

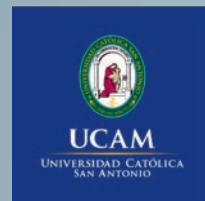
# Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

ISSN: 0212-8799

208

Volumen 39(2)  
Marzo - Abril 2022



## ORIGINALES

Performance analysis of women over 55 years on abdominal tests: impact of anthropometry and flexibility

Análisis de la evolución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca antes y después de un partido de tenis de mesa en función del resultado

Diferencias de carga interna y externa entre futbolistas adultos y juveniles en un partido amistoso

Factores determinantes de la limitación física funcional en pacientes revascularizados por síndrome coronario agudo

## REVISIONES

Blood flow restriction training on hypertensive subjects: a systematic review

Efectos de la actividad física y hábitos alimenticios en los niveles de obesidad de niños entre 6 y 12 años: revisión sistemática





**UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia**

Campus de los Jerónimos,  
Nº 135 Guadalupe 30107

(Murcia) - España

Tlf: (+34)968 27 88 01 · [info@ucam.edu](mailto:info@ucam.edu)



**UCAM**  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE MURCIA



Sociedad Española de Medicina del Deporte

**Junta de Gobierno**

**Presidente:**

Pedro Manonelles Marqueta

**Vicepresidente:**

Carlos de Teresa Galván

**Secretario General:**

Luis Franco Bonafonte

**Tesorero:**

Javier Pérez Ansón

**Vocales:**

Miguel E. Del Valle Soto

José Fernando Jiménez Díaz

Juan N. García-Nieto Portabella

Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea

**Edita**

Sociedad Española de Medicina del Deporte

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

Tel. +34 976 02 45 09

femede@femede.es

www.femede.es

**Correspondencia:**

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

archmeddeporte@semede.es

http://www.archivosdemedicinadeldeporte.com/

**Publicidad**

ESMON PUBLICIDAD

Tel. 93 2159034

**Publicación bimestral**

Un volumen por año

**Depósito Legal**

Zaragoza. Z 988-2020

**ISSN**

0212-8799

**SopORTE válido**

Ref. SVR 389

**Indexada en:** EMBASE/Excerpta Medica, Índice Médico Español, Sport Information Resource Centre (SIRC), Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud (IBECS), Índice SJR (SCImago Journal Rank), y SCOPUS

La dirección de la revista no acepta responsabilidades derivadas de las opiniones o juicios de valor de los trabajos publicados, la cual recaerá exclusivamente sobre sus autores.

Esta publicación no puede ser reproducida total o parcialmente por ningún medio sin la autorización por escrito de los autores.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

# Archivos de medicina del deporte

Revista de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

Afiliada a la Federación Internacional de Medicina del Deporte, Sociedad Europea de Medicina del Deporte y Grupo Latino y Mediterráneo de Medicina del Deporte

**Director**

Pedro Manonelles Marqueta

**Editor**

Miguel E. Del Valle Soto

**Administración**

Melissa Artajona Pérez

**Adjunto a dirección**

Oriol Abellán Aynés

**Comité Editorial**

**Norbert Bachl.** Centre for Sports Science and University Sports of the University of Vienna. Austria. **Arcelli Boraita.** Servicio de Cardiología. Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de deportes. España. **Mats Borjesson.** University of Gothenburg. Suecia. **Josep Brugada Terradellas.** Hospital Clinic. Universidad de Barcelona. España. **Nicolas Christodoulou.** President of the UEMS MJC on Sports Medicine. Chipre. **Demitri Constantinou.** University of the Witwatersrand. Johannesburg. Sudáfrica. **Jesús Dapena.** Indiana University. Estados Unidos. **Franchek Drobnic Martínez.** Servicios Médicos FC Barcelona. CAR Sant Cugat del Vallés. España. **Tomás Fernández Jaén.** Servicio Medicina y Traumatología del Deporte. Clínica Centro. España. **Walter Frontera.** Universidad de Vanderbilt. Past President FIMS. Estados Unidos. **Pedro Guillén García.** Servicio Traumatología del Deporte. Clínica Centro. España. **Dusan Hamar.** Research Institute of Sports. Eslovaquia. **José A. Hernández Hermoso.** Servicio COT. Hospital Universitario Germans Trias i Pujol. España. **Pilar Hernández Sánchez.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Markku Jarvinen.** Institute of Medical Technology and Medical School. University of Tampere. Finlandia. **Anna Jegier.** Medical University of Lodz. Polonia. **Peter Jenoure.** ARS Ortopédica, ARS Medica Clinic, Gravesano. Suiza. **José A. López Calbet.** Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España. **Javier López Román.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Alejandro Lucía Mulas.** Universidad Europea de Madrid. España. **Emilio Luengo Fernández.** Servicio de Cardiología. Hospital General de la Defensa. España. **Nicola Maffully.** Universidad de Salerno. Salerno (Italia). **Alejandro Martínez Rodríguez.** Universidad de Alicante. España. **Estrella Núñez Delicado.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Sakari Orava.** Hospital Universitario. Universidad de Turku. Finlandia. **Eduardo Ortega Rincón.** Universidad de Extremadura. España. **Nieves Palacios Gil-Antuñano.** Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deportes. España. **Antonio Pelliccia.** Institute of Sport Medicine and Science. Italia. **José Peña Amaro.** Facultad de Medicina y Enfermería. Universidad de Córdoba. España. **Fabio Pigozzi.** University of Rome Foro Italico, President FIMS. Italia. **Yannis Pitsiladis.** Centre of Sports Medicine. University of Brighton. Inglaterra. **Per Renström.** Stockholm Center for Sports Trauma Research, Karolinska Institutet. Suecia. **Juan Ribas Serna.** Universidad de Sevilla. España. **Peter H. Schober.** Medical University Graz. Austria. **Jordi Segura Noguera.** Laboratorio Antidopaje IMIM. Presidente Asociación Mundial de Científicos Antidopajes (WAADS). España. **Giulio Sergio Roi.** Education & Research Department Isokinetic Medical Group. Italia. **Luis Serratos Fernández.** Servicios Médicos Sanitas Real Madrid CF. Madrid. España. **Nicolás Terrados Cepeda.** Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias. Universidad de Oviedo. España. **José Luis Terreros Blanco.** Director de la Agencia Española de Protección de la Salud en el Deporte (AEPSAD). España. **Mario Zorzoli.** International Cycling Union. Suiza.



UCAM  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE MURCIA



AEPSAD  
AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN  
DE LA SALUD EN EL DEPORTE



# ANALIZADOR PORTATIL de LACTATO

## LACTATE PLUS



### CÓMODO

El analizador Lactate Plus no necesita calibración



### RÁPIDO

Tiempo de medición de 13 segundos



### PRECISO

Numerosos estudios demuestran la exactitud del Lactate Plus



### ECONÓMICO

Coste por Análisis significativamente más bajo que en otras marcas

### NOVEDADES PRINCIPALES:

- ✓ Pantalla a color
- ✓ Nuevo diseño ergonómico anti-deslizante
- ✓ Integra un botón para extraer la tira reactiva
- ✓ Utiliza dos pilas AAA



619 284 022

**Laktate**  
www.laktate.com

# Archivos

## de medicina del deporte

Volumen 39(2) - Núm 208. Marzo - Abril 2022 / March - April 2022

### Sumario / Summary

#### Editorial

**Contra el sedentarismo, la cronicidad y el mal envejecimiento, programas de actividad física/ejercicio**  
***Against sedentary lifestyle, chronicity and bad aging: physical activity/exercise programs***

Cristina Blasco Lafarga.....72

#### Originales / Original articles

**Performance analysis of women over 55 years on abdominal tests: impact of anthropometry and flexibility**

***Análisis del desempeño de mujeres mayores de 55 años en test abdominales: impacto de la antropometría y flexibilidad***

Cláudia E. P. Oliveira, Osvaldo C. Moreira, Dihogo G. Matos, Mauro L. Mazini-Filho, Sandro F. Silva, Eveline T. Pereira,

Sylvia C. C. Franceschini, Nádia S. L. Silva, Leonice A. Doimo.....75

**Análisis de la evolución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca antes y después de un partido de tenis de mesa en función del resultado**

***Analysis of heart rate variability evolution on table tennis depending in match result***

Jon M. Picabea, Jesús Cámara, Javier Yanci.....81

**Diferencias de carga interna y externa entre futbolistas adultos y juveniles en un partido amistoso**

***Differences in internal and external load between adult and youth players in a friendly match***

Jorge Pérez-Contreras, Susana Elgueta-Moya, Rodrigo Villaseca-Vicuña, Esteban Aedo-Muñoz, Bianca Miarka, Pablo Merino-Muñoz.....89

**Factores determinantes de la limitación física funcional en pacientes revascularizados por síndrome coronario agudo**

***Determining factors of functional physical limitation in patients with myocardial revascularization by acute coronary syndrome***

Laura C. Dávila Landinez, Laura N. Coral Vásquez, Aura N. Carrizales Sánchez, Andrés Mauricio Ariza, Hedilberto Duarte Hernández,

Hugo C.D de Souza, Stella V. Philbois, Juan C. Sánchez Delgado .....95

#### Revisiones / Reviews

**Blood flow restriction training on hypertensive subjects: a systematic review**

***Entrenamiento de restricción del flujo de sangre en sujetos hipertensivos: revisión sistemática***

Anderson Luiz Bezerra Silveira, Lucas Monteiro de Carvalho, Fabrizio Di Masi, Thiago W.S. Pio, Claudio Melibeu Bentes .....101

**Efectos de la actividad física y hábitos alimenticios en los niveles de obesidad de niños entre 6 y 12 años: revisión sistemática**

***Effects of physical activity and eating habits on obesity levels in children between 6 and 12 years old: systematic review***

Rubén Palma Fontealva, Pablo Pérez Ojeda, Claudio Hernández-Mosqueira, Fernando Galle Santana, Karoll Ibañez Goudeau .....108

**Normas de publicación / Guidelines for authors .....118**

# Contra el sedentarismo, la cronicidad y el mal envejecimiento, programas de actividad física/ejercicio

## *Against sedentary lifestyle, chronicity and bad aging: physical activity/exercise programs*

**Cristina Blasco Lafarga**

Directora de UIRFIDE (Unidad de Investigación en Rendimiento Físico y Deportivo, GIUV 2013-140). Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Valencia. Miembro del Comité Científico de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

doi: 10.18176/archmeddeporte.00075

En la actualidad nadie duda del valor de la actividad física, y fundamentalmente de los programas de ejercicio físico, como herramienta de salud y eje importante en las políticas sociosanitarias. El ejercicio regular y bien pautado se prescribe como tratamiento no farmacológico en la mayoría de enfermedades prevalentes en las sociedades desarrolladas, con independencia de la necesidad de rehabilitación o tratamiento específico sobre algún sistema específicamente dañado<sup>1,2</sup>. Se prescribe también como factor preventivo en casi todas ellas<sup>1,2</sup>, con independencia del género o edad de los pacientes. De forma contundente, la evidencia científica constata que, más allá de su valor sanitario, y mucho más que medicina, el ejercicio regular es fuente de *vida* en nuestras sociedades envejecidas, inmovilistas, y a veces extremadamente solitarias.

### **Mucho más que medicina, el movimiento es vida**

Hoy sabemos que el envejecimiento es un proceso paulatino de deterioro irreversible, multifactorial y estocástico, con afectación de la función metabólica, cardiorrespiratoria y endocrina, las respuestas inmunológicas, los procesos inflamatorios, el comportamiento del sistema osteo-ligamentoso-tendinoso-muscular, y por supuesto, las funciones cognitivas, la regulación del sistema nervioso, y en general el control motor<sup>3,4</sup>. Estos cambios son de tal magnitud y persistencia que se acompañan de alteraciones de la condición física, las capacidades motrices y mentales, y en general la funcionalidad y capacidad de relación del adulto mayor.

También sabemos que el inmovilismo multiplica efectos adversos como la inflamación persistente y la excitación mantenida del sistema nervioso simpático, junto a una igualmente persistente inhibición vagal, y en general, disfunción autonómica. Entre otras consecuencias: cronicidad en la patología, sarcopenia, trastornos de las emociones,

depresión, enfermedades mentales, y en el extremo de este continuo, disminución de la esperanza de vida libre de discapacidad, pluripatología, fragilidad y dependencia<sup>5</sup>.

El inmovilismo conlleva un desuso o desentrenamiento sistémico, con resultado de alteración en las respuestas neurales e intolerancia al esfuerzo en estos adultos mayores o con patologías limitantes. Se dificulta así la motricidad, y el movimiento se percibe como más exigente, fatigoso. A modo de bucle retroalimentado, el deterioro psicomotriz induce aún mayor inmovilismo y desencadena en incapacidad funcional, disfunción autonómica y pérdida de alostasis/resiliencia, agudizando los efectos ya de por sí deletéreos del proceso de envejecimiento.

Además, las carencias en el ámbito motor de quien se siente torpe, poco, o nada capaz, limitan el desarrollo de las competencias psicomotrices y psicosociales, impiden la eficiencia, y conllevan muchas veces frustración, con la consiguiente desmotivación hacia el movimiento<sup>6</sup>. De nuevo esto es especialmente importante en el caso de estos adultos mayores, y sobre todo en aquellos con algún tipo de dificultad cognitiva o motriz, que muchas veces envejecen solos y con escasos recursos, lo que exige intervenciones potentes en el ámbito de su mejora funcional y su re-educación física, más allá de la mejora o reducción en los síntomas de sus patologías.

Recordemos que un individuo físicamente competente comprende y afronta los retos que le supone la motricidad; se mueve con economía y confianza, y puede establecer relaciones con los demás y con su entorno de forma segura y empática a lo largo de su vida<sup>6</sup>. Recordemos también que, en el extremo contrario, el adulto que se siente inseguro y tiene miedo de relacionarse con su entorno, apenas sale de su casa, y frecuentemente se ve abocado a una soledad no deseada que se relaciona con riesgo de peor salud, comorbilidad, y de nuevo fragilidad y dependencia.

Sostenida en el tiempo, la soledad no deseada es ausencia de estímulos y un viaje acelerado hacia la inactividad física y la patología, dando

**Correspondencia:** Cristina Blasco Lafarga  
E-mail: m.cristina.blasco@uv.es

otra vuelta de tuerca en el bucle del mal envejecimiento sedentario. Si se añaden a ello factores como el mayor riesgo de caídas y/o el aumento de las enfermedades mentales en estos colectivos, envejecidos y solos, el coctel está servido. Vayamos haciendo números.

## Mejor moverse a todas las edades

De forma general el Consejo Superior de Deportes (CSD) cifra entre 3 y 15 euros el ahorro de gasto sanitario por cada euro invertido en actividad física/programas de ejercicio, resaltando que Deporte y Salud deben caminar de la mano como eje estratégico de las políticas sociosanitarias. El retorno de la inversión (ROI) realizada en *movimiento*, es elevado.

Hoy no hay duda de los beneficios del aumento de la actividad física/ejercicio junto a la necesaria reducción de los comportamientos sedentarios, pues el movimiento en cantidad e intensidad suficiente solicita de forma integrada la participación de todos nuestros sistemas, ayudando a la mejora/mantenimiento de nuestras respuestas adaptativas<sup>5,7</sup>. Cuando la propuesta es exigente y holística, el ejercicio se configura como una potente herramienta neuro-psicofisiológica capaz de poner en comunicación a todos nuestros sistemas y órganos celulares de forma coral y coordinada<sup>7</sup>. Y cuando este mismo movimiento se produce en el marco del ocio y el tiempo libre activo, a pesar de su menor impacto fisiológico -consecuencia de su menor intensidad-, igualmente encuentra vías alternativas para conducir a las mismas mejoras<sup>5</sup>. Y sigue siendo una herramienta potente.

En palabras de Bennett, Reeves<sup>5</sup>, las vías del estrés se activan de forma aguda para soportar la exigencia del movimiento, especialmente cuando hablamos de ejercicio pautado. Este reto fisiológico permite activar la rama simpática del sistema nervioso y el eje hipotálamo-hipofisario, para pararlo al cesar el esfuerzo, dando lugar a un “rebote” post-esfuerzo muy saludable. Esta mayor inflamación puntual se acompaña de una reducción de la inflamación en reposo, así como de la liberación de miokinas (citokinas musculares) para atraer a las células inmunes y reparar los tejidos, promoviendo además la variabilidad en la microbiota y la salud intestinal<sup>5</sup>.

El binomio “más actividad física/ejercicio - menos sedentarismo” es clave en nuestra salud individual y colectiva, con mayor impacto cuanto más mayores.

Como señalan Lazarus, Lord<sup>3</sup>, existen sistemas que son dependientes de la edad pero no del ejercicio físico (a), sistemas que aun dependiendo de la edad, sí responden y se modulan con ejercicio físico (b), sistemas que no dependen de la edad, pero sí del ejercicio (c) y finalmente, sistemas que no se verán afectados ni por la edad ni por el ejercicio (d). La comprensión de estos equilibrios permite comprender que, por encima del impacto del envejecimiento, la actividad física/ejercicio lleva al llamado *fenotipo de envejecimiento saludable* (activo, de éxito); y en el extremo contrario, la inactividad/sedentarismo, condenan al *fenotipo de envejecimiento patológico* (inactivo). El éxito del primero radica en mantener intacta la “*capacidad intrínseca*”, es decir, mantener la posibilidad de seguir haciendo esas cosas tan sencillas que hacen a un ser humano sentirse *capaz* mental y físicamente<sup>3</sup>. En palabras de estos mismos autores: caminar, pensar, percibir (ver, oír...) y recordar.

Lejos de conformarse con un mínimo de minutos de actividad física, en su reciente posicionamiento sobre las guías para el ejercicio físico, la OMS<sup>8</sup> concluye que los adultos mayores deben ser tan activos físicamente como lo permita su capacidad funcional, ajustando su nivel de esfuerzo a su nivel de condición física y a sus capacidades para no quedar por debajo de sus requerimientos motrices. También en el caso de adultos crónicos. La OMS señala, además, la oportunidad de consultar con un especialista en actividad física o un profesional de la salud para que aconseje a estos adultos con mayores dificultades sobre los tipos y la cantidad de actividad adecuada en función de sus necesidades, sus capacidades, limitaciones/complicaciones funcionales, medicamentos, y su plan general de tratamiento<sup>8</sup>.

Llegado este punto, lo primero es *empezar, ponerse en marcha*. Lo segundo, pero no menos importante, *fidelizar* al mayor con el movimiento; encontrar una práctica lo suficientemente atractiva para que las personas mayores que no han participado en programas de ejercicio desde hace tiempo (si es que alguna vez lo hicieron), encuentren una motivación suficiente para superar el rechazo que habitualmente sienten.

Vencer sus miedos; individualizar la propuesta; atender a la heterogeneidad de los mayores y respetar sus tiempos.

También será muy importante acompañarlas en el proceso y no dejarlas solas cuando se produzcan las primeras mejoras, porque la edad se acompaña de una alta *desentrenabilidad*, entendida ésta como la pérdida de condición física asociada al desentrenamiento<sup>4</sup>. Aunque cualidades como la agilidad o la propia función ejecutiva parezcan mantenerse bien durante cierto tiempo, a pesar del desentrenamiento (efecto negativo o involucionista asociado al cese del entrenamiento), la reducción o incluso desaparición de las ganancias se acentúa especialmente en las capacidades cardiovasculares y de fuerza, lo que conlleva pérdidas de la condición física y reaparición de niveles de fatiga<sup>4</sup>, con riesgo de volver al centro del bucle.

## Bibliografía

1. Pedersen B, Saltin B. Exercise as medicine—evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2015;25(5):1-72.
2. Dishman RK, Heath G, Schmidt MD, Lee I-M. Physical activity epidemiology. *Human Kinetics*; 2022.
3. Lazarus NR, Lord JM, Harridge SD. The relationships and interactions between age, exercise and physiological function. *The Journal of physiology*. 2019;597(5):1299-309.
4. Blasco-Lafarga C, Cordellat A, Forte A, Roldán A, Monteagudo P. Short and long-term trainability in older adults: Training and detraining following two years of multicomponent cognitive—physical exercise training. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(16):1-16.
5. Bennett JM, Reeves G, Billman GE, Sturmberg JP. Inflammation—Nature’s Way to Efficiently Respond to All Types of Challenges: Implications for Understanding and Managing “the Epidemic” of Chronic Diseases. *Frontiers in medicine*. 2018;5.
6. Whitehead M. Physical Literacy: Throughout the Lifecourse. Sport RSIPEaY, editor. Routledge, Taylor & Francis e-Library; 2010. 256 p.
7. Blasco-Lafarga C, Cordellat A, Roldán A, Monteagudo P. Reflexiones sobre los beneficios de la actividad Físicodeportiva: la motricidad ordenada al servicio de la felicidad. In: Red\_Valenciana\_de\_Universidades\_Públicas\_Saludables, editor. *Guía para la movilidad/actividad física saludable y sostenible en el entorno universitario*. 1ª ed. Valencia: Universitat de València; 2019. p. 33-51.
8. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. 2020;54(24):1451-62.

# Analizador Instantáneo de Lactato Lactate Pro 2

arkray  
LT-1730

- Sólo 0,3 µl de sangre
- Determinación en 15 segundos
- Más pequeño que su antecesor
- Calibración automática
- Memoria para 330 determinaciones
- Conexión a PC
- Rango de lectura: 0,5-25,0 mmol/litro
- Conservación de tiras reactivas a temperatura ambiente y
- Caducidad superior a un año



Importador para España:



c/ Lto. Gabriel Miro, 54, ptas. 7 y 9  
46008 Valencia Tel: 963857395  
Móvil: 608848455 Fax: 963840104  
info@bermellelectromedicina.com  
www.bermellelectromedicina.com

 Bermell Electromedicina

 @BermellElectromedicina

 Bermell Electromedicina



Monografías Femede nº 12  
Depósito Legal: B. 27334-2013  
ISBN: 978-84-941761-1-1  
Barcelona, 2013  
560 páginas.



Dep. Legal: B.24072-2013  
ISBN: 978-84-941074-7-4  
Barcelona, 2013  
75 páginas. Color



## Índice

Foreward  
Presentación  
1. Introducción  
2. Valoración muscular  
3. Valoración del metabolismo anaeróbico  
4. Valoración del metabolismo aeróbico  
5. Valoración cardiovascular  
6. Valoración respiratoria  
7. Supuestos prácticos  
Índice de autores

## Índice

Introducción  
1. Actividad mioeléctrica  
2. Componentes del electrocardiograma  
3. Crecimientos y sobrecargas  
4. Modificaciones de la secuencia de activación  
5. La isquemia y otros indicadores de la repolarización  
6. Las arritmias  
7. Los registros ECG de los deportistas  
8. Términos y abreviaturas  
9. Notas personales

Información: [www.femede.es](http://www.femede.es)



# Performance analysis of women over 55 years on abdominal tests: impact of anthropometry and flexibility

Cláudia E. P. Oliveira<sup>1</sup>, Osvaldo C. Moreira<sup>2</sup>, Dihogo G. Matos<sup>3</sup>, Mauro L. Mazini-Filho<sup>4</sup>, Sandro F. Silva<sup>5</sup>, Eveline T. Pereira<sup>1</sup>, Sílvia C. C. Franceschini<sup>6</sup>, Nádia S. L. Silva<sup>7</sup>, Leonice A. Doimo<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education. Federal University of Viçosa. Viçosa, Brazil. <sup>2</sup>Institute of Biological Sciences and Health. Federal University of Viçosa. Campus Florestal. Florestal, Brazil. <sup>3</sup>Cardiovascular and Physiology of Exercise Laboratory. University of Manitoba. Canada. <sup>4</sup>Department of Physical Education. Federal University of Juiz de Fora. Brazil. <sup>5</sup>Department of Physical Education. Federal University of Lavras. Lavras, Brazil. <sup>6</sup>Department of Nutrition and Health. Federal University of Viçosa. Viçosa, Brazil. <sup>7</sup>Institute of Physical Education and Sports. Rio de Janeiro State University. Rio de Janeiro, Brazil. <sup>8</sup>Department of Education. Air Force University. Rio de Janeiro, Brazil.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00076

Recibido: 05/05/2021  
Aceptado: 23/12/2021

## Summary

The objective of the present study was to evaluate the effect of anthropometric variables and flexibility on the performance of women aged 55+ years on abdominal test protocols. The sample was composed by 20 physically active volunteers, aged 55 years (median 61), who were participants in gymnastic activities program. Each volunteer performed two abdominal tests: partial trunk flexion with a 7.6 cm sliding of the hands (P1) and partial flexion of the trunk with the hands on the thighs (P2), both executed with the feet resting on the ground. For analysis, the number of correct executions (final position) was considered in each test, as recommended by the authors. Measurements of body mass, flexibility, height, waist and hip perimeters, subjective perception of exertion, and calculations of body mass index and waist-hip ratio were performed. The perception of abdominal effort, and discomfort or pain in the cervical and lumbar region were also evaluated. The results showed that there were no statistically significant associations between the analyzed indicators (Age: P1:  $r_s = -0.024$ ,  $p = 0.916$ ; P2:  $r_s = -0.194$ ,  $p = 0.407$ ; BMI: P1:  $r_s = -0.064$ ,  $p = 0.792$ ; P2:  $r_s = -0.235$ ,  $p = 0.327$ ; Waist Circumference: P1:  $r_s = -0.143$ ,  $p = 0.563$ ; P2:  $r_s = 0.027$ ,  $p = 0.908$ ; Flexibility:  $r_s = -0.327$ ,  $p = 0.169$ ; P2:  $r_s = 0.0009$ ,  $p = 0.991$ ; Hip waist ratio: P1:  $r_s = -0.209$ ,  $p = 0.371$ ; P2:  $r_s = 0.217$ ,  $p = 0.353$ ) and the performance on the tests. In addition, 35% of the participants made valid attempts on P1 while 45% produced at least one valid attempt on P2. It was concluded that both abdominal tests were adequate for the studied sample and they can be applied to adult and elderly women to assess their abdominal musculature.

