué la experiencia de la ansiedad competitiva puede variar de acuerdo con el sexo, así como sus repercusiones en el bienestar psicológico y en el rendimiento deportivo. Reconocer estas diferencias es esencial para que las futuras líneas de investigación exploren los factores socioculturales y biológicos que influyen en la adopción de determinadas estrategias de afrontamiento.

Tras el análisis de los resultados obtenidos en este estudio, se concluye que la ansiedad competitiva es un fenómeno común entre los deportistas y puede influir en su rendimiento y bienestar. Un estudio de Martens et al. (1990) desarrolló la Escala de Ansiedad Competitiva, utilizando una muestra de 150 atletas. El objetivo del estudio fue examinar la relación entre la ansiedad competitiva y el rendimiento deportivo. Los hallazgos sugieren que los niveles altos de ansiedad pueden afectar negativamente el rendimiento, subrayando la importancia de gestionar la ansiedad en entornos competitivos.

En un estudio más reciente, Hill et al. (2010) analizaron la relación entre la ansiedad competitiva y la autoconfianza en deportistas élite. La muestra consistió en 100 deportistas de alto rendimiento. Los resultados indicaron que una mayor autoconfianza se asocia con niveles

más bajos de ansiedad competitiva, lo que sugiere que los entrenadores pueden jugar un papel clave en la formación de la autoconfianza para ayudar a los deportistas a manejar la ansiedad.

Estudios respaldan la relación inversa entre autoconfianza y ansiedad competitiva en deportistas. Por ejemplo, en jugadores de pádel de alto nivel se observó que aquellos que perdieron el partido mostraron aumentos significativos en la ansiedad cognitiva, somática junto con una reducción notable de la autoconfianza, mientras que los ganadores exhibieron menores alteraciones en estas dimensiones (Conde-Ripoll et al., 2024). Un estudio reciente con jugadores de baloncesto profesionales mostró que la autoconfianza deportiva actúa como mediadora en la relación entre la ansiedad competitiva (cognitiva y somática) y la percepción del rendimiento. Esto indica que niveles más altos de autoconfianza pueden atenuar el impacto negativo de la ansiedad sobre cómo los deportistas perciben su desempeño (Seo et al., 2023).

Otro estudio de Craft et al. (2003) exploró la relación entre la ansiedad competitiva y el rendimiento en un entorno de competencia. La muestra estuvo compuesta por 120 deportistas que participaron en competencias en equipo. Los resultados revelaron que los deportistas con niveles más altos de ansiedad competitiva tendían a rendir peor, lo que indica que la gestión de la ansiedad es crucial para el éxito en competencias.

Además, en un estudio con jóvenes futbolistas se encontró que la autoconfianza se asociaba positivamente con el estado de flujo (flow), mientras que la ansiedad competitiva mostraba una relación negativa tanto con la autoconfianza como con el flow (Rodríguez-Méndez et al., 2024). Otro trabajo con futbolistas involucró la medición de cortisol y oxitocina en salivales antes de un partido: los ganadores mostraron menor ansiedad cognitiva y mayor autoconfianza, y estos perfiles se correspondieron con mayor oxitocina y menor cortisol en comparación con los que perdieron (La Fratta et al., 2021). Estos resultados reafirman que fomentar la autoconfianza sigue siendo una estrategia fundamental para reducir la ansiedad competitiva y mejorar el rendimiento en deportistas, igual que se observó en estudios anteriores, pero ahora con mayor evidencia empírica actual.

Limitaciones del Estudio

Aunque el presente estudio contó con una muestra amplia de 669 deportistas universitarios, presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. El diseño transversal hace un poco complicado establecer relaciones causales entre la ansiedad competitiva y las diferencias por sexo, por lo que solo es posible identificar asociaciones en un momento específico, aunque la muestra incluyó deportistas de diversas disciplinas, no se realizó una clasificación por tipo de deporte (equipo vs. individual, fuerza, resistencia, etc.), tampoco una comparativa por nivel competitivo (recreativo, universitario, selección) o años de experiencia, factores que quizás puedan influir de manera diferencial en la ansiedad competitiva.

Futuras líneas de Investigación

Se recomienda considerar diseños longitudinales que permitan analizar cómo evoluciona la ansiedad competitiva a lo largo de una temporada deportiva o en diferentes momentos del ciclo competitivo. También sería útil integrar variables psicológicas complementarias, como por ejemplo estrategias de afrontamiento, regulación emocional y autoeficacia, con el objetivo de comprender mejor los mecanismos que explican las diferencias por sexo en la ansiedad competitiva.

Implicaciones Prácticas para Profesionales del Deporte

Los resultados del estudio muestran que las mujeres presentan niveles más altos de ansiedad competitiva que los hombres, particularmente en las dimensiones de ansiedad somática y preocupación. Esta diferencia sugiere la necesidad de diseñar programas de intervención psicológica con enfoque sensible al género, considerando que las mujeres tienden a utilizar estrategias de afrontamiento más orientadas a la preocupación cognitiva, mientras que los hombres emplean estrategias de afrontamiento más enfocadas en la tarea (Nicholls et al., 2016).

A partir de estos resultados, una recomendación práctica inicial sería integrar un entrenamiento con estrategias de afrontamiento psicológico, como la reestructuración cognitiva, implementar sesiones

prácticas basadas en modelos psicológicos validados, técnicas de respiración, prácticas de concentración. Estudios respaldan que estas intervenciones reducen la ansiedad somática y fortalecen la capacidad de autorregulación en deportistas universitarios (Dias et al., 2021).

Agradecimientos

Esta investigación no hubiera sido posible sin el apoyo y la colaboración de diversas personas e instituciones. Agradecemos de manera especial a los coordinadores, entrenadores y participantes que brindaron su tiempo y disposición para la realización del estudio, de igual forma, reconocemos a quienes, con su guía y apoyo académico, aportaciones y acompañamiento, contribuyeron a enriquecer el desarrollo de este estudio.

Autores: declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

- American Psychological Association. (2023). Anxiety. <https://www.apa.org/topics/anxiety>
- Ato, M., López, J. J., & Benavente, A. (2013). A classification system for research designs in psychology. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 29(3), 1038–1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Birrer, D., Röthlin, P., & Morgan, G. (2012). Mindfulness to enhance athletic performance: Theoretical considerations and practical implications. *Journal of Sports Psychology in Action*, 3(3), 193-203. <https://doi.org/10.1080/21520704.2012.704145>
- Bukhari, F. K., Fahd, S., Tahira, R., & Yaseen, M. (2021). Impact of sports anxiety on sports performance of players. *Pakistan Journal of Humanities and Social Sciences*, 9(3), 581–586. <https://doi.org/10.52131/pjhss.2021.0903.0163>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2.^a ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Conde-Ripoll, R., Escudero-Tena, A., & Bustamante-Sánchez, Á. (2024). Pre and post-competitive anxiety and self-confidence and their relationship with technical-tactical performance in high-level men's padel players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1393980. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1393980>

- Craft, L. L., Magyar, M., Becker, B., & Feltz, D. L. (2003). The relationship between self-efficacy and anxiety in competitive sport. *The Sport Psychologist*, *17*(3), 218-224. <https://doi.org/10.1123/tsp.17.3.218>
- DeFreese, J. D., & Smith, A. L. (2013). Teammate social support, burnout, and self-determined motivation in collegiate athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, *14*(2), 258-265. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.10.002>
- Dias, C., Cruz, J. F., & Fonseca, A. M. (2021). Effects of cognitive-behavioral training on competitive anxiety and coping in athletes: A systematic review. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, *14*(1), 279-302. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2020.1775560>
- Elliott, P. (2020). Combating depression and anxiety in sports. *Psychology Today*. Recuperado de <https://www.psychologytoday.com/>
- Ferguson, R., Johnson, S., & Thompson, D. (2023). Mental health in elite athletes: Increased awareness requires an early intervention framework to respond to athlete needs. *Sports Medicine - Open*, *9*, 6. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00435-4>
- Galli, N., & Reel, J. J. (2009). Coping with competitive anxiety: The role of social support in athletes. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, *7*(1), 91-106. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2009.9671862>
- Graves, B. S., Hall, M. E., Dias-Karch, C., Haischer, M. H., & Apter, C. (2021). Gender differences in perceived stress and coping among college students. *PLoS One*, *16*(8), e0255634. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255634>
- Grossbard, J. R., Smith, R. E., Smoll, F. L., & Cumming, S. P. (2009). Competitive anxiety in young athletes: Differentiating somatic anxiety, worry, and concentration disruption. *Anxiety, Stress, & Coping*, *22*(2), 153-166. <https://doi.org/10.1080/10615800802020643>
- Gulliver, A., Griffiths, K. M., & Christensen, H. (2021). The role of social support in preventing anxiety and depression in young athletes. *International Journal of Mental Health Systems*.
- Gustafsson, H., Lundqvist, C., & Podlog, L. (2016). The role of social support in athletes' experiences of precompetitive anxiety. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*.

- Haggerty, R. J., & Mrazek, P. J. (1994). Mental health promotion: Framework for the future. *Health Promotion and Disease Prevention*.
- Hess, C. (2025). A comparison of female and male youth across skill level in their stress appraisal, perceived controllability, and coping function in sports. *Journal of Positive School Psychology*, 9(1).
- Hill, D. W., Hall, C. R., & Mullen, R. (2010). The effects of self-confidence on anxiety in competitive sport. *The Sport Psychologist*, 24(4), 547-563. <https://doi.org/10.1123/tsp.24.4.547>
- IBM Corp. (2025). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 31.0* [Software]. IBM Corp. <https://www.ibm.com/products/spss-statistics>
- JASP Team. (2025). *JASP Version 0.95*. [Computer software]. <https://jasp-stats.org/download/>
- Kagan, M., & Kagan, A. (2019). Competitive anxiety in athletes: The impact of performance context. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17(4), 393-406. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2018.1477150>
- La Fratta, I., Franceschelli, S., Speranza, L., Patruno, A., Michetti, C., D'Ercole, P., Ballerini, P., Grilli, A., & Pesce, M. (2021). Salivary oxytocin, cognitive anxiety and self-confidence in pre-competition athletes. *Scientific Reports*, 11(1), 16877. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96392-7>
- López-Walle, J., Rodríguez, M. del Pilar, Rodríguez, J., & Ceballos, O. (2015). *Psicología del Deporte: Conceptos, Aplicaciones e Investigación*.
- Martens, R. (1977). *Sport competition anxiety test*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Martens, R. (1990). *Competitive Anxiety in Sport*. Human Kinetics.
- Nicholls, A. R., Polman, R. C. J., & Levy, A. R. (2016). An investigation of the relationship between competitive anxiety and psychological well-being in athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, 27, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.06.006>
- Nicholls, A. R., Madigan, D. J., & Levy, A. R. (2016). Gender differences in anxiety and coping in sport: A meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 34(17), 1676–1689. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1135463>
- Nunnally, J.C. (1978). *Psychometric theory* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Pozo Calvo, A. (2008). Horas de sueño diario en deportistas jóvenes. Relación con algunas variables. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*.

- Ramos, A. C. A., Salazar, L. F. S., & Carrillo, J. M. R. (2018). Influencia de la ansiedad en el rendimiento deportivo en futbolistas. *Revista Científica Ciencia Y Tecnología*, 18(19). <https://doi.org/10.31987/rct.v18i19.208>
- Ramis, Y., Torregrosa, M., Viladrich, C., & Cruz, J. (2010). Adaptación y validación de la versión española de la Escala de Ansiedad Competitiva SAS-2 para deportistas de iniciación. *Psicothema*, 22(4), 10004-10009.
- Rodríguez-Méndez, C., Reigal, R. E., Morales-Sánchez, V., & Hernández-Mendo, A. (2024). Analysis of the sports psychological profile, competitive anxiety, self-confidence and flow state in young football players. *Sports*, 12(1), 20. <https://doi.org/10.3390/sports12010020>
- Scanlan, T.K., Babkes, M.L., & Scanlan, L.A. (2005). Participation in sport: A developmental glimpse at emotion. In J.L. Mahoney, R.W. Larson, & J.S. Eccles (Eds.), *Organized activities as contexts of development: Extracurricular activities, after-school and community programs*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Seo, Y., [otros autores]. (2023). The mediated effect of sports confidence on competitive state anxiety and perceived performance of basketball game. *[Revista]*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36612655/>
- Soper, D. S. (2024). A-priori Sample Size Calculator for Structural Equation Models [Software]. Recuperado de <https://www.daniel-soper.com/statcalc>
- Spielberger, C. D. (1996). *Preliminary manual for the State-Trait Personality Inventory (STPI)*. Human Resources Institute, University of South Florida.
- The jamovi project. (2025). *jamovi Version v2.7.5 [Computer software]*. <https://www.jamovi.org/download.html>
- Tomczak, M., Kleka, P., Walczak, A., Bojkowski, Ł., Gracz, J., & Walczak, M. (2022). Validation of Sport Anxiety Scale-2 (SAS-2) among Polish athletes and the relationship between anxiety and goal orientation in sport. *Scientific Reports*, 12, 12281. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16418-6>
- Virues, R. A. (2005). Estudio sobre ansiedad. *Revista Psicología Científica.com*, 7(8). Recuperado de: <http://www.psicologiacientifica.com/ansiedad-estudio>

Capítulo 6.

Valoración de la Carga Interna en Jugadores de Voleibol Sala Mediante la RMSSD

Zeltzin Nereyda Alonso Ramos, Eduardo Alejandro Díaz Ochoa, Edna Vanessa Angel Fierros y Germán Hernández Cruz.

Resumen

El entrenamiento deportivo y las ciencias aplicadas al deporte evolucionan constantemente, estimar la carga interna real subjetivamente en nuestros deportistas resulta complicado, para esto se recomienda realizar la monitorización de las cargas de manera objetiva y así asegurar que las respuestas fisiológicas se están dando con base a lo planificado y buscar la mejora. Entrenadores y deportistas de alto nivel requieren de métodos y herramientas que les permitan monitorizar el entrenamiento y su recuperación diaria, de forma objetiva, garantizando la adecuación individual en deportes de equipo, por lo que el objetivo de estudio es valorar la CI de los deportistas universitarios de voleibol sala mediante la RMSSD-Slope. Se realizó un estudio cuantitativo tipo descriptivo longitudinal con alcance correlacional. Se mostró una correlación inversa entre el SS y la RMSSD-Slope con valor de -0.770 ($p < .01$) en sesiones de entrenamiento y -0.602 ($p < .01$) en competencia. Valorar la carga interna por medio de la RMSSD-Slope en jugadores de voleibol resulta una herramienta útil para evaluar la recuperación y determinar los cambios del SNA a través de la modulación simpática y parasimpática después de entrenamientos y partidos.

Palabras Clave: Rendimiento, Carga interna, Variabilidad de la frecuencia cardiaca, sistema nervioso.

Introducción

El entrenamiento deportivo y las ciencias aplicadas al deporte evolucionan de manera constante, con la finalidad de comprender cómo el organismo puede adaptarse a diferentes situaciones, específicamente cuando se aplica estrés físico y psicológico. Los especialistas se mantienen en constante investigación sobre los procesos fisiológicos, factores biomecánicos, la nutrición y la forma en que se recuperan los deportistas (Bompa y Buzzichelli, 2019).

El voleibol es un deporte de equipo donde existe un predominio de fuerza y velocidad. El rendimiento deportivo de este deporte se ve influenciado por distintas habilidades, cualidades y estados funcionales de los jugadores, como saltos al bloqueo o remate, precisión de golpe al balón y velocidad o ritmo del movimiento. Dichas demandas optimizan los programas de entrenamiento de los deportistas para desarrollo y mejora de su rendimiento (Háp, Stejskal, y Jakubec, 2011; Calleja González, Mielgo-Ayuso, Sánchez-Ureña, Ostojic, y Terrados, 2018), en el cual es necesario cubrir las necesidades que demanden las competencias, por ello se destaca la importancia de individualizar las cargas en los deportes de conjunto (Fox, Stanton, Sargent, Wintour, y Scanlan, 2018).

Indistintamente de cómo se cuantifique la carga externa de entrenamiento (CEE). El entrenador prescribe el entrenamiento de acuerdo con la carga externa, buscando respuestas fisiológicas favorables para el buen desarrollo del deportista. Dicha respuesta corresponde a la carga interna (CI), refleja la respuesta del organismo ante el estímulo de la CEE. Donde CEE es el trabajo físico realizado por el deportista durante el entrenamiento o competencia, (p.ej. velocidad de carrera, distancia recorrida, número de repeticiones, duración, entre otras) y CI son las respuestas fisiológicas al entrenamiento y/o competencia (McLaren, Macpherson, Coutts, Spears y Weston, 2017).

La estimación de la carga interna real de cada uno de nuestros deportistas utilizando métodos subjetivos es difícil, es recomendable la monitorización para asegurar que las respuestas fisiológicas se estén dando en cada uno con base a lo planificado y buscar la mejora (Impellizzeri, Marcora, y Coutts, 2018).

Existen diferentes tipos de métodos para llevar a cabo la cuantificación de la CI, los cuales se pueden clasificar como subjetivos y ob-

jetivos. Como subjetivos tenemos la escala de Borg 60's (Borg, 1998), la escala de esfuerzo percibido en la sesión de entrenamiento (Rate of perceived exertion-RPE por sus siglas en inglés) y el "Total Quality Recovery" (TQR) o "Calidad Total de Recuperación" propuesto por Kenttä y Hassmén, (1998). Como objetivos se encuentran diferentes marcadores bioquímicos como el lactato en sangre o en saliva, testosterona, cortisol en saliva, creatin kinasa, creatinina, urea, entre otros.

Existen también los métodos derivados de la frecuencia cardíaca (FC), entre ellos están los diversos tipos de TRIMPs (Training impulse por sus siglas en inglés) o impulso de entrenamiento (Banister, 1991; Edwards, 1993; Manzi, 2009; Stagno, 2007), la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC), el Stress Score o índice de estrés (SS) que evalúa la CI mediante el comportamiento del Sistema Nervioso Simpático (Naranjo, de la Cruz, Sarabia, De Hoyo, y Domínguez, 2015), y la pendiente de recuperación de la raíz cuadrada de la media de las diferencias al cuadrado de los intervalos RR adyacentes (RMS-SD), un nuevo método para la evaluación de la CI, denominado RMS-SD-Slope (Naranjo, Nieto-Jiménez, y Ruso-Álvarez, 2019).

La cuantificación de las CE con métodos subjetivos no garantiza seguir un plan de entrenamiento donde los efectos del ejercicio y el nivel de adaptación individual puedan ser controlados eficazmente (Cejuela y Esteve-Lanao, 2011).

Naranjo et al., 2019 desarrolló una nueva herramienta llamada RMSSD-Slope, utilizando la VFC como método objetivo y tomando la variable RMSSD para cuantificar la CI en deportes individuales y de equipo en situaciones de entrenamiento y competición, sin embargo, actualmente se carece de estudios donde se utilice dicha herramienta para cuantificar la CI de deportistas de Voleibol Sala de la rama varonil en ninguna de las situaciones.

Es por ello que nos planteamos la pregunta de investigación; ¿el método RMSSD-Slope permitirá la cuantificación de la carga interna?, ya que los deportistas de alto nivel y entrenadores necesitan de un sistema para llevar a cabo la monitorización del entrenamiento y su recuperación diaria que sea de manera objetiva, garantizando la adecuación individual en los deportes de equipo (Foster, Florhaug, Franklin, Gottschall, Hrovatin, Parker...Dodge, 2001; Halson, 2014). La VFC como herramienta para la monitorización de las cargas de entrenamiento es una herramienta no invasiva y de fácil acceso, la cual,

proporciona información objetiva sobre el funcionamiento del Sistema Nervioso Autónomo y las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento, y puesto a que no genera algún tipo de estrés en los deportistas al momento de realizar las tomas, creemos conveniente realizar este estudio utilizando la herramienta RMSSD-Slope, con la finalidad de dar una mayor utilidad a dicho método y proporcionando a los entrenadores de voleibol y a sus deportistas una manera objetiva de controlar la CI del entrenamiento, observando la forma en que los deportistas se recuperan sesión tras sesión o entre partidos, y con ello poder realizar los cambios adecuados y necesarios en la planificación del entrenamiento para la mejora del rendimiento de los deportistas.

Por lo que el objetivo general de este estudio fue valorar la carga interna de los deportistas universitarios de voleibol sala mediante la RMSSD-Slope.

Como objetivos Específicos:

- 1.- Medir la RMSSD-Slope, el SS y la s-RPE posterior a las sesiones de entrenamiento.
- 2.- Medir la RMSSD-Slope, el SS y la s-RPE posterior a los partidos.
- 3.- Realizar las pruebas estadísticas pertinentes para el análisis de los resultados.

El voleibol un deporte de equipo, considerado como deporte intermitente, donde la fuerza, velocidad y la potencia predominan. Aunque la naturaleza de juego de este deporte sea intermitente, es necesario que los deportistas cuenten con una alta capacidad aeróbica, puesto a que las competencias presentan períodos con cambios de intensidad altos y bajos, y el tiempo de recuperación en la mayoría de los casos, es corto, el rendimiento debe mantenerse a lo largo del partido (Lidor y Ziv, 2010). Por las características que presentan los partidos, los jugadores requieren de gran capacidad para desplazarse de manera rápida, realizar aceleraciones y desaceleraciones, cambios de dirección y poder posicionarse para recibir un pase o realizar un salto al bloqueo, es decir, la velocidad, agilidad y potencia muscular en miembros inferiores y superiores deben estar bien desarrollados y contar también con una gran capacidad de recuperación (Gabbett y Georgieff, 2007). Los entrenadores y deportistas buscan la mejora de las capacidades físicas, técnicas y tácticas para el cumplimiento de sus objetivos de acuerdo con el deporte que se practique, para ello la planificación debe englobar con variables y principios que integran al entrenamiento deportivo,

lo cual implica saber cómo aplicar el estímulo de la carga para dicha mejora. Se entiende por carga que es la acción que altera el equilibrio del organismo, buscando adaptarse a ella (Weineck, 2005; Bompa y Buzzichelli, 2019). Dicha carga se compone por diferentes variables, las cuales se clasifican en:

Volumen: expresada en el tiempo o duración del entrenamiento, número de repeticiones, distancia recorrida, carga en kg (en ejercicios de fuerza), es decir, la cantidad de actividad que se realiza dentro del entrenamiento.

Intensidad: expresada en porcentaje, según el trabajo que se realice dentro del entrenamiento y el deporte que se esté practicando es como se expresa dicha intensidad (% de carga en kg, % de VO_2 máx, entre otros).

Densidad: es la relación de la actividad y recuperación expresada en unidades de tiempo.

Complejidad: es el grado de dificultad biomecánica de cierta destreza o movimiento específico, la cual causa un estrés fisiológico.

Frecuencia: aplicación del estímulo cada cierto tiempo

Es importante que estas variables se cuantifiquen con relación a lo que se quiere lograr y que la dosificación de las cargas sea individual y progresivo para que se puedan crear las adaptaciones físicas y psicológicas. Debemos tomar en cuenta, que al aplicar un estímulo se genera un desgaste en el organismo o la fatiga, posterior a ello el mismo organismo necesita de tiempo para poder recuperar la capacidad de volver a realizar el estímulo que se le fue aplicado. Existen diferentes tipos de métodos para llevar a cabo la cuantificación de la CI dentro del entrenamiento deportivo, los cuales se clasifican en 2:

Métodos subjetivos:

-RPE: la escala de Borg o de Esfuerzo Percibido en la sesión de entrenamiento (Rate of perceived exertion-RPE por sus siglas en inglés), elaborada con base en la FC (Borg, 1998). Esta escala refleja el estrés fisiológico de la actividad realizada durante el entrenamiento o competencia y ayuda a identificar algún tipo de incidencia que los deportistas pudieran presentar, dándonos información para la cuantificación de la CI del entrenamiento por cada sesión. se recomienda aplicar dentro de los primeros 30 minutos después de haber culminado la sesión, se

le pregunta al deportista o los deportistas en el caso de los deportes de conjunto, de manera individual “¿qué tan intenso estuvo su entrenamiento?” en relación a la intensidad general y su cálculo se realiza multiplicando el número de la escala dada por el deportista por la duración de la sesión en minutos, representando un índice de CI en unidades arbitrarias, la escala sufrió algunas modificaciones hasta llegar a ser una escala que va del 0 al 10, donde 0 es Relajado y 10 Extremadamente fuerte (Foster, Daines, Hector, Snyder, y Welsh, 1996).

TQR: Total Quality Recovery (TQR) o Escala de Calidad Total de Recuperación, propuesto por Kenttä y Hassmén, (1998) diseñada para facilitar la monitorización del proceso de recuperación y prevenir la aparición del “síndrome de estancamiento” o sobreentrenamiento, existen dos tipos de escalas, uno objetivo y uno subjetivo. La escala objetiva evalúa diferentes apartados de la recuperación, los cuales los autores los clasifican como: nutrición e hidratación, sueño y descanso, relajación y soporte emocional y estiramiento y descanso activo; puntuando a cada clasificación de acuerdo con la asignación de puntos que recomiendan los autores. La escala subjetiva hace énfasis en la percepción sobre qué tan recuperado se siente el deportista, tomando en cuenta las clasificaciones de recuperación, dicha escala se aplica mediante la pregunta: “En una escala del 6-20, ¿qué tan recuperado te sientes el día de hoy? Ambos tipos de escalas deben realizarse antes del entrenamiento de manera individual, al momento de tomar las escalas se le recuerda al deportista tomar en cuenta las actividades realizadas dentro de las 24 horas previas (Göran y Hassmén, 1998). Este tipo de métodos son mayormente utilizados cuando se quiere dar un seguimiento diario sin precisión, su deficiencia es la subjetividad y que depende de la familiarización que tenga el deportista con este tipo de cuestionarios para cuantificar de manera numérica su percepción (Naranjo, 2018).

Métodos objetivos:

Dentro de estos métodos se encuentran los marcadores bioquímicos como el lactato en sangre, lactato en saliva, testosterona, cortisol en saliva, creatin kinasa, creatinina, urea, entre otros y pueden evaluar el rendimiento deportivo, la recuperación y algunos aspectos de salud, sin embargo, realizar este tipo de métodos resulta limitante, debido

a que son invasivos y/o con requerimientos laboriosos de cuidado especial respecto a la recolección y manipulación de las muestras y en algunos casos, de alto costo (Bocanegra, Diaz, Teixeira, Soares, y Espindola, 2012; Palacios, Pedrero-Chamizo, Palacios, Maroto-Sánchez, Aznar, y González-Gross 2015; Lee, Fragala, Kavouras, Queen, Luke, y Douglas, 2017). En la actualidad se trata de utilizar métodos no invasivos como lo son los métodos derivados de la frecuencia cardíaca (FC), entre ellos están los diversos tipos de TRIMP (Training impulse por sus siglas en inglés o impulso de entrenamiento) como lo son el de Banister (1991), Edwards (1993), Manzi (2009), Stagno (2007), entre otros, los cuales sugieren que dependiendo del ejercicio que las personas o deportistas realicen, la FC responderá a ella dependiendo de la duración y la intensidad del esfuerzo, otro método proveniente de la FC es la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), la cual es una herramienta que nos aporta información sobre condiciones fisiológicas, patológicas y la modulación del Sistema Nervioso Autónomo (SNA) con relación a la salud cardiovascular (Task Force, 1996; Medina, De la Cruz, Garrido, Garrido y Naranjo, 2012). Este último se ha utilizado en el deporte con el objetivo de analizar la respuesta al entrenamiento, detectar indicios del sobreentrenamiento, como una herramienta del rendimiento deportivo (Háp et al.; De la Cruz, Sarabia, 2013; Plews, et al., 2014; Ciccone, Wecht, Deckert, Nguyen y Weir, 2017; González-Fimbres, et al., 2020). Provee información objetiva sobre el equilibrio entre el trabajo y la recuperación, los cambios que suceden a nivel fisiológico del deportista, los cuales permitirán realizar cambios y/o ajustes a la planificación del entrenamiento, así mismo nos ofrece información relevante por medio de sus dos ramas (Esco y Flatt, 2014; Hernández-Cruz, Quezada-Chacón, González-Fimbres, Flores-Miranda, Naranjo-Orellana y Rangel-Colmereno, 2017).

Sistema Nervioso Simpático en el Ejercicio

Durante el estrés físico existe mayor predominio del SNS, favoreciendo el flujo sanguíneo por medio de la vasodilatación, aumentando la FC, creando vasoconstricción, aumento del ritmo metabólico y como consecuencia, aumento de la producción rápida de ATP, aumento de sudoración, gluconeogénesis, glucólisis, incremento de la función mental, entre otras (Rodas et al., 2008; Tórtora y Derrickson, 2006; Wilmore y Costil, 2004).

Sistema Nervioso Parasimpático en el Ejercicio

Mientras el organismo se encuentra en un estado de reposo, predomina el SNP (Fernández, 2006; Rodas et al., 2008, Ernst, 2014). Su estimulación induce las secreciones glandulares a excepción de las sudoríparas y provoca excitación en los músculos del iris, vesícula, bronquios, arterias coronarias, bronquios y conductos biliares (McArdle et al., 2015). Para la medición del sistema nervioso se puede utilizar la Variabilidad de la frecuencia cardiaca, la VFC se define como la fluctuación en el intervalo entre latidos consecutivos, es decir, el tiempo (medido en milisegundos) entre un latido y otro varía, La relación que existe entre la VFC y la FC es inversa, es decir, cuando existe mayor VFC menor es la FC y viceversa. Dicha variabilidad se ve influenciada por diversos factores, como el consumo de estimulantes, depresivos, la edad, el género, ritmos circadianos, temperatura, condición física y la posición en la que la persona se encuentra al momento de llevar a cabo una toma (Task Force, 1996; Rodas et al., 2008). la VFC comenzó a utilizarse por profesionales del deporte, con la finalidad de analizar la tolerancia y adaptaciones a las CE, por lo cual, los entrenadores se apoyaban de ella para planificar el entrenamiento (Rodas et al., 2008; Kiviniemi et al., 2007). Es por ello por lo que existe la necesidad de monitorizar las CE para poder tener parámetros fisiológicos que nos indiquen la manera en que el deportista se adapta al entrenamiento y poder ajustar la CEE para obtener mejores beneficios y maximizar el rendimiento del deportista (Hooper y Mackinnon, 1995). la VFC es un método para monitorizar las adaptaciones individuales al entrenamiento en deportes de equipo. Utilizando la RMSSD o SD1 como reflejo de actividad parasimpática, lo cual se relaciona con la fatiga o recuperación de los deportistas y su adaptación al entrenamiento o el SS como reflejo de actividad simpática, el cual se relaciona con el impacto de la actividad al deportista (Task Force, 1996; Saboul, Pialoux y Hautier, 2013; Plews, Bourdon, Stanley, Kilding, y Buccheit, 2013; Naranjo, De la Cruz, Sarabia, De Hoyo y Domínguez, 2015).

Materiales y Metodos

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo tipo descriptivo longitudinal con alcance correlacional. El estudio se realizó con 5 jugadores para el análisis de sesiones de entrenamiento (edad 20 ± 1.5 años,

estatura 188.2 ± 10.7 cm, peso 87.1 ± 13.9 kg) durante 5 sesiones y para las sesiones de competencia en 10 jugadores (edad 20.6 ± 2.3 años, estatura 187.2 ± 10.4 cm, peso 79.6 ± 9.9 kg) durante 3 días con 4 partidos en total para los registros. Todos los participantes eran pertenecientes al equipo representativo de Voleibol de Sala Tigres varonil de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Tomando en cuenta como criterios de inclusión: No padecer alguna patología, experiencia en el deporte mínima de 4 años, pertenecer al equipo Voleibol Sala Tigres UANL, asistir con regularidad a los entrenamientos, no consumir bebidas o alimentos que puedan alterar la VFC, así como los siguientes criterios de exclusión: presentar o padecer alguna patología, consumir estimulantes, presentar alguna lesión, no asistir a los entrenamientos, no cumplir con el total de registros. Los registros de VFC se realizaron utilizando bandas torácicas Polar H10 (Polar Electro Oy Kempele, FINLAND) y la aplicación Elite HRV (Perrotta, Jeklin, Hives, Meanwell, y Warburton, 2017) versión 4.7.1, la cual es una aplicación gratuita disponible en IOS y Android. Se utilizó un iPad dónde se tenía la aplicación anteriormente mencionada. Los datos obtenidos se exportaron y posteriormente fueron analizados mediante el software de Kubios HRV Versión 2.2 (University of Eastern Finland, Kuopio, FINLAND). Para la escala de percepción del esfuerzo se utilizó la escala de Borg RPE del 0-10 (Borg, 1988) y para TQR la escala utilizada fue del 0-10 (Kenttä y Hassmén, 1998) ambas impresas en hoja tamaño carta. Para las mediciones de peso y talla se utilizó una báscula SECA modelo 220 con capacidad máxima de 220 kg y precisión de 50 gramos, cuenta con un estadiómetro integrado, con amplitud de 60 hasta 200 cm.