## Key words:

Abdominal muscles. Exercise test. Elderly. Anthropometry.

## Análisis del desempeño de mujeres mayores de 55 años en test abdominales: impacto de la antropometría y flexibilidad

### Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de las variables antropométricas y la flexibilidad sobre el desempeño de mujeres mayores de 55 años en protocolos de testes abdominales. La muestra, seleccionada por criterio de accesibilidad, estuvo formada por 20 voluntarias físicamente activas, mayores de 55 años (mediana 61), que participaban en actividades gimnásticas para personas mayores. Cada voluntaria realizó dos pruebas abdominales: flexión parcial del tronco con deslizamiento de las manos de 7,6 cm (P1) y flexión parcial del tronco con las manos en los muslos (P2), ambas ejecutadas con los pies apoyados en el suelo. Para el análisis, se consideró el número de ejecuciones correctas (posición final) en cada prueba, según lo recomendado por los autores. Se realizaron mediciones de masa corporal, flexibilidad, altura, perímetro de cintura y cadera, percepción subjetiva del esfuerzo y cálculos del índice de masa corporal y la relación cintura-cadera. También se evaluó la percepción de esfuerzo abdominal y de malestar o dolor en la región cervical y lumbar. Los resultados mostraron que no hubo asociaciones estadísticamente significativas entre las variables analizadas (Edad: P1:  $r_s = -0,024$ ,  $p = 0,916$ ; P2:  $r_s = -0,194$ ,  $p = 0,407$ ; IMC: P1:  $r_s = -0,064$ ,  $p = 0,792$ ; P2:  $r_s = -0,235$ ,  $p = 0,327$ ; Perímetro de cintura: P1:  $r_s = -0,143$ ,  $p = 0,563$ ; P2:  $r_s = 0,027$ ,  $p = 0,908$ ; Flexibilidad:  $r_s = -0,327$ ,  $p = 0,169$ ; P2:  $r_s = 0,0009$ ,  $p = 0,991$ ; Relación cintura/cadera: P1:  $r_s = -0,209$ ,  $p = 0,371$ ; P2:  $r_s = 0,217$ ,  $p = 0,353$ ) y el desempeño en las pruebas, y el 35% de las participantes hicieron intentos válidos en P1 mientras que el 45% produjo al menos un intento válido en P2. Se concluyó que ambas pruebas abdominales fueron adecuadas para la muestra estudiada y se pueden aplicar a mujeres adultas y mayores para evaluar su musculatura abdominal.

## Palabras clave:

Músculos abdominales. Prueba de esfuerzo. Anciano. Antropometría.

Correspondencia: Claudia Eliza Patrocínio de Oliveira  
E-mail: cpatrocínio@ufv.br

## Introduction

Studies on musculoskeletal fitness in people 55+ years old have shown that its components (especially strength, flexibility, and muscular endurance) are positively associated with health status, i.e., they have a predictive relationship with mortality<sup>1-3</sup>. In order to evaluate these aspects, fitness tests are generally used to evaluate functional capacity through the assessment of balance, upper and lower limb strength and resistance, displacement velocity, distance traveled, and flexibility<sup>4</sup>. However, the evaluation of abdominal resistance is not usually studied.

The preservation of abdominal strength during the aging process is fundamental for the support and containment of the abdominal contents, for the maintenance of the normal posture of the pelvis, and for the production and control of the movement of the trunk during flexion and rotation of the trunk<sup>5</sup>. Moreover, abdominal strength is indirectly responsible for the curvature of the lumbar spine and essential for maintaining body posture<sup>6,7</sup>. Furthermore, weakness of the abdominal muscles is associated with disorders such as ptosis or anterior projection of the abdominal region; difficulty raising the head while supine; impairments in breathing and in performing certain movements such as coughing, vomiting, and sneezing. Also, accentuation of lumbar lordosis, the latter being due to the disproportionate strengthening of the psoas major muscle in relation to the abdominal muscles, which causes low back pain<sup>2</sup>.

Anthropometrics variables and flexibility undergoes significant physiological changes during the aging process<sup>8,9</sup>. We hypothesized that this change can affect the performance of people 55+ years old on abdominal tests. However, the relationship between anthropometrics variables, flexibility, and performance is not adequately clarified in the literature.

It is also unclear what factors can interfere with the performance of abdominal exercises, being a problem to be answered. All modifications resulting from the aging process should be considered in the evaluation of the performance of the abdominal muscles of women 55+ years old. Mainly because they can be a source of errors, especially if the performance of this test is evaluated against the protocols for abdominal tests proposed for young people and adults.

In view of the above, the present study aimed to evaluate the effect of anthropometric variables and flexibility on the performance of women aged 55+ years on two abdominal test protocols. Our hypothesis is that anthropometric variables and flexibility will be directly associated with the performance of women aged 55+ years in the proposed abdominal tests.

## Materials and method

### Participants

The sample of the present study was composed of physically active women. The following inclusion criteria were adopted: participants were required to be 55+ years old; be women; be clinically fit for regular physical exercise; be physically active, practicing physical exercises for at least 1 year with a frequency of 3 times a week; not have any acute or chronic illness that could be affected by the exercise; have experience in

performing abdominal exercises; and consenting freely and voluntarily to perform all study procedures. The exclusion criteria were: presenting bone or joint limitation during the intervention, which prevented the performance of the abdominal exercises; and having used pharmacological drugs, which could affect the result of anthropometrics and functional assessments.

Those who agreed to participate signed an informed consent form. All procedures were approved by the Ethics Committee on Human Research of the Federal University of Viçosa, according to Resolution 466/2012 of the National Ethics Committee (CONEP), the National Health Council, in accordance with the ethical principles expressed in the Declaration of Helsinki.

The present study is observational and prospective research, with crossover design, being carried out in its entirety, in the Morphophysiology Laboratory of the Physical Education course of the Federal University of Viçosa (UFV).

### Interventions

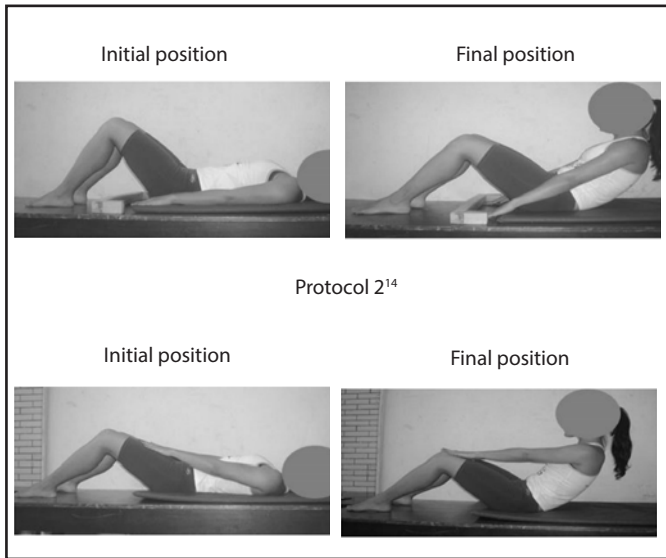
The data collection was performed on alternate days by two fully trained kinesiologists. The participants were individually evaluated by the same evaluator in a private setting and the order of execution of the tests was determined at random. A warm-up was not allowed before each test was conducted.

Two abdominal tests were used to evaluate abdominal muscle strength, both of which were chosen based on an earlier study<sup>10</sup>. This choice was made because the participants reported a low rate of discomfort or pain in the cervical and/or lumbar spine. The characteristics of the two protocols are described in Table 1 and Figure 1.

**Table 1. Abdominal test protocols with respective duration, feet position, form of execution and number of repetitions.**

Tests	Duration (min)	Feet Position	Execution	Number of repetitions
Protocol 1 (P1) - partial flexion of the trunk and sliding hands 7.6 cm (13)	1	On the ground	From the extremity of the middle fingers, set 7.6 cm on the ground; in the initial position, flex the trunk and slide hands on the ground trying to reach the 7.6 cm mark.	Higher number of repetitions
Protocol 2 (P2) - partial flexion of the trunk and hands on thighs (14)	6	On the ground	With knees bent between 120-140°; set a mark on the top edge of the patella. From the initial position, flex the trunk and slide hands on thighs until they touch the mark held on the knees.	Cadenced test; 20 repetitions/min; maximum 120 repetitions

**Figure 1. Illustrative pictures of initial and final positions of the five abdominal test protocols used.**



**Outcomes**

On the first day, before the abdominal tests execution, anthropometric measures were taken, in each volunteer, (body mass [kg] and height [cm]) to calculate the BMI and also the waist-to-hip ratio<sup>11</sup>. Flexibility was also assessed through the sit-and-reach test (cm)<sup>12</sup>.

For analysis of performance in the abdominal protocols, the number of correct executions (reaching the correct final position) was considered in each test, as recommended by the developers of these tests<sup>13,14</sup>. All volunteers complied with the timeframes of the test protocols, regardless of whether they performed them correctly or not. In the paced test (P2), a mechanical metronome was used, with a frequency capacity of 40 to 208 beats per minute. The instrument was presented to the participants on the day before the test, to familiarize them with the rhythm to be followed.

At the end of each test, the 20 point Borg scale<sup>15</sup> was used to indicate the subjective perception of effort (RPE) and a scale of 0 to 4 points was used to verify the perception of discomfort or pain in the cervical and lumbar spine, effort of the abdominal muscles (0 = no discomfort/effort, 1 = very little, 2 = moderate, 3 = intense, 4 = very intense).

**Table 3. Results (median, minimum and maximum value) of correct performances, rating of perceived exertion (RPE), perception of abdominal muscle effort, perception of discomfort or pain in the cervical and lumbar spine and comparison of medians of the P1 test<sup>13</sup> and P2<sup>14</sup>.**

	P1			P2				
	Med	Min	Max	Med	Min	Max	p*	ES
Correct Executions	0	0	48	0	0	23	0,497	0
RPE	12	9	15	13	7	17	0,083	0,07
Perceived abdominal effort	3	1	4	1	0	3	0,320	0,5
Pain in the cervical region	1	1	4	0	0	2	0,147	0,25
Pain in the lower back	1	1	3	0	0	1	0,375	0,33

\*p-value obtained through the Wilcoxon test; ES: effect size; RPE: Rating of perceived exertion; Med: Median; Min: Minimum; Max: Maximum.

**Sample size calculation**

Considering Wilcoxon test, a priori calculation, an effect size f of 0.8 for abdominal performance<sup>10</sup>, an  $\alpha$  of 5% and a power of 95%. The sample size calculation performed by the G-Power® program at the University of Dusseldorf, indicated that a total sample size of 20 individuals. Thus, the total sample size was of 20 physically active women 55+ years old.

**Statistical methods**

The data were described as median, minimum and maximum values. The normality was verified by the Shapiro Wilk test. Comparisons between the abdominal tests were made by the Wilcoxon test and the relations among the variables were evaluated by the Spearman correlation. Interpretation of the Spearman correlation was assessed according to the following criteria: 0–0.30 negligible, 0.30–0.50 weak, 0.50–0.70 moderate, 0.70–0.90 strong, and 0.90–1.00 very strong<sup>16</sup>. The effect size was calculated using “r” test for Wilcoxon test. Values were classified as insignificant (<0.20), small (0.20-0.49), medium (0.50-0.79) and large (> 0.79)<sup>17</sup>. For all analyses, the significance level was set at p < 0.05.

**Results**

The data of the anthropometric characterization of the participants is shown in Table 2 and the results of the correct execution, the RPE, the perception of discomfort or pain in the cervical and lumbar spine and abdominal muscle effort, and the comparison of the medians of the variables studied in the two tests can be seen in Table 3.

**Table 2. Mean, minimum and maximum values of the variables of anthropometric characterization of the sample.**

	Median	Minimum	Maximum
Age (years)	61	55	73
Body mass (kg)	60.8	49.8	80
Height (cm)	153.5	143	160
Body Mass Index (Kg/m <sup>2</sup> )	26.32	22.56	35.32
Waist circumference (cm)	84.65	71	108
Waist-hip ratio	0.862	0.742	1.023
Flexibility (cm)	31	16	44.3

**Table 4. Performance ratio in the two abdominal tests with age, body mass index, waist circumference, flexibility and waist/hip ratio.**

	P1		P2	
	rs	P	rs	P
Age (years)	-0.024	0.916	-0.194	0.407
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	-0.064	0.792	-0.235	0.327
Waist Circumference (cm)	-0.143	0.563	0.027	0.908
Flexibility (cm)	-0.327	0.169	0.0009	0.991
Hip waist ratio	-0.209	0.371	0.217	0.353

BMI: Body Mass Index; rs: Spearman correlation.

Comparing the BMI values obtained with the values recommended by WHO<sup>18</sup>, the participants were in general overweight and also classified as "high risk" for cardiovascular diseases by waist circumference (WC) and waist-to-hip ratio<sup>18</sup>. The flexibility result, when compared to the reference values<sup>18</sup>, ranked the group as "good."

The results did not identify any statistically significant differences for all variables measured. Although a greater number of correct executions were obtained for P1, during the tests it was observed that the number of women who achieved at least one correct execution was higher for P2. The associations between test performance and anthropometric parameters are shown in Table 4, and there were no significant correlations.

## Discussion

The present study aimed to evaluate the effect of anthropometric variables and flexibility on the performance of women aged 55+ years on two abdominal test protocols. The main results founded were: 1) there no significant differences in performance between the two protocols; 2) the two tests did not present significant differences for RPE, perception of abdominal effort, or perception of pain in the cervical and lumbar region; 3) there no associations between tests performance and anthropometric indicators or flexibility.

The difference in performance between the two tests was not significant ( $p = 0,497$ ), noting that the median values for both were zero, indicating the difficulty the women had in their performance. This high degree of difficulty can also be verified by the median value of RPE (Table 3), indicating that both constitute exercises that require moderate to intense muscular effort, depending on individual physical fitness. However, they are abdominal tests that do not seem to impose excessive stress on the cervical and lumbar spine, as reported by the participants.

The individual performances for P1, when classified according to MacFarlane<sup>19</sup>, showed three volunteers with weak performance, one below average and 16 unrated (below "weak"). For P2, the norm proposed by Jetté, Quenneville and Sidney<sup>20</sup> shows that three evaluated could not be classified because there were no parameters for the age group in question, eight had poor performance, five were below average, two average, and one above average. Therefore, if we consider individual performance only on the basis of the number of correct runs

by strictly observing the test protocols, it can be inferred that, although the elderly women regularly participated in physical activities, their usual exercise program may not develop a compatible abdominal strength level with that required to achieve an expected average result for sex and age group. The physical fitness level of the patients evaluated the stage of aging they are in and the physiological changes resulting from this process, the characteristics of the population used to construct the reference values and tests, and the different physical requirements for performing these abdominal tests can also be related to performance.

Another important aspect is that each test requires distinct physical abilities that also manifest in different ways in the various phases of life. P1 is characterized by being a test where the speed of execution is an important prerequisite, because one must execute the greatest possible number of repetitions in a minute, which quickly leads to muscular fatigue. Logic indicates that 1 minute tests reflect much more than just muscular strength and instead also require muscular endurance<sup>21</sup>. P1 presented a higher number of correct replicates, but only by four of the women. Another important aspect with respect to P1 is the requirement for increased spine flexion to slip the hands on the ground and reach the 7.6 cm mark, which could result in pain in the cervical and lumbar region. This requirement, coupled with the speed required to perform the test, imposed a significant stress on the spine, possibly making the test uncomfortable for some people.

P2 was a cadenced test, lasting six minutes, and more women were able to perform at least one correct repetition than for P1. However, its slow execution requires more time required to support the trunk in relation to P1 and, because of this, requires good conditioning of the abdominal musculature. It has also been shown that P2 is easier to perform than P1 because of the more comfortable position of the arms and greater hip stability, which together do not interfere with the distance traveled by the hands during the exercise<sup>22</sup>. It also allows for a number of people to be evaluated simultaneously due to the use of the metronome. On the other hand, by controlling the number of repetitions through the metronome (20 per minute), P2 can become long, exhausting, and demotivating, and this should be considered as a possible limiting factor for the application of this test in the elderly. Despite the advantages of P2, another drawback noted was the lack of coordination and rhythm regarding the use of the metronome. The maintenance of the rhythm of movement depends on the integration of the central commands and neuromuscular coordination, particularly of muscle strength and the reaction time<sup>23</sup>. With aging, there is an increase in motor response time resulting from structural and functional modifications of the organism, altering the integrity of the central nervous system, contributing to slower reactions as the person ages. This decline in sensory functions along with the lack of an adequate time of practice with the instrument (metronome) were probably factors that interfered with the results.

In this study, a higher performance was expected on P2 than on P1, but this was not observed. The explanation for this may be the duration of the test, as mentioned earlier. In comparison to younger people, the elderly need to activate a higher percentage of their reduced muscle mass to generate the same force that allows them to perform and sustain exercises that must be performed with a certain intensity and time<sup>24</sup>. By requiring higher percentages of maximal exercise capacity, muscle

fatigue can occur early in response to increased metabolic stress and decreased ability of the neuromuscular system to generate strength, work, or power during repeated muscle contractions<sup>25</sup>. In addition, localized muscle endurance work requires that a specific muscle group maintain the same strength level for a longer period of time, and in that case, the motivation factor may influence performance on tests aimed at assessing physical aspects. Motivation is an important factor in activities and sports that require high muscular and metabolic activity<sup>26</sup>.

In addition to the characteristics of each test mentioned above, other aspects that could interfere with the results relate to the degree of prior engagement in physical activity and level of physical fitness of the participants, their lack of familiarity with the tests, difficulties in coordination of movements, and difficulty following the test rhythm dictated by the metronome, among others.

When compared to each other, the two tests did not present statistically significant differences for RPE, perception of abdominal effort, or perception of pain in the cervical and lumbar region (Table 3), suggesting that despite some inadequate performances, with some adaptations they could be used in women 55+ years for the purpose of abdominal muscle testing. Regarding pains in the cervical and lumbar region, it can be said that both tests are satisfactory, since the frequency at which these symptoms appeared was low, in spite of greater reports of discomfort in P1.

In regard to effort, evaluated through RPE, both tests are applicable, since values between 12 and 13 correspond to a low level of difficulty and cardiorespiratory overload<sup>15</sup>. The low level of perception of reported abdominal effort may be related to the low activation of the abdominal musculature; however, it is important to mention that each test implies a different perception of effort, because the SPE reflects exercise fatigue in a different way<sup>27,28</sup>, that is, being more sensitive in the active muscles during the performance of power exercises than in central fatigue during the performance of resistance exercises<sup>29</sup>.

Regarding the relationship between performance on the tests with anthropometric parameters and flexibility, there was also no significant difference between them (Table 4). For BMI and waist-to-hip ratio, there was a tendency for an inverse correlation. This trend indicates that overweight women may be at risk of poor performance<sup>30</sup>, as well as limiting their involvement in structured physical activities, with a consequent reduction in muscle strength. Similarly, body weight was another variable that did not demonstrate a significant correlation with performance in both protocols. This finding suggests that, for the evaluated group, body weight does not present as a mechanical barrier to the performance of women 55+ years of age on the tests evaluated.

In this study, excess body weight may also be one of the determining factors for the low abdominal exercise performance and, even though the BMI did not present statistical significance (Table 4), it was inversely proportional to the performance of the participants. Even so, it is assumed that the increase in body mass, represented by the fat component, tends to restrict engagement in physical exercises, especially those that require strength and thus reduces muscular fitness and coordination for more complex exercises.

Flexibility did not demonstrate a statistically significant correlation with performance in the abdominal tests used, suggesting that it did not influence performance. In relation to flexibility, the range of motion

of the joint decreases considerably with age, limiting the motion and function of the elderly. A decrease in flexibility along with shortening of the hip flexor muscle and extensor muscles of the back may result in additional mechanical stress on the joints and soft tissues of the lumbar spine and may cause lordosis. Thus, the deep abdominal muscles are essential to support the lumbar spine and strengthening these muscles can reduce back pain<sup>31</sup>.

Weakening of the abdominal muscles, along with ptosis of the abdomen and shortening of the anteverosory muscles of the pelvis, are factors directly related to the degree of flexibility of the lumbar spine and, consequently, directly related to low back pain. This imbalance may limit spinal movements due to impaired levels of adequate flexibility or pain caused by postural deviations. In people with reduced mobility in the articulations of the spine or with shortening of the extensors of the spine, contraction of the abdominal muscles will exert a greater compression force on the intervertebral discs than in individuals with good spine flexibility<sup>31</sup>. This limitation may interfere with the performance of certain exercises, such as performing trunk flexion during abdominal exercises.

Thus, based on the main findings of this study, we concluded that both abdominal tests evaluated seem to be adequate for women 55+ years, despite the difficulty most of the participants had in performing correct executions, and that anthropometric variables and flexibility did not seem to directly influence the performance.

However, despite the relevance of the results, the present study has some limitations: 1) the use of the same volunteers to carry out the two assessment protocols was a potential limitation. However, this option minimized inter-subject variability; 2) The use of only trained women 55+ years old, which prevents the generalization of the results found here for other populations (for example, men, untrained women, older adults); 3) The use of simple anthropometric measures can also be considered a limitation of the study, since anthropometry has low sensitivity and high variation<sup>32</sup>. Nonetheless, the use of simple anthropometric measures can increase the ecological validity, and to be applied for different professionals involved with exercise prescription.

## Conclusion

Based on the results obtained, it was possible to conclude that both abdominal test protocols were adequate for the sample studied, since they did not present statistically significant differences for performance or perception of pain in the cervical and lumbar region.

Variables such as BMI, body weight, hip waist ratio, and flexibility do not seem to interfere with their performance, at least for the population investigated. In addition, the internal load imposed by the abdominal test protocols, evaluated through SPE, remained within physiological limits, showing that both are safe from the point of view of perceived exertion. On the other hand, the abdominal musculature, evaluated by a perception scale constructed for this study, also did not show any statistically significant results.

Finally, the results indicated that the use of the abdominal test as part of the assessment of musculoskeletal fitness in women 55+ years old proved to be safe, easy to apply, and suitable for this subjects.

## Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

## Bibliography

- Chua KY, Lim WS, Lin X, Yuan JM, Koh WP. Handgrip strength and timed up-and-go (TUG) test are predictors of short-term mortality among elderly in a population-based cohort in Singapore. *J Nutr Health Aging*. 2020;24:371-8.
- Kato S, Murakami H, Demura S, Yoshioka K, Shinmura K, Yokogawa N, Igarashi T, Yonezawa N, Shimizu T, Tsuchiya H. Abdominal trunk muscle weakness and its association with chronic low back pain and risk of falling in older women. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20:273.
- Laukkanen JA, Vuolteenainen A, Kurl S, Araujo CGS, Jae SY, Kunutsor SK. Handgrip strength is inversely associated with fatal cardiovascular and all-cause mortality events. *Ann Med*. 2020;52:109-19.
- Camara FM, Gerez AG, Miranda MLJ, Velardi M. Elderly functional capacity: types of assessment and trends. *Acta Fisiatr*. 2008;15:249-56.
- Kato S, Murakami H, Demura S, Yoshioka K, Shinmura K, Yokogawa N, Igarashi T, Yonezawa N, Shimizu T, Tsuchiya H. Abdominal trunk muscle weakness and its association with chronic low back pain and risk of falling in older women. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20:273.
- Cuellar WA, Wilson A, Blizzard CL, Otahal P, Callisaya ML, Jones G, Hides JA, Winzenberg TM. The assessment of abdominal and multifidus muscles and their role in physical function in older adults: a systematic review. *Physiotherapy*. 2017;103:21-39.
- Raats J, Lamers I, Merken I, Boeckmans J, Soler BM, Normann B, Arntzen EC, Feys P. The content and effects of trunk rehabilitation on trunk and upper limb performance in people with Multiple Sclerosis: a systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2021. doi: 10.23736/S1973-9087.21.06689-2.
- Ribeiro MCM, Sañudo A, Simões EJ, Ramos LR. Relationship between physical activity and functional capacity change in aged cohort in São Paulo, Brazil. *Rev Bras Enferm*. 2021;75:e20200837.
- Matos DG, Mazini Filho ML, Moreira OC, Oliveira CEP, Venturini GR, Silva-Grigoletto ME, Aida FJ. Effects of eight weeks of functional training in the functional autonomy of elderly women: a pilot study. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57:272-7.
- Oliveira CEP, Moreira OC, Matos DG, Pereira ET, Franceschini SCC, Silva NSL, Doimo LA. Hemodynamic responses and physical perceptions how indicators of adequacy of abdominal test protocols for women in middle and old age: a pilot study. *Motricidade*. 2017;13:2-11.
- Esparza-Ros F, Vaquero-Cristóbal R, Marfell-Jones M. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). *International standards for anthropometric assessment*. Adelaide, Australia: National Library of Australia; 2019.
- Kim WM, Seo YG, Park YJ, Cho HS, Lee CH. Effect of Different Exercise types on the cross-sectional area and lumbar lordosis angle in patients with flat back syndrome. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:10923.
- Robertson LD, Magnusdottir H. Evaluation of criteria associated with abdominal fitness testing. *Res Q Exerc Sport*. 1987;58:355-9.
- Sidnei K, Jetté M. The partial curl-up to assess abdominal endurance: age and sex standards. *Sports Training Med Rehabil*. 1990;2:47-56.
- Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med*. 1970; 2:92-8.
- Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. *Applied statistics for the behavioral sciences*. 2003.
- Cohen J. Statistical power analysis. *Curr Dir Psychol Sci*. 1992;1:98-101.
- World Health Organization (WHO). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Report of a WHO, consultation on obesity. Technical Report Series. Geneva, 2000.
- MacFarlane PA. Out with the sit-up, in with the curl-up! *J Physic Educ Recreat Dance*. 1993;64:62-6.
- Jetté M, Quenelle J, Sidney K. Fitness testing and counseling in health promotion. *Can J Sport Sci*. 1992;17:194-8.
- Vera-Garcia, FJ, Flores-Parodi B, Elvira JL, Sarti MA. Influence of trunk curl-up speed on muscular recruitment. *J Strength Cond Res*. 2008;22:684-90.
- Knudson, D, Johnston D. Validity and reliability of a bench trunk-curl test of abdominal endurance. *J Strength Cond Res*. 1995;9:165-9
- Bisio A, Faelli E, Pelosin E, Carrara G, Ferrando V, Avanzino L, Ruggeri P. Evaluation of explicit motor timing ability in young tennis players. *Front Psychol*. 2021;12:687302.
- Jiang CH, Ranganathan VK, Siemionow V, Yue GH. The level of effort, rather than muscle exercise intensity determines strength gain following a six-week training. *Life Sci*. 2017;178:30-4.
- Kataoka R, Vasenina E, Hammert WB, Ibrahim AH, Dankel SJ, Buckner SL. Is there evidence for the suggestion that fatigue accumulates following resistance exercise? *Sports Med*. 2021. doi: 10.1007/s40279-021-01572-0.
- Jurgelis M, Chong WB, Atkins KJ, Cooper PS, Coxon JP, Chong TT. Heightened effort discounting is a common feature of both apathy and fatigue. *Sci Rep*. 2021;11:22283.
- Cotter JA, Garver MJ, Dinyer TK, Fairman CM, Focht BC. Ratings of perceived exertion during acute resistance exercise performed at imposed and self-selected loads in recreationally trained women. *J Strength Cond Res*. 2017; 31: 2313-8.
- Hess TM, Knight RC. Adult Age Differences in the effects of chronic mental fatigue on task-related fatigue, appraisals, and performance. *Motiv Sci*. 2021;7:122-32.
- Moreira OC, Cardozo RMB, Vicente MA, Matos DG, Mazini Filho ML, Guimarães MP, Silva SF, Jeffreys I, Aida FJ, Oliveira CEP. Acute effect of stretching prior to resistance training on morphological, functional and activation indicators of skeletal muscle in young men. *Sport Sci Health*. 2021. doi: 10.1007/s11332-021-00793-0.
- Patiño-Villada FA, González-Bernal JJ, González-Santos J, de Paz JA, Jahouh M, Mielgo-Ayuso J, Romero-Pérez EM, Soto-Cámara R. Relationship of body composition with the strength and functional capacity of people over 70 years. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:7767.
- Hayden JA, Ellis J, Ogilvie R, Malmivaara A, van Tulder MW. Exercise therapy for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;9:CD009790.
- Moreira OC, Alonso-Aubin DA. Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Arch Med Deporte*. 2015;32:387-94.

# Análisis de la evolución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca antes y después de un partido de tenis de mesa en función del resultado

Jon M. Picabea, Jesús Cámara, Javier Yanci

Departamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Educación y Deporte. Universidad del País Vasco (UPV-EHU). Vitoria-Gasteiz.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00077

**Recibido:** 18/05/2021  
**Aceptado:** 23/12/2021

## Resumen

El objetivo del estudio fue analizar el comportamiento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) de jugadores de tenis de mesa antes y después de un partido ateniendo al resultado (ganar o perder). Se midió la VFC antes (PRE) y después (POST) del partido a 21 jugadores de tenis de mesa en un total de 30 partidos. No se observaron diferencias significativas ni en el PRE ni en el POST en función del resultado. Se observó un descenso ( $p < 0,05$ ) en la media de los intervalos RR (media RR), la desviación estándar de los intervalos R-R (SDNN), el logaritmo natural de la raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos R-R (LnRMSSD), el porcentaje de los intervalos RR consecutivos que discrepan en más de 50 ms entre sí (pNN50), el eje transversal (SD1) y longitudinal (SD2) del diagrama de Poincaré en el POST con respecto al PRE en ambos grupos. Sin embargo, las variables de la banda de baja frecuencia expresada en fuerza absoluta (LF Power), la banda de alta frecuencia expresadas en fuerza absoluta (HF Power) y fuerza normalizada (HF Power) mostraron tendencias distintas en función del resultado ( $p < 0,05$ ). Los resultados muestran un descenso en la VFC después de disputar un partido de tenis de mesa independientemente del resultado del partido en el dominio del tiempo y en variables no lineales. No obstante, el dominio de la frecuencia muestra una tendencia distinta en función del resultado.

**Palabras clave:**  
Fatiga. Tenis de mesa.  
Sistema nervioso autónomo.  
Competición. Rendimiento.

## Analysis of heart rate variability evolution on table tennis depending in match result

### Summary

The aim of this study was to compare heart rate variability (HRV) indices before and after a table tennis match, depending in match result. HRV indices were measured before (PRE) and after (POST) match periods to 21 table tennis players ( $21.86 \pm 8.34$  yr) in 30 matches. No significant differences were found neither in PRE nor in POST measures comparing winners and losers. A significantly lower value ( $p < 0.05$ ) was found in mean of RR intervals (mean RR), standard deviation of RR intervals (SDNN), the natural logarithm transform of the root mean square of successive differences between normal heartbeats (LnRMSSD), relative number of successive RR interval pairs that differ more than 50 ms (pNN50), cross (SD1) and longitudinal (SD2) axis of Poincaré plot comparing POST values with PRE values. Nevertheless, low frequency index expressed in absolute power (LF Power) and high frequency indices expressed in absolute power (HF power) and normalised power (HF Power) showed different trends depending on the results ( $p < 0.05$ ). The obtained results show a HRV decrease after table tennis match regardless the match result, in both time domain and non-linear indices. However, frequency domain indices show a different trend depending on the match outcome.

**Key words:**  
Fatigue. Table tennis.  
Autonomous nervous system.  
Competition. Performance

**Correspondencia:** Javier Yanci  
E-mail: javier.yanci@ehu.es

## Introducción

El tenis de mesa es un deporte de raqueta de carácter intermitente, en el que se alternan breves ciclos de trabajo de alta intensidad con periodos incompletos de recuperación<sup>1-3</sup>. Debido a las exigencias de la competición, el tenis de mesa se considera un deporte mixto, donde tanto el sistema aeróbico como el anaeróbico están continuamente solicitados<sup>4</sup>. El sistema aeróbico es la fuente principal de energía durante los partidos, permitiendo una recuperación adecuada durante las interrupciones que se dan durante el juego<sup>2,3</sup>. Por otro lado, debido a las continuas acciones de alta intensidad que se dan durante los partidos, el sistema anaeróbico resulta fundamental en los periodos de esfuerzo<sup>2,3</sup>. Además de las exigencias físicas, el tenis de mesa se caracteriza por ser una modalidad donde los deportistas necesitan realizar, de manera coordinada y a máxima velocidad, diferentes acciones técnicas con los miembros superiores después de haber realizado desplazamientos cortos y rápidos con continuos cambios de dirección<sup>2</sup>. Al mismo tiempo, se requiere de un gran repertorio de movimientos por parte de los jugadores teniendo que seleccionar el golpe correcto lo más rápidamente posible en función de las acciones del rival<sup>5</sup>. Además de la alta exigencia física, las continuas decisiones tácticas que se dan en cada punto y la necesidad de ejecutar con precisión distintas acciones técnicas, los jugadores están sometidos a una alta demanda cognitiva y a un alto nivel de estrés mental<sup>6</sup>. Esta modalidad deportiva, es, por tanto, una modalidad con una alta exigencia tanto física como psicológica<sup>2,6</sup>.

Anteriores estudios han expuesto que tanto las exigencias físicas como psicológicas afectan al estado del sistema nervioso autónomo (SNA)<sup>7</sup>. Durante el ejercicio, debido al aumento de intensidad, se produce un incremento de la actividad simpática y una disminución de la actividad parasimpática, produciéndose en consecuencia un aumento de la frecuencia cardíaca (FC)<sup>8,9</sup>. Con el fin de conocer la activación del SNA, tanto en deportes individuales como en deportes colectivos, se ha utilizado la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC)<sup>10,11</sup>. La VFC es una herramienta no invasiva que muestra la variación del tiempo que transcurre entre latidos consecutivos a través del análisis de los intervalos R-R, permitiendo un análisis de la actividad del SNA y, mostrando así el nivel de activación del sistema nervioso simpático y parasimpático<sup>12,13</sup>. En este sentido, el análisis de la VFC permite observar la respuesta del SNA en diferentes situaciones de ejercicio<sup>9,14</sup>. Las variables utilizadas para medir la VFC son las que se basan en variables del dominio del tiempo, del dominio de la frecuencia y variables no lineales<sup>15</sup>. Los parámetros comúnmente utilizados en el análisis en función del dominio del tiempo son la raíz cuadrada del valor medio de la suma de diferencias al cuadrado de todos los intervalos R-R sucesivos (RMSSD) y la desviación estándar de periodos R-R consecutivos (SDNN)<sup>16</sup>. Estas variables analizan las variaciones de la FC, por lo que dependen de esta<sup>15</sup>. Para aislar el análisis de la VFC de la FC de cada participante, y así poder comparar diferentes situaciones independientemente de la FC, se ha utilizado el logaritmo natural de la raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos R-R (LnRMSSD)<sup>17</sup>. Por otro lado, el análisis a través del dominio de frecuencias descompone la señal R-R en diferentes componentes, mostrando así: i) la banda de alta frecuencia (HF), que muestra la actividad del sistema nervioso parasim-

pático, ii) la banda de baja frecuencia (LF), afectada tanto por el sistema nervioso simpático como parasimpático y iii) el ratio LF/HF, que refleja dominancia simpática cuando este tiene un valor alto<sup>17</sup>. Sin embargo, se ha observado anteriormente que los patrones de respiración afectan a los valores del dominio de la frecuencia, lo que dificulta la interpretación de los resultados<sup>7,18</sup>. Además, el análisis a través de parámetros no lineales de la VFC muestran la modulación parasimpática sin la afectación de la respiración<sup>19</sup>. Concretamente, los parámetros utilizados son el SD1, que refleja la actividad parasimpática en el corazón, y el SD2, que refleja tanto la actividad simpática como parasimpática<sup>20</sup>.

Debido a la información que se obtiene sobre la activación del SNA, la VFC se ha investigado en distintas situaciones de entrenamiento y competición en deportes individuales y colectivos<sup>8,9,21,22</sup>. Varios estudios han analizado la variación de la VFC antes y después de diferentes esfuerzos físicos, con el objeto de analizar la influencia de la actividad física sobre la VFC<sup>9,17,22,23</sup>. Concretamente en jugadores de bádminton, modalidad deportiva similar en estructura al tenis de mesa, se ha observado un descenso de los valores del SDNN y RMSSD post-ejercicio en comparación con valores pre-ejercicio, mostrando así un incremento en la actividad del sistema nervioso simpático inducido por la acumulación de esfuerzo<sup>8,22,24</sup>. Además, un estudio reciente también con jugadores de bádminton ha analizado la VFC pre-post competición en función del resultado competitivo (ganar o perder), con el fin de observar si el resultado competitivo puede afectar a la evolución de la VFC<sup>25</sup>. En dicha investigación se observó que los jugadores que ganaban el partido tenían mayores valores en la ratio LF/HF y una menor magnitud de las variables HF y LF que los jugadores que perdían, mostrando así una mayor activación simpática del SNA en los ganadores. Sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas en parámetros del dominio del tiempo o variables no lineales. A pesar de la importancia que puede tener la evolución de la VFC antes y después de disputar un partido de tenis de mesa atendiendo al resultado obtenido, no existen estudios que analicen este aspecto. Este análisis permitiría un conocimiento más exhaustivo de la exigencia competitiva y del comportamiento del SNA en tenis de mesa en función de ganar o perder el partido, debido a que el resultado del partido parece afectar a la VFC<sup>25</sup>.

Por lo tanto, los objetivos del presente estudio fueron, por un lado, analizar el comportamiento de la VFC de jugadores de tenis de mesa antes y después de disputar un partido atendiendo al resultado obtenido por los jugadores (ganar o perder) y, por otro lado, analizar si la duración del partido afecta a la VFC.

## Material y método

### Participantes

La muestra estuvo compuesta por 21 jugadores de tenis de mesa ( $21,86 \pm 8,34$  años,  $1,73 \pm 0,08$  m,  $64,09 \pm 13,39$  kg y  $21,46 \pm 4,38$  kg·m<sup>-2</sup>), que competían en alguna de las categorías oficiales de tenis de mesa, tanto a nivel nacional como provincial de la comunidad autónoma del País Vasco. Los criterios de inclusión en el estudio fueron tener una licencia federativa en vigor expedida por la Federación Española de Tenis de Mesa y no encontrarse lesionado o estar recuperándose de una lesión en el momento de la investigación. Todos los participantes



tenían experiencia en competición de tenis de mesa superior a dos años. Todos fueron informados de los objetivos y procedimientos de la investigación y aceptaron voluntariamente formar parte de la misma, previa firma del consentimiento informado. En el caso de los jugadores y jugadoras menores de edad, el consentimiento informado también fue firmado por sus padres, madres o tutores legales. El estudio se realizó bajo el consentimiento del club al que pertenecían. Todos los procedimientos siguieron las pautas marcadas por la Declaración de Helsinki (2013), respetando lo establecido en la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPDPCP). Así mismo el estudio fue aprobado por el Comité de Ética para las Investigaciones con Seres Humanos (CEISH, Nº 2080310018-INB0059) de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

## Procedimiento

Se analizaron 30 partidos de tenis de mesa jugados al mejor de 5 sets disputados fuera de la temporada competitiva, obteniéndose 60 registros. En cada uno de los partidos se tuvo en cuenta el resultado obtenido por los jugadores (ganar o perder). Antes y después de los partidos se midió a los participantes la VFC. La VFC se registró durante 8 min PRE y POST partido, teniendo en cuenta para su análisis los últimos 3 min PRE y los primeros 3 min POST. A cada participante se le indicó que se mantuviera tumbado boca arriba durante 8 min antes<sup>26,27</sup> y después del partido<sup>8,9,23,28</sup>. Los registros PRE partido se realizaron antes de los 2 min de calentamiento y el registro POST partido se realizó inmediatamente después de terminar el partido. Se realizó un calentamiento previo a cada partido, que consistió en 2 min de peloteo tanto de derecha como de revés y con golpeo de *topspin*.

## Mediciones

Análisis de la VFC: La señal del ritmo cardíaco se midió mediante una banda de pecho con tecnología Bluetooth Smartyse que se registró en un monitor Polar (V800, Kempele, Finlandia). Los datos obtenidos se transfirieron al ordenador mediante un software específico (Polar Flow, Kempele, Finlandia) y fueron exportados para el análisis de la VFC usando el programa informático Kubios v3.0. (Biosignal Analysis and Medical Imaging Group at the Department of Applied Physics, University of Kuopio, Kuopio, Finlandia).

Los parámetros del dominio del tiempo que se obtuvieron fueron los siguientes: i) la media del intervalo R-R (Media RR); ii) la desviación estándar de los intervalos R-R (SDNN) la cual responde tanto a alteraciones en el sistema simpático como en el parasimpático; iii) la media de la frecuencia cardíaca (FC Media); iv) la desviación estándar de la frecuencia cardíaca (FC STD); v) la frecuencia cardíaca mínima registrada (FC Min); vi) la frecuencia cardíaca máxima registrada (FC Máx); vii) el logaritmo natural de la raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos R-R (LnRMSSD) que refleja la varianza entre latidos en la FC y estima los cambios vagales y viii) el porcentaje de intervalos R-R consecutivos que se distancian más de 50 milisegundos entre sí (pNN50), y que se ha observado que está correlacionado con cambios en el sistema nervioso parasimpático y el RMSSD<sup>29</sup>. Los parámetros anteriores cuantifican la cantidad de VFC observada durante los periodos de monitorización<sup>29</sup>.

De los parámetros del dominio de la frecuencia, los cuales muestran la contribución tanto del sistema nervioso simpático como parasimpático, se registraron: i) los picos de potencia entre 0,04-0,15 Hz (Baja frecuencia (LF)), ii) los picos de potencia entre 0,15-0,40 Hz (Alta frecuencia (HF)) y iii) el ratio entre LF y HF (LF/HF), cuyos valores altos están asociados a un dominio del sistema simpático<sup>17</sup>. Estos valores analizan la frecuencia en la que la distancia del intervalo R-R cambia<sup>17</sup> siendo medido en tres unidades diferentes; i) fuerza absoluta ( $ms^2$ ); ii) fuerza logarítmica (log) iii) fuerza normalizada (u.n.).

En cuanto a los parámetros no lineales analizados, se analizaron los siguientes: i) el eje transversal del diagrama de Poincaré (SD1), que analiza la VFC a corto plazo y es indicador de la actividad simpática<sup>29</sup>; el eje longitudinal del diagrama de Poincaré (SD2), que analiza la VFC a largo plazo, correlaciona con el LF y es indicador de la actividad parasimpática<sup>29</sup>; iii) el ratio SD2/SD1 que se utiliza para analizar el balance autónomo y el equilibrio entre la actividad simpática y parasimpática<sup>29</sup>.

## Análisis estadístico

Los resultados se muestran como media y desviación estándar (DE). La normalidad de los datos se analizó mediante el test de Shapiro-Wilk, observándose que los datos no mostraban una distribución normal. Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para analizar las diferencias entre los jugadores que ganaron y los que perdieron tanto en el momento PRE como en el POST. Por otro lado, se utilizó la prueba de Wilcoxon para analizar si existían diferencias entre los valores PRE partido y POST partido de forma independiente en cada uno de los grupos. El porcentaje de diferencia ( $\Delta$ , %) se calculó en cada caso mediante la siguiente fórmula:  $\Delta$ , (%) =  $[(\text{media POST} - \text{media PRE}) / \text{media PRE}] \times 100$ . Se calculó el tamaño del efecto (TE) tanto para las diferencias entre grupos en cada momento como para las diferencias entre el PRE y el POST en cada uno de los grupos<sup>30</sup>. Tamaños del efecto menores de 0,2, entre 0,2 y 0,5, entre 0,5 y 0,8 y superiores a 0,8 se consideraron triviales, bajos, moderados y altos, respectivamente. Se analizó la relación entre la duración de los partidos y las diferentes variables de la VFC mediante el coeficiente de correlación de Spearman (r). Las correlaciones obtenidas se consideraron altas cuando el valor absoluto se encontraba entre 1 y 0,70, moderadas, entre 0,69 y 0,50, bajas, entre 0,49 y 0,20 y muy bajas, entre 0,19 y 0,09<sup>31</sup>. La significatividad estadística se estableció en  $p < 0,05$ . El análisis estadístico se realizó con el programa Statistical Package for Social Sciences (versión 23,0, SPSS® Inc. Chicago, IL, EE.UU.).

## Resultados

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos en los valores del dominio del tiempo de la VFC en el PRE partido y el POST partido tanto por los jugadores que ganan como por los que pierden el partido. Ni en los valores PRE ni en los valores POST de ninguna de las variables del dominio del tiempo de la VFC se observaron diferencias significativas comparando los jugadores que ganaron el partido con los que lo perdieron ( $p > 0,05$ , TE = -0,4 a 0,28, bajo). Los parámetros media RR, SDNN, LnRMSSD y pNN50 mostraron un descenso significativo en el POST partido con respecto al PRE ( $p < 0,05$ , TE = -0,44 a -2,26, moderado

**Tabla 1. Parámetros descriptores de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en el dominio del tiempo pre partido (PRE) y post partido (POST), divididos por el resultado obtenido en el partido (ganar o perder).**

		PRE	POST	Δ. (%)	TE
Media RR (ms)	GANAR	784,81 ± 126,01	591,59 ± 90,04**	-24,62	-2,15
	PERDER	771,68 ± 125,02	574,96 ± 87,12**	-25,49	-2,26
	Δ. (%)	-1,67	-2,81		
	TE	-0,11	-0,19		
SDNN (ms)	GANAR	41,48 ± 16,47	31,97 ± 21,76**	-22,92	-0,44
	PERDER	38,79 ± 12,96	29,23 ± 20,64**	-24,64	-0,46
	Δ. (%)	-6,49	-8,57		
	TE	-0,21	-0,13		
FC Media (latidos/min)	GANAR	78,12 ± 11,06	103,60 ± 15,02**	32,62	1,7
	PERDER	79,49 ± 11,39	106,85 ± 17,54**	34,42	1,56
	Δ. (%)	1,75	3,13		
	TE	0,12	0,18		
FC STD (latidos/min)	GANAR	5,38 ± 2,34	5,89 ± 4,09	9,44	0,12
	PERDER	5,29 ± 1,49	5,62 ± 3,21	6,24	0,1
	Δ. (%)	-1,78	-4,65		
	TE	-0,06	-0,09		
FC Min (latidos/min)	GANAR	66,34 ± 7,32	85,48 ± 12,13**	28,86	1,58
	PERDER	68,17 ± 10,15	89,84 ± 17,31**	31,8	1,25
	Δ. (%)	2,76	5,1		
	TE	0,18	0,25		
FC Max (latidos/min)	GANAR	93,93 ± 16,86	131,42 ± 23,86**	39,91	1,57
	PERDER	96,27 ± 14,04	138,08 ± 24,12**	43,44	1,73
	Δ. (%)	2,48	5,07		
	TE	0,17	0,28		
LnRMSSD (ms)	GANAR	3,37 ± 0,56	2,92 ± 0,75**	-13,31	-0,6
	PERDER	3,25 ± 0,46	2,75 ± 0,71**	-15,33	-0,71
	Δ. (%)	-3,43	-5,69		
	TE	-0,25	-0,24		
pNN50 (%)	GANAR	12,36 ± 16,75	6,21 ± 11,73**	-49,78	-0,52
	PERDER	8,75 ± 11,16	3,13 ± 7,72**	-64,27	-0,73
	Δ. (%)	-29,16	-49,61		
	TE	-0,32	-0,4		

Media RR: Media del intervalo R-R; SDNN: Desviación estándar de los intervalos R-R; FC Media: Media de la frecuencia cardíaca; FC STD: Desviación estándar de la frecuencia cardíaca; FC Min: Frecuencia cardíaca mínima; FC Max: Frecuencia cardíaca máxima; LnRMSSD: Logaritmo natural de la raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos R-R; pNN50: Porcentaje de intervalos R-R consecutivos que discrepan más de 50 milisegundos entre sí; TE: Tamaño del efecto; Δ. (%): Porcentaje de variación.