El análisis de la pendiente de recuperación de la RMSSD se realizó mediante el cálculo propuesto por Naranjo et al., (2019), de la siguiente manera:

$$\text{Slope} = (\text{RMSSD}_{\text{rec}} - \text{RMSSD}_{\text{ej}}) / t$$

Para facilitar su análisis, se utilizó la plantilla de Excel creada por el autor. Dicha aplicación se encuentra de forma gratuita en el repositorio de la página virtual de la Universidad Pablo de Olavide (Naranjo, Ruso y Nieto, 2020). Para la medición de la actividad simpática se utilizó el índice de estrés (SS) propuesto por Naranjo et al., (2015), por medio de la siguiente ecuación:

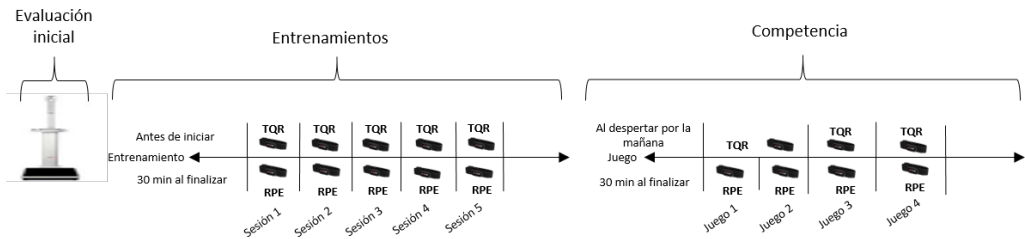
$$\text{SS} = 1000 \times 1 / \text{SD}^2$$

Se tomó el valor de SD2 de la toma posterior al ejercicio.

Al inicio del estudio, se llevaron a cabo mediciones de peso y talla para los participantes del estudio utilizando báscula con estadiómetro integrado SECA. La recolección de los datos de Escala de recuperación TQR, VFC y Escala de percepción del esfuerzo BORG RPE obtenidos de las sesiones de entrenamiento se llevaron a cabo en el Laboratorio de Rendimiento Humano de la Facultad de Organización Deportiva en la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde la temperatura se controló a 23°C y sin perturbaciones acústicas. Las mediciones de competición se realizaron en la ciudad de Puebla, México, en un salón donde se controló la temperatura a 23°C y sin perturbaciones acústicas. La competición se desarrolló a lo largo de 3 días, en donde en el primer día se llevaron a cabo dos partidos y sólo un partido en cada uno de los días restantes. Cada uno de los partidos correspondieron al rol regular de la Liga Mexicana de Voleibol Profesional. Previo a la toma de VFC de cada sesión de entrenamiento se realizó la pregunta al deportista de manera individual: “Señala, en una escala del 0 al 10, siendo 0 Nada recuperado y 10 Máxima Recuperación, ¿qué tan recuperado te sientes el día de hoy?” haciendo referencia a la sesión de entrenamiento del día anterior. De la misma manera, durante la recolección de datos en competencia, previo a la toma de VFC se realizó el mismo procedimiento como en las sesiones de entrenamiento. Los registros de VFC previos al entrenamiento se tomaron durante 5 minutos, antes de comenzar, cada registro se les indicó a los participantes del estudio permanecer en posición de sentado con flexión de cadera y rodillas a 90° y las manos sobre sus piernas, evitando realizar movimientos durante el registro. Al finalizar el entrenamiento los registros se tomaron durante 5 minutos dentro de los primeros 30 minutos tras finalizar la sesión, evitando los primeros 5 minutos debido a que en los existe una pérdida de estabilidad derivado al cambio entre el final del ejercicio y el inicio de la recuperación (Javorka, Zila, y Javorka, 2002), dándoles las mismas instrucciones que en los registros previos. En competencia los registros previos fueron durante 5 minutos al despertar y en ayunas para cada día de partido, los registros posteriores a cada partido se realizaron durante 5 minutos dentro de los primeros 30 minutos tras acabar el partido, los datos obtenidos fueron exportados de la aplicación Elite HRV a un bloc de notas para su posterior a su análisis en el software Kubios, Se tomó la variable RMSSD del dominio

del tiempo para posteriormente realizar el análisis de la pendiente de recuperación en la aplicación RMSSD-Slope. Posterior a cada una de las tomas de VFC tras finalizar la sesión de entrenamiento o partido se realizó la pregunta al deportista de manera individual: “Señala, en una escala del 0-10, siendo 0 Relajado y 10 Máximo, ¿Qué tan intenso estuvo tu entrenamiento/partido?” haciendo referencia a la intensidad general del esfuerzo. Se realizó un análisis descriptivo unidireccional tanto para entrenamientos como para partidos. Posterior a ello, se realizó una prueba de correlaciones mediante el coeficiente de correlación de Pearson ($p < .05$) entre las distintas variables. Para las variables RMSSD-Slope y Stress Score se realizó una regresión lineal.

Figura 1



Protocolo de recolección de datos

Resultados

En cuanto a los resultados respecto a las variables analizadas durante el entrenamiento se encontró una correlación la variable TQR con RMSSDpre ($r = 0.493$; $p < .05$).

Tabla 1
Descriptivos de variables de entrenamiento

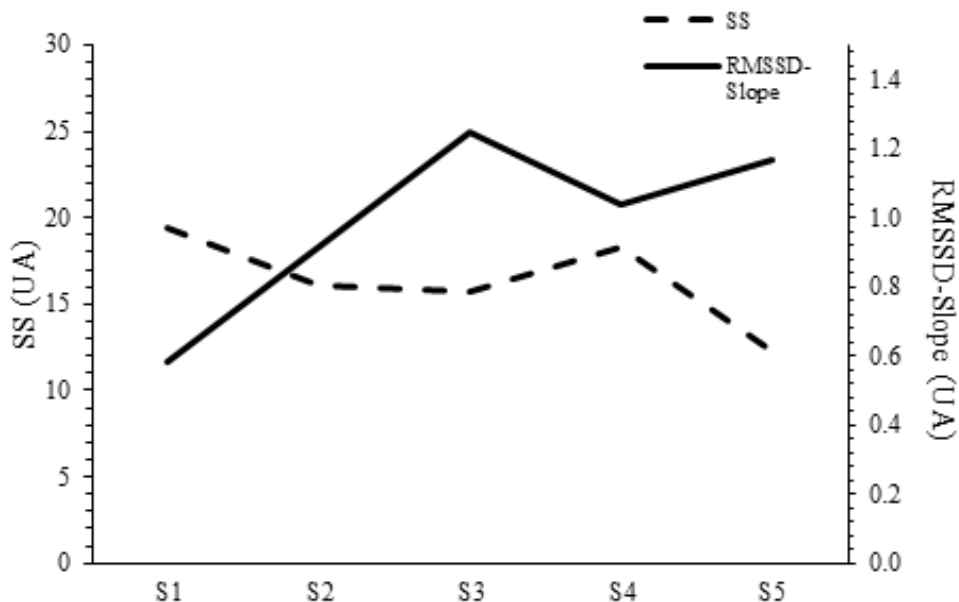
	ENTRENAMIENTO		
	M	DE	<i>p</i>
TQR	6.80	2.049	> .04
	6.00	2.236	
	5.80	1.304	
	7.60	1.342	
	5.80	2.588	
RPE	M	DE	> .05
	3.60	1.673	
	3.40	1.517	
	2.80	1.304	
	3.80	0.447	
SS	M	DE	> .05
	19.4508	6.20149	
	16.0251	6.41899	
	15.7097	6.98060	
	18.3163	9.17995	
SLOPE	M	DE	> .05
	12.2772	3.01346	
	0.58	0.338	
	0.92	0.526	
	1.25	1.184	
	1.04	0.647	
	1.17	0.656	

Nota. TQR = Escala de Calidad Total de Recuperación; RPE = Escala de percepción del esfuerzo; RMSSD-Slope = Pendiente de recuperación de la raíz cuadrada de la media de las diferencias al cuadrado de los intervalos RR adyacentes; SS = Índice de estrés; M = Media; DE = Desviación Estándar; P = Nivel de significancia

Existe una correlación negativa entre la RMSSD-Slope y SS ($r = -0.770$; $p < .01$).

Figura 2

Comportamiento del SS y la RMSSD-Slope durante las 5 sesiones de entrenamiento



Nota. SS = Índice de estrés; RMSSD-Slope = Pendiente de recuperación de la raíz

cuadrada de la media de las diferencias al cuadrado de los intervalos RR adyacentes; S1 = Sesión 1; S2 = Sesión 2; S3 = Sesión 3; S4 = Sesión 4; S5 = Sesión 5.

Respecto a las variables analizadas durante los partidos, se encontró una correlación negativa entre la RMSSD-Slope y el SS ($r = -.602$; $p < .05$).

Tabla 2
Descriptivos de variables en partidos

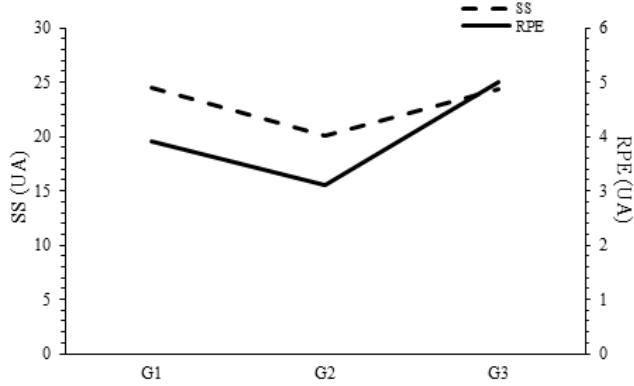
	PARTIDOS		
	M	DE	<i>p</i>
TQR	6.70	1.418	> .05
	5.50	1.581	
	5.60	1.776	
RPE	M	DE	< .05
	3.90	1.101	
	3.10	0.876	
	5.00	1.414	
SS	M	DE	> .05
	24.5600	7.47978	
	20.0900	10.34370	
	24.3090	11.42878	
SLOPE	M	DE	> .05
	0.6730	0.67289	
	0.6470	0.32745	
	0.4930	0.33277	

Nota. TQR = Escala de Calidad Total de Recuperación; RPE = Escala de percepción del esfuerzo; RMSSD-Slope = Pendiente de recuperación de la raíz cuadrada de la media de las diferencias al cuadrado de los intervalos RR adyacentes; SS = Índice de estrés; M = Media; DE = Desviación Estándar; P = Nivel de significancia

Aunque el RPE tenga diferencia significativa, siendo el segundo día donde los atletas reportaron un menor esfuerzo, coincidiendo con los valores de SS, sin embargo, el SS no presenta algún nivel de significancia.

Figura 3

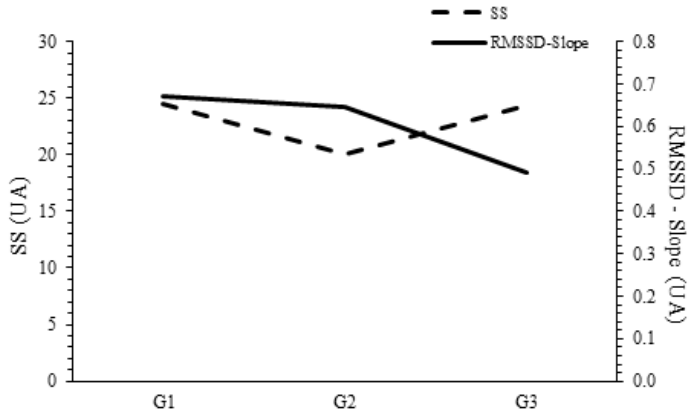
Comportamiento del SS y la RMSSD-Slope durante las 5 sesiones de entrenamiento.



Nota. SS = Índice de estrés; RMSSD-Slope = Pendiente de recuperación de la raíz cuadrada de la media de las diferencias al cuadrado de los intervalos RR adyacentes; S1 = Sesión 1; S2 = Sesión 2; S3 = Sesión 3; S4 = Sesión 4; S5 = Sesión 5.

Figura 4

Comportamiento del SS y la RMSSD-Slope durante los 3 días de partidos.



Nota. SS = Índice de estrés; RMSSD-Slope = Pendiente de recuperación de la raíz cuadrada de la media de las diferencias al cuadrado de los intervalos RR adyacentes

Discusión

La principal contribución de nuestro estudio fue mostrar el comportamiento de la RMSSD-Slope como indicador de carga interna, observando su relación con las demás variables. No se han encontrado estudios que evalúen la CI mediante esta herramienta en voleibolistas. Otra de las contribuciones importantes que encontramos, es el comportamiento de la RMSSD-Slope como reflejo de la actividad parasimpática y el SS post entrenamiento como reflejo del comportamiento de la actividad simpática. Se mostró una correlación inversa tanto en las sesiones como en los partidos. En situación de competencia, coincidimos con Hernández-Cruz et al., (2017) al mencionar que los valores de recuperación disminuyen con la acumulación de dos partidos en el mismo día. También menciona que la recuperación de la RMSSD no se ve afectada después de dos juegos en días consecutivos, donde, por lo contrario, obtuvimos resultados en los que se ve afectada la recuperación de la RMSSD tras dos partidos en días consecutivos. Coincidiendo con Naranjo et al., (2019) y Ruso-Álvarez et al., (2019) todos los sujetos presentaron diferentes valores en la RMSSD-Slope ante la misma carga de trabajo, y que a mayor intensidad, menor es la recuperación de la RMSSD. Lo cual, puede deberse a que fisiológicamente, cada organismo se adapta de manera diferente ante el estímulo (Naranjo et al. 2019; Ruso-Álvarez et al., 2019). En cuanto a la variable de RPE en sesiones de entrenamiento no encontramos correlación con ninguna de las otras variables. Sin embargo, para los partidos se encontró diferencia significativa entre juegos por ello el nivel de significancia, coincidiendo con los valores de SS, siendo el segundo día con un tercer juego, el cuál se ganó en 3 sets a diferencia de los demás los cuales se jugaron hasta 5 sets ($p < .05$). Respecto a la variable del SS, creemos que nuestros datos no fueron significativos debido al alto valor de los datos, sin embargo, esta variable es un buen indicador de CI (Naranjo et al, 2015a; Naranjo et al., 2015b, Miranda-Mendoza et al., 2020). Una de las limitaciones de nuestro estudio es el número pequeño de la muestra y el tiempo de duración del estudio, lo cual puede disminuir la estadística. Sin embargo, la utilización de RMSSD-Slope en diferentes entrenamientos y en situación de competencia puede ser útil para detectar o reducir el sobreentrenamiento. Por ello, recomendamos continuar con esta línea de investigación aplicando la

misma metodología con muestras más grandes para lograr una expansión de la utilidad de dicha herramienta e incluso, utilizarse en distintos deportes en conjunto con otros métodos de cuantificación de la CI para el reforzamiento de la monitorización.

Conclusiones

La valoración de la carga interna por medio de la RMSSD-Slope en jugadores de voleibol resulta ser una herramienta útil para evaluar la recuperación de los deportistas, y determinar los cambios del SNA a través de la modulación simpática y parasimpática después de entrenamientos y partidos. Esta nueva herramienta puede proveer información a los entrenadores y atletas sobre las adaptaciones a nivel fisiológico de manera individual y con base a ello realizar modificaciones en la planificación del entrenamiento para optimizar la mejora del rendimiento deportivo de cada uno de los deportistas. Se recomienda utilizar la variable del SS posterior al ejercicio para observar el comportamiento de la modulación simpática, puesto a que evaluamos la rama parasimpática al final del ejercicio, para obtener parámetros del mismo momento.

Referencias

- Banister, E. W. (1991). *Modeling Athletic Performance* 2nd ed. MacDougall, J. D., Wegner, H. A, & Green, H. J., eds., *Champaign, Illinois: Human Kinetics*.
- Bocanegra, O. L., Diaz, M. M., Teixeira, R. R., Soares, S. S., y Espindola, F. S. (2012). Determination of the lactate threshold by means of salivary biomarkers: chromogranin A as novel marker of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 3195-3203. doi:10.1007/s00421-011-2294-4
- Bompa, T., y Buzzichelli, C. (2019). *Teoría y metodología del entrenamiento*. Madrid: Tutor, S.A.
- Borg, G. (1988). Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publications/306039034_Borg%27s_Perceived_Exertion_And_Pain_Scales
- Borresen, J., y Lambert, I. (2009). The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance. *Sport Medicine*, 39(9), 779-795. doi:0112-1642/09/0009-0779/\$49.95/0

- Bricout, V., DeChenaud, S., y Favre-Juvin, A. (2010). Analyses of heart rate variability in young soccer players: The effects of sport activity. *AUTONOMIC NEUROSCIENCE: Basic & Clinical*, 154(1-2), 112-116. doi:10.1016/j.autneu.2009.12.001
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HT measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5(73), 1-19. doi:10.3389/fphys.2014.00073
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Quod, M. J., Poulos, N., y Bourdon, P. (2010). Determinants of the variability of heart rate measures during a competitive period in young soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 109, 869-878. doi:10.1007/s00421-010-1422-x
- Calleja González, J., Mielgo-Ayuso, J., Sánchez-Ureña, B., Ostojic, S. M., y Terrados, N. (2018). Recovery in volleyball. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 1-26. doi:10.23736/S0022-4707.18.08929-6
- Carvalho, L., L., Flávio, M., V., Santos, O., R., de Paula Ramos, S., Leicht, A., y Nakamura, F. Y. (2015). THE INFLUENCE OF A WEEKEND WITH PASSIVE REST ON THE PSYCHOLOGICAL AND AUTONOMIC RECOVERY IN PROFESSIONAL HANDBALL PLAYERS. *Kinesiology*, 47, 44-52. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/278677203_The_influence_of_a_weekend_of_passive_rest_on_the_psychological_and_autonomic_recovery_in_professional_handball_play
- Cejuela, A., R., y Esteve-Lanao, J. (2011). Training load quantification in triathlon. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(2), 218-232. doi:DOI: 10.4100/jhse.2011.62.03
- Chu, A., Cuenca, S., y López, M. (2015). *Anatomía y Fisiología del Sistema Nervioso*. Machala: UTMACH
- Ciccione, A., Siedlik, J., Wecht, J., Deckert, J., Nguyen, N., y Weir, J. (2017). Reminder: RMSSD and SD1 are Identical Heart Rate Variability Metrics: RMSSD and SD1, Identical Metrics. *Muscle & Nerve*, 56(4), 1-5. doi:10.1002/mus.25573
- De la Cruz, T., B., y Sarabia, C., E. (2013). Variabilidad de la frecuencia cardiaca en la valoración del rendimiento. En Naranjo, J., Santalla, A., y Manonelles, P. *Valoración del rendimiento del deportista en el laboratorio* (págs. 461-496). Barcelona: Esmon Publicidad, S. A.

- Dietrich, M., Klaus, C., Klaus, L. (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Edwards, S. (1994). The heart rate monitor book. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(5): 647
- Ernst, G. (2014). *Heart rate variability*. London: Springer
- Esco, M., y Flatt, A. (2014). Ultra-Short-Term Heart Rate Variability Indexes at Rest and Post-Exercise in Athletes: Evaluating the Agreement with Accepted Recommendations. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 534-541. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/263652960_Ultra-Short-Term_Heart_Rate_Variability_Indexes_at_Rest_and_Post-Exercise_in_Athletes_Evaluating_the_Agreement_with_Accepted_Recommendations
- Federation Internationale de Volleyball. (2016). *FIVB*. Recuperado el 18 de 03 de 2020, de: https://www.fimvb.com.mx/documentos/Estatutos_Reglamento/FIVB-Volleyball_Rules_2017-2020-SP-v01.pdf
- Fernández, V., A. (2006). Respuestas y adaptaciones cardiovasculares al ejercicio. En López, J., y Fernández, A. *Fisiología del ejercicio* (págs. 321-325). Madrid: Medica Panamericana.
- Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A. C., y Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medical Journal*, 370-374.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, A., Parker, S., . . . Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115. doi:10.1519/00124278-200102000-00019
- Fox, J. L., Stanton, R., Sargent, C., Wintour, S.-A., y Scanlan, T. A. (2018). The association between training load and performance in team sports: A systematic review. *Sport Medicine*, 48(2), 1-25. doi:10.1007/s40279-018-0982-5
- Gabbett, T., y Georgieff, B. (2007). Physiological and Anthropometric Characteristics of Australian Junior National, State, and Novice Volleyball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 902-908. 10.1519/R-20616.1
- González-Fimbres, R., Ramírez-Siqueiros, M., Vaca-Rubio, H., Moueth-Cabrera, M. y Hernández-Cruz, G. (2020). Relationship Between Post-Exercise hrv and Internal Training Load in Tri-

- thletes. *Revisa Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 20, 87-102. doi: 10.15366/rimcafd2020.77.006
- González, R., Navarro, F., Delgado, M., y García, J. (2010). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Sevilla: Wanceulen editorial deportiva, S.L.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sport Medicine*, 44(2), 139-147. doi:10.1007/s40279-014-0253-z
- Háp, P., Stejskal, P., y Jakubec, A. (2011). VOLLEYBALL PLAYERS TRAINING INTENSITY MONITORING THROUGH THE USE OF SPECTRAL ANALYSIS OF HEART RATE VARIABILITY DURING A TRAINING MICROCYCLE. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica.*, 41(3), 33-38. doi:10.5507/ag.2011.018
- Hernández-Cruz, G., Quezada-Chacón, J. T., González-Fimbres, R. A., Flores-Miranda, F. J., Naranjo-Orellana, J., y Rangel-Colmenero, B. R. (2017). Effect of consecutive matches on heart rate variability in elite volleyball players. *Revista de Psicología del Deporte*, 26(2), 9-14.
- Hooper, S. L., y Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring Overtraining in Athletes: Recommendations. *Sport Medicine*, 20(5), 321-327. doi:10.2165/00007256-199520050-00003
- Hoshi, R. A., Pastre, C. M., Marques, V., L. C., y Fernandes, G., M. (2013). Poincaré plot indexes of heart rate variability: Relationship with other nonlinear variables. *177(2)*, 271-274. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.autneu.2013.05.004
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., y Coutts, A. J. (2018). Internal and External Training Load: 15 Years On Training Load Internal and External Load: Theoretical Framework: The Training Process. *Human Kinetics*, 14(2), 270-273. doi:https://doi.org/10.1123/ijssp.2018-0935
- Javorka, M., Zila, I., y Javorka, K. (2002). Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 35(8), 991-1000. doi:https://doi.org/10.1590/S0100-879X2002000800018
- Kellman, M. (2002). *Enhancing Recovery: preventing underperformance in athletes*. Human Kinetics.
- Kenttä, G., y Hassmén, P. (1998). Overtraining and Recovery A Conceptual Model. *Sports Medicine*, 26(1), 1-16. Recuperado de ht-

- [tps://www.researchgate.net/publication/13545392_Overtraining_and_recovery_A_conceptual_model](https://www.researchgate.net/publication/13545392_Overtraining_and_recovery_A_conceptual_model)
- Kiviniemi, A., Hautala, A., Kinnunen, H., y Tulppo, M. (2007). Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *European Journal of Applied Physiology*, 101(6), 743-751. doi 10.1007/s00421-007-0552-2
- Lambert, M. I., y Borresen, J. (2010). Measuring Training Load in Sports. *International Journal in Sport Physiology and Performance*, 5, 406-411. doi:10.1123/ijsp.5.3.406
- Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., y Casa, D. J. (2012). Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2920-2937. doi:31(10)/2920-2937
- Lidor, R., y Ziv, G. (2010). Physical and Physiological Attributes of Female Volleyball Players-A Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1963-1973. doi: 10.1519/JSC.0b013e-3181ddf835
- Manzi, V., Castagna, C., Padua, E., Lombardo, M., D'Ottavio, S., Massaro, M., . . . Iellamo, F. (2009). Dose-response relationship of autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 296(6), H1733-H1740. doi:-doi:10.1152/ajpheart.00054.2009.
- McLaren, S., Macpherson, T., Coutts, A., Hurst, C., Spears, I., y Weston, M. (2017). The relationship Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 641-658. doi:10.1007/s40279-017-0830z
- Medeiros A., D., Fernandes, G., Miranda, R., Reis C., D., y Bara F., M. (2018). TRAINING LOAD AND RECOVERY IN VOLLEYBALL DURING A COMPETITIVE SEASON. *Journal of Strenght and Conditioning Association*, 00(00), 1-7.
- Medina, M., De la Cruz, B., Garrido, A., Garrido, M., Naranjo, J. (2012) Normal values of heart rate variability at rest in Young, healthy and active Mexican population. *Health*, 4, 377-385. doi: 10.4236/health.2012.47060.
- Michael, S., Graham, K. S., y Davis, G. M. (2017). Cardiac Autonomic Responses during Exercise and Post-exercise Recovery Using Heart

- Rate Variability and Systolic Time Intervals- A Review. *Frontiers in Physiology*, 8(301). doi:<https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00301>
- Miranda-Mendoza, J., Reynoso-Sánchez, L. F., Hoyos-Flores, J. R., Quezada-Chacón, J. T., Rangel-Colmenero, B., y Hernández-Cruz, G. (2020). STRESS SCORE AND LnrMSSD AS INTERNAL LOAD PARAMETERS DURING COMPETITION. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 20(77), 21-35. doi:10.15366/rimcafd2020.77.002
- Moreno, J., Ramos-Castro, J., Rodas, G., Tarragó, J. R., y Capdevila, L. (2015). Individual Recovery Profiles in Basketball Players. *Spanish Journal of Psychology*, 18(24), 1-10. doi: <https://doi.org/10.1017/sjp.2015.23>
- Nakamura, F., Flatt, A., Pereira, L., Ramirez-Campillo, R., Loturco, I., y Esco, R. (2015). Ultra-Short-Term Heart Rate Variability is Sensitive to Training Effects in Team Sports Players. *Sport Science and MEDicine*, 14(3), 602-605. Recuperado de <https://www.jssm.org/hf.php?id=jssm-14-602.xml>
- Naranjo, J., De la Cruz, B., Sarabia, E., De Hoyo, M., y Domínguez-Cobo, S. (2015b). Heart Rate Variability: a Follow-up in Elite Soccer Players Throughout the Season. *International Journal of Sports Medicine*, 36(11), 881-886. doi:10.1055/s-0035-1550047
- Naranjo, O., J. (2018). *VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA. FUNDAMENTOS Y APLICACIONES A LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE*. Sevilla: Fénix.
- Naranjo, J., de la Cruz, T., Sarabia, C., de Hoyo, M., y Domínguez, C. (2015a). Two New Indexes for Assessment of Autonomic Balance in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10, 452-457. doi:<https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0235>
- Naranjo, J., Nieto-Jiménez, C., y Ruso-Álvarez, J. (2019). Recovery Slope or Heart Rate Variability as an Indicator of Internal Training Load. *Health*, 11, 211-221. doi:10.4236/health.2019.112019
- Naranjo, J., Ruso, J., y Nieto, C. (15 de 02 de 2020). *RIO*. Recuperado de RIO: <https://rio.upo.es/xmlui/handle/10433/7711>
- Palacios, G., Pedrero-Chamizo, R., Palacios, N., Maroto-Sánchez, B., Aznar, S., y González-Gross, M. (2015). Biomarcadores de la actividad física y del deporte. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 21(1), 235-242. doi:DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5070

- Perrotta, A. S., Jeklin, A. T., Hives, B. A., Meanwell, L. E., y Warburton, D. E. (2017). Validity of the Elite HRV Smartphone Application fo Examing Heart Rate Variability in a Field-Based Setting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(8), 2296-2302. doi:10.1519/jsc.0000000000001841
- Plews, D., Bourdon, P., Stanley, J., Kilding, A., y Buchheit, M. (2013). Training Adaptation on Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes: Opening the Door to Effective Monitoring. *Sport Medicine*, 43, 773-781. doi:10.1007/s40279-013-0071-8
- Plews, D., Laursen, P., Le Meur, Y., Hausswirth, C., Kilding, A., y Buchheit, M. (Monitoring Training With Heart-Rate Variability: How Much Compliance Is Needed for Valid Assessment? *International Sports Physiology and Performance*, 9, 783-790. doi: 10.1123/IJSP.2013-0455
- Rodas, G., Pedret C., Ramos, J., y Capdevila, L. (2008). VARIABILIDAD DE LA) FRECUENCIA CARDIACA: CONCEPTO, MEDIDAS Y RELACIÓN CON ASPECTOS CLÍNICOS (I). *ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE*, 25(123), 41-47. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/46727114_Variabilidad_de_la_frecuencia_cardiaca_concepto_medidas_y_relacion_con_aspectos_clinicos_I
- Saboul, D., Pialoux, V., y Hautier, C. (2013). The impact of breathing on HRV measurements: Implications for the longitudinal follow-up of athletes. *European Juornal of Sport Science*, 13(5), 534-542. doi:10.1080/17461391.2013.767947
- Saboul, D., Balducci, P., Millet, G., Pialoux, V., y Hautier, C. (2015). A pilot Study on quantification of training load: The use of HRV in training practice. *European Journal of Sport Science*, 16(2), 172-181. doi: 10.1080/17461391.2015.1004373
- Schneider, C., Hanakam, F., Wiewelhove, T., Döweling, A., Kellmann, M., Meyer, T., . . . Ferrauti, A. (2018). Heart rate monitoring in team sports-A conceptual framework for contextualizing heart rate measures for training and recovery prescription. *Frontiers in Physiology*, 9, 1-19. doi:10.3389/fphys.2018.00639
- Stango, K. M., Thatcher, R., y Van, S., K. A. (2007). A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal of Sport Sciences*, 25(6), 629-634. doi:10.1080/02640410600811817

- Stanley, J., Peake, J., y Buchheit, M. (2013). Cardiac Parasympathetic Reactivation Following Exercise: Implications for Training Prescription. *Sports Medicine*, 43, 1259-1277. doi:10.1007/s40279-013-0083-4
- Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, 17, 354-381. doi:0195-668X/96/030354+28 \$18.00/0
- Tortora, G., y Derrickson, B. (2013). *Principios de Anatomía y Fisiología. 13ª edición*. Madrid: Editorial Médica PANAMERICANA
- Tortosa, A. (2013). Sistema Nervioso: Anatomía. *Infermera Virtual*. Recuperado de <https://www.infermeravirtual.com/files/media/file/99/Sistema%20nervioso.pdf?1358605492>
- Tulppo, M., Mäkikallio, T., Takala, T., Seppänen, T., y Huikuri, H. (1996). Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 271, H244-H252. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1003.4703&rep=rep1&type=pdf>
- Tulppo, M., Mäkikallio, T., Seppänen, T., y Huikuri, H. (1996). Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. *American Heart Journal*, 274(2), 424-429. doi: <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1998.274.2.H424>
- Weineck, J. (2005). Principio de la relación óptima entre carga y recuperación. En J. Weineck, *Entrenamiento total* (págs. 29-31). Barcelona: Paidotribo.
- Wilmore, H., & Costill, L. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Woo, M. A., Stevenson, W. G., Mooser, D. K., Trelease, R. B., y Harper, R. M. (1992). Patterns of beat-to-beat heart rate variability in advanced heart failure. *American Heart Journal*, 123(3), 704-710. doi:10.1016/0002-8703(92)90510-3
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *Journal of the American Medical Association*, 310(20), 2191-2194. Recuperado de <https://www.wma.net/wp-content/uploads/2016/11/DoH-Oct2013-JAMA.pdf>

Capítulo 7.