\*\*p < 0,01 diferencias significativas con respecto al PRE.

a alto) tanto en el grupo de jugadores que ganaron como en el que perdió el partido. Sin embargo, la FC Media, FC Min y FC Max mostraron un aumento significativo en el POST partido con respecto al PRE ( $p < 0,05$ , TE = 1,25 a 1,7, alto) en ambos grupos. No se observaron diferencias significativas entre el PRE y el POST en la variable FC STD en ninguno de los dos grupos ( $p > 0,05$ , TE = 0,1 a 0,12, trivial).

La Tabla 2 muestra los valores del dominio de la frecuencia de la VFC obtenidos tanto por los jugadores que ganan como por los que pierden el partido en el PRE y el POST partido. Ni en los valores PRE ni en los valores POST de ninguna de las variables del dominio de la frecuencia

se observaron diferencias significativas comparando los jugadores que ganaron el partido con los que lo perdieron ( $p > 0,05$ , TE = -0,66 a 0,53, moderado). Las variables LF Power (log) y HF Power (log) mostraron un descenso significativo en el POST con respecto a los valores PRE partido ( $p < 0,05$ , TE = -0,43 a -0,82, moderado a alto) tanto en los jugadores que ganaron como en los que perdieron el partido. Sin embargo, el LF Power ( $ms^2$ ), HF Power ( $ms^2$ ) y HF Power (u.n.) mostraron una tendencia distinta en ambos grupos. Mientras que el LF Power ( $ms^2$ ) en el grupo que ganó el partido disminuyó significativamente en el POST con respecto al PRE ( $p < 0,05$ , TE = -0,45, moderado), en los jugadores que perdieron el par-

**Tabla 2. Parámetros descriptores de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en el dominio de la frecuencia pre partido (PRE) y post partido (POST), divididos por el resultado obtenido en el partido (ganar o perder).**

		PRE	POST	Δ. (%)	TE
LF Power (ms <sup>2</sup> )	GANAR	1250,28 ± 1263,59	756,09 ± 1099,08**	-39,53	-0,45
	PERDER	948,03 ± 836,46	998,96 ± 2500,83**	5,37	0,02
	Δ. (%)	-24,17	32,12		
	TE	-0,36	0,1		
LF Power (log)	GANAR	6,74 ± 0,89	6,06 ± 1,02**	-10,15	-0,67
	PERDER	6,55 ± 0,78	5,69 ± 1,54**	-13,22	-0,56
	Δ. (%)	-2,86	-6,18		
	TE	-0,25	-0,24		
LF Power (u.n.)	GANAR	68,02 ± 15,03	68,49 ± 18,78	0,69	0,03
	PERDER	68,79 ± 14,47	76,19 ± 14,53**	10,76	0,51
	Δ. (%)	1,12	11,24		
	TE	0,05	0,53		
HF Power (ms <sup>2</sup> )	GANAR	657,82 ± 935,46	816,72 ± 2431,46	24,16	0,07
	PERDER	439,21 ± 487,93	297,09 ± 789,74**	-32,36	-0,18
	Δ. (%)	-33,23	-63,62		
	TE	-0,45	-0,66		
HF Power (log)	GANAR	5,87 ± 1,03	5,17 ± 1,63**	-12,01	-0,43
	PERDER	5,66 ± 0,88	4,36 ± 1,58**	-22,95	-0,82
	Δ. (%)	-3,68	-15,65		
	TE	-0,25	-0,51		
HF Power (u.n.)	GANAR	31,91 ± 14,99	31,44 ± 18,76	-1,49	-0,03
	PERDER	31,13 ± 14,44	23,71 ± 14,45**	-23,83	-0,51
	Δ. (%)	-2,45	-24,58		
	TE	-0,05	-0,53		
LF/HF Power (ms <sup>2</sup> )	GANAR	3,32 ± 2,51	3,03 ± 1,63	-8,72	-0,18
	PERDER	4,06 ± 2,89	3,78 ± 2,69	-6,67	-0,1
	Δ. (%)	22,31	24,93		
	TE	0,26	0,28		

LF: Baja frecuencia; HF: Alta frecuencia; LF/HF: Ratio entre LF y HF; Power (ms<sup>2</sup>): Fuerza absoluta; Power (log): Fuerza logarítmica; Power (u.n.): Fuerza normalizada; TE: Tamaño del efecto; Δ. (%): Porcentaje de variación.

\*\*p < 0,01 diferencias significativas con respecto al PRE.

tido, el LF Power (ms<sup>2</sup>) aumentó significativamente (p < 0,05, TE = 0,02, trivial). En cuanto a HF Power (ms<sup>2</sup>) y HF Power (u.n.), no se observaron cambios significativos en el POST con respecto al PRE partido en el grupo que ganó el partido (p > 0,05, TE = -0,03 a 0,07, trivial), mientras que el grupo que perdió el partido mostró un descenso significativo (p < 0,05, TE = -0,18 a -0,51, trivial a moderado). Con respecto a LF Power (u.n.) no se observaron cambios significativos entre el PRE y el POST en el grupo que ganó el partido (p > 0,05, TE = 0,03, trivial), mientras que el grupo que perdió el partido mostró un aumento significativo (p < 0,05, TE = 0,51, moderado). No se observaron diferencias significativas entre el PRE y POST en ninguno de los dos grupos en la variable LF/HF Power (ms<sup>2</sup>) (p > 0,05, TE = -0,1 a -0,18, trivial).

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos tanto por los jugadores que ganan el partido como por los que pierden el partido en el PRE y

en el POST partido en los valores no lineales de la VFC. Ni en los valores PRE ni en los valores POST de ninguna de las variables no lineales se observaron diferencias significativas comparando los jugadores que ganaron el partido con los que lo perdieron (p > 0,05, TE = -0,37 a 0,2, trivial a bajo). El SD1 y SD2, mostraron un descenso significativo en el POST con respecto al PRE (p < 0,05, TE = -0,38 a -0,48, bajo) tanto en los jugadores que ganaron como en los perdieron el partido. No se observó ninguna diferencia entre PRE y POST en ninguno de los dos grupos en el SD2/SD1 (p > 0,05, TE = 0,24 a 0,28, bajo).

No se obtuvo ninguna asociación significativa entre la duración del partido con las variables de VFC ni en el PRE ni en el POST en ninguno de los grupos. Únicamente se encontraron correlaciones significativas entre la duración del partido y el Δ. (%) FC Min en el grupo que ganó (r = 0,375, p < 0,05) y en el que perdió el partido (r = 0,479, p < 0,01).

**Tabla 3. Parámetros descriptores de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en el dominio no lineal pre partido (PRE) y post partido (POST), divididos por el resultado obtenido en el partido (ganar o perder).**

		PRE	POST	Δ. (%)	TE
Diagrama de Poincaré, SD1	GANAR	24,47 ± 17,16	17,85 ± 17,47**	-27,05	-0,38
	PERDER	20,45 ± 10,95	14,43 ± 12,55**	-29,46	-0,48
	Δ. (%)	-16,41	-19,17		
	TE	-0,37	-0,27		
Diagrama de Poincaré, SD2	GANAR	52,48 ± 18,41	40,96 ± 26,06**	-21,95	-0,44
	PERDER	50,45 ± 16,12	37,73 ± 26,60**	-25,21	-0,48
	Δ. (%)	-3,87	-7,88		
	TE	-0,13	-0,12		
Diagrama de Poincaré, SD2/SD1	GANAR	2,60 ± 1,01	2,86 ± 0,94	10,04	0,28
	PERDER	2,79 ± 0,92	3,05 ± 1,10	9,34	0,24
	Δ. (%)	7,1	6,43		
	TE	0,2	0,17		

SD1: Eje transversal del diagrama de Poincaré; SD2: Eje longitudinal del diagrama de Poincaré; SD2/SD1: Ratio entre SD1 y SD2; TE: Tamaño del efecto; Δ. (%): Porcentaje de variación. \*\*p < 0,01 diferencias significativas con respecto al PRE.

## Discusión

El objetivo del presente estudio fue analizar el comportamiento de la VFC de jugadores de tenis de mesa antes y después de disputar un partido, atendiendo al resultado obtenido (ganar o perder). La VFC es un herramienta útil y no invasiva que permite analizar el comportamiento del SNA<sup>12,32</sup> y ha sido utilizada anteriormente para analizar estados de sobre-entrenamiento, conocer las adaptaciones al entrenamiento y cuantificar el nivel de estrés pre-competitivo<sup>23,33,34</sup>, aspectos que permiten planificar estrategias adecuadas de entrenamiento para la mejora del rendimiento deportivo. Aunque el análisis de la VFC se ha utilizado anteriormente también para comparar los valores previos y posteriores al partido en varias modalidades deportivas<sup>9,21,35</sup> y también en deportes de raqueta como el bádminton<sup>8,22</sup>, no se ha realizado este tipo de análisis en jugadores de tenis de mesa. Además, el presente trabajo es el primer estudio en el que se analiza la evolución de la VFC antes y después de disputar un partido en función del resultado deportivo (ganar o perder) en tenis de mesa, habiéndose encontrado tan solo un estudio en esta línea en bádminton<sup>25</sup>. El análisis de la VFC antes y después de los partidos permite observar cambios en el balance simpático-parasimpático, mostrando así el estado de fatiga del deportista<sup>9</sup> y el análisis diferenciado en función del resultado puede ser relevante debido a que ganar o perder el partido puede generar distinta fatiga, afectando así a la activación del SNA<sup>25</sup>. En este sentido, este análisis permitiría un conocimiento más exhaustivo de la exigencia competitiva de forma diferenciada entre los que ganan y pierden el partido.

Las variables del dominio del tiempo de la VFC se han utilizado en otros deportes de raqueta tales como en el bádminton, para analizar la fatiga post partido<sup>8,22,24</sup>, mostrando un descenso de los valores del SDNN y pNN50, mientras que se observa un aumento de las variables de la FC, posiblemente relacionado con el aumento de la fatiga<sup>17</sup>. Los resultados

de este estudio mostraron un descenso en la media RR, SDNN, LnRMSSD y pNN50 de los valores POST con respecto a los valores PRE, tanto en los jugadores que ganan como en los que pierden el partido. Por el contrario, se apreció un aumento en la FC media, FC Min y FC Max en el POST con respecto al PRE en ambos grupos. Estos resultados coinciden con los obtenidos en estudios anteriores<sup>8,24,36</sup>, los cuales mostraron un descenso en las variables del dominio del tiempo y un aumento en las variables de FC, asociadas al aumento de la fatiga competitiva. Además, la presente investigación aporta información diferenciada, atendiendo al resultado obtenido en el partido, coincidiendo los resultados obtenidos con un estudio anterior realizado con jugadores de bádminton<sup>25</sup>. Estos autores encontraron descensos en las variables del dominio del tiempo de los valores POST con respecto al PRE en partidos de bádminton, tanto en los jugadores que ganaron como en los que perdieron, sin encontrarse diferencias significativas entre los grupos<sup>25</sup>, resultados que coinciden con los obtenidos en el presente estudio ya que las variables del dominio del tiempo de la VFC no mostraron diferencias entre los ganadores y perdedores en la evolución PRE-POST de la VFC. Los resultados obtenidos sugieren que el nivel de fatiga puede haber sido parecido en ambos grupos. La ausencia de diferencias en la evolución de la VFC entre los jugadores ganadores y perdedores pueden deberse a que los partidos analizados fueron disputados entre jugadores de nivel similar, con marcadores muy ajustados y exigencia competitiva alta hasta el final de los partidos. Por lo tanto, podría ser interesante en futuros estudios analizar si la evolución de la VFC puede estar asociada a la carga de la competición y si la carga competitiva es distinta para los jugadores ganadores o perdedores.

Las variables del dominio de la frecuencia descomponen la potencia de la señal RR en diferentes componentes frecuenciales, mostrando así el estado del sistema nervioso autónomo<sup>15</sup>. A pesar de que el análisis de las variables del dominio de la frecuencia se ha utilizado anteriormente en otros deportes para analizar la fatiga post partido<sup>21,24,25,35</sup>, no se ha

utilizado anteriormente en tenis de mesa. Los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron un descenso en el LF Power (log) y HF Power (log) comparando los valores POST con los valores PRE, tanto en los jugadores que ganan como en los que pierden el partido. Estos resultados concuerdan parcialmente con estudios anteriores en bádminton<sup>24,25</sup>, rugby<sup>21</sup>, baloncesto y fútbol<sup>35</sup>. En jugadores de bádminton, se encontraron descensos en HF Power (%) comparando valores pre y post partido, pero no se obtuvo esa diferencia en LF Power (%)<sup>24,25</sup>. Por otro lado, en jugadores de rugby<sup>21</sup>, baloncesto y fútbol<sup>35</sup>, aunque no diferencian entre jugadores que ganan y pierden el partido, se obtuvo un descenso en el post con respecto al pre ejercicio tanto en LF como en HF, mostrando así una activación del sistema nervioso simpático inducido por el ejercicio. Así mismo, en el presente estudio, no se observaron cambios significativos entre los valores pre y post partido en la variable LF/HF en ninguno de los dos grupos. Sin embargo, estudios anteriores encontraron un aumento significativo en esta variable en jugadores de bádminton<sup>24,25</sup>, de fútbol o de baloncesto<sup>35</sup> y de atletas<sup>36</sup>, mostrando así una mayor activación del sistema simpático después de la competición respecto a valores previos a la competición. Una de las principales novedades del presente estudio, es que analiza la evolución de la VFC de forma diferenciada atendiendo al resultado del partido (ganar o perder) en tenis de mesa. Los resultados obtenidos sugieren que las variables LF Power (ms<sup>2</sup>), HF Power (ms<sup>2</sup>), HF Power (u.n.) y LF Power (u.n.) mostraron tendencias diferentes en función del resultado del partido. En el grupo que ganó el partido, se observaron descensos en la variable LF Power (ms<sup>2</sup>), mientras que la variable HF Power (ms<sup>2</sup>) aumentaba y las variables LF Power (u.n.) y HF Power (u.n.) no variaban, comparando los valores PRE y POST partido. Por otro lado, en el grupo que perdió el partido se observó que las variables HF Power (ms<sup>2</sup>) y HF Power (u.n.) descendían, mientras que las variables LF Power (ms<sup>2</sup>) y LF Power (u.n.) aumentaban, comparando los valores antes y después del partido. Estos resultados no coinciden con los resultados obtenidos en un estudio similar realizado con jugadores de bádminton<sup>25</sup>, en el que observaron las mismas tendencias pre-post tanto en los jugadores que ganan como los que pierden el partido, excepto para la variable LF Power (%), que a pesar de que las diferencias pre-post no fueron significativas, en el grupo que ganaba se observaba un descenso en esta variable, mientras que en el grupo que perdía el partido se observaba un aumento. Tal y como indican estudios anteriores<sup>7,18</sup>, es posible que estos resultados contradictorios se deban, por un lado, a que los valores del dominio de la frecuencia pueden estar afectados por los patrones de respiración, los cuáles no se controlaron en esta investigación, y por otro lado, a que el tipo de ejercicio realizado pueda afectar a las variables del dominio de la frecuencia<sup>34</sup>, así como la atención, el estrés o el estado anímico del deportista<sup>7,25</sup>. En este sentido, tal y como indican otros estudios<sup>18</sup>, se recomienda que se realice el análisis de la VFC mediante el dominio del tiempo o medidas no lineales, ya que aportan datos independientemente del patrón de respiración. De cara a futuras investigaciones, convendría analizar aspectos como la gestión del estrés o la respiración, con el fin de conocer cómo afectan en los valores del dominio de la frecuencia en función del resultado del partido.

Como se ha comentado anteriormente, las variables no lineales de la VFC muestran la modulación parasimpática sin la afectación de la respiración<sup>19</sup>. Los métodos no lineales se han utilizado anteriormente

en otros deportes como herramienta de análisis de fatiga<sup>8,22,24,25</sup>. Los resultados de este estudio muestran un descenso significativo entre el PRE y el POST en SD1 y SD2 tanto en los jugadores que ganan como en los que pierden el partido. Estos resultados concuerdan con estudios realizados anteriormente en otros deportes de raqueta como el bádminton<sup>8,22,24,25</sup>, en los que se produce un aumento de la actividad simpática y una reducción de la actividad parasimpática al final del partido con respecto al inicio. Sin embargo, contrariamente a los resultados obtenidos en las variables del dominio de la frecuencia, no existen diferencias entre los jugadores que ganaron y los que perdieron en las variables no lineales, coincidiendo los resultados obtenidos con un estudio anterior realizado con jugadores de bádminton<sup>25</sup>. Estas diferencias en las tendencias observadas entre los valores de las variables del dominio de la frecuencia y de las variables no lineales de la VFC pueden ser debidas a que en los métodos no lineales los patrones de respiración no afectan a los resultados obtenidos<sup>7,18,25</sup>, mientras que la respiración sí puede afectar a las variables del dominio de la frecuencia.

A pesar de que anteriores investigadores observaron que la duración y el tiempo de la sesión del ejercicio afectan directamente a la VFC<sup>7</sup>, debido principalmente a la activación del sistema simpático y descenso de la actividad del sistema nervioso parasimpático, existe controversia en este aspecto. Contrariamente a los resultados expuestos en estudios previos<sup>7</sup>, un estudio realizado con corredores de larga distancia mostró que la VFC inmediatamente post ejercicio no estaba relacionada con la duración del ejercicio<sup>37</sup>. Sin embargo, estos autores exponen que cuanto mayor intensidad tenía el ejercicio, más tiempo debía transcurrir para que los valores de la VFC post ejercicio volvieran a los valores basales<sup>37</sup>. En el presente estudio, a excepción de la FC Min, no se encontraron correlaciones significativas entre las variables de la VFC y la duración del partido de tenis de mesa ni en el grupo de jugadores que ganó ni en el que perdió el partido. La ausencia de asociación significativa entre la duración del partido y los parámetros de la VFC obtenida en este estudio parecen confirmar las conclusiones obtenidas en estudios anteriores<sup>37,38</sup>, en los que se expone que, tanto en ejercicio de carácter continuo como intermitente, la VFC puede estar influenciada en mayor medida por la intensidad del ejercicio que por su duración. Por lo tanto, en futuros estudios sería interesante controlar la evolución de la VFC y además cuantificar la intensidad del partido, para analizar si existe alguna asociación entre ambas variables.

La limitación principal de este estudio es la ausencia de investigaciones previas con las que comparar los resultados obtenidos, tan solo permitiendo comparar las diferencias pre y post partido en la VFC en función del resultado de la competición con el bádminton. Tampoco hemos encontrado ningún estudio que analizara la VFC en jugadores de tenis de mesa, teniendo que comparar los resultados obtenidos con otros deportes similares como el bádminton y otras modalidades menos similares como el fútbol, el baloncesto o el rugby. Por otro lado, los resultados se obtuvieron mediante partidos simulados, por lo que es posible que, en una competición real, el estrés psicológico, entre otros factores, pudieran afectar de distinta forma al comportamiento de la VFC. Sería conveniente que en futuros estudios se analizara si la VFC varía en función del resultado del partido en competición oficial, controlando otras variables que afectan a la VFC como la intensidad del partido, la calidad del sueño o el estrés competitivo.

## Conclusiones

Tal y como se ha observado en este estudio, existe un descenso en la VFC después de disputar un partido simulado de tenis de mesa, debido al esfuerzo realizado, independientemente del resultado del partido. Sin embargo, a pesar de que se observen descensos tanto en las variables del dominio del tiempo como en las variables no lineales en ambos grupos, no existe esta tendencia en las variables del dominio de la frecuencia, posiblemente debido a la afectación de la respiración en estas variables. Por otro lado, los resultados obtenidos en el presente estudio parecen evidenciar que no existe relación entre la duración del partido de tenis de mesa y la VFC.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del subproyecto Enfoque de método mixto en el análisis de rendimiento (en entrenamiento y competición) en el deporte de élite y academia [PGC2018-098742-B-C33] (2019-2021) [del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MCIU), la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)], que forma parte del proyecto coordinado New approach of research in physical activity and sport from mixed methods perspective (NARPAS\_MM) [SPGC201800X098742CV0].

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

## Bibliografía

- Katsikadelis M, Pililaniadis T, Mantzouranis N. Test-retest reliability of the "table tennis specific battery test" in competitive level young players. *Eur Psychomot J*. 2014;6:3-11.
- Zagatto AM, Morel EA, Gobatto CA. Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. *J Strength Cond Res*. 2010;24:942-9.
- Zagatto AM, Papoti M, Gobatto CA. Validity of a critical frequency test for measuring table tennis aerobic endurance through specific protocol. *J Sport Sci Med*. 2008;7:461-6.
- Melero C, Pradas de la Fuente F, Vargas C. Control biomédico del entrenamiento en tenis de mesa. Ejemplo de test de campo. *Apunt Educ Fis y Deport*. 2005;81:67-76.
- Faber IR, Pion J, Munivraña G, Faber NR, Nijhuis-Van der Sanden MWG. Does a perceptuomotor skills assessment have added value to detect talent for table tennis in primary school children? *J Sports Sci*. 2018;36:2716-23.
- Abenza L, Olmedilla A, Martínez C. Proposal of psychological training integrated into sport training in two table tennis players table-tennis: an experience in the CAR Sant Cugat of Barcelona. *Infpsicol*. 2016;112:74-94.
- Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sport Med*. 2003;33:889-919.
- Garrido A, De La Cruz B, Garrido MA, Medina M, Naranjo J. Variabilidad de la frecuencia cardiaca en un deportista juvenil durante una competición de bádminton de máximo nivel. *Rev Andaluza Med del Deport*. 2009;2:70-4.
- Hernández-Cruz G, Quezada-Chacon JT, González-Fimbres RA, Flores-Miranda FJ, Naranjo-Orellana J, Rangel-Colmenero BR. Effect of consecutive matches on heart rate variability in elite volleyball players. *Rev Psicol del Deport*. 2017;26:9-14.
- Cervantes JC, Rodas G, Capdevila L. Heart-rate variability and precompetitive anxiety in swimmers. *Psicothema*. 2009;21:531-6.
- Bricout VA, DeChenaud S, Favre-Juvin A. Analyses of heart rate variability in young soccer players: The effects of sport activity. *Auton Neurosci Basic Clin*. 2010;154:112-6.
- Laborde S, Mosley E, Thayer JF. Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research - Recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. *Front Psychol*. 2017;8:1-18.
- Gavrilova EA. Heart rate variability and sports. *Hum Physiol*. 2016;42:571-8.
- Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Brazilian J Med Biol Res*. 2008;41:854-9.
- Rodas G, Caballido CP, Ramos J, Capdevila L. Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (I). *Arch Med Deport*. 2008;25:41-7.
- Bourdillon N, Schmitt L, Yazdani S, Vesin JM, Millet GP. Minimal window duration for accurate HRV recording in athletes. *Front Neurosci*. 2017;11:456.
- Djaoui L, Haddad M, Chamari K, Dellal A. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *Physiol Behav*. 2017;181:86-94.
- Saboul D, Pialoux V, Hautier C. The impact of breathing on HRV measurements: Implications for the longitudinal follow-up of athletes. *Eur J Sport Sci*. 2013;13:534-42.
- Buchheit M. Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Front Physiol*. 2014;5:1-19.
- Makivic B, Nikic MD, Willis MS. Heart rate variability (HRV) as a tool for diagnostic and monitoring performance in sport and physical activities. *J Exerc Physiol*. 2013;16:103-27.
- Edmonds RC, Sinclair WH, Leicht AS. Effect of a training week on heart rate variability in elite youth rugby league players. *Int J Sports Med*. 2013;34:1087-92.
- Garrido A, De La Cruz B, Medina M, Garrido MA, Naranjo J. Heart rate variability after three badminton matches. Are there gender differences? *Arch Med Deport*. 2011;28:257-64.
- Fortes LS, da Costa BDV, Paes PP, do Nascimento Júnior JRA, Fiorese L, Ferreira MEC. Influence of competitive-anxiety on heart rate variability in swimmers. *J Sport Sci Med*. 2017;16:498-504.
- Bisschoff CA, Coetzee B, Esco MR. Relationship between autonomic markers of heart rate and subjective indicators of recovery status in male, elite badminton players. *J Sport Sci Med*. 2016;15:658-69.
- Bisschoff CA, Coetzee B, Esco MR. Heart rate variability and recovery as predictors of elite, African, male badminton players' performance levels. *Int J Perform Anal Sport*. 2018;18:1-16.
- Plews DJ, Laursen PB, Le Meur Y, Hausswirth C, Kilding AE, Buchheit M. Monitoring training with heart rate-variability: how much compliance is needed for valid assessment? *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9:783-90.
- Schmitt L, Regnard J, Parmentier AL, Mauny F, Mourot L, Coulmy N, et al. Typology of "fatigue" by heart rate variability analysis in elite nordic-skiers. *Int J Sports Med*. 2015;36:999-1007.
- Buchheit M, Millet GP, Parisy A, Pourchez S, Laursen PB, Ahmaidi S. Supramaximal training and postexercise parasympathetic reactivation in adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40:362-71.
- Shaffer F, Ginsberg JP. An overview of heart rate variability metrics and norms. *Front Public Heal*. 2017;5:1-17.
- Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
- Salaj S, Markovic G. Specificity of jumping, sprinting, and quick change of direction motor abilities. *J Strength Cond Res*. 2011;25:1249-55.
- Lucini D, Marchetti I, Spataro A, Malacarne M, Benzi M, Tamorri S, et al. Heart rate variability to monitor performance in elite athletes: Criticalities and avoidable pitfalls. *Int J Cardiol*. 2017;240:307-12.
- Ravé G, Fortrat JO. Heart rate variability in the standing position reflects training adaptation in professional soccer players. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116:1575-82.
- Dong JG. The role of heart rate variability in sports physiology. *Exp Ther Med*. 2016;11:1531-6.
- Esco MR, Williford HN, Flatt AA, Freeborn TJ, Nakamura FY. Ultra-shortened time-domain HRV parameters at rest and following exercise in athletes: an alternative to frequency computation of sympathovagal balance. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118:175-84.
- Luft CDB, Takase E, Darby D. Heart rate variability and cognitive function: Effects of physical effort. *Biol Psychol*. 2009;82:196-201.
- Saboul D, Balducci P, Millet G, Pialoux V, Hautier C. A pilot study on quantification of training load: The use of HRV in training practice. *Eur J Sport Sci*. 2016;16:172-81.
- Stanley J, Peake JM, Buchheit M. Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: Implications for training prescription. *Sport Med*. 2013;43:1259-77.

# Diferencias de carga interna y externa entre futbolistas adultos y juveniles en un partido amistoso

Jorge Pérez-Contreras<sup>1</sup>, Susana Elgueta-Moya<sup>2</sup>, Rodrigo Villaseca-Vicuña<sup>3</sup>, Esteban Aedo-Muñoz<sup>4,5</sup>, Bianca Miarka<sup>5</sup>, Pablo Merino-Muñoz<sup>5,6</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ciencias del Deporte, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile. <sup>2</sup>Departamento de Educación Física, Deportes y Recreación, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile. <sup>3</sup>Centro de Rendimiento Físico e Investigación Deportiva, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España. <sup>4</sup>Escuela de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Santiago de Chile, Chile. <sup>5</sup>Programa de Posgraduación en Educación Física, Universidad Federal de Rio de Janeiro, Brasil. <sup>6</sup>Núcleo de investigación en ciencias de la motricidad humana, Universidad Adventista de Chile, Chile.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00078

Recibido: 29/06/2021  
Aceptado: 23/12/2021

## Resumen

**Objetivo:** Determinar diferencias de carga interna y externa durante un partido no-oficial entre jugadores de Primera División Adultos y Sub-19 del mismo club empleando sistemas portátiles de posicionamiento global.

**Método:** Durante un partido no-oficial entre una categoría Adulta y una Sub-19, se monitoreó la carga interna a través de la frecuencia cardíaca y carga externa a través del rendimiento de carrera. Se monitorearon a siete jugadores adultos ( $25,57 \pm 5,06$  años) y cinco jugadores Sub-19 ( $18,6 \pm 0,54$  años). Se realizaron comparaciones entre las categorías en el primer tiempo, segundo tiempo y partido total mediante la prueba U de Mann-Whitney y calculando los tamaños del efecto a través de porcentajes de diferencia (PD).

**Resultados:** Se encontraron diferencias ( $p < 0,05$ ) de carga externa en velocidad máxima en primer tiempo y partido total, alcanzando los jugadores Sub-19 los valores más elevados (velocidad máxima primer tiempo:  $32,34$  vs  $27,77$  km/h y PD =  $15,3\%$ ; partido total:  $32,6$  vs  $28,14$  km/h y PD =  $14,7\%$ ). Por otro lado, solo se hallaron diferencias en carga interna en zona 3 de frecuencia cardíaca (70 a 80% de la FC máxima) en primer y segundo tiempo, donde los jugadores Sub-19 pasaron más tiempo en esta zona (zona 3 de frecuencia cardíaca primer tiempo:  $6,1$  vs  $1,73$  minutos y PD =  $111,6\%$ ; segundo tiempo:  $20,49$  vs  $5,21$  minutos y PD =  $118,8\%$ ). No se hallaron diferencias en las demás variables analizadas.

**Conclusión:** A partir de los resultados obtenidos podemos concluir que no existen diferencias de carga interna y externa en jugadores adultos con jugadores sub-19, con excepción de velocidad máxima y zona 3 de frecuencia cardíaca en este equipo durante un partido no oficial. Por lo que, para efectos prácticos, los jugadores Sub-19 de este equipo, podrían encontrarse en condiciones para enfrentar las exigencias físicas que requiere la competencia de categoría adulta.

## Palabras clave:

Deportes. Frecuencia cardíaca.  
Fútbol. Monitoreo fisiológico.

## Differences in internal and external load between adult and youth players in a friendly match

### Summary

**Objective:** To determine differences in internal and external load during an unofficial match between First Division Adult and U-19 players of the same club using portable global positioning systems.

**Methods:** During an unofficial match between an adult and a U-19 category, internal load through heart rate and external load through running performance were monitored. Seven adult players ( $25.57 \pm 5.06$  years) and five U-19 players ( $18.6 \pm 0.54$  years) were monitored. Comparisons were made between categories in the first half, second half and total match using the Mann-Whitney U test and calculating effect sizes through percent difference (PD).

**Results:** Differences were found ( $p < 0.05$ ) of external load in maximum speed in first half and total match, with U-19 players reaching the highest values (maximum speed first half:  $32.34$  vs  $27.77$  km/h and PD =  $15.3\%$ ; total match:  $32.6$  vs  $28.14$  km/h and PD =  $14.7\%$ ). On the other hand, differences in internal load were only found in heart rate zone 3 (70 to 80% of maximum HR) in the first and second half, where U-19 players spent more time in this zone (heart rate zone 3 first half:  $6.1$  vs  $1.73$  minutes and PD =  $111.6\%$ ; second half:  $20.49$  vs  $5.21$  minutes and PD =  $118.8\%$ ). No differences were found in the other variables analyzed.

**Conclusion:** From the results obtained we can conclude that there are no differences in internal and external load in adult players with U-19 players, except for maximum speed and heart rate zone 3 in this team during a non-official match. Therefore, for practical purposes, the U-19 players of this team could be in conditions to face the physical demands required by the adult category competition.

## Key words:

Sports. Heart rate. Soccer.  
Physiologic monitoring.

Correspondencia: Pablo Merino-Muñoz  
E-mail: pablo.merino@usach.cl

## Introducción

El fútbol es un deporte de carácter intermitente, donde se alternan acciones de alta intensidad y periodos de descanso<sup>1,2</sup>. En las últimas décadas, los aspectos competitivos del fútbol han evolucionado<sup>3</sup>, razón por la cual, ha existido un mayor énfasis al desarrollo de las cualidades físicas en los jugadores, siendo este factor considerado como la base para la formación técnica y táctica de los futbolistas<sup>4</sup>. La carga física puede ser descrita como carga externa (CE) (por ej: distancia total, metros en sprint, etc.) y las respuestas agudas que ocurren como consecuencia del entrenamiento o partido, llamada también carga interna (CI) (por ej: frecuencia cardíaca, lactato, etc.)<sup>5</sup> y los equipos técnicos invierten un considerable tiempo en monitorear la carga física de sus jugadores<sup>6</sup>. En la bibliografía científica, es posible encontrar investigaciones que otorgan variada información respecto a CI y CE de jugadores en distintas categorías y edades<sup>7,8</sup>. El creciente interés por analizar CI y CE durante los 90 minutos de partido se justifica en la necesidad que tienen los jugadores en adaptarse a exigencias físicas multifactoriales del juego<sup>9</sup>, entendiendo que a partir del rendimiento físico de los jugadores se sustenta el desempeño técnico y táctico<sup>10</sup>. La identificación de CI impuestas en el fútbol revela información esencial que puede ayudar a mejorar las estrategias de entrenamiento y recuperación en los jugadores<sup>11</sup>, además de determinar la aparición de la fatiga<sup>12-14</sup>.

Para valorar la CI se ha usado métodos basados en mediciones de frecuencia cardíaca (FC) en entrenamiento o en competencias<sup>6</sup>. Alexandre *et al.*, (2012)<sup>11</sup> menciona que la medición de FC constituye una de las variables fisiológicas más utilizadas para cuantificar la CI de los jugadores de fútbol. La utilización de esta variable permite determinar los periodos de reducción del rendimiento y la aparición de la fatiga en los jugadores<sup>14</sup>. Se ha informado que la intensidad media de juego va desde 80 a 90% de la frecuencia cardíaca máxima (FCM)<sup>11</sup>.

Con respecto a la CE, se puede encontrar información de los movimientos realizados por jugadores de fútbol, donde se establece que la distancia recorrida (DT), independiente del nivel de perfeccionamiento de los jugadores, presenta valores de 9 a 14 km recorridos por partido<sup>2,15</sup>. Otra medida que permite conocer el rendimiento deportivo de los jugadores es la variación de la velocidad de los desplazamientos durante el partido<sup>16</sup>. Se ha reportado que durante los partidos el futbolista recorre un 22-24% a velocidades superiores a 15 km/h (umbral de alta intensidad; correspondiente a la velocidad por encima de la velocidad media en el segundo umbral de ventilación en los jugadores de fútbol profesionales), un 8-9% a más de 20 km/h (umbral de muy alta intensidad; correspondiente a velocidad por encima de la media aeróbica máxima velocidad en los jugadores de fútbol profesionales), y 2-3% a más de 25 km/h (sprint) umbral; correspondiente a la velocidad de cierre a la máxima velocidad de sprint en la carrera profesional jugadores de fútbol)<sup>17</sup>.

Esta información permite cuantificar los perfiles de trabajo realizado por los jugadores, ayudando a entrenadores a identificar las actuaciones de sus jugadores<sup>18</sup>. Estudios muestran que con frecuencia se ejecutan acciones de velocidad o sprint durante un partido de fútbol<sup>2,19</sup>. La capacidad de realizar sprint y repetirlos permanentemente en el juego, permite distinguir entre diferentes niveles de rendimientos en los jugadores<sup>20</sup>. Este indicador puede ser analizado determinando el número total de sprint, la distancia recorrida o la duración de los

esfuerzos a altas velocidades registrados por los jugadores<sup>21</sup>. De esta manera, es posible comprender de manera empírica que los esfuerzos de alta velocidad en un partido de fútbol no son propiedades estables, y que dependen de factores como la condición física del jugador, las condiciones ambientales y las funciones tácticas de los jugadores<sup>16,22</sup>.

La utilización de tecnología por medio de sistemas de localización satelital (GPS) ha permitido a los investigadores evaluar la CE y CI en deportes colectivos intermitentes de alta intensidad, permitiendo la monitorización, valoración y control del rendimiento deportivo<sup>23,24</sup>. El desarrollo de instrumentos de registro, específicos para deportes de equipo, proporciona una herramienta necesaria, tanto para conseguir un mayor conocimiento del patrón de actividad de estas disciplinas, como para la cuantificación de las cargas de entrenamientos<sup>25</sup>. Esta tecnología también se ha aplicado para detectar la aparición de la fatiga en los partidos, identificar los periodos de juego más intensos, perfiles diferentes de actividad por posición, nivel de competencia, y el deporte<sup>12,26</sup>. La importancia de cuantificar la carga de esfuerzo en el fútbol contribuye a una mejor comprensión de las demandas físicas y fisiológicas específicas del deporte, con el fin de optimizar el rendimiento deportivo en el juego<sup>21</sup>.

Para nuestro conocimiento, no se conocen datos de CI y CE de partido entre una categoría Adulta versus categoría Sub-19, por lo que conocerlos podría ayudar a los cuerpos técnicos a tomar decisiones desde una perspectiva condicional, respecto a identificar si los jugadores juveniles están preparados para enfrentarse a una categoría adulta e incluso saber si están preparados para ser parte de ella. La presente investigación, tiene como objetivo valorar la CI y CE de jugadores de un equipo profesional de primera división chileno, en condiciones reales de juego durante un partido no-oficial y determinar las diferencias entre las categorías Adulta y Sub-19 del mismo club, empleando GPS.

## Material y método

### Diseño

Esta investigación posee un enfoque cuantitativo, de carácter no experimental, transversal y descriptivo.

### Descripción de la muestra

La muestra está compuesta por 12 jugadores de fútbol, 7 profesionales Adultos (25,57 ± 5,06 años) y cinco jugadores Sub-19, (18,6 ± 0,54 años) pertenecientes a un club profesional de fútbol (Tabla 1), que compiten en el campeonato nacional chileno de las categorías Primera División Adulta y Juvenil. Todos los participantes fueron informados de los objetivos y voluntariedad de la investigación, a través de un consentimiento informado, según la Declaración de Helsinki (2013)<sup>27</sup>. Estos documentos fueron revisados y firmado por cada una de las participantes. Junto con lo anterior, se solicitó autorización de las entidades responsables del club.

### Procedimientos

La valoración de la CI en esta investigación se determinará a través de parámetros de la frecuencia cardíaca. Por otro lado, la CE se valorará



**Tabla 1. Características de la muestra.**

Categoría	n	Edad M ±DE	Talla (m) M ±DE	MC (kg) M ±DE	IMC M ±DE
Adultos	7	25,57 ±5,06	1,74 ±0,06	71 ±4,97	23,47 ±0,63
Sub-19	5	18,6 ±0,54	1,77 ±0,02	72,38 ±2,61	22,82 ±1,15

M: media; DE: desviación estándar; n: número de muestra; MC: masa corporal; IMC: índice de masa corporal.

por medio de variables de distancia total recorrida, velocidad de desplazamiento y número de sprint. Los datos utilizados para el estudio fueron de jugadores que participaron durante todo el partido. Los datos del calentamiento no fueron incluidos dentro de la carga de partido. El partido se jugó en cancha de pasto natural y utilizaron zapatos con estoperoles. El partido fue realizado a las 10:00 de la mañana y consto con los tiempos de partidos oficiales: 2 tiempos de 45 minutos con un descanso de 15 minutos.

## Instrumentos y materiales

El GPS modelo SPI ELITE, diseñado y desarrollado por la empresa australiana GPSport Systems<sup>28</sup>. Este dispositivo es capaz de registrar desplazamientos y velocidades de los deportistas, además de la frecuencia cardíaca de los jugadores. El SPI ELITE posee las siguientes características: GPS (muestreo de 1 hz), monitor del ritmo cardíaco, acelerómetro triaxial y dimensiones de 91mm x 45mm x 21mm y peso de 75gr. Una vez capturada la actuación del jugador por el SPI ELITE, los datos son descargados a un computador para ser analizados y manipulados mediante el Software TEAM AMS diseñado por la empresa GPSports Systems, programa que genera informes a través de hojas de cálculo.

La valoración de la CE realizada por los jugadores fue determinada a partir de propuestas encontradas en la bibliografía científica, con el fin de hacer posibles comparaciones. Se cuantificó la distancia recorrida en cinco zonas de velocidades establecidas por Di Salvo *et al.*, (2007)<sup>29</sup>: D<sub>1-11</sub> (0 a 11 km/h de pie, caminar o trotar), D<sub>11-14</sub> (11,1 a 14 km/h velocidad baja de carrera), D<sub>14-19</sub> (14,1 a 19 km/h carrera de velocidad moderada), D<sub>19-23</sub> (19,1 a 23 km/h carrera de alta velocidad) y D<sub>23</sub> (>23 km/h sprint). Además, se calculó la distancia total recorrida (DT) y la velocidad máxima alcanzada durante el partido (VM).

La valoración de la CI fue determinada mediante la frecuencia cardíaca registrada. Se clasificó en seis zonas de trabajo establecidas por Cunniffe *et al.*, (2009) en relación a la frecuencia cardíaca máxima alcanzada durante el partido (FCM) (30): Zona 1 (FC1) (0 a 60% FCM), zona 2 (FC2) (60 a 70% FCM), zona 3 (FC3) (70 a 80% FCM), zona 4 (FC4) (80 a 90% FCM), zona 5 (FC5) (90 a 95% FCM) y zona 6 (FC6) (95 a 100% FCM). Además se calculó la frecuencia cardíaca promedio durante el partido (FCP).

## Análisis estadístico

La estadística descriptiva de los datos se presentó como media y desviación estándar. Para conocer la distribución de los datos se realizó una prueba de distribución de normalidad de Shapiro-Wilk y la

homosteceidad con la prueba de Levene, en las cuales se comprobó una distribución no-normal de las variables y se aceptó la homosteceidad de las mismas. Para determinar si había diferencias entre grupos se utilizó la prueba no-paramétrica para muestras independientes U de Mann-Whitney. Se calculó el tamaño del efecto a través de porcentaje de diferencia (PD) entre categorías<sup>31</sup>. Toda la estadística fue llevada a cabo con el software SPSS v.25 con un alfa de  $p < 0.05$ .

## Resultados

En las Tabla 2 y 3 se puede apreciar la descripción de la CI y CE del primer (T1) y segundo tiempo (T2) como del partido en total (PT) divididos por categoría Adulta y Sub-19. Se puede observar que sólo se encontraron diferencias ( $p < 0,05$ ) en CE en la variable de VM en T1 y PT, alcanzando los jugadores Sub-19 los valores más elevados (T1-VM: 32,34 vs 27,77 km/h y PD = 15,3%; PT-VM: 32,6 vs 28,14 km/h y PD = 14,7%). Por otro lado, solo se hallaron diferencias en CI en la variable FC3 en T1 y T2, donde los jugadores Sub-19 pasaron más tiempo en esta zona (T1-FC3: 6,1 vs 1,73 minutos y PD = 111,6%; T2-FC3: 20,49 vs 5,21 minutos y PD = 118,8%). No se hallaron diferencias en las demás variables analizadas.

## Discusión

El sistema GPS proporciona una herramienta útil para controlar y comprender las exigencias físicas específicas de este deporte y de esta manera contribuir en el diseño y planificación del entrenamiento, que permitan optimizar el rendimiento de los jugadores en la competencia (25). El presente estudio tuvo como objetivo evaluar y conocer diferencias entre carga interna (CI) y externa (CE) entre futbolistas adultos y juveniles en un partido amistoso empleando sistemas portátiles de posicionamiento global (GPS). Los principales hallazgos de este estudio fueron diferencias en CE en la variable de VM en T1 y PT, alcanzando los jugadores Sub-19 los valores más elevados. También, se hallaron diferencias significativas en CI en la variable FC3 en T1 y T2, donde los jugadores Sub-19 pasaron más tiempo en esta zona.

Que no se hayan encontrado diferencias en las demás variables de CI y CE, puede ser explicado por el nivel de condición física que pudiesen presentar ambas categorías como las cargas de entrenamiento (CI y CE durante la semana) a las que pudiesen estar sometidos durante la temporada. Rabbani *et al.*, (2021)<sup>32</sup> comparó a la categoría adulta (edad: 28,3 ±2,0 años) versus la Sub-19 (edad: 18,0 ±0,4 años) de un equipo de primera división de Irán, en pruebas de aceleración (tiempo 0 a 10 metros lineal), velocidad (tiempo 0 a 30 metros lineal), cambio de dirección (test 505), resistencia intermitente (30-15 IFT) y la CI de forma indirecta, por medio de la percepción subjetiva de esfuerzo (PSE), encontrando que los jugadores adultos tenían mayor rendimiento en las pruebas de aceleración, (Tamaño del efecto [TE]= 0,96) velocidad (TE=0,81) y cambio de dirección (TE=0,24), pero los jugadores Sub-19 un mejor rendimiento de resistencia intermitente (TE=0,34). A su vez, los jugadores Sub-19 tenían PSE mayores que la categoría adulta, excepto durante los partidos, donde se hallaron diferencias triviales. Otro estudio encontró resultados similares con relación a la carga de entrenamiento,

**Tabla 2. Estadística descriptiva e inferencial del primer y segundo tiempo.**

Variables	1er Tiempo						2do Tiempo					
	Adulta		Sub-19		Entre-grupos		Adulta		Sub-19		Entre-grupos	
	M	±DE	M	±DE	p	PD	M	±DE	M	±DE	p	PD
<b>Carga externa</b>												
TD (m)	5480	208	5275	409	0,37	3,8	4866	738	4990	464	0,68	2,5
VM (km/h)	<b>27,7</b>	<b>2,3</b>	<b>32,3</b>	<b>2,5</b>	<b>0,02*</b>	<b>15,3</b>	26,2	3,1	27,9	1,5	0,28	6,3
D1-11 (m)	3399	146	3322	190	0,68	2,3	3104	383	3260	179	0,46	4,9
D11-14 (m)	943	161	788	18	0,22	17,9	807	164	698	167	0,16	14,5
D14-19 (m)	792	167	769	140	0,46	2,9	707	143	685	200	0,37	3,2
D19-23 (m)	241	61	259	75	0,93	7,2	181	73	254	95	0,37	33,3
D23 (m)	104	69	134	61	0,46	25,2	67	58	91	50	0,37	30,4
NS (frecuencia)	6,4	2,7	7,8	3	0,41	19,7	5	4,1	7	2,9	0,36	33,3
<b>Carga interna</b>												
FCP (ppm)	168	51	180	13	0,8	6,9	154	44	170	12	0,46	9,9
FCM (ppm)	190	45	207	11	0,74	8,6	185	53	202	11	0,93	8,8
FC1 (min)	3,1	8	0,1	0,2	0,69	187,5	3,9	9,7	0,2	0,3	0,6	180,5
FC2 (min)	3,4	8,3	0,5	0,6	0,89	148,7	0,9	0,9	2,5	2,5	0,22	94,1
FC3 (min)	<b>1,73</b>	<b>1,9</b>	<b>6,1</b>	<b>3,4</b>	<b>0,02*</b>	<b>111,6</b>	<b>5,2</b>	<b>5,3</b>	<b>20,4</b>	<b>22,2</b>	<b>0,04*</b>	<b>118,8</b>
FC4 (min)	12,6	9,2	19,8	2,1	0,08	44,4	14,2	8,1	18,7	4,4	0,46	27,6
FC5 (min)	15,5	7,9	14,2	3,9	0,22	8,8	14,9	12,3	10,2	3,5	0,46	37,7
FC6 (min)	8,3	6,3	4,1	1,1	0,29	67,7	5,72	4,8	3,4	2,9	0,46	50,9

\*diferencias <0,05; M: media; DE: desviación estándar; PD: porcentaje de diferencia; TD: distancia total; VM: velocidad máxima; D1-11 distancia total 1-11 km/h; D11-14 distancia total 11-14 km/h; D14-19 distancia total 14-19 km/h; D19-23 distancia total 19-23 km/h; D23 distancia total sobre 23 km/h; NS: numero de sprint; FCP: frecuencia cardíaca promedio; FCM: frecuencia cardíaca máxima; FC1 tiempo en zona 1 de frecuencia cardíaca; FC2 tiempo en zona 2 de frecuencia cardíaca; FC3 tiempo en zona 3 de frecuencia cardíaca; FC4 tiempo en zona 4 de frecuencia cardíaca; FC5 tiempo en zona 5 de frecuencia cardíaca; FC6 tiempo en zona 6 de frecuencia cardíaca.

donde se comparó la CE durante una temporada de un equipo adulto (edad: 25,9 ±5,2 años) versus la categoría Sub-19 (edad: 18,7 ±1,3 años) de un equipo de segunda división de Francia y se encontró que las cargas fueron similares e inclusive para algunas variables, la categoría Sub-19 tuvo valores más altos<sup>33</sup>. Asumiendo que las cargas de entrenamiento no pudiesen ser iguales en distintos clubes, algo similar podría ocurrir en nuestro estudio y explicar que no haya diferencias significativas en la mayoría de las variables de CE y CI.