Validación de Dinamómetro Electromecánico Funcional para Evaluación y Entrenamiento de la Fuerza Isométrica en un Gesto Libre.

Eduardo Alejandro Díaz Ochoa, Zeltzin Nereyda Alonso Ramos, Germán Hernández Cruz y Luis Javier Chiroso Ríos.

Resumen

El objetivo fue determinar si el instrumento Dynasystem presentaría niveles de confiabilidad adecuados. La muestra estuvo compuesta de 19 estudiantes, sanos y activos físicamente de la carrera de grado en actividad física y deporte de la universidad de Granada, España. Se realizó la evaluación de la fuerza isométrica en un gesto de flexo-extensión de codo en dos angulaciones, los resultados muestran que existe buena confiabilidad en la fuerza media del brazo dominante a 45° ($p > .05$, $r = .907$) así mismo, en el brazo no dominante ($p > .05$, $r = .935$). En cuanto a la fuerza media a 90° del brazo dominante se encontraron valores de ($p > .05$, $r = .935$) y en la evaluación del brazo no dominante ($p > .05$, $r = .913$). Así mismo, los valores de fuerza pico registrados en el brazo dominante a 45° fueron ($p > .05$, $r = .939$) en el brazo no dominante de ($p > .05$, $r = .953$) por su parte los valores en 90° del brazo dominante fueron ($p > .05$, $r = .977$) y en el brazo no dominante de ($p > .05$, $r = .928$) el instrumento Dynasystem es un instrumento confiable para valorar la fuerza isométrica pico, así como la fuerza media en los ángulos de 45° y 90° con respecto a la flexo-extensión de codo y sin restricción alguna de movimiento.

Palabras clave: DYNASYSTEM, Isometría, Raqueta, Fuerza máxima, Potencia.

Introducción

Actualmente la tecnología desempeña un rol importante a la hora de evaluar el rendimiento físico, es por ello que a lo largo del tiempo se han creado dispositivos con el afán de minimizar el error humano, incrementar la precisión de las mediciones y automatizar o hacer más simples los procesos, así mismo, esto ha incrementado el interés de entrenadores y atletas, los cuales suelen verse beneficiados al obtener información de forma precisa y fácil de interpretar (Mali & Dey, 2020). Sin embargo, no todos los dispositivos cuentan con la validez y confiabilidad para aportar estos datos de forma constante y repetible, es por esto que se requiere un proceso de validación a través de pruebas repetidas para obtener los índices de validez y confiabilidad adecuados para que el o los dispositivos sean capaces de realizar mediciones repetibles (Hopkins, 2000; Kobsar et al., 2020).

El dinamómetro electromecánico funcional DYNASYSTEM ha sido validado en el movimiento de extensión de cadera mediante un protocolo de evaluación, en el cual se colocó el arnés del cable del instrumento justamente alineado por encima de la rótula, el cual presentó resultados con buena validez en las variables de pico de fuerza y trabajo (Jara et al., 2017). Es por ello que resulta importante continuar analizando y validando distintos gestos y ángulos a través de las modalidades de ejercicio para verificar la validez y confiabilidad de dicho instrumento.

La Dynasystem proporcionará al entrenador deportivo o preparador físico los valores de fuerza isométrica en los ángulos previamente determinados por el evaluador y/o entrenador; por lo que dicha información pudiera ser usada para detectar áreas donde se presenten mayores niveles de fuerza y otros donde se presenten déficits, con lo cual se podrá intervenir para poder crear programas de entrenamientos de la fuerza específicos para el determinado rango de movimiento.

El valor de esta investigación se encuentra en la aplicación de valoraciones en distintos ángulos de flexo-extensión, lo que aportara a la creación de entrenamientos específicos y especializados mediante un instrumento de medición de reciente creación, el cual ha sido verificado, comprobando así su validez y confiabilidad.

La dificultad para la medición de la fuerza máxima en determinadas angulaciones que pudiera ser usada para medirse en los golpes

más comunes de los deportes de raquetas (derecha, revés, top spin y backs spin) por lo que en este apartado se propone una metodología de evaluación y entrenamiento mediante un dinamómetro de reciente creación (DYNASYSTEM) intentando solucionar los posibles déficits de fuerza en ángulos específicos de cada sujeto y cada golpe en específico, es por ello que surge la siguiente pregunta de investigación, ¿es el dinamómetro electromecánico funcional una herramienta válida y confiable para evaluar la fuerza isométrica en distintas angulaciones?

Esta investigación tuvo como objetivo establecer la validez y confiabilidad del dinamómetro electromecánico funcional (DYNASYSTEM) en los ángulos de 45 y 90 grados de flexo-extensión del codo.

Preparación Física

A lo largo de la historia del deporte ha existido el uso y/o implementación de estrategias enfocadas en el desarrollo de las capacidades de cuerpo humano, con lo cual se ha favorecido el rendimiento en las distintas competiciones (Beagon, 2005; Weldon et al., 2022). Dentro del contexto de la preparación física se encuentra el entrenamiento de la fuerza, el cual según Zatsiorsky et al., (2020) se basa en la ejecución repetidos de movimientos repetidos ante una determinada carga, la cual busca generar adaptaciones neuromusculares, este tipo de entrenamiento ha sido ampliamente aplicado para mejorar el desempeño físico en disciplinas tanto individuales como de equipo (Buckner et al., 2018; Plotkin et al., 2022).

Carga de Entrenamiento

En el ámbito del entrenamiento deportivo la aplicación de la carga permite establecer la relación dosis-respuesta, en la cual la respuesta se manifiesta a través de las adaptaciones físicas, biológicas y fisiológicas, así como la mejora del rendimiento físico ante los estímulos o estrés inducido por la carga de entrenamiento, no obstante, la dosis es considerablemente más compleja de medir, debido a que no existe un *gold standard* que pueda ser aplicado de forma indiscriminada para todos los deportes en el contexto de juego. Distintos estudios han propuesto evaluaciones de la dosis-respuesta separándolo en los términos carga externa y carga interna respectivamente (Lambert & Borresen, 2010;

Martorelli et al., 2021). Aunque la carga externa representa el principal factor de las respuestas fisiológicas del individuo durante el proceso de entrenamiento son pocos estudios los que han mostrado la relación dosis aplicada y la respuesta individual del deportista el entrenamiento (Impellizzeri et al., 2019). A continuación, se presentan/exponen algunos métodos de evaluación de la carga interna.

Evaluación de la Carga Interna

Uno de los métodos ampliamente utilizados en la actualidad es la escala subjetiva del esfuerzo, (*Rate of perceived Exertion*, RPE, por sus siglas en inglés), debido a su carácter no invasivo y a las correlaciones positivas que ha mostrado con las zonas del impulso de entrenamiento (*Training Impulse*, TRIMP, por sus siglas en inglés) propuesta por Edwards (Gardner et al., 2023; Rebelo et al., 2012). Un método validado y de uso frecuente es la frecuencia cardiaca, la cual ha demostrado medir ser eficaz para la medición de la carga interna durante el ejercicio (Achten & Jeukendrup, 2003; Nakamura & da Costa, 2021), así mismo, la percepción del estado de recuperación suele evaluarse mediante el cuestionario de la calidad total de la recuperación (*total quality recovery*, TQR, por sus siglas en inglés), la cual ha mostrado correlaciones significativas con marcadores biológicos de daño muscular (De Oliveira et al., 2023; Osiecki et al., 2015).

Evaluación de la Carga Externa

Comúnmente, la carga externa ha sido considerada como la forma más fácil de accesible y directa para monitorizar y llevar el control del entrenamiento deportivo. Esta se define como el trabajo realizado exitosamente por el atleta, medido de forma objetiva independientemente de sus características fisiológicas y el cual es el resultado del movimiento de las articulaciones involucradas en un movimiento ante una carga (Coratella, 2022; Wallace et al., 2009). Su Cuantificación puede llevarse a cabo a través de diversos métodos objetivos, entre los cuales actualmente se está incluyendo el Sistema de Posicionamiento Global, (GPS, por sus siglas en inglés). En concordancia con la literatura actual, este dispositivo ha demostrado ser confiable para la medición de la carga externa, al permitir el registro de variables como la velocidad de

desplazamientos, los cambios de dirección, las aceleraciones y desaceleraciones. No obstante, en cuanto mayor es la velocidad, mayor es el riesgo de que la confiabilidad disminuya, además que las acciones de juego no son cuantificadas (Akyildiz et al., 2022; Aughey, 2011).

Aunque en la actualidad existen diversos métodos válidos y precisos para la medición de la carga externa, muchos de ellos se llevan a cabo en entornos controlados de laboratorio, lo que hace difícil y limita su aplicabilidad en situaciones reales o específicas de juego. De esta manera, un estudio realizado por Edwards et al., (2019) evidenció que el uso de acelerómetros triaxiales para medir aceleraciones del centro de gravedad, no resultó ser confiable (ICC: 0.0-0.67), además se observó un alto índice de variabilidad (CV%:14-33%) y un cambio significativo en la media de (M: 41-160%) en comparación con un sistema de captura de movimiento en tres dimensiones.

Componentes de la Carga de Entrenamiento

La carga de entrenamiento se compone de distintas variables, las cuales permiten estructurar y dosificar los estímulos de entrenamiento. Una de dichas variables es el volumen de entrenamiento el cual representa la cantidad de trabajo que se realizara dentro de una sesión, periodo o fase, se utiliza como un indicador de estrés y suele expresarse en las unidades de medida (metros, segundos, kilos o libras) entre otros. Por otra parte, la intensidad hace referencia a la cantidad de energía que se requiere para ejecutar una actividad o ejercicio. Generalmente existe una relación inversa entre el volumen y la intensidad: a medida que la intensidad se incrementa, el volumen tiende a disminuir.

La densidad se refiere a la proporción que hay entre el tiempo de trabajo y el descanso, y su dosificación dependerá de los objetivos específicos del entrenamiento o de una sesión (Bompa & Buzzichelli, 2019, 2021). Otro componente de la carga de entrenamiento que es considerado relevante es la frecuencia, la cual contempla la cantidad de veces que se aplica el estímulo de entrenamiento dentro de un periodo determinado. Esta variable es clave para permitir las adaptaciones fisiológicas planteadas en el objetivo (Haff & Triplett, 2015; NSCA, 2021). El conjunto de los términos mencionados ha sido denominado dosis de entrenamiento, la cual contempla las adaptaciones agudas y las mejoras en el rendimiento físico en la misma sesión (Passfield et al., 2022).

Evaluación y Determinación de la Carga de Trabajo

Uno de los métodos ampliamente utilizados para determinar la intensidad en el entrenamiento de fuerza es el método de 1 Repetición Máxima (*1 Repetition Maximum, 1RM*) definido como el máximo peso un individuo puede levantar en una sola repetición. Este método ha demostrado ser altamente confiable y válido para establecer los porcentajes de carga que deben utilizarse en sesiones de entrenamiento posteriores (Earle & Baechle, 2004; Mayhew et al., 1995; Suchomel, 2025). Así mismo, se han propuesto diversas ecuaciones predictivas que permiten estimar 1RM como una alternativa más segura, es decir, sin llegar a realizar esfuerzos máximos, disminuyendo así el peso a levantar a un peso con el cual el sujeto pueda realizar entre 5 y 8 repeticiones. Estas ecuaciones han mostrado ser las más válidas para la predicción del 1RM en el ejercicio de press de pecho (Brzycki, 1993; Dhahbi et al., 2024; Mayhew et al., 2004).

Metodología del Entrenamiento

Existen diversos métodos de entrenamiento enfocados en la mejora de la fuerza muscular, cada uno con características específicas en cuanto a la carga de entrenamiento, el primero de ellos es el método de entrenamiento de la fuerza máxima, el cual emplea porcentajes cercanos al 1RM realizando baja cantidad de repeticiones, generalmente no mayor a cinco y con un periodo de descanso prolongado entre series, con la finalidad de permitir la recuperación de los depósitos de los fosfatos de alta energía (ACSM, 2009; Kenney et al., 2022). Este método se caracteriza por la magnitud requerida para realizar el esfuerzo, ya que los porcentajes se aproximan a 1RM, permitiendo únicamente ejecutar entre dos y tres repeticiones por serie, esta modalidad de entrenamiento favorece la coordinación intramuscular e intermuscular, lo que se traduce en una mayor producción de fuerza. No obstante, su aplicación puede representar riesgo para sujetos con poca experiencia en entrenamiento de fuerza (Zatsiorsky et al., 2020). Otro enfoque de entrenamiento sumamente utilizado para el desarrollo de la hipertrofia muscular, específicamente la hipertrofia miofibrilar, la cual busca incrementar la sección transversal del músculo. Este método se basa en la realización de repeticiones en un rango intermedio, es decir entre

6 y 12RM, con descansos breves de hasta máximo un minuto (Beachle & Earle, 2008; Bompá & Buzzichelli, 2021). Este método también es conocido como de esfuerzo repetido y según Zatsiorsky et al., (2020) se trabaja con cargas cercanas al 80% del 1RM permitiendo realizar entre 8 y 12 repeticiones por serie, favoreciendo así el desarrollo de la masa muscular.

Finalmente, uno de los métodos convencionales es el isométrico, el cual se basa en realizar contracciones isométricas mantenidas, es decir generar tensión muscular constante sin movimiento articular, durante un tiempo determinado. Una variante de este método consiste en realizar contracciones isométricas repetidas, manteniendo la tensión muscular durante 5 segundos seguida de una recuperación con la misma duración, esta modalidad permite preservar la circulación sanguínea, lo que ayuda a retrasar la aparición de fatiga muscular (Folland et al., 2005; Lum et al., 2022).

Evaluación de la Fuerza Isométrica

Diversos estudios destacan la importancia de la evaluación de la fuerza máxima isométrica como un componente esencial para determinar parámetros relacionados con la potencia y de resistencia a la fatiga muscular (Lum et al., 2022; Nuzzo et al., 2008; Stone et al., 2004).

Actualmente, existen múltiples herramientas para la medición de la fuerza isométrica. Entre ellas, el dinamómetro isocinético es considerado como el instrumento más completo y seguro en contextos clínicos, de investigación y de deporte, siendo reconocido como el *gold standard*, sin embargo, su elevado costo limita su accesibilidad y viabilidad para la mayoría de las personas (Drouin et al., 2004; Prando et al., 2023). Como forma alterna, el estudio de Steeves et al., (2019) demostró la confiabilidad del uso de una célula de carga de un solo eje para la medición de la fuerza máxima isométrica. En dicho estudio, se emplearon instrumentos computarizados utilizando el hardware Labview y el software Matlab en una muestra compuesta por 10 hombres y 10 mujeres. La célula de carga fue previamente calibrada y el voltaje generado se convirtió a unidades de fuerza registrando los datos durante un intervalo de 500 milisegundos. Los resultados mostraron una correlación superior a 0.67 y un coeficiente de variación mayor a 10%, lo que indica una confiabilidad aceptable. Los autores concluyen

que la medición de la fuerza isométrica máxima tiene aplicaciones relevantes en el ámbito del rendimiento deportivo.

Proceso de Validación y Confiabilidad de un Instrumento de Medición

El proceso de validación y confiabilidad de un instrumento es de suma importancia para garantizar la certeza y precisión de los datos obtenidos en contextos científicos. El concepto de validez Ha sido definido por la American Educational Research Association AERA, (1985) como “el grado en el cual la teoría y la evidencia apoyan las interpretaciones de las puntuaciones de pruebas implicados por los usos propuestos de las pruebas” Esta definición resalta la importancia de que los resultados obtenidos mediante el uso de un instrumento sean interpretados correctamente en función de lo cual fue diseñado.

Por otra parte, la confiabilidad se refiere al grado en que un instrumento produce resultados de manera consistente y estable, es decir, mide la capacidad del instrumento para realizar sus funciones de manera adecuada bajo condiciones similares (estandarizadas). La confiabilidad es una característica importante al realizar pruebas y mediciones, ya que permite asegurar que los datos obtenidos sean reproducibles. En este sentido, la Real Academia Española (RAE, 2020) define la confiabilidad como “la probabilidad de buen funcionamiento de algo” lo que refuerza y da firmeza en el diseño y aplicación de instrumentos de evaluación.

Metodología

Tipo de Estudio

Se llevó a cabo un estudio de test-retest, en el cual se realizaron tomas de los valores de interés en dos puntos de tiempo distintos, separados por un intervalo de dos semanas, sin aplicar ningún tipo de intervención entre las evaluaciones.

Universo, Casos de Estudio y Tipo de Muestra

La población estuvo conformada por 19 sujetos con edades comprendidas entre 17 y 35 años, estudiantes del grado en actividad física

y deporte de la universidad de Granada, España, quienes cumplían con ser participantes sanos y físicamente activos.

Criterios de Inclusión

Pertenecer a la facultad de actividad física y deporte de la universidad de Granada.

No presentar lesiones en los miembros superiores.

No realizar ejercicios ni actividades que involucren contracciones isométricas del tren superior.

Criterios de Exclusión

No asistir a alguna medición.

Consumir algún tipo de suplementación.

No aceptar participar en el estudio y/o no firmar el consentimiento informado.

Instrumentos

Para la evaluación de la fuerza isométrica se utilizó el dinamómetro electromecánico funcional Dynasystem modelo health a una frecuencia de muestreo de 1000 Hertz, además como variables antropométricas de control se utilizaron otros instrumentos de medición complementarios para la recolección de datos: una báscula con estadiómetro SECA 700 para la medición de peso y estatura, y una cinta antropométrica de metal flexible de la marca Lufkin para la medición de longitudes y perímetros, así como y una báscula de bioimpedancia TANITA TBF 300 para la estimación de la composición corporal.

Procedimiento

Los participantes se presentaron en el gimnasio de la alberca olímpica universitaria de la Universidad de Granada, donde fueron informados verbalmente y por escrito sobre el protocolo del estudio. Se les proporcionó el consentimiento informado, el cual deberían leer y firmar en caso de aceptar su participación. Para cada participante se elaboró un historial con los siguientes datos: nombre, edad, altura, peso, actividad deportiva practicada y su nivel de intensidad, presencia de lesiones en miembros superiores, longitud de extremidades superiores,

perímetro de brazo (bíceps) y perímetro de antebrazo. Posteriormente se realizó la estimación de la masa grasa mediante bioimpedancia.

Antes de iniciar la prueba se llevó a cabo un calentamiento que consistió en trote ligero durante 5 minutos, así como ejercicios específicos de movilidad de hombro y codo durante 2 minutos. La prueba incluyó un total de 6 contracciones isométricas, 3 por cada brazo en angulaciones de 45° y 90° con respecto a la flexo-extensión de codo (Figura 1 y figura 2). En ningún caso se repitió la misma angulación para el mismo brazo. Entre cada fase de isometría se proporcionó un descanso completo de 7 minutos con el objetivo de evitar interferencias por fatiga en los registros de fuerza pico y fuerza media.

El orden de participación fue determinado de manera aleatoria mediante el software SPSS. Entre la primera y la segunda toma se estableció un intervalo de 15 días, durante el cual se restringió la participación en actividades que involucraran contracciones isométricas del tren superior.

Figura 1

Medición del ángulo del codo a 90°



Figura 2



Aplicación de fuerza isométrica a 45°

Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el software SPSS, en su versión 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Se llevaron a cabo distintos análisis estadísticos con el objetivo de comprobar la validez predictiva del dinamómetro electromecánico funcional Dynasystem (Symotech, 2017). En primer lugar, se realizó un análisis de correlación de Pearson entre las variables registradas entre la primera toma 1 y la segunda toma del estudio, con la finalidad de evaluar la consistencia de los resultados. Posteriormente para determinar si existieron diferencias significativas en los niveles de fuerza registrados tras el descanso de 15 días, se aplicó un test-retest mediante la prueba T de Student para muestras relacionadas.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de esta investigación.

Con el objetivo de evaluar la validez predictiva del dinamómetro

electromecánico funcional Dynasystem (Symotech, 2017) se realizó un análisis de correlación de Pearson entre los valores registrados en la primera y la segunda toma de la misma variable. Los resultados de dicho análisis se presentan en las tablas 1 y 2 en donde se detallan los coeficientes de correlación obtenidos para cada ángulo y brazo evaluado.

Tabla 1

Correlación de las tomas de fuerza media.

Variable	T1	T2	r
	M ± SD	M ± SD	
FM 45° BD	175.06 ± 64.48	172.90 ± 63.16	.907**
FM 45° BND	174.40 ± 66.40	162.48 ± 61.17	.953**
FM 90° BD	171.07 ± 64.21	161.42 ± 59.91	.935**
FM 90° BND	169.92 ± 58.72	160.40 ± 60.81	.913**

Nota. FM= Fuerza Media; 45, 90 son ángulos respecto a la flexión de codo; BD= Brazo Dominante; BND= Brazo No Dominante; T1= Toma 1; T2= Toma 2; M= Media; SD= Desviación Estándar; r= correlación de Pearson; **=significancia 0.01.

Tabla 2

Correlación de las tomas de Fuerza Pico

Variable	T1	T2	r
	M ± SD	M ± SD	
FP 45° BD	195.44 ± 71.01	197.72 ± 70.21	.939**
FP 45° BND	195.00 ± 73.36	186.55 ± 70.39	.953**
FP 90° BD	187.72 ± 68.64	178.83 ± 60.92	.977**
FP 90° BND	187.66 ± 64.38	178.83 ± 65.342	.928**

Nota. FP= Fuerza Pico; 45°, 90° son ángulos respecto a la flexión de codo; BD= Brazo Dominante; BND= Brazo No Dominante; T1= Toma 1; T2= Toma 2; M= Media; SD= Desviación Estándar; r= correlación de Pearson; **=significancia 0.01.

Como se observa en las tablas previamente presentadas, se observa una correlación fuerte y significativa entre las mediciones realizadas en ambas tomas para cada una de las variables analizadas.

En la tabla 3 se detallan los resultados correspondientes a la evaluación de la fuerza media en las angulaciones de 45° y 90°, tanto para el brazo dominante, como para el no dominante, lo que permite visualizar las diferencias en el rendimiento de la fuerza isométrica según la angulación del codo.

Tabla 3
Análisis descriptivo de la Fuerza Media

Variable	T1	T2	Sig. Bilateral
	M ± SD	M ± SD	<i>p</i>
FM 45° BD	175.06 ± 64.48	172.90 ± 63.16	.074
FM 45° BND	174.40 ± 66.40	162.48 ± 61.17	.023*
FM 90° BD	171.07 ± 64.21	161.42 ± 59.91	.018*
FM 90° BND	169.92 ± 58.72	160.40 ± 60.81	.125

Nota. FM= Fuerza Media; 45° y 90° son ángulos respecto a la flexión de codo; BD= Brazo Dominante; BND= Brazo No Dominante; T1= Toma 1; T2= Toma 2; M= Media; SD= Desviación Estándar; *p* (*) = nivel de Significancia a <0.05.

De acuerdo con el análisis realizado, al comparar medias entre ambas tomas, se observó que únicamente la fuerza media en el brazo dominante a 45° grados no mostró diferencias estadísticamente significativas (tabla 3). Por el contrario, los valores de fuerza media en el brazo dominante a 45° y a 90°, para el brazo no dominante no se mostraron significativos. La fuerza media en una angulación de 45° resultó significativamente menor en el brazo no dominante luego de 15 días (segunda toma), este mismo comportamiento también se observó en el valor de fuerza media del brazo dominante a 90°. Estos resultados sugieren que, aunque algunas variables se mantuvieron estables, otras presentaron una disminución en la capacidad de producción de fuerza, posiblemente debida al descanso prolongado. Aunque no son comparables los movimientos, distintas investigaciones han evaluado la confiabilidad del instrumento DYNASYSTEM, por lo que en una investigación realizada por Martínez-García et al., (2020) se encontró que el dinamómetro electromecánico funcional fue confiable para la medición de la fuerza en los rotadores de hombro mostrando coeficientes de correlación intercalase de 0.81-0.93 para rotadores internos

y de 0.89–0.98 para rotadores externos, por otra parte, Rodríguez-Perea, (2020) encontró resultados de 0.72-0.81 para los flexores de tronco y de 0.73-0.77 para los extensores de tronco, lo cual coincide con los resultados obtenidos en esta investigación, mostrando la validez y confiabilidad del instrumento.

Conclusión

Los resultados obtenidos permiten concluir que, en deportes que implica el uso de raquetas, el entrenamiento y evaluación con angulaciones específicas para cada tipo de golpe pueden tener un impacto positivo en el rendimiento físico. Esto independientemente de las características del implemento utilizado. En este sentido, el uso de dispositivos que permitan el entrenamiento en rangos articulares específicos combinado con la obtención de datos en tiempo real podría contribuir al ajuste de la carga de entrenamiento, mejorando así el rendimiento físico.

Agradecimientos

Agradecimientos a Jaqueline Cordero de la UANL y a Ignacio Pelayo de la UGR por su valioso apoyo en la recolección de datos y aplicación del protocolo.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine*, 33(7), 517–538.
- ACSM. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 687–708.
- AERA. (1985). Standards for educational and psychological testing. (*No Title*).
- Akyildiz, Z., Yildiz, M., & Clemente, F. M. (2022). The reliability and accuracy of Polar Team Pro GPS units. *Proceedings of the Institution*

- of *Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 236(2), 83–89.
- Aughey, R. J. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 295–310.
- Beachle, T., & Earle, R. (2008). *Essentials of strength training and conditioning*: Human Kinetics Publishers Inc.
- Beagon, M. (2005). *The Elder Pliny on the Human Animal: Natural History Book 7*. OUP Oxford.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization-: theory and methodology of training*. Human kinetics.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2021). *Periodization of strength training for sports*. Human Kinetics Publishers.
- Brzycki, M. (1993). Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1). <https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684>
- Buckner, S. L., Jessee, M. B., Dankel, S. J., Mattocks, K. T., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2018). Resistance exercise and sports performance: The minority report. *Medical Hypotheses*, 113, 1–5.
- Coratella, G. (2022). Appropriate reporting of exercise variables in resistance training protocols: much more than load and number of repetitions. *Sports Medicine-Open*, 8(1), 99.
- De Oliveira, F., Paz, G. A., Corrêa Neto, V. G., Alvarenga, R., Marques Neto, S. R., Willardson, J. M., & Miranda, H. (2023). Effects of different recovery modalities on delayed onset muscle soreness, recovery perceptions, and performance following a bout of high-intensity functional training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3461.
- Dhahbi, W., Padulo, J., Russo, L., Racil, G., Ltifi, M.-A., Picerno, P., Iuliano, E., & Migliaccio, G. M. (2024). 4–6 Repetition Maximum (RM) and 1-RM Prediction in Free-Weight Bench Press and Smith Machine Squat Based on Body Mass in Male Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 38(8). https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2024/08000/4_6_repetition_maximum_rm_and_1_rm_prediction_in.2.aspx
- Drouin, J. M., Valovich-mcLeod, T. C., Shultz, S. J., Gansneder, B. M., & Perrin, D. H. (2004). Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and posi-

- tion measurements. *European Journal of Applied Physiology*, 91(1), 22–29. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0933-0>
- Earle, R., & Baechle, T. R. (2004). The NSCA's Essentials of Personal Training Text. *Strength & Conditioning Journal*, 26(2). https://journals.lww.com/nsca-scj/fulltext/2004/04000/the_nsca_s_essentials_of_personal_training_text.16.aspx
- Edwards, S., White, S., Humphreys, S., Robergs, R., & O'Dwyer, N. (2019). Caution using data from triaxial accelerometers housed in player tracking units during running. *Journal of Sports Sciences*, 37(7), 810–818.
- Folland, J. P., Hawker, K., Leach, B., Little, T., & Jones, D. A. (2005). Strength training: Isometric training at a range of joint angles versus dynamic training. *Journal of Sports Sciences*, 23(8), 817–824.
- Gardner, C., Navalta, J. W., Carrier, B., Aguilar, C., & Perdomo Rodriguez, J. (2023). Training impulse and its impact on load management in collegiate and professional soccer players. *Technologies*, 11(3), 79.
- Haff, G., & Triplett, N. (2015). Essentials of Strength Training and Conditioning, 4th Edition. In *Medicine & Science in Sports & Exercise* (Vol. 48, Issue 10). <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001081>
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of Reliability in Sports Medicine and Science. *Sports Medicine*, 30(1), 1–15. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030010-00001>
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *Int J Sports Physiol Perform*, 14(2), 270–273.
- Jara, C. C., Ríos, L. J. C., Mayorga, D. J., Rios, I. C., Salazar, C. M., & Beraldo, P. C. (2017). Comparison of two incremental protocols for evaluation of hip extension. *Fisioterapia Em Movimento*, 30(1), 133–140.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2022). *Physiology of sport and exercise*. Human kinetics.
- Kobsar, D., Charlton, J. M., Tse, C. T. F., Esculier, J.-F., Graffos, A., Krowchuk, N. M., Thatcher, D., & Hunt, M. A. (2020). Validity and reliability of wearable inertial sensors in healthy adult walking: a systematic review and meta-analysis. *Journal of NeuroEn-*

- gineering and Rehabilitation*, 17(1), 62. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00685-3>
- Lambert, M. I., & Borresen, J. (2010). Measuring training load in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 406–411.
- Lum, D., Comfort, P., M. Barbosa, T., & Balasekaran, G. (2022). Comparing the effects of plyometric and isometric strength training on dynamic and isometric force-time characteristics. *Biology of Sport*, 39(1), 189–197. <https://doi.org/10.5114/biol-sport.2022.103575>
- Mali, N. P., & Dey, S. K. (2020). Modern technology and sports performance: An overview. *International Journal of Physiology*, 5(1), 212–216.
- Martinez-Garcia, D., Rodriguez-Perea, A., Barboza, P., Ulloa-Díaz, D., Jerez-Mayorga, D., Chiroso, I., & Chiroso Ríos, L. J. (2020). Reliability of a standing isokinetic shoulder rotators strength test using a functional electromechanical dynamometer: effects of velocity. *PeerJ*, 8, e9951. <https://doi.org/10.7717/peerj.9951>
- Martorelli, A. S., De Lima, F. D., Vieira, A., Tufano, J. J., Ernesto, C., Boullosa, D., & Bottaro, M. (2021). The interplay between internal and external load parameters during different strength training sessions in resistance-trained men. *European Journal of Sport Science*, 21(1), 16–25.
- Mayhew, J. L., Jacques, J. A., Ware, J. S., Chapman, P. P., Bembem, M. G., Ward, T. E., & Slovak, J. P. (2004). Anthropometric dimensions do not enhance one repetition maximum prediction from the NFL-225 test in college football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3). [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<572:ADDNEO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<572:ADDNEO>2.0.CO;2)
- Mayhew, J. L., Prinster, J. L., Ware, J. S., Zimmer, D. L., Arabas, J. R., & Bembem, M. G. (1995). Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(2), 108–113.
- Nakamura, F. Y., & da Costa, J. A. H. (2021). Physiological Variables: Training Impulse and Heart Rate Variability. In *The Use of Applied Technology in Team Sport* (pp. 161–175). Routledge.
- NSCA. (2021). *Essentials of strength training and conditioning*. Human kinetics.

- Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P., & McCaulley, G. O. (2008). Relationship Between Countermovement Jump Performance and Multijoint Isometric and Dynamic Tests of Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 699–707. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816d5eda>
- Osiecki, R., Rubio, T. B. G., Coelho, R. L., Novack, L. F., Conde, J. H. S., Alves, C. G., & Malfatti, C. R. M. (2015). The total quality recovery scale (TQR) as a proxy for determining athletes' recovery state after a professional soccer match. *Journal of Exercise Physiology Online*, 18(3), 27–32.
- Passfield, L., Murias, J. M., Sacchetti, M., & Nicolò, A. (2022). Training Load: Differentiating Training Volume and Training Dose. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(10), 1460–1462. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0247>
- Plotkin, D., Coleman, M., Van Every, D., Maldonado, J., Oberlin, D., Israel, M., Feather, J., Alto, A., Vigotsky, A. D., & Schoenfeld, B. J. (2022). Progressive overload without progressing load? The effects of load or repetition progression on muscular adaptations. *PeerJ*, 10, e14142.
- Prando, B. C., Carvalho, C., Petrella, M., & da Silva Serrão, P. R. M. (2023). Test-retest reliability of isometric and isokinetic wrist strength. *Journal of Orthopaedic Science*, 28(1), 138–142. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jos.2021.09.011>
- RAE. (2020). *RAE*. Real Academia Española.
- Rebelo, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J., Drust, B., & Krstrup, P. (2012). A new tool to measure training load in soccer training and match play. *International Journal of Sports Medicine*, 33(04), 297–304.
- Rodríguez-Perea, A. (2020). *Validación de un protocolo de evaluación de la fuerza del core a través de dinamometría electromecánica funcional (DEMF)*. Universidad de Granada.
- Steeves, D., Thornley, L. J., Goreham, J. A., Jordan, M. J., Landry, S. C., & Fowles, J. R. (2019). Reliability and Validity of a Novel Trunk-Strength Assessment for High-Performance Sprint Flat-Water Kayakers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(4), 486–492. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0428>
- Stone, M. H., Sands, W. A., Carlock, J. O. N., Callan, S. A. M., Dickie, D. E. S., Daigle, K., Cotton, J., Smith, S. L., & Hartman, M.

- (2004). The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 878–884.
- Suchomel, T. J. (2025). *Science and development of muscular strength*. Human Kinetics.
- Wallace, L. K., Slattery, K. M., & Coutts, A. J. (2009). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 33–38.
- Weldon, A., Duncan, M. J., Turner, A., Lockie, R. G., & Loturco, I. (2022). Practices of strength and conditioning coaches in professional sports: a systematic review. *Biology of Sport*, 39(3), 715–726.
- Zatsiorsky, V. M., Kraemer, W. J., & Fry, A. C. (2020). *Science and practice of strength training*. Human kinetics.

Capítulo 8.

Gestión deportiva y modelo Deming: Intervención con taekwondo para el desarrollo motriz fundamental post-pandemia

*Laura Eréndira Robles Barajas, Rubén Ramírez Nava y Alma Rosa
Lydia Lozano González¹*

Resumen

El confinamiento causado por la pandemia de COVID-19 impactó negativamente el desarrollo motor infantil afectando habilidades fundamentales como la coordinación, el equilibrio y la propiocepción, generando implicaciones a corto y largo plazo. Esto abre la oportunidad a la gestión deportiva, que basándose en el Modelo Deming (Ciclo PDCA) con objetivos SMART, utilizando como herramientas al Taekwondo y las actividades lúdicas, para desarrollar las habilidades fundamentales. Utilizando un diseño experimental con muestreo no probabilístico por conveniencia en una muestra de 19 niños radicados en Morelia, Michoacán, de entre 6 a 8 años, seleccionados por criterios establecidos. Como instrumentos, se utilizó una encuesta validada aplicada a padres de familia y evaluaciones físicas mediante Körperkoordinations-test für Kinder (KTK) y el Star Excursion Balance Test (SEBT). Todos los participantes elegidos, mostraron mejora consistente en los puntajes comparativos al final de la intervención: sobresalió la subprueba de salto mono podal en donde el 63.2% ascendió de categoría, en el resto de las pruebas, el cociente motor comparativo (MQ) osciló, entre 12.9 a 20.9%. En el SBT, se registraron mejoras bilaterales con variables en el rango de 9.9%-29.67% y el 10.5% presentó un cambio de dominancia.

Palabras clave: *Gestión deportiva, Modelo Deming, Habilidades Motrices Fundamentales, Taekwondo, Actividades Lúdicas.*

Introducción

Durante la pandemia por COVID-19, los niños sufrieron alteraciones en el desarrollo de las habilidades motrices fundamentales atribuibles al confinamiento prolongado y con él, la pausa en actividades que implican movimiento como las clases de educación física, actividades extracurriculares, limitando la exploración física y el juego.

Los efectos que esto tiene, generan que la competencia motriz esperada sea impactada debido a los hábitos sedentarios y más, en contextos como Morelia, Michoacán, que se ubicó en el epicentro de la crisis de salud a nivel estatal, en donde la incidencia fue significativamente más alta que la media, aun cuando este municipio representa solamente el 16.8% de la población total del estado.

El impacto de la pandemia en el desarrollo motriz

El confinamiento y aislamiento social generó sobre la motricidad infantil graves afectaciones. Diferentes países han realizado estudios en donde se nota un claro retroceso en la adquisición y desarrollo de habilidades motrices en niños de diferentes edades. Esto ha llegado a un punto particular actualmente, pues las pautas para desarrollar habilidades como la coordinación, la percepción del movimiento y el equilibrio parecen estar en una etapa de retroceso (Lizondo-Valencia et al., 2021, Reyes et al., 2020).

Ontibón (2024), aborda los impactos que particularmente en el área motriz experimentaron los niños como retroceso en habilidades motrices básicas, afecciones en estabilidad postural y capacidad para realizar movimientos complejos debido a la disminución en el equilibrio la coordinación, que son esenciales para estas habilidades. Debilidad en la fuerza muscular general, dificultad para entender la posición relativa de su cuerpo en el espacio (percepción espacial y propiocepción) lo que afecta la capacidad de la realización de movimientos precisos y seguros. El mantener a los niños aislados generó una reducción en la motivación para participar en la actividad física, impactando negativamente en la socialización.

Habilidades motrices fundamentales en el desarrollo infantil

Se definen como patrones de movimiento dirigidos, con la particularidad de que no se desarrollan naturalmente en los niños y que son considerados como cimientos para poder realizar actividades de tipo físico más complejas a mayor edad. (Yin et al., 2025). No se consideran de adquisición natural, por lo que deben ser aprendidos y generan una influencia directa en la persona para poder ser más activa, son la base indispensable para el desarrollo motor durante toda la vida (O'Brien et al., 2023).

Su desarrollo necesita de instrucción, práctica y retroalimentación, pues no se adquieren por la maduración propia de la edad (Yin et al., 2025).

Su clasificación se considera en tres tipos (Yin et al., 2025; Chen et al., 2023):

1. **Habilidades locomotoras:** en donde son incluidos los patrones de movimiento que ayudan al cuerpo a desplazarse en un espacio dado, saltar, correr, brincar, etc. que son necesarias para formar parte del movimiento funcional y claro está necesario para las actividades relacionadas con el deporte.
2. **Habilidades manipulativas (de control de objetos):** aquí se incluyen los movimientos necesarios para realizar la población de algún tipo de implementos necesario para atrapar, golpear, lanzar, rodar, driblar, etc.
3. **Habilidades de estabilidad:** aquí incluyen los movimientos que iban a mantener el control de la postura y el equilibrio en general, tanto en situaciones dinámicas como estáticas. Particularmente estas habilidades se considera la base para todas las demás formas de movimiento, en estas últimas se ubica la coordinación, equilibrio y propiocepción.

La relevancia funcional de las habilidades motrices fundamentales radica en su estrecha interrelación, siendo esenciales para lograr el adecuado control postural y la ejecución eficiente de movimientos en niños de seis a ocho años. En este sentido, se destaca la atención hacia las habilidades motrices de estabilidad, que desempeñan el papel principal en el mantenimiento del equilibrio corporal y el control de la postura general. (Yin et al., 2025)

En cuanto a la edad, el periodo de entre los 6 y 8 años, es considerado fundamental en el desarrollo de habilidades motrices, dado el acelerado progreso físico y neurológico. En él, se da la adquisición y refinamiento de habilidades motrices gruesas, la adquisición de movimientos complejos, aspectos esenciales para consolidar el esquema corporal, orientación espacial y lateralidad. (Palacio et al, 2021). Este período es especialmente relevante para consolidar el esquema corporal, la lateralidad y la orientación espacial y temporal, elementos esenciales para lograr movimientos coordinados y exitosos.

Equilibrio, coordinación y propiocepción

El equilibrio es la capacidad de mantener la estabilidad en movimiento y en reposo, requiere para su ejecución de los sistemas sensoriales como el visual y el vestibular y de la propiocepción. (Shumway Cook & Woollacott 2017). En niños, fortalece su coordinación general, control corporal y habilidades motoras en actividades como caminar en línea o el salto unipodal (Salmerón, 2017). El equilibrio también está estrechamente ligado al desarrollo cognitivo y la integración entre los sistemas sensoriales y motores es esencial para el desarrollo cognitivo y la autonomía funcional en la infancia. (Shumway-Cook y Woollacott, 2017).

La coordinación motriz implica la interacción precisa entre músculos, articulaciones y sistemas sensoriales para movimientos fluidos y eficientes, formando memoria motora esencial en la infancia (Häfelinger y Schuba, 2019). Integra sistema nervioso y musculoesquelético para ejecutar acciones organizadas, fundamentales en habilidades gruesas/finas y actividades cotidianas (Caminero, 2006). Su déficit genera impactos negativos: cognitivos (atención, memoria), sociales (dificultades en actividades grupales), académicos (escritura, dibujo) y emocionales (baja autoestima y autoconcepto), fomentando sedentarismo y obesidad (Salmerón, 2017).

La percepción del movimiento propio o propiocepción, es la capacidad que tiene el cuerpo de percibir movimiento, posición relativa y equilibrio de músculos y articulaciones involucrados, esto permite que el sistema neuromuscular presente una respuesta precisa y rápida para generar estabilidad y coordinación durante la actividad física requerida. (Lephart & Fu, 2018). Stillman (2002) refiere que esta es básica

puede entender el movimiento humano, pues permite que el cuerpo mantenga el control y equilibrio y ejecute movimientos con precisión. En los infantes, la propiocepción es altamente adaptable y mejora con el uso y la práctica.

Gestión deportiva como estrategia

La gestión deportiva es clave para reactivar la actividad física infantil post-pandemia, adaptando las necesidades particulares, aportando estructuras y recursos organizacionales, organizando planes estructurados, que pueden servir de respuesta a las características del grupo objetivo. Izquierdo et al. (2018).

Se considera que el uso del ciclo PDCA (Plan-Do- Check- Act) o ciclo de Deming, es adecuado para poder aplicarlo como modelo de gestión deportiva para este programa intervención basado en criterios metodológicos que demuestran su idoneidad específicamente para contextos deportivos infantiles dirigidos hacia la mejora continua, se ajusta favorablemente a los procesos educativos adecuándose en la transformación de actividades de aprendizaje-enseñanza, incorporando diferentes herramientas que pueden considerarse innovadoras y favoreciendo la construcción de experiencias que resulten creativas y dirigidas a un fin. (Pietrzak & Paliszkiwicz, 2015), Esto es adecuado pues se requiere de un modelo que sea sumamente adaptable y que favorezca la mejora continua del programa para poder lograr los objetivos planeados.

El ciclo PDCA guía cada etapa del programa de intervención, desde su diseño hasta el análisis de resultados. Las fases establecidas fueron:

- **PLAN (Planificar):** Identificación del problema y establecimiento de objetivos claros, como estimular el equilibrio, la coordinación y la propiocepción afectados tras el confinamiento por COVID-19 en niños del Instituto de Taekwondo Revolución, A.C., en Morelia, Michoacán.
- **DO (Hacer):** Ejecución práctica, con la implementación de 36 sesiones de 60 minutos cada una, distribuidas en tres clases semanales (dos de Taekwondo y una de actividades lúdicas). Asimismo, se prevé la adaptación de las actividades según la edad y capacidades de los menores.
- **CHECK (Verificar):** Evaluación de los avances mediante pruebas estandarizadas como KTK y SBT, comparando los resultados an-

- tes y después de la intervención. Además, se consideran factores cualitativos como motivación, asistencia y retroalimentación de los padres.
- ACT (Actuar): Toma de decisiones basada en los resultados obtenidos, ya sea para estandarizar buenas prácticas, implementar acciones correctivas o planificar un nuevo ciclo de mejora.

Taekwondo y actividades lúdicas

La elección del Taekwondo, como herramienta para esta intervención se basa en que ha probado ser eficaz en la adquisición y mejora de habilidades motoras en distintas edades, particularmente equilibrio y coordinación, partiendo de programas de entrenamiento estructurados adecuadamente. (Silva et al., 2022). Sus fundamentos técnicos, requieren la utilización de desplazamientos, cambios de dirección y trabajo sobre diferentes apoyos, favoreciendo la estimulación de receptores sensoriales que participan en la propiocepción (Bermejo, 2016). En el ámbito grupal y social, el Taekwondo promueve el sentido de pertenencia y mejor autoconcepto, valores positivos y ambiente motivador, todo esto necesario para la recuperación emocional y motriz en la infancia (Bermejo, 2016; Silva & Borges, 2022).

Las actividades lúdicas esenciales para estimular habilidades motrices fundamentales como el equilibrio, la coordinación y la propiocepción en niños de 6 a 8 años. A través de juegos y ejercicios recreativos que involucran mantener posturas, desplazamientos sobre superficies variadas, y la manipulación de objetos, integrando sistemas sensoriales y motores necesarios para controlar su cuerpo en el espacio, fomentan la regulación neuromuscular, los procesos de sinapsis neuronal lo que facilita la construcción de mapas cognitivos complejos, mejorando el control y la respuesta motriz, de igual forma, favorecen la participación activa, la motivación y el desarrollo integral del niño, la creatividad, imaginación, autocontrol y empatía.

La sinergia entre Taekwondo y actividades lúdicas, bajo la gestión deportiva estructurada, se sugieren como herramienta óptima para el desarrollo motriz post pandemia, con la combinación entre técnica sistematizada y motivación intrínseca.

Diseño metodológico y muestra

La intervención se basa en un diseño cuasi-experimental con pretest/post-test, grupo único de 19 menores, 9 de 6 años, 3 de 7 años y 7 de 8 años, 12 de ellos niños y 7 niñas, inscritos en el Instituto de Taekwondo Revolución, A.C., sede Central, en la ciudad de Morelia, Michoacán.

La intervención se realiza en un periodo de 12 semanas (36 sesiones/ semana/60 min). Todos ellos cumplieron con criterios de inclusión (edad, confinamiento en pandemia, retroceso o falta de desarrollo esperado en patrones motrices basado esto, en observaciones de los padres de familia, consentimiento informado, etc.) y exclusión (trastornos neurológicos/desarrollos diagnosticados, impedimentos médicos, actividad física durante la pandemia, fuera de rango de edad, avance previo en otra institución de Taekwondo, que se negaran a participar, etc.).

Instrumentos de medición

Se realizó una validación de expertos calificados en ciencias de la educación, la actividad física y el deporte para la elección de los instrumentos fuera la adecuada.

Inicialmente se realizó una encuesta con escala Likert de 20 reactivos por medio de Google forms a los padres de familia/ tutores, para obtener información de como vivieron sus hijos el confinamiento.

Las pruebas físicas seleccionadas para la medición inicial y final son el Test Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) (Iivonen, S., 2015), se eligió para obtener datos sobre equilibrio, coordinación. Esta batería consta de cuatro bloques o sub pruebas evaluadas (marcha de retaguardia, saltos laterales, salto mono podal, trasposición lateral), mismas que se aplican con materiales y procedimiento estandarizados. Este test ha sido aplicado en países como Colombia y México, en donde se encontró que, aunque de origen alemán, se considera adecuado para realizar este tipo de evaluación motriz en niños en edad escolar, específicamente en el rango de 4 a 14 años. (Cerdeira, P. 2025). Para propiocepción, se aplica el Star Excursion Balance Test (SEBT) (Plisky et al, 2006), que es utilizado como un proxy de la propiocepción, debido a que, al poder movilizarse a distancias máximas sin la pérdida de soporte, se refleja la eficacia de los mecanismos sensorio motores que regulan la propiocepción de la posición corporal como tal y evidencia también la respuesta neuromuscular acorde.

Estas pruebas son validadas y estandarizadas, por lo que se comprueba que sus resultados serán confiables y comparables con otras investigaciones científicas

Procedimiento

Partiendo del test inicial y el diseño de la intervención, se inicia la fase “DO” del ciclo Deming (PDCA), en donde se ejecuta el programa. A fin de ilustrar el contenido de las sesiones del programa de manera representativa y su dinámica, se presentan a continuación una sesión muestra (modelo) utilizadas en esta intervención. Se busca enfatizar en la estructura y organización global en las que utilizaron los fundamentos del Taekwondo, su descripción pretende aportar una clara visión de la metodología aplicada, sin considerar necesario entrar en mayores detalles o la totalidad de la planeación, por considerar que sería excesivo para este documento.

Fase	Calentamiento	Parte fundamental	Vuelta a la calma
Tiempo	10 min.	40 min	10 min.
Objetivo General	Activar flujo sanguíneo y sistema nervioso central	Desplazamiento (separación de pies a un ancho de hombros manteniendo estable el tronco y la guardia, se distribuye el peso entre ambas piernas).	Regreso progresivo a la calma
Objetivo Esp.	Elevar temperatura muscular e intraarticular	Coordinar desplazamiento con pateo	
Actividad	Articular general caminando, trote suave, cambios de marcha, stretching ligero	<ul style="list-style-type: none"> - Un desplazamiento avanzando, dos steps (botes cortos en su lugar), alternando. - Similar, pero hacer tres desplazamientos seguidos, dos steps y cambiar la guardia. - Desplazar avanzando medio carril, cambiar de sentido y recibir hasta el fondo del carril, alternar pies. - Por pareja, dos palchagui (paleta para patear), un desplazo, patear con Ap chagui (patada de frente pegando con el metatarso) alternando. 	Juego el cartero trajo cartas. Stretching por parejas.
Material		Palchaguis (paletas para golpeo)	

Resultados

Tras cumplirse el tiempo establecido de doce semanas (36 sesiones) de aplicación de la intervención, se procedió a reaplicar de los test iniciales con el fin de obtener los resultados finales que permitan evaluar el impacto y eficacia del diseño aplicado.

Los puntajes que se obtuvieron de la aplicación de los test para evaluar equilibrio y coordinación utilizando para tal fin, el test KTK, que aporta resultados basados en la sumatoria de los puntos que se alcanzan en cada una de las cuatro subpruebas estandarizadas, mencionadas anteriormente.

Cada subprueba otorga un puntaje basado en la cantidad de ejecuciones exitosas o bien altura superada en la ejecución, para posteriormente obtener un cociente motor global (MQ). Este, es estandarizado con una media de 100 y una desviación estándar de 15, dando ello una comparación relativa con la norma poblacional. (Gómez, 2004).

Los datos de los puntajes brutos obtenidos de cada una de las cuatro subpruebas del KTK, están convertidas a Cociente Motor (MQ) utilizando tablas normativas generadas por Moreira et al. (2019), se opta por utilizar esta versión debido a que su estudio está basado en población latinoamericana (brasileña), siendo esto culturalmente más próxima a la muestra michoacana que la población europea, contextualizada en el estudio Iivonen et al., (2015). (Ver el detalle de la tabla con puntajes normativos y categorías completa en el anexo en el archivo Excel suplementario, rotulada como tabla 1).

En las tablas suplementarias numeradas del 2, 3 y 4 se presentan los datos detallados en el archivo Excel suplementario, los resultados descriptivos de la subprueba 1 (equilibrio en retaguardia) se resumen a continuación.

En la subprueba 2 (salto lateral) del test KTK, obtuvieron mejores consistentes en los 19 niños participantes posterior de la intervención que se realizó con ellos. El promedio general fue de 4.3 saltos aumentados, representando esto un aumento comparativo con el inicial de 12.9%. El cociente motor promedio incremento de 99.3 a 106.1, teniendo esto una ganancia de 6.9 puntos en promedio.

La progresión categórica obtuvo que 7 participantes (36.8%) cambiaron de la categoría en la cual se ubicaron en el pre test a categorías superiores según los criterios de Moreira et ál. (2019), 12 participantes

(63.2%) se mantuvieron en su categoría obtenida en el pre test, aun cuando todos registraron incrementos cuantitativos comparados con el puntaje inicial.

El análisis por grupos etarios, revela que los niños de 7 años obtuvieron la mejora absoluta en promedio con 4.7 saltos, seguidos por los de 6 y 8 años. Se puede considerar que el incremento fue relativamente homogéneo entre cada grupo, lo que sugiere la obtención de una respuesta adaptativa proporcional al programa, de manera independiente de la edad de los participantes.

El análisis por género arroja que las niñas obtuvieron una mejora final mayor (+ 4.9 vs +4.0 saltos) en comparativa con los niños, es decir de 17.6% vs. 12.3% de los niños.

Es relevante señalar que de los cinco participantes clasificados como sintomáticos una vez terminada la intervención, todos ellos registraron mejoras en cuanto a los puntajes obtenidos, demostrando progresión motriz funcional aun cuando permanezcan dentro del mismo rango categórico establecido por Moreira et al. (2019).

En la subprueba de equilibrio en retaguardía, se mostro una mejora significativa en todos los niños participantes de la intervención, mostrando un incremento promedio de MQ de 7.5, equivalente a 20.9% puntos promedio en comparación con el puntaje inicial. El 31.6% (n=6) ascendió categorías según Moreira et al. (2019). Por edad, los avances fueron homogéneos (20.7-21.3%): 8 años (+6.3 pts./+8.8 MQ), 7 años (+5.7/+7.4), 6 años (+5.4/+6.5). Las niñas (n=7, MQ inicial 96.7) mejoraron 20.7%; niños (n=12, MQ 87.0). (Ver tabla 2 en el archivo suplementario).

Los resultados descriptivos indican un aumento promedio significativo en los puntos de las pruebas, pasando de $M = 27.5$, desviación estándar ((SD) = 10.6) a $M = 33.3$ (SD = 12.9), con un incremento absoluto de 5.8 puntos (IC 95% [4.7, 6.9]). De manera similar, el cociente motor mostró una mejora media de 7.5 puntos (de 91.2 ± 13.7 a 98.7 ± 16.7 ; IC 95% [6.0, 9.0]). Estos cambios sugieren una evolución positiva en el desempeño motor tras la intervención. El análisis agrupado por edad revela que los niños de 8 años presentaron los valores medios más altos en las mediciones post-intervención, en comparación con los grupos de 6 y 7 años (ver Tabla 3 en el archivo suplementario).

Por género, las niñas incrementaron puntos de $M = 25.8$ (SD = 9.7) a $M = 31.0$ (SD = 11.5), diferencia $M = 5.1$ (SD = 2.0); los niños de M

= 28.3 (SD = 11.2) a $M = 34.2$ (SD = 13.5), diferencia $M = 5.9$ (SD = 2.4). El cociente motor mostró ganancias similares: niñas +7.3, niños +7.5 puntos (ver Tabla 4 en el archivo suplementario).

En las tablas suplementarias numeradas del 5, 6 y 7 se presentan los datos detallados en el archivo Excel suplementario, los resultados descriptivos de la subprueba 2 (salto lateral) se resumen a continuación. En la subprueba 2 (salto lateral) del test KTK, obtuvieron mejores consistentes en los 19 niños participantes posterior de la intervención que se realizó con ellos. El promedio general fue de 4.3 saltos aumentados, representando esto un aumento comparativo con el inicial de 12.9%. El cociente motor promedio incremento de 99.3 a 106.1, teniendo esto una ganancia de 6.9 puntos en promedio.

La progresión categórica obtuvo que 7 participantes (36.8%) cambiaron de la categoría en la cual se ubicaron en el pre test a categorías superiores según los criterios de Moreira et ál. (2019), 12 participantes (63.2%) se mantuvieron en su categoría obtenida en el pre test, aun cuando todos registraron incrementos cuantitativos comparados con el puntaje inicial.

El análisis por grupos etarios, revela que los niños de 7 años obtuvieron la mejora absoluta en promedio con 4.7 saltos, seguidos por los de 6 y 8 años. Se puede considerar que el incremento fue relativamente homogéneo entre cada grupo, lo que sugiere la obtención de una respuesta adaptativa proporcional al programa, de manera independiente de la edad de los participantes.

El análisis por género arroja que las niñas obtuvieron una mejora final mayor (+ 4.9 vs +4.0 saltos) en comparativa con los niños, es decir de 17.6% vs. 12.3% de los niños.

Es relevante señalar que de los cinco participantes clasificados como sintomáticos una vez terminada la intervención, todos ellos registraron mejoras en cuanto a los puntajes obtenidos, demostrando progresión motriz funcional aun cuando permanezcan dentro del mismo rango categórico establecido por Moreira et al. (2019). (ver tabla 5 en el archivo suplementario).

El análisis descriptivo indica que los participantes mostraron incrementos en puntos media aritmética ($M = 32.5$ (desviación estándar [SD] = 12.8; intervalo de confianza del 95% [IC 95%] [26.7, 38.3]) a $M = 37.9$ (SD = 14.7; IC 95% [31.3, 44.5]), con cambio absoluto de $M = 5.4$ (SD = 2.1; IC 95% [4.3, 6.5]). El cociente motor aumentó de M

= 96.9 (SD = 16.2; IC 95% [89.3, 104.5]) a M = 104.2 (SD = 19.1; IC 95% [95.1, 113.3]), diferencia M = 7.3 (SD = 3.0; IC 95% [5.9, 8.7]). (ver tabla 6 en el archivo suplementario).

Por género, las niñas (n = 7) incrementaron puntos de M = 30.1 (SD = 12.1) a M = 35.6 (SD = 14.0), diferencia M = 5.4 (SD = 2.2); los niños (n = 12) de M = 33.8 (SD = 13.2) a M = 39.3 (SD = 15.1), diferencia M = 5.4 (SD = 2.0). (Ver Tabla 7 en el archivo suplementario).

En las tablas suplementarias numeradas del 8, 9 y 10 se presentan los datos detallados en el archivo Excel suplementario, los resultados descriptivos de la subprueba 3 (salto monopodal) se resumen a continuación.

En el salto mono podal (subpruebas tres del KTK) pues donde se revelaron las mejoras más notables en los 19 niños que gestaron esta intervención, siendo esta prueba la que presentó una mayor magnitud de cambio observado. El promedio alcanzó los 8.7, representando ello un incremento de hasta 66.1% en relación al valor inicial. El cociente motor promedio experimentó un sustancial incremento de 63.3 iniciales a 82.4, evidenciando claramente esto una ganancia de 19 puntos, dando esto el resultado de ser la sub prueba más significativa en cuestión del avance.

La progresión categórica se dio de la siguiente forma, los otros participantes (63.2%) transitaron a categorías superiores según los criterios establecidos por Moreira et al (2019). Particularmente se considera relevante que seis participantes quienes inicialmente establecieron la categoría de problemático o sintomático (que pudieran considerarse como categorías de riesgo) ascendieron a categorías superiores. Siete más (36.8%) se mantuvieron en la categoría inicial que registraron en el pre test, sin embargo, tuvieron incrementos cuantitativos significativos con una mejora promedio en un rango de entre los 6.8 puntos a los 14.7 del MQ, lo que fue evidente con esto, porque la mejora motriz fue sustancial dentro su nivel categórico.

En el análisis grupal de acuerdo a la edad, los niños de siete años fueron quienes obtuvieron la mejora absoluta promedio con 10.3 puntos, seguidos por los niños de ocho y seis años (ambos con 8.4 puntos). Un punto destacable es que el 100% de los niños de siete años cambio de categoría, haciendo evidente que fueron quienes tuvieron una respuesta óptima al programa en este rango etario. En lo referente al análisis por género, las niñas iniciaron con niveles inferiores (9.7 vs.

14.2 puntos), sin embargo, posterior a la intervención, lograron mayor con porcentaje de mejora (116.2% vs 61.0%). Esto sugiere una mayor capacidad de respuesta adaptativa en la población femenina por se obtuvo una reducción sustancial a esta intervención.

Se evidenció una reducción sustancial de las categorías consideradas de riesgo: la categoría problemática disminuyó de 14 a seis participantes (-57%), la categoría normal se incrementó de 2 a 7 participantes. El patrón obtenido de distribución por categoría ascendente respalda la eficiencia del Taekwondo en las actividades lúdicas como herramientas terapéuticas para incentivar el desarrollo de las habilidades motrices fundamentales, vulneradas durante el confinamiento por la COVID-19. (Ver Tabla 8 en el archivo suplementario)

El análisis descriptivo general En la subprueba 3, los puntos iniciales presentaron una media aritmética (M) de 12.5 puntos (desviación estándar [SD] = 7.4; intervalo de confianza del 95% [IC 95%] [9.0, 16.1]), mientras que en la medición final la media se elevó a M = 21.3 puntos (SD = 10.0; IC 95% [16.5, 26.1]). El cambio absoluto en puntos fue de M = 8.7 (SD = 4.1; IC 95% [6.8, 10.7]), lo que corresponde a una mejora porcentual promedio del 85.9% (IC 95% [54.1%, 117.6%]).

En cuanto al cociente motor, la media inicial fue de M = 63.3 (SD = 16.4; IC 95% [55.4, 71.2]) y la media final alcanzó M = 82.4 (SD = 22.7; IC 95% [71.4, 93.3]). El cambio absoluto en el cociente motor fue de M = 19.0 puntos (SD = 9.4; IC 95% [14.5, 23.6]), con una mejora porcentual media del 30.7% (IC 95% [24.7%, 36.7%])

El análisis por género, arroja que las niñas (n = 7), los puntos iniciales mostraron una media de M = 9.7 (SD = 4.2) y los puntos finales una media de M = 18.7 (SD = 6.0), con un cambio absoluto de M = 9.0 puntos (SD = 3.5) y una mejora porcentual media del 116.2%. En el cociente motor, la media inicial fue de M = 58.1 (SD = 7.3) y la media final de M = 77.1 (SD = 11.9), lo que supone un incremento absoluto de M = 19.0 puntos (SD = 7.2) y una mejora porcentual del 32.7%. En los niños (n = 12), los puntos iniciales presentaron una media de M = 14.2 (SD = 8.5) y los puntos finales de M = 22.8 (SD = 11.6), con un cambio absoluto medio de M = 8.6 puntos (SD = 4.6) y una mejora porcentual del 66.6%. El cociente motor pasó de una media inicial de M = 66.4 (SD = 19.5) a una media final de M = 85.5 (SD = 27.2), con un cambio absoluto de M = 19.1 puntos (SD = 10.8) y una mejora porcentual media del 29.5%. (Ver Tabla 10 en el archivo suplementario).

En las tablas suplementarias numeradas del 11, 12 y 13 se presentan los datos detallados en el archivo Excel suplementario, los resultados descriptivos de la subprueba 4 (transposición lateral) se resumen a continuación.

Los resultados de la subprueba 4 del Test KTK muestra mejores consistentes en los 19 participantes a la intervención implementadas. La mejora promedio fue de 2.5 puntos, representando un incremento de 19.2% respecto al valor inicial. El cociente motor promedio se incrementó de 101.5 a 115.1 puntos, dando evidencia de una ganancia del 13.6 puntos, siendo estos los de una más significativa entre todas las pruebas evaluadas del test,

La progresión de las categorías arrojó que 11 de los 19 participantes (57.9%) modificaron a una categoría superior según los criterios de Moreira et al (2019). Destacando que cuatro niños que inicialmente se encontraban en la categoría de riesgo (problemático o bien sintomático) pudieron ascender a categorías superiores. 8 participantes más (42.1%) se mantuvieron la categoría inicial aun cuando registraron incrementos cuantitativos en el puntaje final con relación a la inicial, evidenciando esto mejoras dentro del rango de su misma categoría. El participante que se mantuvo en categorías de riesgo (n=1), tuvo un incremento de 2.0 puntos de aumento en su test final, al tiempo que aumentó 10 puntos de MQ, generando evidencias de progresión motriz intra-categoría objetiva.