Los valores de VM obtenidos por la categoría Sub-19, son similares en el estudio de Hespanhol *et al.*, (2021)<sup>34</sup> quien relacionó la composición corporal y los estados de maduración biológica con velocidad máxima alcanzada durante un partido de fútbol, encontrando que aquellos jugadores con un mayor desarrollo biológico, post pico de velocidad de crecimiento (PVC) presentan VM mayores (32,22 ±1,79 km/h), en comparación con jugadores pre-PVC (21,91±2,56 km/h) y durante el PVC (29,77 ±2,16 km/h), pudiendo esto concordar con el rango etario de nuestra muestra. A su vez, Zúñiga-morales *et al.*, (2021)<sup>35</sup> informó valores promedios de velocidad máxima de (28,4 ±2,5 a 29 ±2,3 km/h) en jugadores profesionales pertenecientes a un club de la primera división costarricense, durante 5 partidos amistosos de pretemporada, reportando valores ligeramente mayores a los obtenidos por el plantel profesional, donde es preciso considerar que en este caso, sólo se evaluó en una oportunidad y frente a un equipo juvenil. Sin embargo, existe

similitud de los valores obtenidos por los jugadores profesionales de nuestro estudio, con los encontrados en el estudio de Mallo *et al.*, (2015)<sup>36</sup> quien reportó una media en la velocidad máxima de carrera de (28,3 ± 2,5 km/h) en jugadores profesionales de fútbol de España, durante 11 partidos amistosos de pretemporada. Existe una disminución de la DT durante el segundo tiempo documentada por Krustup, *et al.* (2001)<sup>37</sup> de 5% y 3% según Mohr, *et al.* (2003)<sup>38</sup>, similares a las encontradas en ambas categorías.

A partir de las zonas de FC propuestas por Cunniffe *et al.*, (2009)<sup>30</sup>, es posible determinar que los jugadores Sub-19 estuvieron un tiempo mayor en FC3 (6,1 vs 1,73 y 20,49 vs 5,21), pero no se reflejaron diferencias en las distancias de alguna determinada banda velocidad, por lo que estas diferencias podrían atribuirse a las variadas posiciones en las cuales se desempeñan los jugadores<sup>39</sup>, o la fatigabilidad de rendimiento o percepción de fatigabilidad con la que llegaron al partido<sup>40,41</sup>. En el estudio de Vargas *et al.*, (2014)<sup>42</sup> se registraron durante partidos de la pretemporada valores de FCP de (165,85±14,88 ppm) y FCM (189,25±5,96 ppm), similares a los valores obtenidos por los jugadores profesionales, pero inferiores a los registrados por los jugadores Sub-19 de nuestro estudio. Los valores de FCP equivalen a un 88,4% y un 86,9 % de la FCM, mayores a los registrados por Stølen *et al.*, (2005)<sup>10</sup> en jugadores de elite. Esto supondría que la edad y nivel competitivo puede ser un factor diferenciador de rendimiento físico<sup>43</sup>.

Tabla 3. Estadística descriptiva e inferencial del partido total.

Variables	Adulta		Sub-19		Entre-grupos	
	M	±DE	M	±DE	p	PD
<b>Carga externa</b>						
TD (m)	10347	671,9	10265	813	0,465	0,8
VM (km/h)	<b>28,14</b>	<b>2,27</b>	<b>32,6</b>	<b>2,41</b>	<b>0,018*</b>	<b>14,7</b>
D1-11 (m)	6502	502,9	6582	345,5	0,935	1,2
D11-14 (m)	1751	196,6	1488	320,1	0,167	16,3
D14-19 (m)	1499	171,7	1455	340,6	0,372	3,0
D19-23 (m)	422,7	97,83	514	154,3	0,372	19,5
D23 (m)	171,1	109,9	225,4	86,01	0,167	27,4
NS (frecuencia)	11,43	5,83	14,8	5,22	0,188	25,7
<b>Carga interna</b>						
FCP (ppm)	161,1	46,89	175,6	12,94	0,685	8,6
FCM (ppm)	191,7	45,94	207,4	11,5	0,745	7,9
FC1 (min)	7,11	12,1	0,33	0,46	0,603	182,3
FC2 (min)	4,37	7,97	3,12	3,19	0,935	33,4
FC3 (min)	6,94	7,05	14,6	8,11	0,123	71,1
FC4 (min)	26,81	16,41	38,59	5,71	0,167	36,0
FC5 (min)	30,53	9,26	24,53	6,67	0,167	21,8
FC6 (min)	14,04	10,49	7,64	2,98	0,291	59,0

\* diferencias <0.05; M media; DE desviación estándar; PD porcentaje de diferencia; TD distancia total; VM velocidad máxima; D1-11 distancia total 1-11 km/h; D11-14 distancia total 11-14 km/h; D14-19 distancia total 14-19 km/h; D19-23 distancia total 19-23 km/h; D23 distancia total sobre 23 km/h; NS numero de sprint; FCP frecuencia cardíaca promedio; FCM frecuencia cardíaca máxima; FC1 tiempo en zona 1 de frecuencia cardíaca; FC2 tiempo en zona 2 de frecuencia cardíaca; FC3 tiempo en zona 3 de frecuencia cardíaca; FC4 tiempo en zona 4 de frecuencia cardíaca; FC5 tiempo en zona 5 de frecuencia cardíaca; FC6 tiempo en zona 6 de frecuencia cardíaca.

Respecto a los resultados obtenidos, se reconocen limitaciones en nuestro estudio, referidas principalmente al tamaño muestral, que corresponde únicamente a dos equipos de fútbol, del mismo club y de diferente categoría, por lo que no es posible generalizar a otros equipos del mismo nivel competitivo, los valores reportados en este estudio. Por otro lado, se debe indicar que el registro de datos fue durante un solo partido no oficial siendo posible esperar respuestas diferentes en las variables estudiadas en un partido oficial, pudiendo incluso incrementarse los valores y diferencias entre grupos, debido a la motivación intrínseca de la competición como a comportamientos tácticos<sup>39,44</sup>. También es preciso considerar dentro del análisis, la posición de juego, pues la respuesta fisiológica demostrada a través de CI y CE está relacionada con las características y exigencias específicas del puesto<sup>39,43</sup>. Los resultados y el análisis de este estudio no permiten explicar el rendimiento de un equipo, pues no se consideran factores técnicos, tácticos y la lógica interna del juego, pudiendo sólo entregar una visión del aspecto condicional e individual del jugador<sup>45</sup>.

Considerando las limitaciones del estudio, ha sido posible comparar el perfil físico de los jugadores de fútbol durante un partido no oficial y de esta manera conocer el grado en que las variables estudiadas se manifiestan durante el juego y en diferentes categorías de competición. Los datos presentados en este estudio, representados por una muestra nacional de deportistas, intenta ser un aporte para los cuerpos técnicos,

permitiéndoles configurar sus planificaciones a partir de las demandas físicas del juego, en las diferentes categorías y a su vez llenar el vacío investigativo que enfrenta el fútbol nacional en esta materia, contribuyendo a la obtención de datos que beneficien el rendimiento deportivo de los equipos y utilizar la información registrada para conocer la realidad que viven los futbolistas dentro del panorama deportivo nacional, abriendo paso a futuras investigaciones que favorezcan a los distintos participantes de este deporte.

## Conclusión

A partir de los resultados obtenidos podemos concluir que no existen diferencias de carga interna y externa de jugadores adultos con jugadores sub-19, con excepción de VM y FC3 en este equipo durante un partido no oficial. Por lo que, para efectos prácticos, los jugadores Sub-19 de este equipo, podrían encontrarse en condiciones para enfrentar las exigencias físicas que requiere la competencia de la categoría adulta. Por último, debido al bajo número participantes y toma de datos en el tiempo (longitudinal), se hace necesario seguir investigando para corroborar y confirmar estos resultados en otros equipos.

## Declaración de autoría

Contribuciones de los autores: J.P-C: Diseño, Análisis, y redacción del manuscrito; S.E-M: Diseño, recolección de datos y redacción del manuscrito; R. V-V: Redacción del manuscrito; E.A-M: Análisis, recolección de datos y redacción del manuscrito; B.M: Análisis y redacción del manuscrito; P.M-M: Diseño, análisis y redacción del manuscrito.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

## Bibliografía

- Turner AN, Stewart PF. Strength and conditioning for soccer players. *Strength Cond J*. 2014;36:1-13.
- Dolci F, Hart NH, Kilding AE, Chivers P, Piggott B, Spiteri T. Physical and energetic demand of soccer. *Strength Cond J*. 2020;42:70-7.
- Bush M, Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bradley PS. Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Hum Mov Sci*. 2015;39:1-11. doi:10.1016/j.humov.2014.10.003
- Maciel WP, Caputo EL, Silva MC da. Distância percorrida por jogadoras de futebol de diferentes posições durante uma partida. *Rev Bras Ciências do Esporte*. 2011;33:465-74.
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora SM. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci*. 2005;23:583-92.
- Delaney JA, Duthie GM, Thornton HR, Pyne DB. Quantifying the relationship between internal and external work in team sports: development of a novel training efficiency index. *Sci Med Footb*. 2018;2:149-56.
- Buchheit M, Mendez-Villanueva A, Simpson BM, Bourdon PC. Match running performance and fitness in youth soccer. *Int J Sports Med*. 2010;31:818-25.
- Lago-Peñas C, Casais L, Dellal A, Rey E, Dominguez E. Anthropometric and physiological characteristics of young soccer players according to their playing positions: Relevance for competition success. *J Strength Cond Res*. 2011;25:3358-67.
- Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci*. 2000;18:669-83.
- Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: An update. *Sport Med*. 2005;35:501-36.

11. Alexandre D, Silva CD Da, Hill-Haas S, et al. Heart rate monitoring in soccer: Interest and limits during competitive match play and training, practical application. *J Strength Cond Res.* 2012;26:2890-906.
12. Leduc C, Lacombe M, Buchheit M. The use of standardised runs ( and associated data analysis ) to monitor neuromuscular status in team sports players: a call to action. *Sport Perform Sci Rep.* 2020;1:1-5.
13. Lacombe M, Simpson BM, Buchheit M. Monitoring training status with player-tracking technology. Part 2: Increasing coach "buy-in" with good data visualisation. *Aspetar Sport Med J.* 2018:64-6.
14. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Fatigue in soccer: A brief review. *J Sports Sci.* 2005; 23:593-9.
15. Sarmento H, Marcelino R, Anguera MT, Campaniço J, Matos N, Leitão JC. Match analysis in football: a systematic review. *J Sports Sci.* 2014;32:1831-43.
16. Gregson W, Drust B, Atkinson G, Salvo VD. Match-to-match variability of high-speed activities in premier league soccer. *Int J Sports Med.* 2010;31:237-42.
17. Rampinini E, Coutts AJ, Castagna C, Sassi R, Impellizzeri FM. Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med.* 2007;28:1018-24.
18. Oreilly J, Wong SHS. The development of aerobic and skill assessment in soccer. *Sport Med.* 2012;42:1029-40.
19. Di Salvo V, Baron R, González-Haro C, Gormasz C, Pigozzi F, Bachl N. Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *J Sports Sci.* 2010;28:1489-94.
20. Haugen TA, Tønnessen E, Hisdal J, Seiler S. The role and development of sprinting speed in soccer. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9:432-41.
21. Andrzejewski M, Chmura J, Pluta B, Strzelczyk R, Kasprzak A. Analysis of sprinting activities of professional soccer players. *J Strength Cond Res.* 2013;27:2134-40.
22. Buchheit M, Modunotti M, Stafford K, Gregson W, Di Salvo V. *Sport Perform Sci Rep.* 2018;1:1-3.
23. Buchheit M, Simpson BM. Player-tracking technology: Half-full or half-empty glass? *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12:35-41.
24. Malone JJ, Lovell R, Varley MC, Coutts AJ. Unpacking the black box: Applications and considerations for using gps devices in sport. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017; 12:18-26.
25. Cummins C, Orr R, O'Connor H, West C. Global positioning systems (GPS) and micro-technology sensors in team sports: A systematic review. *Sport Med.* 2013;43:1025-42.
26. Aughey RJ. Applications of GPS technologies to field sports. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;6:295-310.
27. General assembly of the world medical association. world medical association declaration of helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2013;310:2191-4.
28. Coutts AJ, Duffield R. Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *J Sci Med Sport.* 2010;13:133-5.
29. Di Salvo V, Baron R, Tschan H, Calderon Montero FJ, Bachl N, Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med.* 2007;28:222-7.
30. Cunniffe B, Proctor W, Baker JS, Davies B. An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using global positioning system tracking software. *J Strength Cond Res.* 2009;23:1195-203.
31. Merino-Muñoz P, Pérez-Contreras J, Aedo-Muñoz E. The percentage change and differences in sport: a practical easy tool to calculate. *Sport Perform Sci Reports.* 2020;118:446-50.
32. Rabbani A, Wong DP, Clemente FM, Kargarfard M. Internal training load and fitness profile between adult team versus junior team soccer players. *Kinesiology.* 2021;53:71-7.
33. Coppalle S, Ravé G, Moran J, Salhi I, Abderrahman A Ben, Zouita S, et al. Internal and external training load in under-19 versus professional soccer players during the in-season period. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18:1-10.
34. Hespanhol J, Pignataro J, Lopes T, Pereira N, Moreira J, Arruda M. Influencia de la composición corporal y la masa ósea en la velocidad máxima obtenida durante un partido de fútbol en futbolistas jóvenes Influence of body composition and bone mass on maximum speed during a match in young soccer players. *Rev Peru ciencias la Act física y del Deport.* 2021;8:1054-63.
35. Zúñiga-morales C, Ugalde-ramírez A, Gutierrez-Vargas R, Rojas-valverde D. Análisis de los comportamientos motrices de jugadores profesionales costarricenses de fútbol en partidos amistosos en pretemporada. *Rev Peru ciencias la Act física y del Deport.* 2021;8:1116-28.
36. Mallo J, Mena E, Nevado F, Paredes V. Physical Demands of Top-Class Soccer Friendly Matches in Relation to a Playing Position Using Global Positioning System Technology. *J Hum Kinet.* 2015;47:179-88.
37. Krstrup P, Bangsbo J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: Effect of intense intermittent exercise training. *J Sports Sci.* 2001;19:881-91.
38. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci.* 2003;21:519-28.
39. Aquino R, Carling C, Palucci Vieira LH, et al. Influence of Situational Variables, Team Formation, and Playing Position on Match Running Performance and Social Network Analysis in Brazilian Professional Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2020;34:808-17.
40. Enoka RM, Duchateau J. Translating fatigue to human performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48:2228-38.
41. Thorpe RT, Strudwick AJ, Buchheit M, Atkinson G, Drust B, Gregson W. Tracking morning fatigue status across in-season training weeks in elite soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016;11:947-52.
42. Vargas A, Urkiza I, Gil S. Variables predictoras de éxito en fútbol: análisis de los partidos de pretemporada mediante gps. *Rev Prep Física en el Fútbol.* 2014.
43. Slimani M, Nikolaidis PT. Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: A systematic review. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;141-63.
44. Casamichana D, Castellano J. Demandas físicas en jugadores semiprofesionales de fútbol: ¿se entrena igual que se compete? *Cult Cienc y Deport.* 2011;6:121-7.
45. Reina Gómez A, Hernández Mendo A. Revisión de indicadores de rendimiento en fútbol. *Rev Iberoam Ciencias la Act Física y el Deport.* 2012;1:1-14.

# Factores determinantes de la limitación física funcional en pacientes revascularizados por síndrome coronario agudo

Laura C. Dávila Landínez<sup>1</sup>, Laura N Coral Vásquez<sup>1</sup>, Aura N. Carrizales Sánchez<sup>1</sup>, Andrés Mauricio Ariza<sup>1</sup>, Hedilberto Duarte Hernández<sup>2</sup>, Hugo C.D de Souza<sup>3</sup>, Stella V. Philbois<sup>3</sup>, Juan C. Sánchez Delgado<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Santo Tomás. Seccional Bucaramanga. Colombia. <sup>2</sup>Instituto del Corazón de Bucaramanga. Colombia. <sup>3</sup>Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Ribeirão Preto SP. Brasil. <sup>4</sup>Universidad de Santander. Bucaramanga. Colombia.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00079

Recibido: 06/09/2021

Aceptado: 03/02/2022

## Resumen

**Introducción:** La capacidad física funcional se asocia de manera indirecta con la mortalidad, y frecuentemente se ve comprometida después de un evento cardiovascular, de ahí la importancia de considerar sus factores pronósticos durante el tratamiento en los pacientes cardiopatas.

**Objetivo:** Identificar los factores pronósticos de la limitación física funcional en pacientes revascularizados por Síndrome Coronario Agudo (SCA).

**Material y método:** Se realizó un análisis retrospectivo de 29 historias clínicas tomadas de pacientes sometidos a una prueba de esfuerzo (Protocolo Bruce o Bruce modificado) posterior a una revascularización miocárdica durante los meses de enero a diciembre del 2019. Para el análisis estadístico se realizó una regresión logística univariada y multivariada (*odds ratio*-OR), así como un análisis de regresión lineal simple entre las variables de interés.

**Resultados:** los pacientes analizados tenían una media de edad de  $60 \pm 9,2$  años, y el 76% fueron hombres. La presencia de hipertensión arterial sistémica (HAS), menores valores de Frecuencia Cardíaca (FC) máxima ( $\beta = 0,112$ ; CI: 0,074, 0,149;  $p < 0,001$ ), altos valores de Presión Arterial Sistólica (PAS) ( $\beta = -0,083$ ; CI 95%: -0,152, -0,014;  $p < 0,020$ ), y un mayor número de factores de riesgo ( $\beta = -1,580$ ; CI 95%: -2,456-0,868;  $p < 0,001$ ), son considerados predictores de limitación física funcional ( $< 7$  METs).

**Conclusión:** La presencia de HAS, un mayor número de factores de riesgo, así como altos niveles de PAS máxima y menores valores de FC máxima alcanzadas durante la prueba de esfuerzo, mostraron ser factores pronósticos de la limitación funcional en sujetos revascularizados por SCA.

## Palabras clave:

Rehabilitación. Prueba de esfuerzo. Isquemia miocárdica.

## Determining factors of functional physical limitation in patients with myocardial revascularization by acute coronary syndrome

### Summary

**Introduction:** Functional physical capacity is indirectly associated with mortality, and may be compromised after a cardiovascular event, hence the importance of considering its prognostic factors during treatment in heart disease patients.

**Aim:** To identify the prognostic factors of functional physical limitation in patients with myocardial revascularization for acute coronary syndrome.

**Material and method:** A retrospective analysis was carried out of 29 medical records taken from patients submitted to a stress test (Bruce, modified Bruce) after myocardial revascularization during the months of January to December 2019. For the statistical analysis, a univariate and multivariate logistic regression (Odds Ratio-OR) was performed, as well as a simple linear regression analysis between the variables of interest.

**Results:** the analyzed patients had a mean age of  $60 \pm 9,2$  years, and 76% were men. The presence of systemic arterial hypertension (SAH), lower values of Maximum Heart Rate (HR) ( $\beta = 0,112$ ; CI: 0,074, 0,149;  $p < 0,001$ ), high values of Systolic Arterial Pressure (SBP) ( $\beta = -0,083$ ; CI 95%: -0,152, -0,014;  $p < 0,020$ ), and a greater number of risk factors ( $\beta = -1,580$ ; CI 95%: -2,456-0,868;  $p < 0,001$ ), are considered predictors of functional limitation ( $< 7$  METs).

**Conclusion:** The presence of SAH, a greater number of risk factors, as well as high maximum SBP levels and lower maximum HR values reached during the stress test, were shown to be prognostic factors of functional limitation in subjects revascularized for ACS.

## Key words:

Rehabilitation. Exercise test. Myocardial ischemia.

Correspondencia: Juan Carlos Sánchez Delgado

E-mail: juansanchez@ustabuca.edu.co

## Introducción

La prueba de esfuerzo en pacientes revascularizados por enfermedad coronaria ha sido usada principalmente con objetivos diagnósticos para determinar isquemias residuales, arritmias, síntomas y respuestas fisiológicas dinámicas antes de iniciar un programa de rehabilitación cardíaca. Aproximadamente el 30% de estos programas realizan prueba de esfuerzo, a pesar de considerarse el estándar de oro para iniciar la rehabilitación. El aumento de la edad y de las condiciones de multimorbilidad en la población revascularizada, hace parecer más relevante su uso para guiar la prescripción y la progresión de los tratamientos farmacológicos y de ejercicio físico que comúnmente reciben estos pacientes<sup>1,2</sup>.

Dentro de la información comúnmente extraída al realizar una prueba de esfuerzo en este tipo de pacientes, están: la frecuencia cardíaca máxima y la carga máxima de trabajo determinada por la fatiga, la angina o por la evidencia electrocardiográfica de isquemia. Lo anterior, permite establecer intensidades de entrenamiento seguras para aumentar la capacidad física funcional<sup>3,4,1</sup>. Esta capacidad o aptitud física es comúnmente reportada por medio de equivalentes metabólicos (METs), y ha mostrado ser un indicador pronóstico de sobrevida libre de eventos, mortalidad total y cardiovascular<sup>5,6</sup>, su aumento se acompaña de influencias positivas sobre los sistemas vascular, cardíaco, hematológico, inmunológico y nervioso, además, es considerado un predictor más fuerte de mortalidad al ser comparado con el tabaquismo, la HAS, el colesterol alto, la diabetes *mellitus*, y otros predictores obtenidos en una prueba de esfuerzo como la depresión del segmento<sup>7</sup>.

Por todo lo anterior, el incremento de la capacidad física funcional debe ser considerado como un objetivo fundamental de tratamiento en los pacientes revascularizados<sup>7</sup>. Además, el reconocer factores influyentes de la capacidad física funcional podrían llevar a mejorar las estrategias de control de la enfermedad coronaria posterior a un proceso quirúrgico; por lo anterior el objetivo del presente estudio es identificar los factores pronósticos de la limitación funcional medida por medio de un test ergométrico en pacientes revascularizados por síndrome coronario agudo.

## Material y método

Se realizó un estudio retrospectivo descriptivo transversal basado en la información derivada de veintinueve historias clínicas de pacientes sometidos a una prueba ergométrica después de haber recibido por primera vez un proceso de revascularización por síndrome coronario agudo (SCA) en el Instituto del Corazón de Bucaramanga (ICB) entre los meses de enero y diciembre del 2019. La información extraída fue: edad, sexo, talla, peso, tipo de SCA, tipo de revascularización, participación en programa de rehabilitación cardíaca, número de sesiones prescritas, número de sesiones realizadas, factores de riesgo cardiovascular y rehospitalizaciones posterior a la revascularización.

Las pruebas de esfuerzo seleccionadas tuvieron objetivo diagnóstico, por lo tanto, los pacientes suspendieron el tratamiento farmacológico para su realización; solo fueron seleccionadas aquellas en las que no hubiese cambios electrocardiográficos compatibles con

isquemia o trastornos de ritmo, y en las cuales la razón de suspensión fuese la fatiga. Las variables analizadas fueron: tipo de protocolo (Bruce estándar y Bruce modificado), FC basal, FC máxima alcanzada durante el test de esfuerzo, PAS basal, PAS máxima alcanzada durante la prueba de esfuerzo, Presión Arterial Diastólica (PAD), PAD máxima alcanzada durante el esfuerzo, consumo de oxígeno máximo ( $VO_{2máx}$ ) obtenido por medición indirecta, METs, y presencia de limitación funcional " $<7$  METs de tolerancia al ejercicio"<sup>8,9</sup>.

## Análisis estadístico

La información obtenida fue digitada en Excel, y se realizó análisis de los resultados a través de Stata 12.0. Las variables continuas fueron analizadas en medidas de tendencia central y de dispersión, las categóricas a través de frecuencias absolutas y relativas. Para estimar la influencia de los diferentes factores asociados con la limitación funcional de la población objeto de estudio, se realizó una regresión logística univariada y multivariada (*Odds Ratio*-OR). Adicionalmente, se desarrolló un análisis de correlación por medio del test de Pearson entre la tolerancia al esfuerzo en METs y las variables continuas de interés. Finalmente, se hizo un análisis de regresión lineal simple con aquellas variables que presentaron resultados significativos en la correlación. Se consideraron estadísticamente significativas aquellas asociaciones con  $p < 0,05$ .

## Consideraciones éticas

Los autores declaran que los procedimientos se realizaron de acuerdo con los estándares éticos del comité de experimentación humana responsable, y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Se respetaron los principios éticos de confidencialidad, caridad, no disfunción, autonomía y justicia. Finalmente, esta investigación fue aprobada por el comité de ética de la Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga. (Concepto ético #01402020-1012032020)

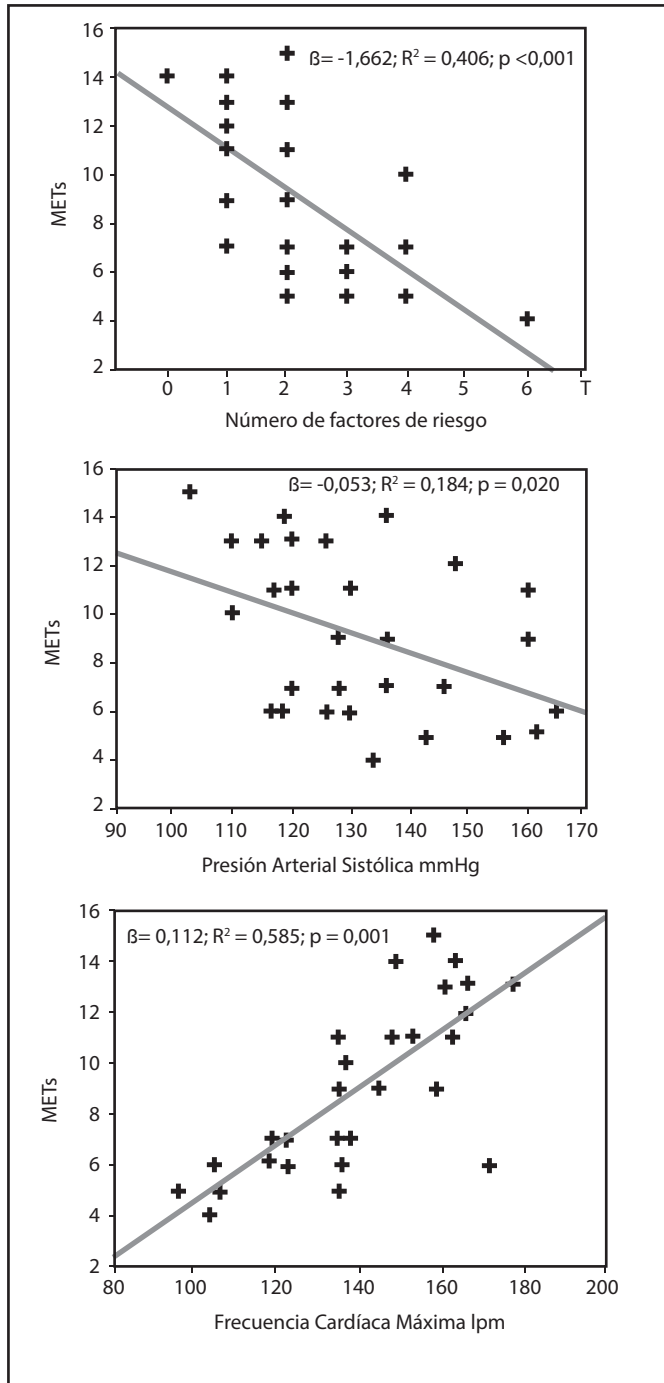
## Resultados

De la población analizada: la edad media fue de  $60 \pm 9,2$  años, el 76% eran hombres, el factor de riesgo más prevalente fue la HAS presente, el 83% recibió intervención percutánea, el 86% realizó prueba de Bruce estándar y el 31% presentó limitación funcional (Tabla 1).

En el análisis univariado y multivariado, la limitación funcional se asoció con la presencia de hipertensión. Los hipertensos tienen 16 veces más probabilidades de presentar limitación funcional en comparación con aquellos en los que no se informó este diagnóstico (Tabla 2).

En la Tabla 3, se observa relación directa de la tolerancia al esfuerzo físico con la FCM; y relación indirecta entre esta misma variable con el número de factores de riesgo y la PAS. De acuerdo con el análisis de regresión lineal, un latido de FCM aumentado, podría incrementar los METs en 0,11 ( $\beta = 0,112$ ; CI: 0,074, 0,149;  $p < 0,001$ ); adicionalmente, por cada mmHg aumentado de PAS, los METs disminuyen 0,08 ( $\beta = -0,083$ ; CI 95%: -0,152, -0,014;  $p < 0,020$ ), y por cada unidad de factor de riesgo aumentado los METs disminuyen 1,5 ( $\beta = -1,580$ ; CI 95%: -2,456-0,868;  $p < 0,001$ ) (Figura 1).

Figura 1. Análisis de regresión lineal entre la capacidad física funcional, número de factores de riesgo cardiovascular, PAS y FCM.



## Discusión

La presencia de HAS, de un mayor número de factores de riesgo, de altos niveles de PAS máxima y menores valores de FC máxima alcanzadas durante la prueba de esfuerzo, mostraron ser factores pronósticos de la limitación funcional en sujetos revascularizados por SCA.

Tabla 1. Características generales de la población.

Variable	n=29	%
Sexo (Hombre)	22	76
Factores de riesgo		
Obesidad	13	44
HTA	14	48
Diabetes	3	10
Dislipidemia	10	34
Tabaquismo	3	10
Extabaquismo	12	41
Familiares	1	3
Tipo de SCA		
SCASEST	13	45
SCACEST	6	21
Angina inestable	10	34
Tipo de revascularización		
Percutánea	24	83
Bypass	5	17
Protocolo		
Bruce Estándar	25	86
Bruce Modificado	4	14
Participación en RC	25	86
Limitación funcional (<7 METs)	9	31
Rehospitalizados	11	38
Variables	Media	±DE
Edad (años)	60	9,2
Talla (cm)	166	8,3
Peso (Kg)	73	10
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	26	3
Sesiones de rehabilitación		
Prescritas	21	20
Realizadas	16	12
Frecuencia cardíaca		
Basal	67	7,3
Máxima	141	23
%FC Máxima	86	12
Presión arterial		
PAS	132	17
PAD	74	10
PAS Máxima	161	19
PAD Máxima	84	12
Capacidad física		
METs	9	3
VO <sub>2max</sub>	32	12

HTA: Hipertensión arterial; FC: Frecuencia cardíaca; SCASEST: Síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST; SCACEST: Síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST; RC: Rehabilitación cardíaca; IMC: Índice de masa corporal; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; VO<sub>2max</sub>: Consumo de oxígeno máximo.

La evidencia encontrada muestra una relación indirecta entre la capacidad funcional y los niveles de presión arterial en pacientes hipertensos y normotensos<sup>10-14</sup>. Tadic M, Ivanovic B. 2014 indican que los mecanismos de esta relación no son del todo claros, no obstante, se señalan algunas posibles razones como la presencia de disfunción endotelial, mitocondrial y el estrés oxidativo, las cuales pueden conducir a alteraciones importantes en los índices de transporte y absorción de oxígeno en los tejidos, afectando así la capacidad funcional<sup>15-18</sup>. Existen otros factores que podrían disminuir el nivel de tolerancia al esfuerzo en esta población, como el aumento de la presión de llenado del ventrículo izquierdo, que contribuye a la disfunción y dilatación de la aurícula iz-

**Tabla 2. Factores asociados a la limitación funcional de pacientes revascularizados por SCA.**

Variable	OR (95%IC)	Valor p	AOR (95% IC)	Valor p
Obesidad	3,7 (0,704; 19,58)	0,122		
HTA	18 (1,893; 184,0)	0,012	16 (1,010-275,0)	0,049
DM	1,12 (0,088; 14,27)	0,132		
Dislipidemia	1,86 (0,367; 9,487)	0,452		
Tabaquismo	1,12 (0,088; 14,27)	0,928		
Extabaquismo	0,10 (0,010; 0,977)	0,048	0,06 (0,003-1,292)	0,704
Participación en RC	0,38 (0,045; 3,323)	0,338		
Rehospitalización	0,34 (0,057; 2,115)	0,252		

OR: Odds Ratio; ORA: Odds Ratio Ajustado por sexo, obesidad y diabetes mellitus.

**Tabla 3. Correlación entre el número de sesiones de rehabilitación cardíaca, nivel de tolerancia al esfuerzo y variables de interés.**

Variable	METs r	P
Edad	-0,24	0,198
IMC	-0,36	0,050
Número de factores de riesgo	-0,63	0,002
FCB	0,03	0,873
FC Máxima	0,76	<0,001
PAS	-0,42	0,020
PAD	-0,01	0,878
PAS Máxima	-0,32	0,089
PAD Máxima	-0,34	0,237

NCRS: number of cardiac rehab sessions; IMC: Índice de Masa Corporal; FCB: Frecuencia cardíaca basal; PAS: Presión Arterial Sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; \* p <0,05 Spearman test.

quierda que en consecuencia deteriora la fase diastólica del ventrículo izquierdo disminuyendo el gasto cardíaco durante el esfuerzo físico<sup>16,19,20</sup>.

El valor pronóstico que mostró la FC máxima puede ser justificado teniendo en cuenta que ésta determina aproximadamente un 30% del gasto cardíaco máximo, influyendo así en la cinética del consumo de oxígeno, variable que define la capacidad física funcional<sup>21</sup>. Además, se sabe que, en los sujetos aparentemente saludables, el VO<sub>2</sub> aumenta 7,7 veces durante el ejercicio de intensidad máxima, lo anterior, se consigue gracias a un incremento de: 2,5 veces la FC, 2,5 veces la diferencia arteriovenosa de oxígeno y 1,4 veces el volumen sistólico, siendo lo anterior, una de las razones por las cuales la FC es considerada uno de los factores que más contribuye a mantener la capacidad física funcional<sup>22,23</sup>.

El aumento de la FC máxima está condicionado principalmente por la expresión y el funcionamiento de los receptores adrenérgicos y por la eficacia del acoplamiento excitación contracción; factores que comúnmente se ven atenuados por el envejecimiento y el grado de lesión provocado por la enfermedad coronaria, no obstante, esta reducción progresiva o alteración de la respuesta del corazón a la estimulación adrenérgica parece no ser tan significativa en quienes poseen una mejor condición física<sup>21,24-26</sup>.

Existen otros factores propios de la enfermedad coronaria y algunos considerados efectos adversos de la anestesia o cirugía de revascularización, como la dilatación del ventrículo izquierdo y el daño del nódulo sinoatrial que podrían influir en el comportamiento cronotrópico y en las funciones autonómicas cardiovasculares<sup>27,28</sup>. Si bien la FC máxima es fundamental para la adaptación del gasto cardíaco a las necesidades metabólicas, su papel como biomarcador o posible factor independiente de riesgo modificable, así como su objetivo clínico o terapéutico en pacientes revascularizados no es claro. Es por lo anterior, que algunos estudios enfatizan en la importancia de analizar su comportamiento, el cual podría pronosticar fuertemente la evolución de este tipo de pacientes<sup>27,21</sup>.

La capacidad física funcional es considerada un factor pronóstico de la carga de enfermedad de los pacientes con enfermedad coronaria. Específicamente, los altos niveles de esta capacidad se asocian con la atenuación de los factores de riesgo, de nuevos eventos coronarios, de la mortalidad total y cardiovascular<sup>4,5,29-32</sup>. Lo anterior, está en consonancia con lo evidenciado en el presente estudio, donde el número de factores de riesgo cardiovascular y especialmente la presencia de HAS fueron considerados predictores de la limitación funcional en sujetos sometidos a una prueba de esfuerzo después de haber recibido por primera vez un proceso de revascularización por síndrome coronario agudo (SCA). La literatura encontrada sugiere incluir la capacidad cardiorrespiratoria dentro de los procesos de estratificación del riesgo en los pacientes con enfermedad cardiovascular, lo cual mejoraría sustancialmente la precisión de este proceso<sup>7</sup>; lo anterior, teniendo en cuenta que esta variable ha mostrado ser un predictor más fuerte al ser comparado con los factores de riesgo tradicionales o los obtenidos en la prueba de esfuerzo como la depresión del segmento ST, los síntomas, y las respuestas hemodinámicas<sup>7,33,34</sup>.

Dentro de las limitaciones encontradas están: la naturaleza del estudio, que no permite controlar el resultado de las evaluaciones, dependiendo así del registro reportado en las historias clínicas; el tamaño de la muestra que pudo haber sido insuficiente para detectar cualquier otra asociación significativa; la obtención de la capacidad física por métodos indirectos, los cuales pueden carecer de exactitud, teniendo en cuenta que los modelos predictivos son más susceptibles a los factores de confusión. Además, es posible que los resultados analizados estén



influenciados por el efecto techo, presente cuando se usa la FC como un determinante de la suspensión de la prueba de esfuerzo, y del efecto de aprendizaje, cuando el paciente no tiene la posibilidad de familiarizarse con el uso de la banda sin fin antes de comenzar la prueba<sup>35</sup>.

## Conclusiones

Nuestro trabajo refuerza la importancia de un manejo adecuado de las comorbilidades y principalmente la HAS para mejorar la capacidad funcional en estos individuos. El aumento de la FC máxima y de la atenuación de PAS son factores determinantes del aumento de la tolerancia al esfuerzo físico en pacientes revascularizados.

Las pruebas de esfuerzo analizadas tenían un objetivo diagnóstico, por lo cual se sugiere también sean utilizadas como herramienta para estratificar el riesgo del paciente basados en el uso no solo en los METs alcanzados, también en el comportamiento de variables hemodinámicas simples y relativamente fáciles de obtener como la FC máxima y la PAS, las cuales mostraron tener una relación con la tolerancia al esfuerzo físico, y podrían mostrar valores pronósticos de otras condiciones importantes a tener en cuenta durante el periodo pos-quirúrgico, como los niveles de sobrevida libre de eventos, mortalidad total y cardiovascular en pacientes revascularizados por SCA.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la facultad de Cultura Física Deporte y Recreación de la USTA Bucaramanga, y al Instituto del Corazón de Bucaramanga por su apoyo y acompañamiento en la realización de la presente investigación.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

## Bibliografía

- Mytinger M, Nelson RK, Zuhl M. Exercise prescription guidelines for cardiovascular disease patients in the absence of a baseline stress test. *J Cardiovasc Dev*. 2020; 7:15.
- Reeves GR, Gupta S, Forman DE. Evolving role of exercise testing in contemporary cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2016;36:309–19.
- Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013; 128:873–934.
- Harb SC, Bhat P, Cremer PC, Wu Y, Cremer LJ, Berger S, Cho L, et al. Prognostic value of functional capacity in different exercise protocols. *J Am Heart Assoc*. 2020; 9:e015986.
- Chu DJ, Al Rifai M, Virani SS, Brawner CA, Nasir K, Al-Mallah MH. The relationship between cardiorespiratory fitness, cardiovascular risk factors and atherosclerosis. *Atherosclerosis*. 2020; 304:44–52.
- Martin BJ, Arena R, Haykowsky M, Hauer T, Austford LD, Knudtson M, et al. Cardiovascular fitness and mortality after contemporary cardiac rehabilitation. *Mayo Clin Proc*. 2013;88:455–63.
- Ross R, Blair SN, Arena R, Church TS, Després JP, Franklin BA, et al. Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2016; 134:653–99.
- Goldman L, Hashimoto B, Cook EF, Loscalzo A. Comparative reproducibility and validity of systems for assessing cardiovascular functional class: advantages of a new specific activity scale. *Circulation*. 1981;64:1227–34.
- Redd D, Kuang J, Mohanty A, Bray BE, Zeng-Treitler Q. Regular expression-based learning for mets value extraction. *AMIA Jt Summits Transl Sci Proc*. 2016;2016:213–220.
- Faselis C, Doumas M, Kokkinos JP, Panagiotakos D, Kheirbek R, Sherif H, et al. Exercise capacity and progression from prehypertension to hypertension. *Hypertension*. 2012; 60:333–8.
- Kokkinos P, Manolis A, Pittaras A, Panagiotakos D, Kheirbek R, Sherif H, et al. Exercise capacity and mortality in hypertensive men with and without addition. *Hypertension*. 2009; 53:494–499.
- Kokkinos P, Myers J, Doumas M, Faselis C, Manolis A, Pittaras A, et al. Exercise capacity and all-cause mortality in prehypertensive men. *Am J Hypertens*. 2009;22:735–41.
- Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American college of sports medicine American college of sports medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:533–53.
- Kokkinos P, Pittaras A, Narayan P, Faselis C, Singh S, Manolis A. Exercise capacity and blood pressure associations with left ventricular mass in prehypertensive individuals. *Hypertension*. 2007;49:55–61.
- Zinchuk VV, Pronko TP, Lis MA. Blood oxygen transport and endothelial dysfunction in patients with arterial hypertension. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2004;24:205–11.
- Tadic M, Ivanovic B. Why is functional capacity decreased in hypertensive patients? From mechanisms to clinical studies. *Rev Med Cardiol*. 2014;15:447–55.
- Sarma S, Howden E, Carrick-Ranson, G, Lawley J, Hearon C, Samels M, et al. Elevated exercise blood pressure in middle-aged women is associated with altered left ventricular and vascular stiffness. *J Appl Physiol*. 1985. 2020;128:1123–29.
- Zhang A, Jia Z, Wang N, Tidwell TJ, Yang T. Relative contributions of mitochondrial and nADPH oxidase to deoxycorticosterone acetate-salt hypertension in mice. *Kidney Int*. 2011;80:51–60.
- Thomas GD. Functional sympatholysis in hypertension. *Auton Neurosci*. 2015;188:64–8.
- Howlett LA, Lancaster MK. Reduced cardiac response to the adrenergic system is a key limiting factor for physical capacity in old age. *Exp Gerontol*. 2021;150:111339.
- Anjos-Andrade FD, Sousa AC, Barreto-Filho JA, Alves EO, Nascimento-Júnior, AC, de Santana NO, et al. Chronotropic incompetence and coronary artery disease. *Acta Cardiol*. 2010;65:631–8.
- Higginbotham MB, Morris KG, Williams RS, Coleman RE, Cobb FR. Physiologic basis for the age-related decline in aerobic work capacity. *Am J Cardiol*. 1986;57:1374–9.
- Higginbotham MB, Morris KG, Williams RS, McHale PA, Coleman RE, Cobb FR. Regulation of stroke volume during submaximal and maximal upright exercise in normal man. *Circ Res*. 1986;58:281–91.
- Gude NA, Broughton KM, Firouzi F, Sussman MA. Cardiac ageing: extrinsic and intrinsic factors in cellular renewal and senescence. *Nat Rev Cardiol*. 2018;15:523–42.
- Howlett LA, Lancaster MK. Reduced cardiac response to the adrenergic system is a key limiting factor for physical capacity in old age. *Exp Gerontol*. 2021;150:111339.
- Lauer MS, Francis GS, Okin PM, Pashkow FJ, Snader CE, Marwick, TH. Impaired chronotropic response to exercise stress testing as a predictor of mortality. *JAMA*. 1999;281:524–9.
- Abulimiti A, Nishitani-Yokoyama M, Shimada K, Kunimoto M, Matsubara T, Fujiwara K, et al. Prognostic impact of peak oxygen uptake and heart rate reserve in patients after off-pump coronary artery bypass grafting. *Clin Cardiol*. 2021;44: 580–7.
- Böhm M, Reil JC, Deedwania P, Kim JB, Borer JS. Resting heart rate: risk indicator and emerging risk factor in cardiovascular disease. *Am J Med*. 2015;128:219–28.
- Al-Mallah MH, Sakr S, Al-Qunaibet A. Cardiorespiratory fitness and cardiovascular disease prevention: an update. *Curr Atheroscler Rep*. 2018;20:1.
- Farrell SW, Finley CE, Barlow CE, Willis BL, DeFina LF, Haskell WL, et al. Moderate to high levels of cardiorespiratory fitness attenuate the effects of triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio on coronary heart disease mortality in men. *Mayo Clin Proc*. 2017; 92:1763–71.
- Hung RK, Al-Mallah MH, McEvoy JW, Whelton SP, Blumenthal RS, Nasir K, et al. Prognostic value of exercise capacity in patients with coronary artery disease: the fit-Henry Ford exercise - testing project. *Mayo Clin Proc*. 2014; 89:1644–54.
- Nichols S, Taylor C, Page R, Kallvikbacka-Bennett A, Nation F, Goodman T, et al. Correction to: Is cardiorespiratory fitness related to cardiometabolic health and all-cause mortality risk in patients with coronary heart disease? A CARE CR Study. *Sports Med Int Open*. 2019;5:5.
- Go Raya, TY, Jacobsen SJ, Pellikka PA, Miller TD, Khan A, Weston SA, et al. Prognostic value of treadmill exercise testing in elderly persons. *Ann Intern Med*. 2000;132:862–70.
- Myers J. New American Heart Association/American College of Cardiology guidelines on cardiovascular risk: when will fitness get the recognition it deserves?. *Mayo Clin Proc*. 2014; 89:722–6.
- Sartor F, Vernillo G, de Morree HM, Bonomi AG, La Torre A, Kubis HP, et al. Estimation of maximal oxygen uptake via submaximal exercise testing in sports, clinical, and home settings. *Sports Med*. 2013;43:865–73.

## Espíritu **UCAM** Espíritu Universitario

**Miguel Ángel López**

Campeón del Mundo en 20 km. marcha (Pekín, 2015)  
Estudiante y deportista de la UCAM

- **Actividad Física Terapéutica** <sup>(2)</sup>
- **Alto Rendimiento Deportivo:**
  - **Fuerza y Acondicionamiento Físico** <sup>(2)</sup>
- **Performance Sport:**
  - **Strength and Conditioning** <sup>(1)</sup>
- **Audiología** <sup>(2)</sup>
- **Balneoterapia e Hidroterapia** <sup>(1)</sup>
- **Desarrollos Avanzados**
  - **de Oncología Personalizada Multidisciplinar** <sup>(1)</sup>
- **Enfermería de Salud Laboral** <sup>(2)</sup>
- **Enfermería de Urgencias,**
  - **Emergencias y Cuidados Especiales** <sup>(1)</sup>
- **Fisioterapia en el Deporte** <sup>(1)</sup>
- **Geriatría y Gerontología:**
  - **Atención a la dependencia** <sup>(2)</sup>
- **Gestión y Planificación de Servicios Sanitarios** <sup>(2)</sup>
- **Gestión Integral del Riesgo Cardiovascular** <sup>(2)</sup>
- **Ingeniería Biomédica** <sup>(1)</sup>
- **Investigación en Ciencias Sociosanitarias** <sup>(2)</sup>
- **Investigación en Educación Física y Salud** <sup>(2)</sup>
- **Neuro-Rehabilitación** <sup>(1)</sup>
- **Nutrición Clínica** <sup>(1)</sup>
- **Nutrición y Seguridad Alimentaria** <sup>(2)</sup>
- **Nutrición en la Actividad Física y Deporte** <sup>(1)</sup>
- **Osteopatía y Terapia Manual** <sup>(2)</sup>
- **Patología Molecular Humana** <sup>(2)</sup>
- **Psicología General Sanitaria** <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Presencial    <sup>(2)</sup> Semipresencial

# Blood flow restriction training on hypertensive subjects: a systematic review

Anderson Luiz Bezerra Silveira<sup>1,2,3,4</sup>, Lucas Monteiro de Carvalho<sup>2,3,4</sup>, Fabrizio Di Masi<sup>1,2,4</sup>, Thiago W.S. Pio<sup>4</sup>, Claudio Melibeu Bentes<sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education and Sport, Institute of Education, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil. <sup>2</sup>Physiology and Human Performance Laboratory, Physical Education and Sports Department, Institute of Education, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil. <sup>3</sup>Physiological Sciences Department, Biological and Health Sciences Institute, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil. <sup>4</sup>Federal Rural University of Rio de Janeiro, Laboratory of Strength Training, Kinanthropometry and Human Performance, Department of Physical Education and Sports, Institute of Education, Seropédica-RJ, Brazil.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00080

Recibido: 24/05/2021  
Aceptado: 23/12/2021

## Summary

**Introduction:** Systemic arterial hypertension has been growing worldwide, causing thousands of deaths and large expenses in this condition treatment. Currently, resistance training (RT) is widely prescribed as a non-pharmacological option for blood pressure control, but there are some individuals with intolerance to high load of RT. Hence, blood flow restriction is a method created to stimulate high level of physiological adaptations with low resistive load. However, there are uncertainties about safety and efficacy of this method.