El análisis por grupos de edad, arrojó que los participantes de 7 y 8 años compartieron la mayor mejora absoluta promediando 2.7 puntos en cada uno de esos grupos, superando ligeramente al grupo de 6 años que obtuvo. En cuanto al MQ, los niños de 8 años obtuvieron en promedio 16.3 puntos, seguidos por los de 7 años con 14.7 puntos y finalmente los de seis años con 11.1 puntos. En general los porcentajes de incremento fueron relativamente homogéneos entre grupos con una oscilación que fue del 17.1% al 22.2%, lo que sugiere una respuesta proporcional a la intervención, independientemente del grupo etario.

Al analizar el género, las niñas partieron con niveles iniciales superiores (13.9 vs 12.3 puntos) también por eso, también lograron mejoras comparables equivalentes al 20.0% de los niños vs. El 21.2% de ellas.

Los resultados de la distribución categórica final, arrojan evidencia una reducción generalizada de las categorías consideradas de riesgo: la categoría problemática disminuyó de 1 a cero participantes, la sin-

tomática redujo de 5 a 2 (-60%). Paralelamente se obtuvo un incremento significativo de las categorías acto, bueno y normal pasando entonces de representar entre los tres del 68.4% de la muestra total, al 89.5%.

Este patrón ayuda a respaldar la efectividad de intervención gestada para este caso en niños michoacanos. (ver Tabla 11 en el archivo suplementario).

En el análisis descriptivo de la subprueba 4, los puntos iniciales presentaron una media aritmética (M) de 12.9 puntos (desviación estándar [SD] = 3.8; intervalo de confianza del 95% [IC 95%] [11.1, 14.7]), mientras que en la evaluación final la media se elevó a M = 15.4 puntos (SD = 4.0; IC 95% [13.4, 17.3]). El cambio absoluto en puntos fue de M = 2.5 (SD = 0.5; IC 95% [2.2, 2.7]), lo que corresponde a una mejora porcentual promedio del 20.7% (IC 95% [17.2%, 24.2%]).

En cuanto al cociente motor, la media inicial fue de M = 101.5 (SD = 21.0; IC 95% [91.3, 111.6]) y la media final alcanzó M = 115.1 (SD = 22.8; IC 95% [104.0, 126.1]). El cambio absoluto en el cociente motor fue de M = 13.6 puntos (SD = 3.5; IC 95% [11.9, 15.3]), con una mejora porcentual media del 13.7% (IC 95% [11.9%, 15.4%]). Estos resultados reflejan un aumento consistente en el rendimiento de trasposición lateral en toda la muestra (n = 19). (Ver Tabla 12 en el archivo suplementario).

En el análisis por género, las niñas (n = 7), los puntos iniciales mostraron una media de M = 13.9 (SD = 4.4) y los puntos finales una media de M = 16.4 (SD = 4.8), con un cambio absoluto de M = 2.6 puntos (SD = 0.5) y una mejora porcentual media del 20.0%. En el cociente motor, la media inicial fue de M = 105.9 (SD = 23.3) y la media final de M = 119.6 (SD = 25.8), lo que supone un incremento absoluto de M = 13.7 puntos (SD = 3.6) y una mejora porcentual del 13.1%. En los niños (n = 12), los puntos iniciales presentaron una media de M = 12.3 (SD = 3.5) y los puntos finales de M = 14.8 (SD = 3.6), con un cambio absoluto medio de M = 2.4 puntos (SD = 0.5) y una mejora porcentual del 21.1%. El cociente motor pasó de una media inicial de M = 98.9 (SD = 20.2) a una media final de M = 112.4 (SD = 21.6), con un cambio absoluto de M = 13.5 puntos (SD = 3.6) y una mejora porcentual media del 14.0%. (Ver Tabla 13 en el archivo suplementario).

En las tablas suplementarias numeradas del 14, 15 y 16, se presentan los datos detallados en el archivo Excel suplementario, los resultados descriptivos de la prueba SBT que se resumen a continuación

La muestra intervenida (n=19; edades 6-8 años) mostró mejoras significativas en equilibrio monopodal tanto en pie derecho (rango: 9.9%-29.7%; M=17.9%) como izquierdo (rango: 10.8%-23.8%; M=17.7%), indicando desarrollo de propiocepción bilateral post-intervención. En cuanto a género, las niñas (n=7) mejoraron sus rangos con pie derecho 17.5% e izquierdo 18.4%, los niños de 18.2% derecho y 17.3%, haciendo evidente que ambos géneros reportaron mejora en ambos pies post intervención. Del total de la muestra (n=19) 10.5% de los participantes (n=2), presentaron un cambio en cuanto a la dominancia presentada en el pre test. Los sujetos F4 y M12 tuvieron cambio de dominancia, la primera de derecha-izquierda y el segundo izquierda-derecha, sugiriendo ello que, al realizar ejercicios con estimulación bilateral, se estimula la propiocepción sin lateralidad fija, promoviendo reequilibrio funcional.

El análisis descriptivo marca que el porcentaje de equilibrio en pierna derecha mostró un incremento desde una media aritmética (M) de 832.3 (desviación estándar [SD] = 216.5) en la medición inicial hasta M = 981.6 (SD = 256.6) en la medición final, con una mejora porcentual media del 18.0% (SD = 4.7). De forma similar, el porcentaje de equilibrio en pierna izquierda aumentó de M = 819.7 (SD = 235.1) a M = 970.0 (SD = 284.4), con una mejora porcentual media del 18.1% (SD = 3.6).

Por género, las niñas (n = 7) presentaron medias iniciales de 771.5 (SD = 146.0) y 741.0 (SD = 146.0) en pierna derecha e izquierda, respectivamente, que ascendieron a 895.2 (SD = 170.8) y 879.2 (SD = 181.4) en la evaluación final, con mejoras porcentuales de 16.1% (SD = 4.4) en derecha y 18.4% (SD = 3.6) en izquierda. En los niños (n = 12), las medias iniciales fueron de 867.8 (SD = 247.7) y 865.6 (SD = 269.4) para pierna derecha e izquierda, aumentando a 1032.0 (SD = 290.4) y 1022.9 (SD = 325.7) en la medición final, con mejoras porcentuales medias de 19.1% (SD = 4.7) y 18.0% (SD = 3.7), respectivamente.

Conclusiones

Esta intervención probó que el modelo Deming (Ciclo PDCA) con objetivos SMART, aportó el marco metodológico efectivo para lograr que la gestión deportiva, enfocada al desarrollo de las habilidades motrices fundamentales en niños morelianos de 6 a 8 años, afectados

por el confinamiento de COVID-19 y las condiciones que la rodearon, resultara eficaz para revertir los déficits en equilibrio, coordinación y propiocepción, partiendo de evaluaciones estandarizadas como el KTK y el SBT., aportando mejoras consistentes en todos los participantes de la muestra.

Cada fase del Ciclo fue dirigido a la consecución de los objetivos: en la fase de PLAN (planificar, P), se hizo el diagnóstico inicial de los déficits motrices por la vía de la encuesta parental y del KTK y el SBT, se diseñaron de las 36 sesiones (12 semanas/3 por semana/60 min cada una), de Taekwondo (2 sesiones semanales) y actividades lúdicas (1 sesión), En la fase DO (hacer, D) se implementaron las sesiones con una adherencia superior del 85%, haciendo evidente que los niños disfrutaron de las actividades en general y del movimiento en particular. Se observaron mejoras preliminares desde el punto de vista cualitativo, basada en la apreciación de padres de familia y docentes en cuanto a los patrones de movimiento de los niños y de la actitud hacia la actividad física. En CHECK (verificar, C), se realizaron las evaluaciones post intervención, confirmando que el 63.2% ascendió de categoría KTK particularmente en la prueba de salto mono podal, aumento en cociente motor (MQ) de 12.9% promedio en equilibrio en retaguardia, 20.9% en salto lateral, en la subprueba de trasposición lateral, una evidente deducción de las categorías de riesgo (sintomática y problemática) y a la par las categorías alto, bueno y normal pasaron de representar el 68.4% del total de la muestra, al 89.5% de ella.

En SBT, la muestra intervenida en dominancia derecha en niñas, arrojó un descenso de 14.3% en niñas y aumento de 16.6% en niños, el promedio de mejora en puntuación obtenida fue $18.0 \pm 4.69\%$ (derecha) y $18.1 \pm 3.61\%$ (izquierda), 10.5% cambió dominancia.

La gestión deportiva profesional, transforma actividades aisladas en cadenas de valor generadoras de impacto real y escalable en el desarrollo motriz post- COVID. Esta sinergia convierte a la planificación en acción concreta, la acción en resultados verificables y los resultados en mejora continua sostenible.

Se confirma que invertir en gestión deportiva de calidad, genera intervenciones probadas, escalables y replicables en diferentes contextos.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Nuevo León, por incentivar el conocimiento en cada alumno. Al Dr. José Alejandro Guizar, maestro en el camino del Taekwondo y mi roca. Al Biol. Tadeo A. Guizar Robles, MEI Paulina A. Guizar Robles, MAF y D. José Alejandro Guizar Robles y MNAP José Manuel Guizar Robles, cada uno motivación y enseñanza presentes siempre en mi vida.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

- Aguilar, J. M. M., & Múzquiz, E. E. P. (2022). Las clases virtuales en México durante la pandemia. Ventajas y desventajas. *Revista Electrónica En Educación y Pedagogía*, 6(11), 71-82. <https://doi.org/10.15658/rev.electron.educ.pedagog22.11061106>
- Bermejo, M. S. (2016). Beneficios del Taekwondo para la mejora del equilibrio en niños con Trastorno de Desarrollo de la Coordinación. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/20763>
- Caminero, F. L. (2006). Marco teórico sobre la coordinación motriz. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 93, 17. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1433002>
- Cárcamo-Oyarzun, J., Romero-Rojas, F., & Estevan, I. (2021a). Impacto de la pandemia por COVID19 en la percepción de competencia motriz de escolares de la ciudad de Temuco, Chile (Impact of the COVID19 pandemic on the perception of motor competence in schoolchildren from Temuco, Chile). *Retos*, 43, 361-369. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.87496>
- Chen, J., Song, W., Zhao, X., Lou, H., & Luo, D. (2023a). The relationship between fundamental motor skills and physical fitness in preschoolers: a short-term longitudinal study. *Frontiers In Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1270888>
- Cheng, S., Tai, H., & Wang, T. (2023). Impact of COVID-19 Pandemic on Children's Fundamental Motor Skills: A Study for the Taiwanese Preschoolers Teachers. *International Journal Of Envi-*

- ronmental Research And Public Health*, 20(18), 6764. <https://doi.org/10.3390/ijerph20186764>
- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2017). *Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA32840956>
- Giakoni, F. (2023). *El libro blanco de la gestión deportiva*. Canopus Editorial Digital S.A.
- Gómez, B. J. M. (2004). El juego como estrategia lúdica en el proceso enseñanza-aprendizaje. Moya Gómez | Revista Neuronum. <https://eduneuro.com/revista/index.php/revistaneuronum/article/view/533>
- Goodway, J. D., Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2019). *Comprensión del desarrollo motor: bebés, niños, adolescentes y adultos* (8a.). Jones & Bartlett Learning.
- Häfelinger, U., & Schuba, V. (2019). *La coordinación y el entrenamiento propioceptivo (Bicolor)*. Paidotribo.
- Haibach-Beach, P. S., Perreault, M., Brian, A., & Collier, D. H. (2023). *Aprendizaje y desarrollo motor*. Cinética Humana.
- Hernández, M. V., & Paniagua, C. F. O. (2022). Políticas públicas municipales para enfrentar la pandemia de COVID-19: el caso de los municipios de Michoacán, México. *Revistas Cuadernos de Trabajo de Estudios Regionales En Economía Población y Desarrollo*, 12(69), 3-33. <https://doi.org/10.20983/epd.2022.69.1>
- Iivonen, S., Sääkslahti, A. K., & Laukkanen, A. (2015). A review of studies using the Körperkoordinationstest für Kinder (KTK). *European Journal of Adapted Physical Activity*, 8(2), 18-36. <https://doi.org/10.5507/euj.2015.006>
- INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020: Municipio de Morelia*.
- Izquierdo, A. C. (2018). Organización del fomento de la actividad físicodeportiva y disminución del sedentarismo: estado de la cuestión y retos de futuro. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 426.
- Lephard, S. M., & Fu, F. H. (2018). *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Human Kinetics.
- Lizondo-Valencia, R. A., Silva, D., Arancibia, D., Cortés, F., & Muñoz-Marín, D. L. (2021a). Pandemia y niñez: Efectos en el desarrollo de niños y niñas por la pandemia Covid-19. *DOAJ*

- (DOAJ: *Directory Of Open Access Journals*). <https://doaj.org/article/d233edc76e364107881bd4b259696818>
- Mendoza-Méndez, C. E., Hernández-García, G., & Acevedo-Cornejo, I. L. (2022). Herramientas de la calidad aplicadas en educación a distancia durante la pandemia por COVID-19. *Transformar*, 3 (3), 16-32.
- Miranda, E., Pérez, I., Moreno, M., & Sarco, A. (2023). Las repercusiones de la motricidad fina post pandemia. *Deleted Journal*, 4, 19-30. <https://doi.org/10.37594/sc.v1i4.1254>.
- Moreira, J. P. A., Lopes, M. C., Miranda-Júnior, M. V., Valentini, N. C., Lage, G. M., & Albuquerque, M. R. (2019). Körperkoordinationstest Für Kinder (KTK) for Brazilian Children and Adolescents: Factor Analysis, Invariance and Factor Score. *Frontiers In Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02524>
- Organization, W. H. (2023). Informe sobre la situación mundial de la actividad física 2022. World Health Organization.
- Ontibón, G. A. D. S. (2022). Evaluación del impacto de la pandemia en la motricidad gruesa de niños de 6 a 8 años Con “Metrichek”. *Perspectivas Revista Científica y Académica*, 2424-2451.
- Palacio, E. V. G., Grisales, N. E. M., Cardona, Y. A., Marín, J. P., & Muñoz, B. A. (2021). Diseño y validación de una batería de habilidades motrices básicas para niños entre 5 y 11 años. *Revista Boletín Redipe*, 10(2), 165-181. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i2.1204>
- Pietrzak, M., & Paliszkievicz, J. (2015). Framework of Strategic Learning: The PDCA Cycle. *Management Science*, 10(2), 149-161. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:mgt:youmng:v:10:y:2015:i:2:p:149-161>
- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players. *Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*, 36(12), 911-919. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244>
- Puruncajas Silva, O. F. (2021). *El Tae Kwon do en las capacidades coordinativas en los escolares de educación general básica media* [Tesis de Licenciatura en Pedagogía de la actividad física y el deporte]. Universidad Técnica de Ambato.
- Quiroz Romo, R. C. (2022). Propuesta de mejora de la gestión de-

- portiva en la Preparatoria 8 de la UANL [Tesis MAFYD]. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Reyes, L. G., Santana, A. C., & Santana, V. E. (2020). Desarrollo psicomotriz en niños en el contexto del confinamiento por la pandemia del COVID 19. *Dialnet*, 203-219. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8385939>
- Rodríguez-Núñez, I., Rodríguez-Romero, N., Fuentes, J. & Luarte-Martínez, S. (2022). Efectos de las medidas de restricción sobre la actividad física y conducta sedentaria de niños, niñas y adolescentes durante la pandemia por COVID-19: revisión sistemática. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 38(3), 184-193. <https://doi.org/10.4067/s0717-73482022000400184>
- Salmerón, S., & Cristina, A. (2017). Importancia de trabajar la psicomotricidad en la edad infantil. *Publicaciones Didácticas*, 79(1), 85-88. <https://publicacionesdidacticas.com/hemeroteca/articulo/079016>
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*. <http://lib.ugent.be/en/catalog/rug01:002051786>
- Silva, T. M. B., & Borges, L. J. (2022). Benefícios do Taekwondo para crianças: uma pesquisa nas academias da cidade de Montividiu- Goiás. *Brazilian Journal Of Health Review*, 5(6), 24355-24366. <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n6-194>
- Stillman, B. C. (2002). Making Sense of Proprioception. *Physiotherapy*, 88(11), 667-676. [https://doi.org/10.1016/s0031-9406\(05\)60109-5](https://doi.org/10.1016/s0031-9406(05)60109-5)
- Suetterlin, K. J., & Sayer, A. A. (2013). Proprioception: where are we now? A commentary on clinical assessment, changes across the life course, functional implications and future interventions. *Age And Ageing*, 43(3), 313-318. <https://doi.org/10.1093/ageing/aft174>
- Ugalde, A. M., Hernández, A. M., Barrios, J. A., & Benavides, A. A. (2022). Consecuencias en el desarrollo infantil derivadas de la pandemia por Covid-19. *Aquichuan*.
- Valdivia, A. B., Cartagena, L. C., Sarria, N. E., Távara, I. S., Seabra, A. F. T. E., Da Silva, R. M. G., & Maia, J. A. R. (2008a). Coordinación motora: influencia de la edad, sexo, estatus socio-económico y niveles de adiposidad en niños peruanos. *Brazilian Journal Of*

- Kinanthropometry And Human Performance, 10(1), 25. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2008v10n1p25>
- Vásquez-Cerda, P. A., Feilberg, N. R., Sepúlveda, F. M., Palma, F. H., Rosales, F. B., Urbina, V. E., & Miño, L. H. (2025). Evaluación de la coordinación motriz en escolares mediante el test KTK y talleres de malabarismo: análisis de diferencias significativas pre y post intervención. *Retos*, 65, 969-981. <https://doi.org/10.47197/retos.v65.112828>
- Arévalo, S., & Del Pilar, M. (2015). Fortalecimiento de las habilidades básicas motoras correr, saltar y lanzar en niños de 6 a 11 años del municipio de Guateque a través de la educación física en ambientes extraescolares. En *reponame:Repositorio Institucional de la Universidad Pedagógica Nacional*. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/2771>
- Yin, X., Zhang, D., Shen, Y., Wang, Y., Wang, Z., & Liu, Y. (2025). Effectiveness of school-based interventions on fundamental movement skills in children: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-025-22696-2>

Capítulo 9.

Principales problemas económicos y políticos en la gestión y organización de eventos deportivos en carreras de ruta

José Andrés Moreno Banda¹, Nancy Nohemí Gómez Zúñiga¹, Daniel Carranza Bautista¹, Sader Jacob Saldaña Ovalle¹, Alma Rosa Lydia Lozano González¹

RESUMEN

Desde la perspectiva social, económica y política, las carreras de ruta trascienden lo deportivo al generar impactos significativos en las comunidades sede. Su organización dinamiza la economía local mediante la generación de empleos, consumo de bienes y servicios, atracción de turismo y movilización social, al tiempo que involucra la participación de instituciones públicas y privadas. Factores como el alto costo de inscripción, la limitación presupuestaria, la dependencia de patrocinio y la falta de recursos materiales evidencian una vulnerabilidad económica, mientras que los intereses políticos, la burocracia, la falta de apoyo institucional y la percepción de corrupción constituyen los principales retos políticos que condicionan la viabilidad y sostenibilidad de los eventos.

En el presente estudio de enlistan las problemáticas más comunes en contexto económico y político durante la organización de eventos de carreras de ruta.

Metodológicamente, la investigación se desarrolló con un enfoque mixto, combinando cuestionarios cualitativos y un instrumento cuantitativo tipo Likert de alcance correlacional, aplicados a una muestra intencional de organizadores y personal con funciones específicas en empresas e instituciones deportivas. La información fue procesada mediante Atlas.ti y SPSS, identifican-

1 Universidad Autónoma de Nuevo León.

do las relaciones entre variables clave como gestión, procesos, organización y eventos deportivos. Los resultados evidencian que, aunque la dimensión política presenta menor incidencia porcentual, la dimensión económica impacta de manera más directa en la planificación, ejecución y rentabilidad de las carreras de ruta.

Palabras clave: Gestión Deportiva, Problemática, Eventos Deportivos, Organizaciones Deportivas, Planeación, Organización, Cultura Deportiva, Perspectiva social, Perspectiva económica, Perspectiva política, Instituciones públicas, Instituciones privadas, Costos de eventos deportivos.

Abstract

From a social, economic, and political perspective, road races transcend the sporting sphere by generating significant impacts on the host communities. Their organization boosts the local economy by generating jobs, consuming goods and services, attracting tourism, and social mobilization, while also engaging public and private institutions. Factors such as high registration fees, limited budgets, dependence on sponsorship, and a lack of material resources demonstrate economic vulnerability, while political interests, bureaucracy, lack of institutional support, and the perception of corruption constitute the main political challenges that affect the viability and sustainability of these events.

This study lists the most common problems encountered in the economic and political context during the organization of road race events.

Methodologically, the research was conducted using a mixed-method approach, combining qualitative questionnaires and a Likert-type quantitative instrument with correlational scope, applied to a purposive sample of organizers and staff with specific roles in sports companies and institutions. The data was processed using Atlas.ti and SPSS, identifying the relationships between key variables such as management, processes, organization, and sporting events. The results show that, although the political dimension has a lower percentage impact, the economic dimension has a more direct impact on the planning, execution, and profitability of road races.

Key words: Sports Management, Problems, Sports Events, Sports Organizations, Planning, Organization, Sports Culture, Social Perspective, Economic Perspective, Political Perspective, Public Institutions, Private Institutions, Costs of Sports Events.

Introducción

Desde sus orígenes en el siglo XIX, las carreras de ruta evolucionaron desde eventos informales de larga distancia en Europa y Estados Unidos hacia una disciplina reglamentada que forma parte central del atletismo moderno. A mediados del siglo XX se consolidó el formato de las carreras por carretera, con el maratón como su máximo exponente: si bien en los primeros Juegos Olímpicos de Atenas (1896) se corrieron alrededor de 40 km, fue en los Juegos de Londres 1908 donde se trazaron 42 km y 195 m, distancia que fue estandarizada por la IAAF en 1921.

En cuanto a las distancias oficiales reconocidas por la IAAF (World Athletics) para las que se pueden ratificar récords mundiales en ruta, estas incluyen: 5 km, 10 km, 15 km, 20 km, medio maratón (21.0975 km), 25 km, 30 km y maratón completo (42.195 km), así como los 100 km y relevos de maratón, conforme a la World Athletics Rule 32 (antes IAAF Rule 260).

La práctica de actividades físico-deportivas no solo tiene implicaciones sociales, sino también una fuerte relación con la política y la economía. La concepción social y económica del ejercicio físico y deporte evidencia que estas actividades se organizan dentro de un sistema deportivo en el que interactúan agentes económicos de naturaleza tanto pública como privada (Bosch et al., 2019). Este contexto ha propiciado que el número de servicios relacionados con la práctica deportiva se incremente, acompañado de diversas investigaciones que buscan entender su impacto económico y social (Dra. Rosa López de, 2021).

El éxito o fracaso de empresas en el ámbito deportivo está estrechamente ligado a factores económicos y de gestión, como la correcta administración de recursos materiales, económicos y humanos, la aplicación de modelos de gestión sustentados en indicadores clave, y el conocimiento empresarial de los inversionistas que actúan como gestores deportivos. La falta de experiencia y solidez en los procesos administrativos ha sido señalada como una de las principales razones de la inestabilidad en este sector; (Monroy et al., 2009).

Los eventos deportivos son acontecimientos de gran relevancia social, capaces de captar grandes multitudes, desde espectadores hasta competidores, y constituyen catalizadores de valores dentro de la comunidad. En este marco, surge un contexto económico en el que numerosas micro, pequeñas y medianas empresas ofrecen servicios de

organización de eventos deportivos, posicionándose en un mercado con creciente demanda de servicios especializados. Sin embargo, pocas organizaciones logran consolidarse como estructuras sólidas y sostenibles, debido a las altas exigencias del sector y la necesidad de contar con bases administrativas firmes (Eduardo y Montaña, 2008).

Desde la dimensión económica, la organización de un evento deportivo se convierte en una fuente de empleos que dinamiza la economía local, impactando directamente en su entorno inmediato. Además, potencia el binomio turismo-deporte, ya que ofrece un tipo de turismo alternativo enfocado en atraer visitantes interesados en la práctica deportiva, lo que genera movimiento económico en los destinos turísticos (Latiesa y Paniza, 2006).

El deporte, en sus diversas manifestaciones, ha demostrado un alto arraigo social y capacidad de movilización, lo que conlleva implicaciones económicas significativas para las comunidades que organizan eventos. Su relevancia social y económica radica en la posibilidad de ofrecer servicios deportivos de calidad que atraigan tanto a participantes como a espectadores, incrementando el consumo de servicios locales, favoreciendo el desarrollo económico y estimulando la inversión privada en la organización de eventos.

Desde el ámbito económico, los eventos deportivos representan una fuente significativa de inversión y rentabilidad para las sedes que los albergan. La llegada de visitantes genera un consumo que produce valor para la comunidad, y los gestores deportivos analizan las necesidades de los involucrados para asegurar la satisfacción y la continuidad de los clientes, considerando si la inversión realizada generará beneficios para el lugar y para el personal que participa en la organización (Farías Torbidoni et al., 2015). Asimismo, la realización de eventos deportivos con fines turísticos resulta especialmente atractiva para los gobiernos locales, pues tiene impactos favorables en la economía, aunque también despierta preocupación por sus posibles efectos sociales (González-Damián y López-Peña, 2017).

En Estados Unidos, la organización de maratones implica tanto retos económicos como políticos. Después del maratón Boston de 2013, los costos en seguridad, servicios médicos y gestión de emergencias se incrementaron significativamente, llegando a superar el millón de dólares en algunos eventos, lo que evidencia que la inversión en seguridad es clave para su viabilidad. Sin embargo, las limitaciones presu-

puestales obligan a priorizar medidas más económicas y a depender de patrocinadores y premios monetarios como fuentes de financiamiento. En el plano político, estos eventos requieren una amplia coordinación interinstitucional y han sido catalogados por el Departamento de Seguridad Nacional como de relevancia para la seguridad interna, lo que vincula su gestión con políticas de protección pública y con procesos regulatorios locales, como permisos y cierres de calles (Hall, Manning, Keiper, Jenny, & Allen 2019).

La dimensión económica del deporte es aún más evidente al observarlo como una industria global millonaria. Ejemplos de ello son los ingresos generados por la organización del mundial de fútbol, que alcanza aproximadamente 141 millones de dólares netos, los Juegos Olímpicos, que producen 3 billones de dólares, y el Superbowl, que puede generar 378 millones de dólares solo en su partido final (Brunet, 2011; El Imparcial, 2020). Estos eventos, al fomentar el consumo de servicios, bienes y actividades propias, contribuyen al desarrollo económico y social y potencian el turismo en las sedes (Agorreta Lumbreras et al., 2020).

El estudio comparativo entre el Maratón de Chicago y el Maratón de Valencia demuestra que ambos eventos han superado su carácter deportivo para convertirse en estrategias económicas y políticas de gran relevancia urbana. Desde el punto de vista económico, se subraya su impacto directo e indirecto: Chicago ha generado hasta 282 millones de dólares, fortaleciendo el turismo y el empleo, mientras que Valencia alcanzó en 2019 los 22.8 millones de euros, con un efecto multiplicador que refleja el potencial de los maratones como motores del desarrollo local y turístico (Paramio-Salcines y Llopis-Goig 2022).

Desde la perspectiva empresarial, el diseño y gestión de eventos deportivos requiere inversión de capital, infraestructura organizacional y estrategias que permitan competir a nivel industrial. La calidad en el servicio se vuelve un factor determinante para lograr una ventaja competitiva y sostenible en un entorno económico globalizado, especialmente para las pequeñas y medianas empresas, que deben ofrecer un servicio superior al de las grandes compañías para ganar la preferencia de los clientes (Antonio Caminero Granja, 2019; Silva-Treviño et al., 2021).

El running a través de eventos de ruta, lejos de constituir únicamente una práctica físico-deportiva, se revela como un fenómeno profun-

damente político que interviene en la producción y el uso del espacio público. La ocupación temporal de calles, parques y senderos para entrenamientos y eventos reconfigura jerarquías de movilidad y obliga a negociar prioridades entre peatones, ciclistas y automóviles. Estas reconfiguraciones ponen en primer plano decisiones de planificación iluminación, superficies, conectividad, gestión de tránsito y limpieza que traducen agendas de habitabilidad, sostenibilidad y salud pública en infraestructura concreta. Los eventos de carrera de ruta funcionan como instrumentos de política urbana al “consumir” la ciudad mediante cierres viales, despliegues logísticos y dispositivos de comunicación que proyectan marcas territoriales, activan economías locales y, a la vez, generan controversias sobre distribución de costos y beneficios (Cook & Larsen 2022).

En el ámbito político, los mega eventos deportivos actúan como agentes de transformación urbanística y su análisis permite comprender la relación entre el deporte y el contexto político y económico mundial de cada momento histórico (Cortes de Lira, 2012). De este modo, los eventos deportivos no solo cumplen un papel recreativo, sino que también funcionan como herramientas de gestión pública y desarrollo urbano, atrayendo inversión y proyectando internacionalmente a las ciudades sede. Asimismo, si bien el texto no menciona de forma directa la intervención de autoridades gubernamentales, la generación de empleos, el turismo deportivo y el impacto económico local están estrechamente vinculados con políticas públicas de fomento al deporte y desarrollo económico regional, ya que la realización de eventos deportivos suele alinearse con estrategias gubernamentales para impulsar el turismo y fortalecer la economía local.

Los eventos deportivos representan un punto de encuentro entre política y economía, pues favorecen el desarrollo local y nacional, promueven el turismo, generan empleo e inversión, y al mismo tiempo, implican la intervención de gobiernos y el análisis de impactos sociales y urbanísticos, reflejando así su relevancia estratégica en la sociedad contemporánea.

Dado el importante flujo de personas que atraen los eventos deportivos y los impactos positivos que producen como el entretenimiento, la cohesión social, el orgullo comunitario y la dinamización económica (Daniels & Norman, 2003), surge también el desafío de garantizar una gestión sostenible (Emery, 2010). En este sentido, la planificación

estratégica y el monitoreo constante resultan fundamentales, pues el éxito depende de una organización eficiente (Kaplanidou, Kerwin, & Karadakis, 2013), integrando además la sostenibilidad como un eje central en la búsqueda de la excelencia.

Las carreras de participación masiva se han convertido en instrumentos políticos clave, pues no solo impulsan la regeneración urbana, la salud pública y la diplomacia, sino que también sirven para proyectar la imagen internacional de las ciudades anfitrionas. Sin embargo, su desarrollo genera conflictos de gobernanza entre organizadores, autoridades y ciudadanía en torno al uso de recursos y beneficios. A ello se suma la fuerte dependencia de actores internacionales lo que refleja cómo estos eventos funcionan como escenarios donde interactúan dinámicas de poder global y local (Herrick, 2015).

Los maratones contemporáneos y carreras de ruta no solo constituyen competencias deportivas, sino también escenarios con una profunda carga política, ya que demandan la implementación de regulaciones estatales y mecanismos de control frente a su crecimiento en número e impacto económico y social. Asimismo, estos eventos son utilizados como herramientas de proyección comunitaria y territorial, al generar orgullo social, cohesión y beneficios colectivos que los vinculan directamente a las agendas públicas de salud, deporte y turismo. El énfasis en la sostenibilidad refleja compromisos políticos en torno al desarrollo urbano y a la competitividad de las ciudades anfitrionas, mientras que la profesionalización de la gestión apunta a la necesidad de políticas de formación y certificación que fortalezcan la capacidad institucional. Finalmente, la participación de múltiples actores instituciones, gobiernos, medios y ciudadanía resalta la complejidad de la gobernanza compartida, donde la toma de decisiones y la distribución de responsabilidades se convierten en factores determinantes para el éxito del evento (García-Vallejo et al., 2020).

Objetivos

Como objetivo se busca analizar la relación entre las problemáticas económicas y políticas como los costos de operación, la disponibilidad presupuestaria, el patrocinio, los permisos institucionales y los intereses gubernamentales y su impacto en la gestión, planificación y sostenibilidad de los eventos deportivos de carreras de ruta, mediante un

enfoque mixto que permita identificar la incidencia y coocurrencia de dichas variables en el proceso organizativo.

Identificar las principales problemáticas económicas que enfrentan los organizadores de carreras de ruta, considerando variables como costos de inscripción, limitación presupuestaria, recursos materiales, dependencia de patrocinio y costos operativos.

Describir los factores políticos que influyen en la planificación y ejecución de las carreras de ruta, incluyendo la obtención de permisos, el apoyo institucional, los intereses gubernamentales y los procesos burocráticos.

Analizar la relación entre las problemáticas económicas y políticas y su impacto en la gestión, organización y sostenibilidad de los eventos deportivos de ruta mediante técnicas cualitativas y cuantitativas.

Material y Métodos

En esta investigación, el enfoque mixto se aplicó mediante un cuestionario con preguntas abiertas para la fase cualitativa, con la finalidad de identificar variables e indicadores clave y posteriormente diseñar un instrumento cuantitativo de escala Likert, de alcance correlacional, que permite analizar la relación entre variables como indicadores, gestión, procesos, organización y eventos deportivos. Esta correlación sirve para predecir comportamientos y comprender la relación positiva o negativa entre las variables.

La población está compuesta por organizadores y personas con cargos específicos en empresas e instituciones deportivas relacionadas con carreras de fondo y ruta, y la muestra es no probabilística e intencional, seleccionando participantes con fácil acceso y características acordes a los objetivos de la investigación (Hernández, 2019). En este caso fue de 94 sujetos, dividido en las siguientes 3 categorías:

17 Directores generales

26 Jefe o coordinador de área

51 Personal operativo

La recolección de datos se realiza mediante encuestas diseñadas por el investigador, alineadas con los objetivos específicos, variables, dimensiones e indicadores. Tras un pilotaje validado por expertos me-

diante el estadístico Kappa Fleiss, se efectúa un primer levantamiento de datos para su análisis cualitativo en Atlas.ti, seguido del diseño y validación del instrumento cuantitativo, cuyos datos se procesarán en SPSS para finalmente presentar los resultados.

Tabla 1.

Aportación de las variables evaluadas al estudio en general con relación a su enraizamiento, códigos y co-ocurrencias de los códigos.

Variables evaluadas para la organización en carreras de ruta						
N°	Variables	Gr	Códigos	%	CO	%
1	Factor clave general	98	66	15.75%	250	7.65%
2	Factor clave en operatividad	98	83	19.81%	247	7.56%
3	actividades vitales	98	76	18.14%	234	7.16%
4	Fortalezas	98	81	19.33%	247	7.56%
5	Debilidades	98	99	23.63%	227	6.95%
6	Oportunidades	98	100	23.87%	234	7.16%
7	Amenazas	98	100	23.87%	223	6.83%
8	Problemas sociales	98	88	21.00%	220	6.73%
9	Problemas políticos	98	77	18.38%	196	6.00%
10	Problemas culturales	98	82	19.57%	195	5.97%
11	problemas económicos	98	64	15.27%	203	6.21%
12	Problema en el servicio	98	100	23.87%	190	5.82%
13	Problemas ambientales	98	38	9.07%	181	5.54%
14	Problemática general	98	45	10.74%	82	2.51%
15	Principales retos	98	62	14.80%	132	4.04%
16	Aspectos para evolucionar	98	95	22.67%	206	6.31%
TOTAL			419		3267	

Gr: Número de veces que se mencionó un concepto específico, **%CO:** Porcentaje de co-ocurrencia, **Códigos:** Número total de códigos o categorías utilizadas, **CO-ocurrencias:** Número total de veces que co-ocurrieron.

Esta tabla refleja que, aunque los problemas políticos tienen mayor percepción general, los problemas económicos presentan un CO ligera-

mente superior, lo que sugiere que impactan de manera más directa en la organización de las carreras de ruta ya que; la variable con mayor frecuencia en Códigos es Problemas políticos (77). La variable con mayor porcentaje en Gr también corresponde a Problemas políticos (18.38%). El CO total entre ambas variables es 399. El promedio de %CO es 6.11%.

Limitaciones

El presente estudio presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, la muestra utilizada fue no probabilística e intencional, lo que restringe la generalización de los hallazgos a otros contextos o tipos de eventos deportivos, ya que solo incluyó a organizadores y personal con funciones específicas en carreras de ruta. Además, el análisis depende de la percepción subjetiva de los participantes, lo cual puede introducir sesgos en la identificación de problemáticas económicas y políticas

Resultados

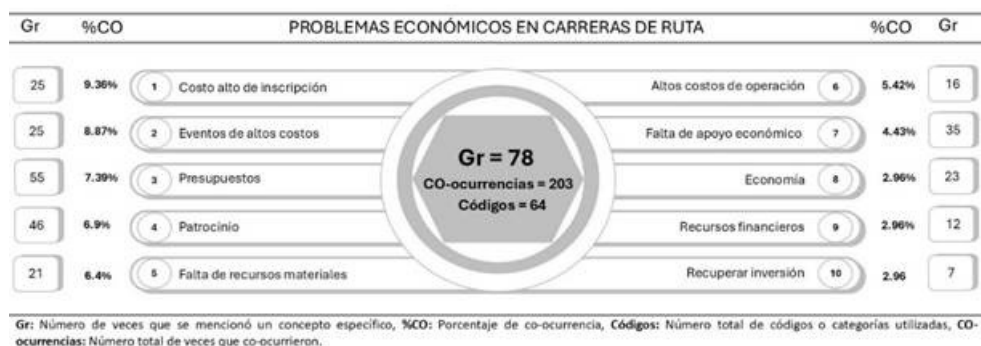
A partir de los resultados obtenidos, fue posible identificar y examinar en profundidad las problemáticas económicas y políticas que inciden en la organización de carreras de ruta, utilizando la información generada en el trabajo de campo y el análisis de co-ocurrencias de las variables evaluadas. Este análisis reviste particular relevancia, ya que ambas dimensiones constituyen ejes críticos para garantizar la sostenibilidad y el desarrollo exitoso de los eventos deportivos, al influir de manera directa en la planificación estratégica, la ejecución operativa y la rentabilidad de las competencias.

En este contexto, el análisis de los resultados se organiza en dos apartados principales: la dimensión económica y la dimensión política. En el primero, se presentan los hallazgos relacionados con los costos de inscripción, la disponibilidad presupuestaria, la dependencia de patrocinio, los recursos materiales y los costos operativos, factores que reflejan la vulnerabilidad financiera y los desafíos de sostenibilidad que enfrentan estas competencias. En el segundo, se detallan los resultados vinculados con los intereses políticos, la gestión de permisos, la falta de apoyo institucional, la burocracia administrativa y la percepción de corrupción, elementos que, si bien registran una incidencia porcentual

menor que la económica, condicionan de forma significativa la viabilidad, planificación y continuidad de los eventos deportivos.

Esta estructura permite abordar de manera diferenciada cada dimensión, facilitando una comprensión integral de los factores que limitan la organización eficiente de las carreras de ruta y sentando las bases para la formulación de estrategias que fortalezcan la gestión financiera, la vinculación institucional y la sostenibilidad a largo plazo de este tipo de eventos.

Figura 1. Problemas económicos en carreras de ruta



Grafica 1. Problemática económica en la organización de carreras de ruta

El análisis de la problemática económica en la organización de carreras de ruta evidencia que los principales desafíos financieros se concentran en el alto costo de inscripción (9.36% de co-ocurrencia), identificado como el factor más relevante. Este elemento refleja que los precios elevados para los corredores representan un obstáculo para la participación masiva, lo que puede impactar de manera directa en la recaudación y rentabilidad de los eventos.

En segundo lugar, los eventos de altos costos (8.87%) constituyen una carga económica significativa para los organizadores. Los gastos en logística, personal, seguridad, señalización y difusión se presentan como factores determinantes que elevan los costos generales de operación. A ello se suma la limitación presupuestaria (7.39%), que evidencia la necesidad de una planificación financiera más sólida, ya que los recursos disponibles resultan ajustados frente a las demandas de la competencia.

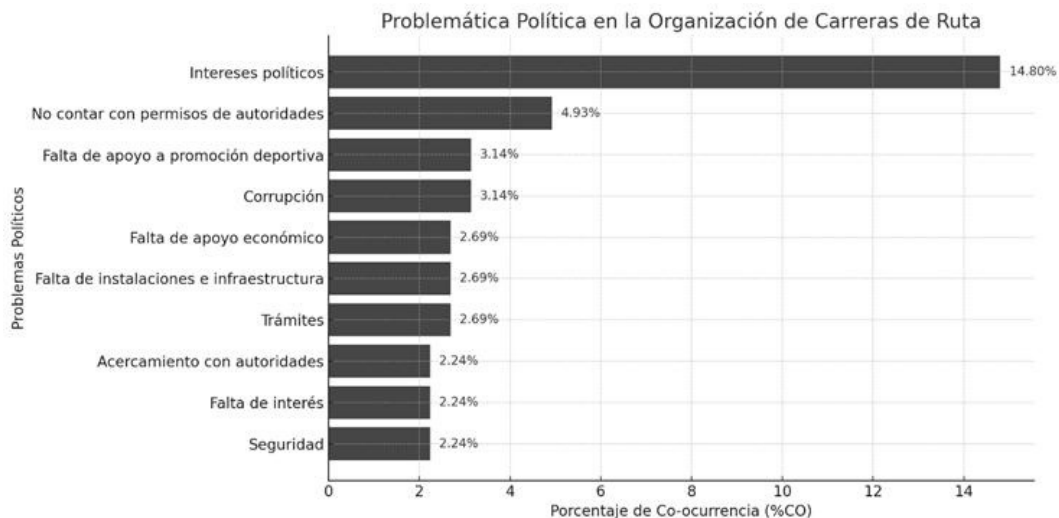
Otro aspecto relevante es el patrocinio (6.9%), cuya ausencia o insuficiencia refleja una dependencia elevada de recursos propios, generando riesgo financiero para los organizadores, en especial para micro y pequeñas empresas del sector deportivo. Asimismo, la falta de recursos materiales (6.4%) pone de manifiesto las dificultades para contar con infraestructura temporal, señalización adecuada y equipamiento necesario, afectando la operatividad y la experiencia de los participantes.

Entre los factores secundarios, se encuentran los altos costos de operación (5.42%) y la falta de apoyo económico (4.43%), que indican escasa participación institucional o pública en el financiamiento de estas competencias. Finalmente, problemas como la economía general del evento, la disponibilidad de recursos financieros y la recuperación de la inversión, cada uno con 2.96%, evidencian la vulnerabilidad de estos proyectos para lograr sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo.

Figura 2. Problemas políticos en carreras de ruta.



Gr: Número de veces que se mencionó un concepto específico, %CO: Porcentaje de co-ocurrencia, Códigos: Número total de códigos o categorías utilizadas, CO-ocurrencias: Número total de veces que co-ocurrieron.



Grafica 2. Problemática política en la organización de carreras de ruta

Los resultados obtenidos sobre la problemática política en la organización de carreras de ruta revelan la presencia de factores administrativos, institucionales y de gobernanza que influyen de manera significativa en la planificación y ejecución de estos eventos deportivos. Se registraron 78 menciones (Gr) con 196 co-ocurrencias y 77 códigos, los cuales permiten identificar los principales obstáculos políticos que

afectan a los organizadores. La organización de maratones exige una coordinación compleja entre múltiples áreas. La Dirección General y el área técnico-atlética destacan como ejes centrales, pero la limitada atención al área económico-administrativa y la débil protocolización de los servicios médicos revelan vulnerabilidades críticas sugiriendo que la profesionalización, la sostenibilidad y la gestión integral son claves para garantizar la viabilidad y aceptación de estos eventos deportivos (García-Vallejo et al., 2020).

El factor más relevante identificado es el de intereses políticos (14.8% de co-ocurrencia), el cual refleja que la politización de la gestión deportiva condiciona en gran medida la obtención de apoyos y autorizaciones. Este aspecto indica que decisiones asociadas a alineamientos partidarios o conveniencias políticas pueden retrasar los procesos de planificación, limitar los recursos disponibles o incluso afectar la continuidad de los eventos.

En segundo lugar, se encuentra la problemática de no contar con permisos de autoridades (4.93%), lo que representa una barrera administrativa importante para los organizadores. La demora en la emisión de permisos o la falta de autorización gubernamental pone en riesgo la viabilidad legal de las carreras, afectando la planificación y seguridad de los eventos.

Otros factores políticos relevantes incluyen la falta de apoyo a la promoción deportiva (3.14%), que evidencia la escasa participación de instituciones públicas en la difusión de las carreras, reduciendo su alcance y capacidad de convocatoria; y la percepción de corrupción (3.14%), que, aunque menos frecuente, refleja posibles prácticas irregulares relacionadas con la gestión de recursos, permisos o apoyos institucionales, lo que afecta la confianza de patrocinadores y participantes. Asimismo, la falta de apoyo económico (2.69%) resalta la ausencia de incentivos gubernamentales o institucionales, obligando a los organizadores a depender casi por completo de recursos privados.

Entre los factores secundarios, destacan la falta de instalaciones e infraestructura (2.69%) y los trámites burocráticos (2.69%), que incrementan los tiempos y costos de gestión, así como la falta de acercamiento con autoridades (2.24%) y la falta de interés gubernamental (2.24%), que reflejan una débil articulación institucional para el fomento de estas competencias. Finalmente, la seguridad (2.24%), aunque también vinculada con la dimensión operativa, aparece como un

tema político-administrativo, pues su gestión depende en gran parte de coordinación con autoridades locales y de orden público.

Discusión

El estudio sobre la organización de las carreras de ruta presenta diversas fortalezas que le otorgan solidez académica y pertinencia científica. En primer lugar, destaca la amplia contextualización histórica de este tipo de competencias, pues se rastrea su origen en el siglo XIX hasta su consolidación como disciplina reglamentada dentro del atletismo moderno. La referencia a hitos como los Juegos Olímpicos de Atenas en 1896, Londres en 1908 y la estandarización de la distancia del maratón en 1921 por la IAAF, permiten comprender la transformación de las carreras de ruta como un fenómeno deportivo, social y cultural con relevancia global.

Este estudio realizado no se limita a la perspectiva deportiva, sino que integra dimensiones económicas, políticas, sociales y empresariales. Esta amplitud en el abordaje permite comprender las carreras de ruta no solo como prácticas recreativas o competitivas, sino también como actividades con gran impacto en el turismo, la economía local y el desarrollo urbano. La organización de carreras de ruta trasciende el ámbito deportivo para convertirse en un fenómeno multidimensional con implicaciones económicas, políticas, culturales y turísticas. En primer lugar, se ha demostrado que los maratones generan un impacto económico significativo mediante el incremento del gasto turístico, la dinamización de sectores como hotelería, transporte y restauración, así como la creación de empleo temporal vinculado al evento.

De igual forma, estos eventos se convierten en herramientas políticas, ya que las autoridades locales los utilizan para proyectar la ciudad como un destino internacional competitivo y moderno, al tiempo que refuerzan su legitimidad institucional frente a la ciudadanía. En el plano cultural, las carreras de ruta favorecen la cohesión social, promueven el sentido de pertenencia e identidad local y fortalecen la imagen simbólica de la ciudad anfitriona. Finalmente, el turismo deportivo derivado de estas competencias no solo incrementa la afluencia de visitantes, sino que también fomenta la revalorización del patrimonio cultural y urbano. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que señalan cómo los maratones actúan como catalizadores de desa-

rrollo económico y turístico, a la vez que contribuyen a la construcción de capital social y a la proyección política de las ciudades (Papanikos, 2015).

Asimismo, el estudio se apoya en un marco teórico sólido sustentado en autores relevantes y en investigaciones previas, como (Bosch et al. 2019), (Brunet, 2011), (González-Damián y López-Peña, 2017) y (Monroy et al. 2009). Este respaldo académico refuerza la validez de los argumentos y sitúa el análisis dentro de la discusión científica actual sobre el deporte como fenómeno económico y social.

En cuanto al impacto económico, los resultados evidencian que esta constituye uno de los factores más influyentes en la organización de carreras de ruta. Entre los principales desafíos destacan los altos costos de inscripción y operación, así como la fuerte dependencia del patrocinio, lo cual genera vulnerabilidad financiera en los organizadores, en particular en las micro y pequeñas empresas (Monroy et al., 2009). El establecimiento de tarifas de inscripción en eventos de running de larga distancia constituye un elemento crítico en la gestión deportiva, ya que refleja la necesidad de equilibrar los altos costos logísticos y de planificación con la accesibilidad de los participantes. En este sentido, el análisis realizado por (Baker, 2017) demuestra que los precios elevados de inscripción responden a factores como la seguridad, el personal operativo, los servicios médicos y la infraestructura requerida, lo que convierte al costo en una variable estratégica para garantizar la viabilidad económica del evento.

La dimensión política también se manifiesta como un eje transversal que incide de manera determinante en la organización de carreras de ruta. Los resultados de la investigación muestran que los intereses políticos, la obtención de permisos y el escaso apoyo institucional son factores que condicionan la realización de estos eventos. La organización de eventos de ruta en España enfrenta desafíos políticos y administrativos que impactan directamente en su sostenibilidad y legitimidad social. Entre los principales problemas se encuentran la falta de permisos de autoridades, la carencia de instalaciones e infraestructura adecuadas y las limitaciones de apoyo económico, factores que condicionan tanto la planificación como la ejecución de estos eventos. En este sentido, el estudio de (García-Vallejo, Albahari, Añó-Sanz y Garrido-Moreno, 2020) resulta especialmente relevante, pues evidencia cómo la gestión por procesos permite identificar áreas clave de competencia y establecer

mecanismos de coordinación institucional que optimizan la relación con autoridades locales, mejoran la infraestructura disponible y fortalecen la asignación de recursos, contribuyendo así a una organización más eficiente y sostenible de las carreras de ruta.

Desde la perspectiva empresarial y de gestión, los resultados muestran que el éxito de los eventos deportivos está vinculado con la administración eficiente de los recursos materiales, económicos y humanos. La ausencia de procesos administrativos sólidos y la falta de experiencia en la gestión representan amenazas para la sostenibilidad del sector.

La organización de carreras de ruta requiere una gestión integral que contemple múltiples áreas de trabajo interrelacionadas, donde la logística, el patrocinio, la comunicación, la seguridad y la sostenibilidad se convierten en ejes fundamentales para garantizar su éxito. En este sentido, el estudio de (García-Vallejo, Albahari, Añó-Sanz y Garrido-Moreno, 2020) resulta esclarecedor, pues al analizar cinco maratones en España (Barcelona, Madrid, Málaga, Sevilla y Valencia) propone un modelo de gestión por procesos que permite visualizar la interdependencia entre dichas áreas y resalta la importancia de la planificación estratégica y la coordinación como factores decisivos para consolidar la eficiencia organizativa y la sostenibilidad de estos eventos.

Respecto a la presente investigación, un aspecto relevante es la claridad metodológica. La investigación plantea la inclusión de validación que evidencia un compromiso con la confiabilidad y validez de los instrumentos, lo que fortalece la rigurosidad del estudio.

Finalmente, su relevancia práctica y social, evidencia cómo los eventos deportivos no solo promueven el bienestar físico y la cohesión comunitaria, sino que también dinamizan las economías locales, generan empleos, atraen inversión y potencian el turismo. De esta forma, el estudio no se queda en el plano descriptivo, sino que aporta elementos útiles para gestores deportivos, autoridades gubernamentales y empresarios interesados en el sector; al mostrar las carreras de ruta como un fenómeno estratégico de alcance contemporáneo.

Conclusiones

El presente estudio confirma que las carreras de ruta constituyen un fenómeno socio-deportivo de gran complejidad, cuya organización articula dimensiones históricas, económicas, políticas y de gestión. Des-

de su institucionalización en el siglo XX hasta su consolidación como eventos urbano-territoriales, estas competencias no solo cumplen un rol deportivo, sino que operan como catalizadores de desarrollo económico, proyección política, cohesión cultural y dinamización turística.

No obstante, los resultados obtenidos evidencian que la sostenibilidad de estos eventos depende en gran medida de la capacidad organizativa para gestionar de manera eficiente dos ejes críticos e interdependientes: las restricciones económicas y los condicionantes político-administrativos.

En cuanto a la dimensión política, se observa que, aunque su incidencia cuantitativa es menor, su impacto operativo y estratégico es significativo. Los resultados evidencian que la problemática política, aunque no es la principal limitante frente a los factores económicos, condiciona el desarrollo de las carreras de ruta a través de procesos burocráticos, escaso respaldo institucional y dependencias de intereses políticos. Para garantizar la continuidad y sostenibilidad de estos eventos, resulta fundamental fortalecer la vinculación con autoridades, establecer convenios interinstitucionales y reducir la vulnerabilidad frente a factores políticos, asegurando así una gestión más transparente y eficiente.

En el ámbito económico, los hallazgos confirman que la vulnerabilidad financiera constituye el principal desafío para la sostenibilidad de estas competencias. Esto refleja que la problemática económica en las carreras de ruta está determinada por costos elevados, limitación presupuestaria y dependencia de patrocinadores, lo que genera un entorno financiero frágil. Para garantizar la continuidad y sostenibilidad de estos eventos, resulta fundamental optimizar costos operativos, diversificar fuentes de ingreso mediante patrocinio y apoyo institucional, y gestionar eficientemente los recursos materiales para reducir riesgos financieros.

Estos resultados permiten concluir que la sostenibilidad de las carreras de ruta requiere:

1. Optimizar los costos operativos y de inscripción para mantener la accesibilidad sin comprometer la calidad del evento.
2. Diversificar las fuentes de ingreso mediante patrocinio y apoyo institucional.
3. Gestionar eficientemente los recursos materiales y financieros, minimizando riesgos de pérdida o baja rentabilidad.

De igual manera se desprenden tres implicaciones centrales. Primero, la gestión por procesos y la profesionalización de áreas clave como logística, seguridad, comunicación, patrocinio y servicios médicos son condiciones indispensables para mejorar la coordinación y el control de costos. Segundo, la estrategia financiera debe sustentarse en políticas de precios segmentadas (tarifas escalonadas, apoyos comunitarios entre otros), acuerdos plurianuales con patrocinadores y planificación de recursos que permitan mitigar contingencias. Tercero, alianzas interinstitucionales ya que se requiere avanzar hacia convenios estables con autoridades de movilidad, seguridad y salud, con calendarios de permisos anticipados, ventanillas únicas y mecanismos de comunicación ciudadana que reduzcan la conflictividad por cierres viales y uso del espacio público.

En suma, la sostenibilidad de las carreras de ruta no se agota en el impacto económico inmediato ni en el cumplimiento normativo, sino que depende de su capacidad de orquestación entre economía, política pública y servicio a la comunidad. Optimizar costos, diversificar fuentes de ingreso, fortalecer la vinculación institucional y asegurar procesos administrativos transparentes resultan imperativos para garantizar su viabilidad a largo plazo. A través de los resultados y aplicación de modelos estandarizados, las carreras de ruta podrán consolidarse como dispositivos estratégicos de bienestar, desarrollo urbano y proyección cultural, sostenibles en el tiempo y socialmente aceptados por las comunidades anfitrionas.

En conjunto, estos resultados confirman que las problemáticas económicas y políticas son ejes críticos para la sostenibilidad y el éxito de las carreras de ruta, pues influyen directamente en la planificación, ejecución y rentabilidad de las competencias. La comprensión integral de estas dimensiones permite no solo identificar los principales factores de riesgo, sino también fundamentar el diseño de estrategias de mejora.

En este sentido, se reconoce como línea de investigación futura la necesidad de desarrollar y validar un modelo predictivo de sostenibilidad para carreras de ruta que integre indicadores económicos y político-administrativos. Dicho modelo permitirá estimar con mayor precisión el impacto de estas variables en la planificación, ejecución y viabilidad financiera de los eventos, contribuyendo así al fortalecimiento de su gestión y a la consolidación de prácticas organizativas más eficientes y sostenibles.

Referencias

- Agorreta Lumbreras, J., Madruga Vicente, M., Cerro Herrero, D., & Prieto Prieto, J. (2020). Impacto socioeconómico del turismo activo de eventos deportivos. *ROTUR. Revista de Ocio y Turismo*, 14(2). <https://doi.org/10.17979/rotur.2020.14.2.6436>
- Baker, B. J. (2017). *Pricing participant sport: The pricing development process in long-distance running events*. Temple University.
- Bernal Torres, C. A., & Sierra Arango, H. D. (2017). Proceso Administrativo: para las organizaciones del siglo XXI (No. HD30. 4 B47 2008.).
- Bosch, J., Murillo, C., & Raya, J. (2019). La importancia económica del sector deportivo y el impacto de los eventos deportivos. *Papeles de Economía Española*, 159.
- Brunet, F. (2011). Análisis del impacto económico de los Juegos Olímpicos. *Mosaico Olímpico. Investigación Multidisciplinar y Difusión de Los Estudios Olímpicos. CEO-UAB, 20 Años*.
- Cortes de Lira, A. C. (2012). Los megaeventos y sus consecuencias urbanas. Posibles perspectivas hacia las futuras experiencias brasileñas. *Arxiu d'Etnografia de Catalunya*, 12. <https://doi.org/10.17345/aec12.9-32>
- Cortés, M.E. & Iglesias, M. (2004). Generalidades sobre Metodología de la Investigación. Universidad Autónoma del Carmen, Campeche. México.
- Dra Rosa López de, D. D. (n.d.). *Revista gerencia deportiva revista arbitrada de la asociación latinoamericana de gerencia deportiva*.
- Eduardo, N., & Montaña, G. (n.d.). Marketing deportivo.
- Farías Torbidoni, E., Seguí, J., Fuster, J., & Gil, G. (2015). El deporte para todos en la organización de eventos deportivos. Las motivaciones de participación y el grado de satisfacción como posibles indicadores de control. El caso de la Trekorientación® Bosque de Poblet (Sport for all in the sporting events organi. *Retos*, 25. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i25.34483>
- García-Vallejo, A. M., Albahari, A., Año-Sanz, V., & Garrido-Moreno, A. (2020). What's behind a marathon? process management in sports running events. *Sustainability*, 12(15), 6000.
- Gaytán Cortés, J. (2019). Los indicadores de gestión. *Mercados y Negocios*, 40. <https://doi.org/10.32870/myn.v0i40.7405>

- González-Damián, A., & López-Peña, R. J. (2017). Organización de eventos culturales y deportivos con afluencia turística en ciudades pequeñas. *Revista de análisis turístico*, 23.
- Hall, S. A., Manning, R. D., Keiper, M., Jenny, S. E., & Allen, B. (2019). Stakeholders' perception of critical risks and challenges hosting marathon events: an exploratory study. *Journal of Contemporary Athletics*, 13(1), 11-22.
- Hernández-Ávila, C. E., & Escobar, N. A. C. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta, Revista científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1 (enero-junio)), 75-79.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-hill.
- Herrick, C. (2015). Comparative urban research and mass participation running events: methodological reflections. *Qualitative Research*, 15(3), 296-313.
- Hsiao, C. H., Tang, K. Y., & Su, Y. S. (2021). An empirical exploration of sports sponsorship: Activation of experiential marketing, sponsorship satisfaction, brand equity, and purchase intention. *Frontiers in Psychology*, 12, 677137.
- Monroy, A. J., Sáez, G., Cordente, C. A., de Contacto, D., & Monroy, A. J. (2009). Los modelos de gestión en la organización de eventos deportivos en la actualidad. 93, 16.
- Paramio-Salcines, JL, y Llopis-Goig, R. (2022). Decisiones estratégicas clave y su influencia en la gestión y el éxito de la maratón de Chicago de Bank of America y la maratón de Valencia Trinidad Alfonso. *Revista Internacional de Estudios Financieros*, 10 (3), 74.
- Pérez, S., Morales, J., & Díaz, E. (2019). *Environmental policies for operational stability*. *Environmental Systems Research*, 22(5), 89-102.
- Silva-Treviño, J. G., Macías-Hernández, B. A., Tello-Leal, E., & Delgado-Rivas, J. G. (2021). La relación entre la calidad en el servicio, satisfacción del cliente y lealtad del cliente: un estudio de caso de una empresa comercial en México. *CienciaUAT*. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v15i2.1369>

Capítulo 10

El deporte paralímpico en México: Historia, desarrollo y perspectivas futuras

Lic. Brandon Uriel González Rodríguez, M.C. Mireya Medina Villanueva

Resumen

El deporte paralímpico en México ha evolucionado de un enfoque centrado en la rehabilitación hacia un movimiento estructurado de alto rendimiento con impacto social, educativo y deportivo. Este capítulo analiza de manera integral los antecedentes internacionales y nacionales, la evolución histórica del movimiento paralímpico en México, los elementos institucionales que lo sostienen, así como las políticas públicas que han influido en su desarrollo. De igual manera, se profundiza en la gestión deportiva como un componente esencial para la planificación, organización y sostenimiento del sistema paralímpico, destacando su papel en la profesionalización, la administración de recursos y la articulación entre instituciones. Asimismo, se examina la gestión deportiva como componente clave para la profesionalización del sistema paralímpico y se identifican los retos relacionados con infraestructura accesible, financiamiento, formación de talento y visibilidad mediática. El análisis incorpora también la importancia del alto rendimiento como eje rector del desempeño competitivo y del diseño de programas especializados. En conjunto, el capítulo ofrece una visión crítica y propositiva que consolida al deporte paralímpico como un motor de transformación social y posiciona a México con el potencial de convertirse en un referente internacional si continúa impulsando políticas y estructuras sólidas.

Palabras clave: Deporte paralímpico, políticas públicas, inclusión, gestión deportiva, alto rendimiento

Introducción

El deporte paralímpico constituye uno de los movimientos sociales y deportivos más trascendentes de la segunda mitad del siglo XX y de lo que va del siglo XXI. Su consolidación representa no solo el crecimiento de un modelo de competencia de alto rendimiento, sino también una transformación profunda en torno a los valores de inclusión, equidad y justicia social. Desde la primera edición oficial celebrada en Roma 1960, los Juegos Paralímpicos han sentado las bases de un espacio donde las personas con discapacidad pueden demostrar sus capacidades atléticas en igualdad de condiciones, bajo parámetros técnicos y reglamentarios homologados internacionalmente. De esta manera, el deporte paralímpico se ha configurado como un fenómeno multidimensional que combina excelencia deportiva, política pública y una narrativa cultural orientada a la dignificación de la persona con discapacidad.

En este proceso global, México ha desempeñado un papel relevante y sostenido. La primera participación nacional en Heidelberg 1972 marcó el inicio de una trayectoria ininterrumpida que refleja la evolución de un sistema que pasó de estar asociado a la rehabilitación clínica hacia un modelo orientado al alto rendimiento y a la competitividad internacional. A lo largo de más de cinco décadas, el país ha logrado posicionarse como una de las naciones con mayor éxito paralímpico en América Latina, acumulando medallas en disciplinas estratégicas y consolidando estructuras institucionales que respaldan el trabajo de atletas y entrenadores. Este recorrido histórico no ha sido lineal: se ha caracterizado por avances significativos, periodos de estancamiento y procesos de reorganización, todos los cuales constituyen un campo fértil de análisis.

El análisis académico del deporte paralímpico en México exige abordar distintos niveles. Por un lado, resulta indispensable considerar los antecedentes internacionales del movimiento, ya que ahí se encuentran las bases filosóficas y normativas que permiten comprender su desarrollo posterior. Por otro, es necesario examinar la evolución nacional, identificando tanto los hitos competitivos como los cambios en la gestión institucional y en la política pública. La estructura institucional mexicana encabezada por el Comité Paralímpico Mexicano (COPAME), la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CO-

NADE) y las asociaciones deportivas especializadas ha tenido un papel central en la consolidación de modelos de alto rendimiento.

Asimismo, la clasificación funcional constituye otro eje de análisis fundamental. Este sistema técnico, diseñado para garantizar la equidad competitiva, determina que los resultados dependan de las habilidades entrenables y no de la magnitud de la discapacidad. En el caso mexicano, la implementación de la clasificación ha requerido inversión en formación de recursos humanos, procesos de actualización y comunicación permanente con atletas y familias. (Howe, 2008; Purdue & Howe, 2012; OMS, 2011; Silva & Howe, 2012)

Este capítulo tiene como objetivos: (1) analizar la evolución histórica del deporte paralímpico en México; (2) identificar los elementos institucionales, normativos y estructurales que lo sostienen; (3) examinar las principales disciplinas, procesos de talento y tecnología aplicada; (4) y proyectar perspectivas futuras fundamentadas en evidencia. La metodología empleada consistió en una revisión documental y analítica de fuentes institucionales, bases de datos deportivas, literatura científica y reportes oficiales, integrando elementos históricos, cuantitativos y reflexivos.

Figura 1.

Juan Pablo Cervantes García celebra tras obtener la medalla de oro en los Juegos Paralímpicos de París 2024.



Fuente: Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE), 2024.

Antecedentes internacionales del movimiento paralímpico

El movimiento paralímpico internacional tiene su origen en la Europa de la posguerra, en un contexto marcado por la necesidad de atender a miles de personas que adquirieron una discapacidad como consecuencia directa de los conflictos bélicos. En este escenario, el neurocirujano alemán Ludwig Guttmann desempeñó un papel decisivo al instaurar, en 1948, las primeras competiciones deportivas entre pacientes con lesión medular en el hospital de Stoke Mandeville, en el Reino Unido. Estos eventos, inicialmente concebidos como una herramienta de rehabilitación física y psicológica, evolucionaron rápidamente hacia un modelo competitivo formal, sentando las bases de lo que posteriormente se consolidaría como los Juegos Paralímpicos.

La primera edición oficial de los Juegos Paralímpicos tuvo lugar en Roma 1960, con la participación de 23 países y 400 atletas. Desde entonces, el movimiento ha experimentado un crecimiento sostenido tanto en la cantidad de naciones participantes como en la diversidad de disciplinas deportivas reconocidas. Este desarrollo ha ido acompañado de la creación de estructuras de gobernanza global, siendo el Comité Paralímpico Internacional (IPC, por sus siglas en inglés), fundado en 1989, la institución rectora encargada de regular las normas de competencia, la clasificación funcional y el calendario oficial de eventos. Gracias a este marco institucional, los Juegos Paralímpicos se han convertido en el segundo evento multideportivo más importante del mundo, solo después de los Juegos Olímpicos.

Un elemento central en la consolidación del movimiento ha sido la clasificación funcional, diseñada para garantizar condiciones de equidad entre los atletas. A diferencia de las categorías por edad o peso típicas en otros deportes, la clasificación funcional agrupa a los competidores en función del impacto de la discapacidad sobre la ejecución técnica y el rendimiento, de manera que el resultado dependa de las capacidades entrenables y no de la magnitud de la limitación física. Este sistema, aplicado y actualizado por comités técnicos internacionales en cada disciplina, ha permitido que los Juegos se configuren como una competencia de alto rendimiento y no únicamente como un espacio de participación simbólica.

En paralelo al desarrollo técnico y competitivo, el movimiento paralímpico ha contribuido a modificar la percepción social de la discapaci-

dad. En sus primeras décadas, el deporte adaptado estaba estrechamente vinculado a la rehabilitación médica; sin embargo, con el tiempo se transformó en un escenario de excelencia deportiva, con atletas profesionales que entrenan bajo estándares comparables a los olímpicos. Esta transición refleja no solo avances en el campo del entrenamiento y la ciencia del deporte, sino también una mayor apertura cultural y política hacia la inclusión en el ámbito deportivo internacional.

Actualmente, los Juegos Paralímpicos abarcan más de 20 disciplinas deportivas y congregan a más de 170 países, lo que evidencia su magnitud e impacto global. Además, han servido como catalizador de políticas nacionales de deporte adaptado, estimulando a los gobiernos a invertir en programas de detección de talento, capacitación de entrenadores e infraestructura accesible. En consecuencia, los antecedentes internacionales no solo explican el origen del movimiento, sino que también permiten comprender las bases filosóficas y normativas sobre las que países como México han construido su propio sistema paralímpico. (Howe, 2008; Purdue & Howe, 2012).

Historia del deporte paralímpico en México

El desarrollo del deporte paralímpico en México se encuentra íntimamente ligado a la evolución del movimiento internacional, pero presenta características propias derivadas de los contextos políticos, sociales e institucionales del país. Este apartado tiene como objetivo ofrecer un recorrido histórico que permita comprender tanto la génesis de las estructuras organizativas como la participación competitiva de atletas mexicanos en el ámbito paralímpico. (Howe, 2008; Purdue & Howe, 2012).

Desde finales de la década de 1960, México comenzó a sentar las bases de lo que posteriormente sería el deporte paralímpico nacional. Tras la celebración de los primeros Juegos Paralímpicos en Roma 1960, médicos, instituciones de rehabilitación y promotores sociales en el país visualizaron en el deporte un instrumento de inclusión y rehabilitación funcional. Programas incipientes de deporte adaptado surgieron en hospitales y centros de atención para personas con discapacidad, particularmente en la Ciudad de México y en entidades con instituciones médicas especializadas.

Durante las décadas de 1970 y 1980 se consolidaron esfuerzos institucionales más formales. En este periodo la Comisión Nacional del Depor-

te antecesora de la actual Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE) comenzó a reconocer la necesidad de integrar a atletas con discapacidad en programas federales. Asimismo, surgieron federaciones y asociaciones estatales que buscaban organizar disciplinas específicas, lo cual sentó las bases para una estructura más amplia y profesionalizada.

Un hito fundamental se dio con la creación del Comité Paralímpico Mexicano (COPAME), organismo que asumió la responsabilidad de coordinar, representar y gestionar la participación del país en eventos internacionales. El COPAME no solo consolidó la representación institucional ante el Comité Paralímpico Internacional, sino que además estableció mecanismos de detección de talento, selección de atletas y desarrollo de programas de alto rendimiento. Su presencia marcó un parteaguas en la profesionalización del deporte paralímpico en México.

En el ámbito competitivo, México debutó oficialmente en los Juegos Paralímpicos de Heidelberg 1972 con una pequeña delegación, lo que representó un punto de inflexión en la visibilidad nacional e internacional del deporte adaptado. A lo largo de las siguientes ediciones, la representación mexicana fue incrementándose tanto en número de atletas como en disciplinas, logrando también sus primeras preseas paralímpicas. Durante las décadas siguientes, México se consolidó como un actor constante en el movimiento paralímpico mundial, con resultados destacados en disciplinas como natación, atletismo y levantamiento de potencia.

En paralelo a los logros competitivos, el Estado mexicano fue articulando políticas públicas orientadas a fortalecer el acceso y desarrollo del deporte paralímpico. La inclusión del sector en los programas de CONADE, así como la generación de presupuestos específicos y estímulos económicos a atletas, marcaron una diferencia significativa en comparación con las primeras décadas de desarrollo. Asimismo, el vínculo con instituciones académicas y de investigación contribuyó a que la preparación de los deportistas paralímpicos se sustentara en criterios científicos y técnicos cada vez más sólidos.

En la actualidad, el deporte paralímpico en México se encuentra en un proceso de consolidación que articula la historia institucional con una tradición competitiva de más de cinco décadas. La presencia constante en los Juegos Paralímpicos, la profesionalización del COPAME y la integración de programas gubernamentales han posicionado a México como un país con fuerte compromiso hacia la inclusión y la excelencia deportiva de sus atletas con discapacidad. (ONU, 2006).

Estructura organizativa y marco legal

El desarrollo del deporte paralímpico en México se encuentra sustentado en un entramado organizativo y jurídico que permite su reconocimiento como parte integral del sistema deportivo nacional. Esta estructura no solo garantiza la adecuada administración y promoción de las disciplinas adaptadas, sino que también responde al compromiso del Estado mexicano con los derechos de las personas con discapacidad.

En el plano organizativo, el Comité Paralímpico Mexicano (COPAME) constituye la máxima autoridad en materia de deporte paralímpico. Su función principal radica en coordinar la participación de los atletas en los Juegos Paralímpicos y en otras justas internacionales avaladas por el Comité Paralímpico Internacional (IPC). Además, el COPAME colabora con las federaciones nacionales de deportes adaptados, las cuales se encargan de la regulación, entrenamiento y promoción de cada disciplina específica. Estas federaciones, a su vez, se articulan con la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE), entidad que administra los recursos federales, establece lineamientos de política pública y supervisa el funcionamiento del deporte de alto rendimiento.

A nivel jurídico, la Ley General de Cultura Física y Deporte reconoce de manera explícita al deporte adaptado y paralímpico, considerándolo parte esencial de la estructura deportiva nacional. Este marco normativo establece los mecanismos para que las personas con discapacidad tengan acceso a programas de detección de talentos, desarrollo de infraestructura accesible y apoyos en su proceso competitivo. Asimismo, la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad refuerza el derecho al deporte como una vía de integración social, garantizando que las instituciones públicas y privadas generen espacios adecuados para la práctica deportiva.

En este contexto, las políticas implementadas por la CONADE han buscado profesionalizar el deporte paralímpico mediante programas de becas, sistemas de clasificación funcional y planes de preparación que permiten a los atletas competir bajo condiciones de igualdad. El Estado mexicano, además, mantiene un compromiso internacional al ser parte de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de la Organización de las Naciones Unidas, lo que obliga a

garantizar la participación plena y efectiva de las personas con discapacidad en la vida deportiva.

Clasificación deportiva y sistema de elegibilidad

La clasificación deportiva constituye uno de los pilares fundamentales del movimiento paralímpico, ya que garantiza la equidad competitiva entre atletas con distintos tipos y grados de discapacidad. A diferencia de los deportes convencionales, donde la división se establece principalmente por categorías de edad, sexo o peso, en el deporte paralímpico el sistema de clasificación busca neutralizar el impacto de la discapacidad sobre el rendimiento, de modo que el resultado dependa de las habilidades entrenables y no de la magnitud de la limitación funcional (Tweedy & Vanlandewijck, 2011).

El Comité Paralímpico Internacional (IPC) ha definido la clasificación como un proceso multidimensional que combina evaluación médica, pruebas funcionales y observación en competencia. De acuerdo con las directrices internacionales, este sistema se organiza en dos grandes niveles:

Elegibilidad: determina si una persona con discapacidad cumple los criterios médicos mínimos para participar en un deporte paralímpico. Esto implica que la condición de salud se encuentre entre las reconocidas por el IPC, tales como deficiencia visual, intelectual, neurológica o locomotora.

Clasificación funcional: una vez confirmada la elegibilidad, el atleta es asignado a una clase específica dentro de cada disciplina, tomando en cuenta cómo la discapacidad afecta las destrezas propias del deporte. Por ejemplo, en atletismo se emplea una nomenclatura que combina letras y números: la “T” para pruebas de pista y la “F” para pruebas de campo, seguidas de dígitos que identifican el tipo y grado de discapacidad.

En la práctica, cada federación internacional regula la clasificación en su disciplina, aplicando protocolos uniformes que incluyen exámenes médicos, pruebas técnicas y análisis de desempeño en entrenamiento y competencia. De esta forma, la clasificación se convierte en un proceso dinámico y susceptible de revisión, especialmente cuando la condición física del atleta evoluciona o la evidencia científica aporta nuevos criterios de evaluación (Beckman & Tweedy, 2021).

En el caso de México, el sistema de clasificación ha implicado retos y avances significativos. Por un lado, la formación de clasificadores nacionales y la homologación de criterios con estándares internacionales han requerido inversión sostenida en capacitación y cooperación con federaciones internacionales. Por otro, persisten desafíos relacionados con la disponibilidad de especialistas, la actualización constante de los reglamentos y la difusión de la información hacia atletas y familias. La Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE) y el Comité Paralímpico Mexicano (COPAME) han desarrollado programas de formación y certificación de clasificadores, buscando garantizar que los procesos se realicen con transparencia y rigor técnico.

El sistema de elegibilidad y clasificación no solo tiene repercusiones técnicas, sino también éticas y sociales. Una clasificación inadecuada puede comprometer la justicia de la competencia y generar desconfianza entre atletas, entrenadores y público. Asimismo, la complejidad del sistema demanda estrategias de comunicación claras, que permitan a la sociedad comprender que la participación en los Juegos Paralímpicos responde a criterios científicos y no a juicios subjetivos.

En síntesis, la clasificación deportiva es el mecanismo que da legitimidad al deporte paralímpico como escenario de alto rendimiento. En México, la consolidación de este sistema representa una condición indispensable para seguir avanzando en la profesionalización y en la credibilidad del movimiento paralímpico nacional.

Disciplinas reconocidas por el IPC.

Actualmente, el Comité Paralímpico Internacional (IPC) reconoce 28 deportes oficiales, de los cuales 22 forman parte del programa de verano y 6 del programa de invierno. Cada uno posee regulaciones específicas, estructuras de competencia y sistemas de clasificación propios. Estos deportes no solo representan la diversidad funcional de los atletas, sino también la capacidad de adaptación de las reglas deportivas convencionales hacia modalidades más inclusivas. (DePauw & Gavron, 2005; Tweedy & Vanlandewijck, 2011; Beckman & Tweedy, 2021).

Los deportes de verano reconocidos incluyen: para atletismo, para natación, para tiro con arco, para badminton, baloncesto en silla de ruedas, boccia, para ciclismo, para equitación, esgrima en silla de ruedas, fútbol 5 para ciegos, fútbol 7 de parálisis cerebral (hasta 2016),

gólbol, judo, halterofilia (powerlifting), para remo, rugby en silla de ruedas, para taekwondo, tenis en silla de ruedas, para tenis de mesa, para tiro deportivo y para triatlón.

Los deportes de invierno reconocidos son: para biatlón, para esquí de fondo, para esquí alpino, para snowboard, para hockey sobre hielo y curling en silla de ruedas.

Cabe destacar que el programa deportivo paralímpico se encuentra en constante evolución. Por ejemplo, el paraescalada fue aprobado para su debut en los Juegos Paralímpicos de Los Ángeles 2028, lo que refleja la creciente inclusión y diversificación del movimiento paralímpico.

Resultados históricos y medalleros del deporte paralímpico en México

El desempeño de México en los Juegos Paralímpicos ha consolidado al país como una de las naciones con mayor tradición y resultados dentro del movimiento paralímpico internacional. Desde su primera participación en Heidelberg 1972, la delegación mexicana ha mantenido una presencia constante, acumulando preseas en disciplinas como la natación, el atletismo, el powerlifting y el judo. Estos logros no solo representan éxitos deportivos, sino que también reflejan el impacto de las políticas públicas y el fortalecimiento institucional orientado al deporte adaptado.

A lo largo de la historia paralímpica, México ha conquistado un total de 328 medallas hasta París 2024, distribuidas en 107 de oro, 98 de plata y 123 de bronce. Este desempeño coloca al país entre los más destacados de América Latina en la historia de los Juegos Paralímpicos.

Tabla 1.

Medallas obtenidas por México en Juegos Paralímpicos

Medallas	Cantidad
Oro	107
Plata	98
Bronce	123
Total	328

Fuente: Comité Paralímpico Internacional (IPC), 2024; Comité Paralímpico Mexicano (COPAME), 2024.

El medallero histórico evidencia que el mayor número de preseas obtenidas por México se concentra en los deportes de atletismo y natación, disciplinas que han sido pilares del programa paralímpico nacional. En París 2024, la delegación reafirmó esta tradición al obtener 17 medallas (3 oros, 6 platas y 8 bronces), posicionándose en el lugar número 30 del medallero general.

Este rendimiento refleja la continuidad de un proceso histórico caracterizado por la resiliencia de los atletas, el crecimiento de los programas de detección de talentos y la consolidación de estructuras institucionales, aunque aún persisten desafíos en materia de financiamiento, visibilidad y desarrollo equitativo de todas las disciplinas.

Formación de talento y profesionalización en el deporte paralímpico en México

La formación de talento y la profesionalización en el deporte paralímpico representan pilares fundamentales para garantizar la sostenibilidad y competitividad del movimiento en México. Este proceso no solo implica la detección temprana de atletas con potencial, sino también el diseño de programas integrales que favorezcan su desarrollo físico, técnico y aporta una visión crítica y analítica sobre la evolución, los logros y los desafíos del deporte paralímpico en México, destacando su relevancia académica y social. (Válková, 2014).

Paralimpiada Nacional

La Paralimpiada Nacional constituye el evento deportivo más relevante en México para la detección, formación y consolidación de talentos en situación de discapacidad. Organizada por la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE) en colaboración con los institutos estatales del deporte, este evento ha funcionado como un eje articulador entre el deporte adaptado escolar, los clubes y las selecciones nacionales (CONADE, 2022). (Válková, 2014).

Su origen se remonta a finales de la década de 1990, cuando surgió la necesidad de establecer un espacio competitivo especializado que respondiera a la creciente participación de atletas con discapacidad. Desde entonces, la Paralimpiada Nacional ha evolucionado en términos de organización, número de participantes y disciplinas, con-

solidándose como la principal plataforma de proyección hacia el alto rendimiento (Martínez & Hernández, 2018).

El impacto de este evento es multidimensional. Por un lado, constituye un espacio de inclusión y reconocimiento social; por otro, se erige como un semillero de atletas que posteriormente representan a México en competencias internacionales. Investigaciones recientes destacan que una proporción considerable de los medallistas paralímpicos mexicanos inició su trayectoria competitiva en este certamen nacional (Pérez, 2021).

En términos de estructura, la Paralimpiada Nacional incluye pruebas de clasificación funcional y deportiva, lo que permite evaluar la elegibilidad de los atletas de acuerdo con los estándares del Comité Paralímpico Internacional (IPC). Esta dimensión técnica garantiza que la competencia no solo funcione como un evento de participación, sino también como un filtro que asegura la correcta transición hacia competencias de mayor nivel (IPC, 2020).

Finalmente, su relevancia estratégica radica en que funge como un puente entre el deporte escolar, los programas estatales de deporte adaptado y las selecciones nacionales. En este sentido, la Paralimpiada Nacional no solo cumple una función de promoción deportiva, sino también de detección, desarrollo y consolidación del talento paralímpico en México, lo que la convierte en un pilar dentro de la política pública deportiva orientada a la inclusión (CONADE, 2022).

Políticas públicas y marco legal del deporte paralímpico en México

El desarrollo del deporte paralímpico en México no puede comprenderse sin el análisis de las políticas públicas y el marco legal que lo sustentan. La inclusión de las personas con discapacidad en el ámbito deportivo responde a una serie de transformaciones legislativas e institucionales que han buscado garantizar el acceso equitativo a la cultura física y el deporte, en concordancia con los principios de derechos humanos y no discriminación.

En el plano nacional, la Ley General de Cultura Física y Deporte (LGCDF) constituye el eje rector de las disposiciones jurídicas en la materia. Dicha ley, reformada en múltiples ocasiones desde su promulgación en 2003, establece la obligación del Estado mexicano de pro-

mover, fomentar y apoyar la práctica del deporte adaptado y de alto rendimiento para personas con discapacidad. La LGCFD también reconoce al Comité Paralímpico Mexicano (COPAME) como organismo responsable de coordinar la representación nacional ante el Comité Paralímpico Internacional, en estrecha colaboración con la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE).

A nivel institucional, la CONADE ha implementado programas específicos de apoyo económico, capacitación técnica, detección de talento y organización de eventos nacionales e internacionales en los que participan atletas con discapacidad. Estos esfuerzos se complementan con los recursos asignados a través del Fondo para el Deporte de Alto Rendimiento (FODEPAR), que ha financiado concentraciones, competencias y becas para atletas paralímpicos.

En el ámbito internacional, México es signatario de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU, 2006), lo que obliga al Estado a garantizar el acceso al deporte y la recreación en condiciones de igualdad. Este instrumento ha influido en la creación de

políticas públicas más incluyentes y en la armonización de la legislación nacional. No obstante, persisten retos importantes relacionados con la aplicación efectiva de estas políticas.

Investigaciones recientes señalan que, aunque existe un marco legal robusto, la implementación en entidades federativas presenta desigualdades significativas, lo que limita la oportunidad de acceso para numerosos atletas en formación. Asimismo, la dependencia presupuestal de programas federales genera vulnerabilidad ante recortes presupuestales, lo que compromete la continuidad de procesos de preparación rumbo a competencias internacionales.

En suma, el marco legal y las políticas públicas constituyen una pieza clave en la consolidación del deporte paralímpico en México. Sin embargo, su eficacia depende de la articulación entre el Estado, las instituciones deportivas y la sociedad civil, así como de una visión de largo plazo que garantice la sostenibilidad de los programas más allá de los ciclos olímpicos y paralímpicos. (Martínez & Hernández, 2018; Pérez, 2021; IPC, 2020).

Tecnología y equipamiento adaptado en el deporte paralímpico

La tecnología y el equipamiento adaptado constituyen hoy un eje estratégico del rendimiento paralímpico. Los avances en materiales compuestos, diseño ergonómico y manufactura de precisión han transformado la práctica de múltiples disciplinas: prótesis de fibra de carbono para velocidad y fondo, sillas de ruedas ultraligeras y rígidas para pista, baloncesto o tenis, órtesis personalizadas, asientos y guías para paraciclismo y esquemas de protección y señalización en deportes para personas con discapacidad visual. Estos desarrollos se complementan con herramientas de evaluación como plataformas de fuerza, cámaras de alta velocidad y software de análisis del movimiento, que facilitan la toma de decisiones basada en datos. Al mismo tiempo, la regulación internacional mantiene el foco en la equidad: la tecnología debe asistir, no sustituir, la capacidad deportiva. (Tweedy & Vanlandewijck, 2011) (ONU, 2006).

En México, la adopción tecnológica ha sido creciente, con impulso de CONADE y COPAME, y colaboración de universidades y laboratorios de biomecánica. La impresión 3D y el escaneo corporal permiten fabricar aditamentos más precisos y accesibles; la instrumentación de entrenamientos con sensores portátiles mejora el control de carga y el regreso progresivo al esfuerzo; y la estandarización de procesos de ajuste y mantenimiento reduce lesiones por desalineación. Persisten, sin embargo, retos estructurales: el costo de los implementos, la dependencia de proveedores externos, la vida útil de los materiales y la necesidad de técnicos especializados para ajustes finos. Atender estos puntos es indispensable para garantizar continuidad competitiva.

Las prioridades a corto y mediano plazo incluyen: consolidar redes de investigación aplicada (entrenadores–médicos–ingenieros), desarrollar proveedores nacionales de componentes críticos, fortalecer la capacitación técnica en ajuste y mantenimiento, y asegurar criterios transparentes de elegibilidad tecnológica. Un ecosistema que integre ciencia, innovación y acceso equitativo permitirá que la tecnología sea un habilitador del rendimiento y no una barrera adicional.

Impacto social y cultural del deporte paralímpico en México

El deporte paralímpico en México no solo representa un espacio de competencia de alto rendimiento, sino también un fenómeno social y cultural que ha contribuido a transformar la percepción de la discapacidad y a promover una visión más inclusiva dentro de la sociedad. A través de la visibilidad que han generado mayor sensibilización en la sociedad, incrementado la aceptación social y promovido un cambio cultural hacia la equidad e inclusión. (OMS, 2011; Silva & Howe, 2012).

Desafíos y perspectivas futuras del deporte paralímpico en México

El sistema paralímpico mexicano enfrenta desafíos persistentes: desigualdades territoriales en infraestructura y apoyos; ausencia de trayectorias formativas homogéneas entre estados; insuficiencia de clasificadores y personal técnico especializado; y una base de financiamiento con alta variabilidad. A ello se suma la necesidad de mejorar la participación femenina y la captación de talento en zonas rurales e indígenas, así como de promover narrativas mediáticas que reconozcan a las y los atletas como profesionales del alto rendimiento. (OMS, 2011; Silva & Howe, 2012).

Las perspectivas de desarrollo se orientan a ocho ejes: (1) financiamiento multianual con indicadores de desempeño; (2) un sistema nacional de detección y seguimiento del talento articulado con la Paralimpiada; (3) formación y certificación continua de entrenadores y clasificadores; (4) infraestructura inclusiva y mantenimiento preventivo; (5) investigación aplicada e integración de tecnologías con transferencia efectiva al campo; (6) gobernanza con transparencia y rendición de cuentas; (7) metas de equidad de género y participación juvenil; y (8) evaluación permanente de programas con datos abiertos. Avanzar en estos frentes permitirá sostener resultados deportivos y multiplicar el impacto social del movimiento paralímpico.

Financiamiento y sostenibilidad del deporte paralímpico en México

El financiamiento constituye uno de los ejes fundamentales para garantizar el desarrollo del deporte paralímpico en México. Históricamente, los principales recursos han provenído del presupuesto público federal, a través de la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE) y del Comité Paralímpico Mexicano (COPAME). Sin embargo, la dependencia casi exclusiva de estos fondos representa una vulnerabilidad para la continuidad de los programas, ya que está sujeta a cambios en las políticas gubernamentales y a fluctuaciones presupuestarias.

La sostenibilidad financiera requiere una estrategia de diversificación de ingresos que considere también el apoyo del sector privado, los patrocinios y la cooperación internacional. Países líderes en el ámbito paralímpico, como Reino Unido o Australia, han demostrado que los modelos mixtos de financiamiento fortalecen tanto la infraestructura como el desarrollo de atletas de élite y de base.

Entre los principales retos se encuentra la necesidad de diseñar políticas de largo plazo que aseguren la continuidad de los programas, más allá de los ciclos sexenales de gobierno.

Asimismo, se requiere mejorar la transparencia en el uso de recursos y generar incentivos fiscales que promuevan la inversión privada en el deporte paralímpico. (OMS, 2011; Silva & Howe, 2012).

Perspectiva de género en el deporte paralímpico

La perspectiva de género constituye un elemento esencial para comprender los avances y desafíos que enfrenta el deporte paralímpico en México. Aunque la participación de mujeres atletas ha crecido en las últimas dos décadas, todavía persisten barreras estructurales y culturales que limitan su pleno acceso a oportunidades de formación, competencia y profesionalización.

En el ámbito internacional, el Comité Paralímpico Internacional (IPC) ha impulsado diversas políticas de inclusión y equidad, buscando asegurar una representación equilibrada entre géneros en la práctica deportiva y en los órganos de toma de decisiones. En México, si bien existen ejemplos notables de atletas paralímpicas que han alcanzado

reconocimiento internacional como Amalia Pérez en powerlifting o Nely Miranda en natación, las cifras de participación femenina aún son menores en comparación con las de los varones.

Uno de los principales retos radica en garantizar condiciones de igualdad en el acceso a programas de detección de talento y becas deportivas, así como visibilizar el papel de las mujeres dentro del ecosistema paralímpico. La integración de la perspectiva de género en las políticas públicas y en la gestión deportiva es crucial para lograr un desarrollo equitativo y sostenible del deporte paralímpico en México.

Figura 2.

Gloria Zarza Guadarrama con la medalla de oro obtenida en los Juegos Paralímpicos de París 2024.



Fuente: Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE), 2024.

Conclusiones

Este capítulo integró la evolución histórica del movimiento paralímpico, su institucionalidad en México, el marco legal vigente, los principios de clasificación y elegibilidad, el panorama de disciplinas del IPC y el desempeño nacional en medalleros. Asimismo, analizó procesos

clave para la consolidación del sistema: formación de talento, profesionalización, Paralimpiada Nacional, tecnología aplicada, impacto social, financiamiento y perspectiva de género (ONU, 2006).

La revisión histórica presentada permite comprender cómo los procesos de institucionalización, profesionalización y desarrollo tecnológico han configurado el presente del deporte paralímpico mexicano. Esta base histórica es indispensable para proyectar con claridad las perspectivas futuras, ya que evidencia que el avance del movimiento depende de la continuidad de políticas públicas, del fortalecimiento de trayectorias formativas y de la consolidación de redes de colaboración entre instituciones (OMS, 2011; Silva & Howe, 2012).

La evidencia revisada apunta a que México cuenta con fortalezas claras, tradición competitiva, experiencia técnica y resiliencia estructural, pero requiere políticas estables, rutas formativas integrales y una apuesta decidida por la ciencia y la innovación para sostener y ampliar sus logros. De esta manera, el análisis histórico no solo explica el desarrollo alcanzado, sino que fundamenta las proyecciones hacia el futuro, permitiendo identificar áreas estratégicas para el crecimiento del deporte paralímpico (OMS, 2011; Silva & Howe, 2012).

Finalmente, se proponen líneas de investigación y acción profesional: evaluación de impacto de programas de detección y clasificación; análisis costo-beneficio de tecnologías adaptadas; estudios longitudinales sobre trayectorias deportivas; y modelos de gobernanza con métricas verificables. Construir un ecosistema inclusivo, medible y sostenible es condición necesaria para que el deporte paralímpico mexicano consolide su aportación social y competitividad internacional (OMS, 2011; Silva & Howe, 2012; Válková, 2014).

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi asesora académica M.C. Mireya Medina Villanueva por su acompañamiento, orientación y aportaciones a este trabajo académico. Asimismo, reconozco a la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León por su respaldo institucional y académico durante el desarrollo de este capítulo.

Referencias

- Comité Paralímpico Internacional (IPC). (2021). Historical results archive. Recuperado de <https://www.paralympic.org/results/historical>
- Comité Paralímpico Mexicano (COPAME). (2022). Historia y logros del deporte paralímpico en México. Ciudad de México: COPAME.
- DePauw, K. P., & Gavron, S. J. (2005). *Disability sport* (2a ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Howe, P. D. (2008). *The cultural politics of the Paralympic movement*. London: Routledge.
- International Paralympic Committee. (2020). Paralympic Games official report. Bonn: International Paralympic Committee [IPC].
- Legg, D., Fay, T., & Wolff, E. (2015). Sport management and the Paralympic Games. *Sport Management Review*, 18(1), 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2014.12.001>
- Martínez, R., & Hernández, L. (2018). La inclusión de atletas con discapacidad en México. *Revista Mexicana de Cultura Física y Deporte*, 10(2), 45-59.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2011). Informe mundial sobre la discapacidad. Ginebra: OMS.
- Pérez, J. (2021). Desarrollo del deporte adaptado en México: Retos y perspectivas. *Revista Iberoamericana de Deporte Adaptado*, 7(1), 23-40.
- Purdue, D. E., & Howe, P. D. (2012). Empower, inspire, achieve: (Dis)empowerment and the Paralympic Games. *Disability & Society*, 27(7), 903-916. <https://doi.org/10.1080/09687599.2012.695576>
- Silva, C. F., & Howe, P. D. (2012). The (in)validity of supercrip representation of Paralympian athletes. *Journal of Sport and Social Issues*, 36(2), 174-194. <https://doi.org/10.1177/0193723511433868>
- United Nations. (2006). Convention on the Rights of Persons with Disabilities. New York: United Nations.
- Válková, H. (2014). Paralympic education: A school guide for teachers. *European Journal of Adapted Physical Activity*, 7(1), 44-53.

SEMBLANZAS POR CAPÍTULO

Capítulo 1. Capacidades Físicas y Desarrollo Deportivo de Futbolistas en Formación

Luis Tomás Ródenas Cuenca

Doctor en Ciencias del Deporte con especialidad en Fútbol por la Universidad de Valencia, España. Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Organización Deportiva, de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Profesor de Táctica en el ENDIT (Escuela Nacional de Directores Técnicos) en la Federación Mexicana de Fútbol. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Entrenador UEFA Pro de fútbol. Ha trabajado en las fuerzas básicas de Valencia C.F. y Levante U.D. tanto como entrenador y responsable de Metodología. Director de más de 60 tesis de Maestría y Doctorado. Autor de diferentes libros, artículos, capítulos de libro relacionados con el fútbol y la psicología. Ponente en diferentes Congresos Internacionales tanto en el área de Educación Física, Psicología y Fútbol.

Omar Santiago Sánchez

Licenciado en Ciencias del ejercicio con Maestría en alto Rendimiento Deportivo por la Facultad de Organización Deportiva, de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Profesional del deporte con amplia experiencia en el entrenamiento deportivo en fútbol en etapas infantiles y juveniles. Ha trabajado en proyectos sociales en el área de fútbol y educación física, así como en el área colegial formando deportistas de distintos niveles educativos.

Samantha Medina Villanueva

Doctora en Ciencias de la Cultura Física por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Se desempeña como profesora en la Facultad de Organización Deportiva (FOD), donde imparte cátedra en niveles de licenciatura, maestría y doctorado. Su labor académica destaca por la formación de nuevos investigadores a través de la co-dirección de tesis y tesinas, además de su participación constante como jurado en exá-

menes de grado de posgrado. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y colabora en redes internacionales de investigación como “Conducta Saludable con Deporte de Calidad”. Como autora, cuenta con diversas publicaciones científicas y capítulos de libros enfocados en la Educación Física, la Psicología y el Fútbol Soccer. Además, posee una participación activa en la gestión y vinculación profesional, colaborando actualmente en la coordinación del programa de bienestar integral “TIGREFIT” en conjunto con el Club Tigres. Sus líneas de investigación se especializan en el impacto de variables psicológicas, como la motivación, el estrés y el compromiso, sobre el rendimiento deportivo y la salud.

Ricardo López García

Licenciado en Ciencias del Ejercicio por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Doctor en Ciencias de la Actividad Física, Deporte y Salud por la Universidad de Granada, España. Investigador en la línea de antropometría en el Deporte en la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Organización Deportiva. Profesor de Licenciatura, Maestría y Doctorado en antropometría en el Deporte por la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Organización Deportiva. Profesor del programa del Doctorado en Ciencias de la Cultura Física, Universidad Estatal de Sonora (UES-UANL). Miembro del Comité Científico y Editorial del suplemento de la Revista Ciencias del Ejercicio FOD (UANL). Miembro del comité científico de revistas internacionales. Miembro del Comité Científico en la Revista RETOS. Publicaciones Científicas en revistas indexadas al JCR y SJR, así como Capítulos de Libro. Publicaciones de libros y capítulos de libros sobre la Antropometría en el deporte y salud. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores por el SECIHTI como nivel 1. Antropometrista (Instructor) Nivel 3 (ISAK). Imparte certificaciones del ISAK nivel 1 y 2. Integrante de la Red Iberoamericana de Investigación en Antropometría Aplicada (RIBA).

Capítulo 2. Evaluación Isocinética de los Músculos Extensores y Flexores de Rodilla en Corredores de Larga Distancia

Maestro Carlos Alberto Mendoza Gómezes fisioterapeuta egresado de la Universidad del Valle de México. Cuenta con una maestría en Actividad Física y Deporte con orientación en Alto Rendimiento Deportivo por la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde actualmente cursa el doctorado en Ciencias del Ejercicio. Su línea de investigación se centra en el análisis del rendimiento físico, la biomecánica y la prevención de lesiones en el deporte, con especial énfasis en corredores de larga distancia, integrando el estudio del movimiento humano y la aplicación de principios científicos para la optimización del desempeño. En el ámbito profesional, se desempeña en las áreas de rehabilitación deportiva y traumatológica, donde integra la evidencia científica en los procesos de evaluación e intervención para favorecer la recuperación funcional, el retorno seguro al deporte y la mejora del rendimiento físico.

El Dr. Pedro Gualberto Morales Corrales médico especialista en Medicina del Deporte, egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Cuenta con estudios de posgrado en la University of Michigan en Ciencias del Ejercicio con orientación en Medicina del Deporte. Ha sido una figura clave en el desarrollo académico de esta disciplina en México. Fue fundador y jefe del Departamento de Medicina del Deporte de la Facultad de Medicina de la UANL, y ha ocupado cargos académicos en la Facultad de Organización Deportiva (FOD), donde actualmente es profesor de licenciatura y posgrado, así como jefe del Laboratorio de Rendimiento Humano. En el ámbito deportivo, fue director del Programa de Fútbol Americano de la UANL y entrenador en jefe del equipo Auténticos Tigres, categoría mayor, con el que obtuvo cuatro campeonatos nacionales. En el ámbito clínico, es presidente de Servicios Integrales de Salud (SIS), clínica con más de 30 años de experiencia en medicina del deporte, fisioterapia, readaptación. Actualmente, se desempeña como presidente del Consejo Nacional de Medicina del Deporte en México y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), nivel Candidato. Su trayectoria integra la práctica clínica, la investigación, la formación académica y el alto rendimiento deportivo, consolidándolo como un referente nacional en medicina del deporte.

La Dra. María Cristina Enríquez Reyna es Licenciada y Maestra en Ciencias de Enfermería, y Doctora en Ciencias de la Cultura Física. Se desempeña como profesora-investigadora de tiempo completo y dedicación exclusiva en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), donde participa activamente en la formación de recursos humanos y en el desarrollo académico en el área de las ciencias del ejercicio. Es integrante del Cuerpo Académico de Ciencias del Ejercicio, así como del Global Observatory for Physical Activity (GoPA!) y de la Red de Investigación REDDECA, fortaleciendo la colaboración científica a nivel nacional e internacional. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) del SECIHTI, nivel 1, lo que respalda la calidad e impacto de su producción académica. Ha participado en múltiples comités de diseño y rediseño curricular en programas de ciencias del ejercicio y en la estructuración de programas de posgrado, incluyendo doctorados en áreas como terapia física y readaptación deportiva. Su trayectoria se distingue por un enfoque interdisciplinario que integra la enfermería y las ciencias del ejercicio, contribuyendo a la promoción de la salud, la prevención de enfermedades y el desarrollo académico en educación superior.

Dra. Marina Medina Corrales cuenta con una sólida formación académica en Actividad Física y Deporte. Es licenciada en Ciencias del Ejercicio por la Universidad Autónoma de Nuevo León y doctora en Alto Rendimiento Deportivo por la Universidad Pablo de Olavide, en Sevilla, España, con estancias en laboratorios de alto rendimiento en ese país. Desde 2021 pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (Nivel 1) y cuenta con el Reconocimiento al Perfil Deseable PRODEP.

Su trayectoria combina la experiencia profesional y la investigación aplicada en biomecánica deportiva. Fue entrenadora de bádminton durante diez años y, desde 2011, colabora en el equipo multidisciplinario de la Selección de Bádminton de Nuevo León. De 2011 a 2017 se desempeñó como Coordinadora del Laboratorio de Biomecánica en la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte, participando en la preparación rumbo a los Juegos Olímpicos de Londres 2012 y Río 2016, así como en los Juegos Paralímpicos correspondientes, integrando evaluaciones biomecánicas para optimizar el rendimiento de atletas de alto nivel.

En 2016 cofundó Optimiza a Desempeño Deportivo, empresa dedicada al control del entrenamiento, planes personalizados y análisis bio-

mecánico. Desde 2018 es profesora de tiempo completo en la Facultad de Organización Deportiva de la UANL, donde imparte docencia en licenciatura, maestría y doctorado, además de asesorar tesis y formar parte del núcleo académico de posgrado.

Desde 2022 coordina el CentroSaludFOD, liderando la integración de servicios de biomecánica, psicología, podología, nutrición, terapia física y readaptación deportiva, consolidando un espacio de innovación y aplicación de la biomecánica en el deporte y la salud.

Capítulo 3. Carga Interna en Competencia y Entrenamiento por medio del TRIMP y RPE en Baloncesto Universitario

Alvaro Torres Correa estudiante de doctorado, con formación académica de maestría en alto rendimiento, enfocado a la investigación del control y evaluación del rendimiento deportivo en basquetbol universitario, además, con una trayectoria de 10 años como entrenador de baloncesto, en categorías juveniles, universitarias, y con participación como Staff en Selección Mexicana Femenil Mayor. Especialista en dirección de partidos y metodología del entrenamiento.

Fernando Bouché González. Profesional del deporte con amplia experiencia en el diseño, coordinación y operación de programas deportivos y formativos. Especialista en la gestión de equipos multidisciplinarios, planeación estratégica y ejecución logística de proyectos de alta complejidad. Metodólogo del deporte con experiencia en deportes de combate y fuerza rápida. Cuenta con experiencia en docencia a nivel licenciatura y maestría en áreas como fisiología del ejercicio, evaluación de capacidades físicas y metodología del entrenamiento. Sólida formación académica en entrenamiento deportivo y doctorado en ciencias de la cultura física en proceso.

Zeltzin Nereyda Alonso Ramos es una académica investigadora universitaria en el área de ciencias del deporte, enfocada en el rendimiento físico y la recuperación post ejercicio. Cuenta con publicaciones en revistas indexadas, capítulos especializados y participación como conferencista a nivel nacional e internacional. Su trabajo colaborativo y enfoque aplicado contribuyen a la mejora del rendimiento deportivo y al entendimiento del desempeño humano.

Germán Hernández Cruz es docente universitario con experiencia en formación de pregrado y posgrado y reconocimiento como investigador nacional en la especialidad de actividad física para la salud y deporte de alto rendimiento. Su producción académica incluye múltiples artículos en revistas arbitradas e indexadas, participación en la edición de libros y autoría de capítulos especializados. Además, ha representado a su área como conferencista en eventos académicos y científicos tanto a nivel nacional como internacional.

Capítulo 4. Índice de Fatiga y Elasticidad en Tenistas Juveniles en Competencia

MAFYD. Jorge Adam Yeshua Castro Márquez

Cuenta con Licenciatura en Educación Física y Maestría en Actividad Física y Deporte con orientación al Alto Rendimiento Deportivo, actualmente cursando el Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y Deporte en la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Se desempeña como entrenador de tenis de nivel formativo y de alto rendimiento en el Instituto del Deporte de Nuevo León y como entrenador a nivel universitario de fútbol soccer de la categoría mayor de la Facultad de Organización Deportiva donde ya ha conseguido múltiples campeonatos al mando del equipo. Exjugador profesional de fútbol soccer, pasando por equipos de tercera, segunda y primera división de México, y exjugador del equipo representativo de fútbol soccer de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Ha participado en diferentes congresos nacionales e internacionales impartiendo talleres enfocados en la metodología del entrenamiento deportivo, evaluación, planificación y prescripción del entrenamiento de fuerza para deportistas de alto rendimiento.

Dr. Fernando Alberto Ochoa Ahmed

El Dr. Fernando Alberto Ochoa Ahmed es un especialista en entrenamiento deportivo con amplia trayectoria como entrenador de alto rendimiento, académico e investigador en ciencias del deporte. Ha logrado integrar la práctica profesional con la investigación aplicada, consolidándose como una referencia en el desarrollo del tenis competitivo en México y Latinoamérica.

Es profesor-investigador en la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). En el ámbito deportivo, ha sido capitán y entrenador de selecciones nacionales en competencias internacionales como la Copa Federación, Juegos Centroamericanos y Juegos Panamericanos.

Ha dirigido procesos de formación y alto rendimiento, destacando su labor en el Instituto del Deporte de Nuevo León y su participación como miembro de la Comisión de Ciencia y Medicina del Deporte de la Federación Internacional de Tenis (ITF). Además, ha formado jugadores profesionales que han competido en circuitos ATP y WTA.

Es fundador de Ochoa Tennis Signature y creador del Modelo de Microciclos Flexibles a Objetivos Inmediatos (MMFOI), destacando por su enfoque basado en la ciencia aplicada al entrenamiento. Su trabajo ha sido reconocido como “Leyenda del Tenis Mexicano” por su contribución al desarrollo del tenis nacional.

Dr. Luis Tomás Rodenas Cuenca

Doctor en Ciencias del Deporte con especialidad en Fútbol por la Universidad de Valencia, España. Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Organización Deportiva, de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Profesor de Táctica en el ENDIT (Escuela Nacional de Directores Técnicos) en la Federación Mexicana de Fútbol. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Entrenador UEFA Pro de fútbol. Ha trabajado en las fuerzas básicas de Valencia C.F. y Levante U.D. tanto como entrenador y responsable de Metodología.

Director de más de 60 tesis de Maestría y Doctorado. Autor de diferentes libros, artículos, capítulos de libro relacionados con el fútbol y la psicología. Ponente en diferentes Congresos Internacionales tanto en el área de Educación Física, Psicología y Fútbol.

Capítulo 5. Ansiedad Competitiva en Deportistas Universitarios: Niveles y Diferencias por Sexo con la Escala SAS-2 (versión española)

Kathryn Valenzuela Mendoza.

Doctora En Ciencias de la Cultura Física. Maestra en Metodología del Entrenamiento Deportivo de Alto Rendimiento. Licenciada en Nutrición Humana. Se desempeña como docente en educación superior participando en la formación de profesionales en nutrición y enfermería. Sus principales líneas de investigación incluyen el bienestar integral, actividad física, bienestar, motivación en el deporte y su relación con variables psicológicas como la ansiedad, la fortaleza mental y la adherencia al ejercicio, así como la promoción de estilo de vida saludable. Cuenta con experiencia en el diseño de cursos, diplomados, divulgación científica en temas de salud, nutrición y rendimiento físico. kathryn.valenzuelam@uanl.edu.mx

Maritza Ivette Delgado Herrada.

Maestra en Psicología Laboral y Organizacional y Doctora en Filosofía con orientación en Psicología, por la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Profesora e investigadora de la Facultad de Organización Deportiva. Sus principales líneas de investigación incluyen psicología laboral, social y educativa. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. maritza.delgadoh@uanl.edu.mx

Jorge Isabel Zamarripa Rivera.

Investigador y profesor de tiempo completo de la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), especializado en psicología del deporte, educación física y actividad física. Sus principales líneas de investigación incluyen factores biopsicosociales del ejercicio físico, clima motivacional en la clase de educación física y estudios sobre actividad física y calidad de vida. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II. jorge.zamarriparv@uanl.edu.mx

Capítulo 6. Valoración de la Carga Interna en Jugadores de Voleibol Sala Mediante la RMSSD

Zeltzin Nereyda Alonso Ramos es una académica investigadora universitaria en el área de ciencias del deporte, enfocada en el rendimiento físico y la recuperación post ejercicio. Cuenta con publicaciones en revistas indexadas, capítulos especializados y participación como conferencista a nivel nacional e internacional. Su trabajo colaborativo y enfoque aplicado contribuyen a la mejora del rendimiento deportivo y al entendimiento del desempeño humano.

El **Dr. Díaz Ochoa** es un profesional de la actividad física y el deporte con más de 10 años de experiencia en la preparación física, trabajando con atletas profesionales y de alto rendimiento, a la par también se ha desempeñado como docente universitario desde 2017 a la fecha.

Edna Vanessa Ángel Fierros, maestra en actividad física y deporte, arbitro profesional de baloncesto a nivel internacional, ha participado en capítulos especializados y conferencias académicas nacionales e internacionales como conferencista.

Germán Hernández Cruz es docente universitario con experiencia en formación de pregrado y posgrado y reconocimiento como investigador nacional en la especialidad de actividad física para la salud y deporte de alto rendimiento. Su producción académica incluye múltiples artículos en revistas arbitradas e indexadas, participación en la edición de libros y autoría de capítulos especializados. Además, ha representado a su área como conferencista en eventos académicos y científicos tanto a nivel nacional como internacional.

Capítulo 7. Validación de Dinamómetro Electromecánico Funcional para Evaluación y Entrenamiento de la Fuerza Isométrica en un Gesto Libre.

Eduardo Alejandro Díaz Ochoa

Eduardo Alejandro Díaz Ochoa es un profesional de la actividad física y el deporte con más de 10 años de experiencia en la preparación física, trabajando con atletas profesionales y de alto rendimiento, a la par también se ha desempeñado como docente universitario desde 2017 a la fecha.

Zeltzin Nereyda Alonso Ramos

Zeltzin Nereyda Alonso Ramos es una académica investigadora universitaria en el área de ciencias del deporte, enfocada en el rendimiento físico y la recuperación post ejercicio. Cuenta con publicaciones en revistas indexadas, capítulos especializados y participación como conferencista a nivel nacional e internacional. Su trabajo colaborativo y enfoque aplicado contribuyen a la mejora del rendimiento deportivo y al entendimiento del desempeño humano.

Germán Hernández Cruz

Germán Hernández Cruz es docente universitario con experiencia en formación de pregrado y posgrado y reconocimiento como investigador nacional en la especialidad de actividad física para la salud y deporte de alto rendimiento. Su producción académica incluye múltiples artículos en revistas arbitradas e indexadas, participación en la edición de libros y autoría de capítulos especializados. Además, ha representado a su área como conferencista en eventos académicos y científicos tanto a nivel nacional como internacional.

Luis Javier Chiroso Ríos

Luis Javier Chiroso Ríos es un destacado investigador y docente en el ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, reconocido por sus aportaciones científicas en el entrenamiento de fuerza y la optimización del rendimiento deportivo. Su trayectoria académica se distingue por liderar proyectos orientados a la mejora de la condición física, integrando metodologías avanzadas de evaluación y control del entrenamiento.

Capítulo 8. Gestión deportiva y modelo Deming: Intervención con taekwondo para el desarrollo motriz fundamental post-pandemia

Alma Rosa Lydia Lozano González.

Doctor en Educación Docente investigador de la Universidad Autónoma de Nuevo León, cuyo perfil combina la gestión administrativa, las ciencias del ejercicio y la innovación educativa. En el ámbito profesional, ha liderado áreas clave en el sector corporativo e institucional,

destacando como Gerente General en el Centro Bancario de Monterrey (FDSyC) y Jefe del Programa de Extensión en el ITESM. Actualmente, se desempeña en el área de Ciencias Sociales, especializado en Administración y Gestión con enfoque en Mercadotecnia Deportiva. Impulsa la Línea de Investigación e Incidencia Social (LIES), la cultura física como motor de desarrollo sostenible y promotor de la salud orientando proyectos de vinculación para el fomento del deporte en comunidades marginadas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores como Candidato. alma.lozano@uanl.edu.mx

Laura Eréndira Robles Barajas es Psicóloga Educativa por el Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación (IMCED) y Licenciada en Ciencias del Ejercicio por la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), México. Actualmente se encuentra en espera del examen de grado de la Maestría en Actividad Física y Deporte, con orientación en gestión deportiva, también por la UANL.

Se desempeña como responsable de la coordinación y gestión institucional interna y externa del Instituto de Taekwondo Revolución, A.C. fungiendo también como docente deportivo titular del Dochang Central (ITKDR).

Sus líneas de investigación se centran en los beneficios por la práctica de taekwondo en la población, con especial énfasis en los cambios posteriores al periodo de pandemia por COVID-19 en niños. laura.roblesbr@uanl.edu.mx

Rubén Ramírez Nava. Doctor en Ciencias de la Cultura Física, así como la Maestría en Actividad Física y Deporte; y la Licenciatura en Organización Deportiva por la Facultad de Organización Deportiva (FOD) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Forma parte del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadores (SNII) del CONAHCYT nivel Candidato. Respecto a la formación de capital humano (recursos humanos) ha dirigido tesis de maestría, e impartido docencia a nivel de licenciatura y maestría en programas reconocidos y acreditados por organismos nacionales e internacionales. Actualmente su producción científica consta de 13 artículos científicos publicados en revistas de impacto, indexadas y de divulgación como primer autor y co-autor en redes de colaboración a nivel nacional e internacional,

3 libros como coordinador de la obra, por editoriales de prestigio nacional. Ha realizado estancias académicas y de investigación en Estados Unidos y España. Además de participar en congresos nacionales e internacionales como ponente y asistente en países como España, Estados Unidos y México. Ha participado como comité evaluador de aspirantes de la Maestría en Actividad Física y Deporte, integrante del consejo técnico para la elaboración de reactivos del examen de egreso EXENS de la Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Facultad de Organización Deportiva de la UANL. Miembro del Comité del Rediseño de la Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Facultad de Organización Deportiva de la UANL. A nivel internacional y nacional tiene una participación activa en el Comité Editorial/Científico de la revista científica internacional Cuadernos de Psicología del Deporte (España). Actualmente es presidente de la Asociación Mexicana de Instituciones Superiores de la Cultura Física (AMISCF) y Miembro de la Comisión de Honor y Justicia del H. Consejo Universitario de la UANL. Con respecto a la contribución en el desarrollo institucional es Profesor de Tiempo Completo Asociado B de la Facultad de Organización Deportiva, ha sido subdirector administrativo en el período (2016 al 2022) de la FOD y actualmente ocupa el cargo de Director de la FOD UANL del período (2022-2025). ruben.ramireznv@uanl.edu.mx

Capítulo 9. Principales problemas económicos y políticos en la gestión y organización de eventos deportivos en carreras de ruta

José Andrés Moreno Banda

El Mtro. José Andrés Moreno Banda es un destacado profesional en el área de la cultura física, el deporte y la educación media superior, con una sólida trayectoria académica y administrativa dentro de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Actualmente se desempeña como Director de la Escuela Industrial y Preparatoria Técnica “Pablo Livas”, institución en la que ha consolidado una carrera de más de dos décadas, contribuyendo significativamente al desarrollo integral de los estudiantes y al fortalecimiento institucional.

Es Licenciado y Maestro en Ciencias del Ejercicio por la Facultad de Organización Deportiva de la UANL, formación que respalda su amplio conocimiento en educación física, deporte y desarrollo humano. A lo largo de su trayectoria ha ocupado diversos cargos, entre los que destacan Subdirector de Formación Integral al Estudiante, Jefe de Capital Humano y Coordinador Deportivo, demostrando liderazgo, compromiso y vocación de servicio.

En el ámbito académico, ha sido docente tanto en la Facultad de Organización Deportiva como en la Escuela Industrial y Preparatoria Técnica “Pablo Livas”, participando activamente en la formación de nuevas generaciones. Además, ha contribuido a la producción académica mediante la autoría y compilación de materiales didácticos y capítulos de libros enfocados en la cultura física y el deporte.

Su participación en congresos nacionales e internacionales, así como en procesos de capacitación y certificación, reflejan su compromiso con la mejora continua. Asimismo, ha sido organizador de múltiples eventos deportivos, académicos y de formación socioemocional, fortaleciendo la vida estudiantil y la vinculación institucional.

El Mtro. Moreno Banda se distingue por su enfoque en la formación integral, la responsabilidad social y el impulso de iniciativas que promueven el bienestar físico, emocional y social de la comunidad educativa.

Dra. Nancy Nohemí Gómez Zúñiga es Licenciada en Ciencias del Ejercicio y Maestra en Ciencias del Ejercicio con especialidad en Deporte de Alto Rendimiento por la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Es Doctora en Calidad y Procesos de Innovación Educativa por la Universidad de Pedagogía Aplicada. Desde 2007 se desempeña como docente en el nivel medio superior. Actualmente labora en la Escuela Industrial y Preparatoria Técnica Pablo Livas, donde también se desempeña como coordinadora de la Técnica en Actividad Física y Deporte y de la Coordinación Deportiva de la institución. Su trayectoria profesional se ha orientado a la docencia, la gestión educativa y la promoción de la actividad física y el deporte.

Daniel Carranza Bautista

Lic. en Organización deportiva con Maestría en Administración de Empresas en la especialidad de Recursos Humanos por la Universidad

Autónoma de Nuevo León, Doctorado en Ciencias de la cultura Física y Deporte con orientación en Alta Gerencia Deportiva en la Universidad de las Ciencias de la Cultura Física y Deporte “Instituto Manuel Fajardo” de la Habana Cuba. Docente con experiencia de 28 años, imparto por horas en la Esc. Ind. Y Prepa Técnica Pablo Livas y de tiempo completo de la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León, egresado de la misma facultad. Me he desempeñado como organizador en más de 300 eventos deportivos entre los que se encuentran carreras, exhibiciones deportivas, torneos deportivos, foros deportivos rallies y como docente con las siguientes asignaturas: Baloncesto, El cuerpo su Estructura y Movimiento, Diseño y organización de eventos deportivos, Diseño y Estructura Organizacional para Entidades Deportivas, en los Modelos de Gestión Deportiva, Planeación Estratégica en las Organizaciones Deportivas, Gestión de Actividades y Eventos Deportivos, Sociología Deportiva y en el Diseño de Proyectos en Actividades Físicas o Deportivas y Métodos Cuantitativos. Reconocido a nivel nacional con perfil deseable como profesor de tiempo completo (PRODEP) desde el 2015 hasta la fecha, Miembro activo y representante en México de la Asociación Latinoamericana de Gestión Deportiva (ALGEDE), Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1 a partir del 2023 a 2027, Las líneas de investigación se centran en modelos de gestión en el deporte, factores claves que inciden en la organización de eventos deportivos, Políticas públicas en el deporte, diseño curricular y diagnósticos estratégicos. Líder del Cuerpo Académico Gestión Multidisciplinar de la Actividad Física y del Deporte. Actualmente me desempeño como Subdirector de Actividad Física y Deporte en la Facultad de Organización Deportiva desde 2022.

Sader Jacob Saldaña Ovalle

Licenciado en Organización Deportiva con una Maestría en Actividad Física y Deporte en Orientación en la Educación Física, tiene una trayectoria de más de veintitrés años en el ámbito académico y formativo. A lo largo de su experiencia profesional, se ha distinguido por su compromiso con la enseñanza, el acompañamiento estudiantil y la promoción de valores dentro de la comunidad educativa.

Ha participado en diversos proyectos orientados al fortalecimiento de la formación integral de los jóvenes, colaborando en actividades académicas, culturales y de orientación. Su vocación de servicio, lide-

razgo y sensibilidad humana le han permitido desempeñarse con responsabilidad y entrega en cada una de sus funciones.

Además de su labor profesional, se caracteriza por ser una persona perseverante, con gran sentido de responsabilidad, disposición para el trabajo en equipo y un firme interés en contribuir al desarrollo de su entorno. Su ejemplo inspira confianza, respeto y aprecio entre quienes le conocen.

Alma Rosa Lydia Lozano González.

Doctor en Educación Docente investigador de la Universidad Autónoma de Nuevo León, cuyo perfil combina la gestión administrativa, las ciencias del ejercicio y la innovación educativa. En el ámbito profesional, ha liderado áreas clave en el sector corporativo e institucional, destacando como Gerente General en el Centro Bancario de Monterrey (FDSyC) y Jefe del Programa de Extensión en el ITESM. Actualmente, se desempeña en el área de Ciencias Sociales, especializado en Administración y Gestión con enfoque en Mercadotecnia Deportiva. Impulsa la Línea de Investigación e Incidencia Social (LIES), la cultura física como motor de desarrollo sostenible y promotor de la salud orientando proyectos de vinculación para el fomento del deporte en comunidades marginadas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores como Candidato. alma.lozano@uanl.edu.mx

Capítulo 10. El deporte paralímpico en México: Historia, desarrollo y perspectivas futuras

Brandon Uriel González Rodríguez

Brandon Uriel González Rodríguez es Licenciado en Ciencias del Ejercicio por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Actualmente se desempeña como responsable de planeación en la Dirección de Deportes de la UANL, donde participa en el diseño, implementación y evaluación de estrategias orientadas al desarrollo del deporte universitario, así como en la optimización de procesos institucionales vinculados a la cultura física y el alto rendimiento.

En el ámbito deportivo, cuenta con experiencia como entrenador en deporte paralímpico, particularmente en las disciplinas de para atletismo y para powerlifting, formando parte de procesos de preparación de atletas de alto rendimiento. Ha participado activamente en el

ciclo paralímpico, incluyendo los Juegos Paralímpicos de Tokio 2020 y París 2024, así como en Campeonatos Mundiales de Para Atletismo, en los cuales sus atletas han obtenido resultados destacados y medallas en el ámbito internacional.

Su trayectoria profesional se distingue por la articulación entre la gestión deportiva y el entrenamiento especializado, integrando enfoques estratégicos, metodológicos y científicos en la planificación del rendimiento. Su línea de trabajo se orienta al fortalecimiento del deporte paralímpico en México, promoviendo la inclusión, el desarrollo del talento y la consolidación de estructuras institucionales que contribuyan tanto al éxito competitivo como al impacto social del deporte.

Asimismo, ha participado en procesos académicos vinculados al análisis y desarrollo del deporte paralímpico, aportando una visión crítica y propositiva sobre los retos estructurales, organizativos y de política pública que enfrenta este sector en el contexto nacional. Su labor busca contribuir a la profesionalización del sistema deportivo y al posicionamiento del deporte paralímpico como un eje estratégico de transformación social.

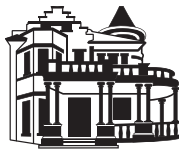
M.C. Mireya Medina Villanueva

Formación académica en la Universidad Autónoma de Nuevo León, Licenciatura en Ciencias Computacionales en la Facultad de Ciencias Físico-Matemática y Maestría en Ciencias de la Administración con Especialidad en Relaciones Industriales, en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Ingreso como personal administrativo en la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el Departamento de Escolar y Archivo en 1988 y docente desde 1991 a la fecha, impartiendo asignaturas del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y Deporte, desde 2005 docente de posgrado en el Programa Educativo de Maestría en Actividad Física y Deporte con orientación en Gestión Deportiva.

Reconocimiento con perfil PRODEP desde 2003 hasta la fecha. Consejera Profesora del H. Consejo Universitario. Tutora académica de la Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y Deporte y posgrado en el PE de la Maestría en Ciencias de la Actividad Física y Deporte con orientación en Gestión Deportiva, asesora de reporte de

prácticas, tesina y tesis del posgrado y tutor docente de las prácticas profesionales de la orientación de gestión deportiva de la Maestría en Actividad Física y Deporte. En el ámbito profesional, fundadora del Departamento de Sistemas de la FOD, Coordinadora del Programa de Tutorías, Subdirectora General de la Facultad de Organización Deportiva en las administraciones 2010-2016, 2016-2022 y actualmente 2022-2028. Miembro fundador de la Asociación Latinoamericana de Gerencia Deportiva (ALGEDE).



De la teoría a la práctica: innovación en el rendimiento deportivo. Evaluación, control y optimización desde proyectos académicos y profesionales de la Facultad de Organización Deportiva, terminó de imprimirse en febrero de 2026. En su composición se utilizaron los tipos NewBskvll BT 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15 y 48. El cuidado de la edición estuvo a cargo de Rosa María Cruz Castruita. Formato interior y diseño de interior Emanuel García.



TENDENCIAS

*De la teoría a la práctica: innovación en rendimiento deportivo
Evaluación, control y optimización desde proyectos académicos y profesionales*

La optimización del rendimiento deportivo en la actualidad exige una integración constante y rigurosa entre la investigación académica y la aplicación práctica en el terreno de juego. Esta obra reúne el trabajo de diversos especialistas para ofrecer una visión integral, basada en evidencia, sobre la evaluación y el control del deportista en múltiples disciplinas.

A lo largo de sus capítulos, el lector explorará el desarrollo de capacidades físicas en futbolistas en formación y análisis biomecánicos clave, como la evaluación isocinética de rodilla en corredores de larga distancia y la medición del índice de fatiga en tenistas juveniles. La obra profundiza en metodologías precisas para la monitorización de la carga interna en competencia, abordando herramientas como el TRIMP y la escala RPE en el baloncesto universitario, así como el uso de la métrica RMSSD en el voleibol de sala.

Además de la validación de nueva tecnología, como el dinamómetro electromecánico funcional para la fuerza isométrica, el libro reconoce el papel fundamental del factor mental al analizar los niveles de ansiedad competitiva en atletas universitarios.

Finalmente, la obra trasciende el ámbito físico y fisiológico para abordar la gestión y la perspectiva social del deporte. Presenta intervenciones innovadoras como el uso del modelo Deming en el taekwondo para el desarrollo motriz post-pandemia, desglosa los retos económicos y políticos en la organización de eventos deportivos de ruta **rendimiento deportivo**, y culmina con una necesaria revisión sobre la historia y el panorama futuro del deporte paralímpico en México.

Una lectura imprescindible para entrenadores, preparadores físicos, investigadores, gestores y estudiantes de las ciencias del deporte que buscan transformar el conocimiento científico en estrategias tangibles para el éxito deportivo.

ISBN 978-607-27-2865-3



9 786072 728653



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



CASA UNIVERSITARIA DEL LIBRO

EDITORIAL UNIVERSITARIA UANL



VISIÓN UANL
2040



La excelencia
por principio
la educación
como instrumento