**Objective:** The present study aimed to investigate the safety and efficacy of blood flow restriction training in hypertensive individuals.

**Material and method:** The research was carried out through a systematic review within the criteria established by the PRISMA statement. Only studies about blood flow restriction in subjects with arterial hypertension were selected in the following databases: MEDLINE/PUBMED, Web of Science, SCOPUS and SPORTDiscus.

**Results:** Five studies (4 acute and 1 chronic effects) met the requirements for the present review, with 77 hypertensive individuals. Only one study presented levels of blood pressure above the recommended for hypertensive subjects.

**Conclusion:** Even though the number of studies is still insufficient to conclude about the efficacy, the results allow concluding that resistance training with blood flow restriction is a safe alternative of exercise method to hypertensive subjects, especially for those with intolerance to high training loads.

## Key words:

Blood flow restriction training.  
Blood pressure. Heart disease.  
Hemodynamics.

## Entrenamiento de restricción del flujo de sangre en sujetos hipertensivos: revisión sistemática

### Resumen

**Introducción:** La hipertensión arterial sistémica ha ido creciendo a nivel mundial, provocando miles de muertes y grandes gastos en el tratamiento de esta afección. Actualmente, el entrenamiento de fuerza se prescribe ampliamente como una opción no farmacológica para el control de la presión arterial, pero hay algunas personas con intolerancia al entrenamiento de alta intensidad. Por ello, el entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo es un método creado para estimular los altos niveles de adaptación fisiológica con cargas de baja intensidad. Sin embargo, existen incertidumbres sobre la seguridad y eficacia de este método y no hay consenso al respecto.

**Objetivo:** El presente estudio tuvo como objetivo investigar la seguridad y eficacia del entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo en individuos hipertensos.

**Material y método:** La investigación se realizó mediante una revisión sistemática, dentro de los criterios establecidos por la declaración PRISMA y se utilizaron las siguientes bases de datos: MEDLINE/PUBMED, Web of Science, SCOPUS y SPORTDiscus, incluyendo solo estudios con individuos con hipertensión arterial en los que se utilizó el método.

**Resultados:** Cinco estudios (4 efectos agudos y 1 efectos crónicos) cumplieron con los requisitos de la presente revisión, con 77 individuos hipertensos. 4 estudios evaluaron efectos agudos y 1 estudio evaluó efectos crónicos. Solo un estudio incluido presenta niveles aumentados de presión arterial por encima de los niveles recomendados en sujetos hipertensos y los otros 4 estudios demostraron la seguridad del entrenamiento de oclusión.

**Conclusión:** A pesar de que el número de estudios aún es insuficiente para concluir sobre su eficacia, los resultados muestran una seguridad de este método como ejercicio alternativo para sujetos hipertensos, especialmente aquellos con intolerancia al entrenamiento de cargas de alta intensidad.

## Palabras clave:

Entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo. Presión sanguínea. Cardiopatía. Hemodinámica.

Correspondencia: Claudio Melibeu Bentes  
E-mail: claudiomelibeu@gmail.com

## Introduction

Systemic arterial hypertension (SAH) is a chronic disease which affect approximately 1.13 billion people worldwide<sup>1</sup>. Its prevalence increases with aging<sup>2</sup> and significantly increases the risk of cardiovascular disease, which is the major cause of premature death worldwide<sup>3</sup>. According to American Heart Association (AHA), SAH is diagnosed when the systolic blood pressure (SBP)  $\geq$  140 mmHg and diastolic blood pressure (DBP)  $\geq$  90 mmHg, following repeated examination<sup>4</sup>. Additionally, AHA proposes some strategies to reduce deaths by SAH, such as lifestyle modification (e.g. physical exercise, nutrition habits) associated to pharmacological treatment<sup>4</sup>.

Physical exercise, as a component of lifestyle changing, has been showing efficient in the treatment of arterial hypertension. Therefore, aerobic or resistance exercises are recommended as a non-pharmacological treatment for SAH<sup>5</sup>. Both of them can improve cardiac<sup>6</sup> and vascular function<sup>7</sup>, and reduce metabolic risk<sup>8</sup>. According to Cornelissen *et al.*, (2013) engagement in aerobic exercise (e.g. walking, running, swimming or cycling) is recommended for patients diagnosed with SAH, at least 30 minutes/day of moderate-intensity<sup>9</sup>, because that activity is able to reduce 8 mmHg for SBP and 5 mmHg for DBP<sup>10</sup>. On the other hand, International Society of Hypertension (ISH) also recommended resistance training (RT) for SAH patients, at least 2-3 days per week, for treat and control hypertension<sup>4</sup>, and RT alone can induce a mean decrease of 8.2 mmHg for SBP and 4.1 mmHg for DBP, according to recent meta-analysis study<sup>11</sup>. Nevertheless, there are more scientific evidences for aerobic than RT, despite physiological benefits mediated by these exercise categories.

SAH prevalence is higher in elderly than young adults<sup>4</sup>, and aging promotes several physiological consequences such as sarcopenia<sup>12</sup>, dynapenia<sup>13</sup> and frailty<sup>12</sup>. Thus, RT seems to promote more powerful counter regulatory adaptations related to aging process, and could be a great non pharmacology strategy against SAH for elderly. Despite capacity of RT to reduce blood pressure, the RT load applied to promote the physiological benefits seems to be not well tolerated for elderly, sedentary young and frailty patients<sup>14</sup>. Then, some coaches are developing training systems and methods to reduce the training load, but preserving or improving the adaptations of conventional RT<sup>15</sup>.

In this way, a different resistance training method known as Blood Flow Restriction (BFR) or popularly Kaatsu training, recently gained attention in scientific literature<sup>16</sup>. This method constitutes of the partial vascular occlusion in the muscles that will be resistance trained. According to Sumide *et al.*, (2008) vascular occlusion pressure of 50 mmHg is sufficient to improve muscle strength and endurance<sup>17</sup>. A recent meta-analysis conducted by Centner *et al.*, (2019) conclude that low load resistance training (20-30% of 1RM) with BFR is able to induce similar muscle hypertrophy than high load resistance training (70-85% of 1RM) without BFR<sup>18</sup>. Consequently, BFR seems to be a great strategy to promote high anabolic stimulus with lower RT intensity for elderly, sedentary young and frailty patients<sup>19</sup>.

There are several mechanisms involved in skeletal muscle hypertrophy induced by BFR, such as increasing in metabolic stress, cell swelling, Reactive Oxygen Species (ROS) production, hormones production and others<sup>20</sup>. Despite those adaptations, while some evidences show

smaller increase in mean blood pressure (MAP) during RT with BFR<sup>21,22</sup>, Domingos and Polito (2018), in a meta-analytic study, showed that RT with BFR promoted greater increase in SBP and DBP compared to RT without BFR<sup>23</sup>. However, those studies, including the meta-analytic review of Domingos and Polito, were not conducted in subjects with any cardiovascular condition. Thus, there is there is a lack of knowledge in the literature about the safety of this method on cardiovascular responses for SAH individuals.

In this perspective, the safety of resistance training with blood flow restriction for patients with SAH remains controversial. Therefore, the aimed of this research was investigate through a systematic review of the literature about the safety and efficacy of blood flow restriction training as a non-pharmacologic treatment for hypertensive patients.

## Material and method

The procedures for this systematic review of the literature adopted followed the Guidelines of Preferred Reported Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA)<sup>24</sup> and was registered at PROSPERO under the number 156683.

### Experimental approach to the problem

The literature search was conducted in international databases, such as PubMed, Scopus, Web of Science SPORTDiscus, Science Direct, Cochrane, Physical Education Index, Scholar and CINAHL using the following search syntax: "resistance training" AND "blood flow restriction training" AND "hemodynamics" AND "hypertensive" OR "hypertensive subjects". The main purpose was to identify scientific studies related to blood flow restriction training and hypertension according to PICO strategy (patient, intervention, comparison and outcome) Patients: Hypertensive subjects; Intervention: BFR Training; Comparison: Compared to without BFR training; Outcome: Changes on blood pressure. The selection and inclusion of articles were made by 2 independent authors (TWSP and CMB)

The papers should would meet the following inclusion criteria: (a) Original articles investigating acute or chronic effects of blood flow restriction training in blood pressure; (b) Studies investigating the acute or chronic effect of blood flow restriction training in cardiac disease patients; (c) Male and/or female hypertensive subjects; (d) Studies that describe the resistance training (Frequency and duration); (e) Studies that describe the blood flow restriction (duration, pressure of occlusion and cuff type); (f) Studies published in English. To met the inclusion criteria, the included studies need to describe how subjects was diagnosed with hypertension.

### Outcomes

The researchers (TWSP, CMB) evaluated independently the full-text of selected paper and conduct data extraction, such as (a) number of subjects per group, (b) duration of intervention, (c) study design, (d) intensity of exercise, (e) intensity of occlusion and (f) weekly frequency was extracted. Later, the researchers crosschecked the data to confirm their accuracy.

**Risk of bias**

Two expert researchers (TWSP, CMB) in exercise evaluated the methodological quality of the selected papers by TESTEX, according to Smart *et al.*,<sup>25</sup>. To reduce the chance of bias, only studies above 8-14 points in the TESTEX scale are included in the current systematic review.

**Results**

**Search results**

The search returned 185 articles. After the exclusion of duplicate records, and exclusion by title and abstract, there were 11 articles for reading in full. In the end, 5 studies met the eligibility criteria and were included in this review. All steps of search results are described in Figure 1. Study quality of included studies was assessed through TESTEX scale and is described in Table 1. All studies were pointed with a quality between 8 and 14 points and the mean quality of the included studies was 10,8 points. 3 studies include range between 8-10 points (Table 1) and 2 studies range between 11-14 points (Table 1). The points between 8-10 indicates that they had moderate quality and those ranged between 11-14 indicates high quality.

**Studies Characteristics**

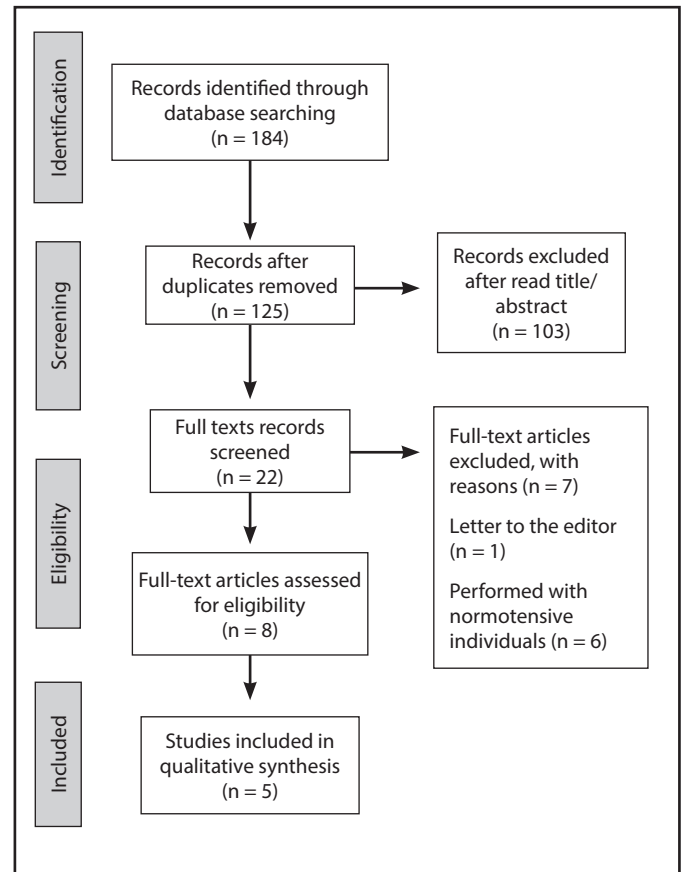
The 5 studies included in this systematic review have a total of 77 hypertension individuals and the characteristics is described Table 2. All studies reported the age as mean ± standard deviation. The age of 77 participants was between 44.9 ± 5.1 and 67.0 ± 7.0 years old. According to Body Mass Index (BMI), the participants included in all studies was classified as overweight (25.0-29.9) or obesity class 1 (30.0-34.9). All studies used subjects clinically diagnosed with hypertension. 4 studies used sedentary individuals or that were not involved in any resistance exercise program for the previous six months<sup>26-29</sup> and only one study used individuals with at least one year of recreational resistance exercise experience<sup>30</sup>. The exercise protocol of the 5 studies included was resistance training. Only one study investigated the chronic effects applying 8 weeks of resistance training<sup>27</sup>, the others 4 studies investigated acute effects. All studies used repetition maximum (RM) to determine intensity of exercise. Three studies applied 30% of 1RM in BFR groups<sup>26,27,30</sup> and the others two studies used 20% of 1RM at BFR groups<sup>28,29</sup>. The study by Cezar *et al.*, (2016) was the only to use a control group without BFR and

without resistance exercises<sup>27</sup> and the study by Pinto *et al.*, (2018) was the only to apply BFR in one group without resistance training<sup>29</sup>. The others three studies randomized individuals in two groups, one with BFR and resistance training and other without BFR but with resistance training<sup>26,28,30</sup>.

**Blood flow restriction methodology**

Araujo *et al.*, (2014) applied a sufficient pressure to occlude totally the leg arterial blood flow. The pressure was applied in both legs with 3 minutes of break between each measurement<sup>26</sup>. After that, 80% of

**Figure 1. Flowchart of the process to select articles for systematic review.**



**Table 1. Quality assessment of the studies using TESTEX checklist.**

Study	1	2	3	4	5	6a	6b	6c	7	8a	8b	9	10	11	12	Total Score
Araújo <i>et al.</i> , (2014)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	8
Cezar <i>et al.</i> , (2016)	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	14
Martins <i>et al.</i> , (2017)	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	10
Pinto <i>et al.</i> , (2018)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	11
Pinto; Polito (2016)	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	10

1= Criteria met; 0= Criteria not met.

**Table 2. Description of characteristics of the studies included.**

Authors	Subjects/ Groups	Training Protocol	Cuff Method	Main Results
Araujo <i>et al.</i> , 2014	N = 14 Hypertensive women ST- MI (n = 7) ST-BFR (n = 7)	Acute RT-MI = 80% of 1RM RT-BFR = 30% of 1RM	Sphygmomanometers (18cm width x 80cm length)	↑SBP, DBP and HR during exercise for ST- BFR group compared to ST-MI group. ↓SBP, DBP, HR for 15, 30, 45- and 60-min post-exercise on ST-BFR. Hypotensive effect lasted for more than 60 minutes in the ST- BFR group, whereas in the ST-MI group it did not last less than 60 minutes.
Pinto and Polito, 2016	N = 12 Hypertensive women	3 randomized sessions RT-MI = 3x8, 65% de 1RM RT-BFR = 3x15, 20% de 1RM RT-LI = 3x15, 20% de 1RM	Blood pressure cuff for obese (10 cm width x 70 cm length) with a vascular doppler	↑ SBP, DBP, DP and SVR in ST-VO compared to RT-BFR with 20% of 1RM.
Cezar <i>et al.</i> , 2016	N = 23 Hypertensive women  ST-HI (n = 8) ST-VO (n = 8) CTRL (n = 7)	Chronic study RT-BFR = 30%1RM RE-MI – 80%1RM	Sphygmomanometers (didn't relate measures)	↓ SBP, DBP MAP and DBP
Pinto <i>et al.</i> , 2018	N = 18 Hypertensive women	RT-MI = 3x15, 65%1RM RT-BFR = 3x15, 20%1RM Control = only BFR	Cuff + Vascular doppler (10cm width x 90 cm length)	↓ cardiac output, systemic vascular resistance and blood lactate in ST-VO, compared to ST-HI.
Martins <i>et al.</i> , 2017	N=10 Hypertensive men	2 sessions RT-BFR = 3 set at a concen- tric failure, 30% of 1 RM. RT-MI = 3 set at a concentric, 70%1RM	Elastic Belt (100mm width x 800mm length) with pneumatic bag	Both training protocols showed a significant decrease in SBP, DBP and HR after 10 min to 60 min, showing a greater reduction in ST-VO after 20 min post-exercise, compared to ST-HI.

ST: Strength training; MI: Moderate intensity; BFR: Blood Flow Restriction; CTRL: Control; 1RM: One Repetition Maximum; SBP: Systolic Blood Pressure; DBP: Diastolic Blood Pressure; HR: Heart Rate.

the pressure to totally occlusion was calculated and used. Cezar *et al.*, (2016) calculated the occlusion using 70% of SBP basal values<sup>27</sup>. Martins *et al.*, (2018) determined the SBP values at supine position and applied a pressure of 20 mmHg upper SBP values. The mean pressure of arterial occlusion was  $159.2 \pm 12.9$  mmHg<sup>30</sup>. Pinto and Polito (2016) applied a pressure until the moment that the sound of blood flow could not be heard by a doppler equipment and this pressure was used at exercise protocol<sup>28</sup>. Pinto *et al.*, (2018) used 80% of the pressure necessary to full blood flow interruption<sup>29</sup>.

### Basal systolic blood pressure values

Of the studies included, all of them used individuals which underwent an anti-hypertensive therapy but only one study informed that individuals used Angiotensin II receptor class of medicaments<sup>24</sup>.

The baseline hemodynamics value were reported by 3 studies<sup>27-29</sup>. The study by Cezar *et al.*, (2016) randomized individuals in three groups and the basal SBP value was  $147.7 \pm 2.84$  mmHg for the group who received BFR and resistance training,  $142.5 \pm 3.46$  mmHg for the group without BFR but with resistance training and  $131.43 \pm 4.44$  mmHg for the control group<sup>27</sup>. The study done by Pinto and Polito (2016) recruited individuals with  $128.7 \pm 11.3$  mmHg of SBP basal value<sup>28</sup>. And Pinto *et al.*, (2018) used individuals with  $120.2 \pm 3.4$  mmHg of basal SBP<sup>29</sup>.

### Basal diastolic blood pressure values

For DPB values, Cezar *et al.*, (2016) used individuals with  $92.75 \pm 2.17$  mmHg at BFR group resistance training,  $89.25 \pm 3.27$  mmHg at group without BFR but with resistance training and  $85.14 \pm 3.29$  mmHg at control group<sup>27</sup>. The basal values of DBP at Pinto and Polito (2016) study was  $77.4 \pm 9.7$  mmHg<sup>28</sup> and at Pinto *et al.*, (2018) was  $69.3 \pm 1.8$  mmHg<sup>29</sup>.

### Basal heart rate values

For Heart Rate values, only the same three studies report them. At Cezar *et al.*, (2016) study, individuals had  $81.5 \pm 4.93$  BPM at BFR group and resistance training,  $75.0 \pm 3.78$  BPM at the group without BFR but with resistance training and  $71.4 \pm 4.0$  BPM at control group<sup>27</sup>. The study by Pinto and Polito (2016) used individuals with  $76.6 \pm 9.7$  BPM<sup>28</sup> and the study by Pinto *et al.*, (2018) used individuals with  $78.4 \pm 2.1$  BPM<sup>29</sup>.

### Effect of blood flow restriction on systolic blood pressure

Araujo *et al.*, (2014) measure hemodynamics values at pre-exercise and during the first, second and third set and 15, 30, 45 and 60 minutes post exercise<sup>26</sup>. For SBP values, was observed an increase in second set compared to first for group with BFR and during all moments of exercise the group with BFR had higher SBP valued than group without BFR. Cezar

*et al.*, (2016) observed that after 8 weeks of training, only BFR was able to induce reduction in SBP (Pre moment:  $145.75 \pm 2.84$  vs. Post moment:  $129.75 \pm 2.25$ )<sup>27</sup> Martins *et al.*, (2018) measured hemodynamics values at rest in supine position and after exercise with 10 minutes interval between measures until 60 minutes<sup>30</sup>. As observed by authors, immediately after exercise, SBP increased significantly but not differ between groups and 10 minutes after exercise, SBP returned to basal values and remained. The authors calculated the effect size of the results and only for BFR group was observed moderate or large reduction for SBP values at 20 and 40 minutes, respectively<sup>30</sup>. Pinto and Polito (2016) observed that the BFR induced an increase in SBP values when compared to a group without BFR and only the BFR induce increase in SBP during the rest between<sup>28</sup>. Pinto *et al.*, (2018) observed that during 3 sets the group with BFR had higher values of SBP than the group without BFR but after exercise they observed a significant reduction<sup>29</sup>.

### Effect of blood flow restriction on diastolic blood pressure

At the study of Araujo *et al.*, (2014) the DBP was higher during exercise for BFR group than for the group without BFR. But only at the second set was observed a statistical significance but only at the second set was observed statistical difference<sup>26</sup>. Cezar *et al.*, (2016) observed a significative reduction in DBP after 8 weeks of BFR resistance training<sup>27</sup>. Martins *et al.*, (2018) shown that immediately after exercise DBP increased significantly but not differ between groups and 10 minutes after exercise, DBP returned to basal values but only after 20 minutes of exercise DBP significantly reduced compared to basal values<sup>30</sup>. Pinto and Polito (2016) observed that the BFR induced an increase in DBP values when compared to a group without BFR and only the BFR induce increase in DBP during the rest between sets<sup>28</sup>. Pinto *et al.*, (2018) observed that DBP increase during 3 sets of resistance training with BFR compared to a group without BFR but similar to SBP, the levels of DBP significantly reduced after exercise<sup>29</sup>.

### Effect of blood flow restriction on heart rate

Only 4 studies reported the effects of BFR on Heart rate. At the study of Araujo *et al.*, (2014) A significant increase in Heart Rate was observed between first and second set for the group with BFR<sup>26</sup>. Cezar *et al.*, (2016) observed that 8 weeks of resistance training with BFR was able to reduce heart rate values<sup>27</sup>. Pinto and Polito (2016) shown that BFR induced an increase in Heart Rate during 3 sets and returned to basal levels after exercise<sup>28</sup>. The study by Pinto *et al.*, (2018) reported an increase in heart rate during 3 sets with BFR but with a hypotension effect after exercise<sup>29</sup>.

## Discussion

To our acknowledgment, this is the first systematic review that investigated the blood flow resistance training safety on hypertensive subjects. The objective of this systematic review was to investigate the effects of BFR as another viable alternative in the treatment of systemic arterial hypertension. The studies about BFR in normotensive individuals

demonstrated positive effects on blood pressure. Crisafulli *et al.*, (2018) investigated the effects of 4 weeks of handgrip exercise with 40% of 1RM with BFR and was observed by authors that BFR were able to induce a reduction of mean arterial pressure response during handgrip exercise after 4 weeks<sup>31</sup>. The same results were observed by Neto *et al.*, (2015) which realize a study with 24 normotensive individuals submitted to a resistance exercise program and an hypotensive effect was observed after 30 minutes after resistance training with BFR<sup>32</sup>. According to authors, the hypotensive effect of BFR possible was mediated by a modification in baroreflex activity, with increased efficiency in buffering sympathetic activity<sup>31</sup> and an increase in nitric oxide production which was able to induce vasodilatation<sup>32</sup>.

Despite these positive effects on normotensive individuals, until this review there is a lack of knowledge about the safety and efficacy of the BFR on SAH individuals. And according to our results, the major finding in this systematic review was the safety of BFR method applied in SAH individuals. As observed in included studies by Araujo *et al.*, (2014), Pinto *et al.*, (2018)<sup>29</sup>, Martins *et al.*, (2018)<sup>30</sup> and Pinto and Polito (2016)<sup>28</sup>, there is an acute increase in SBP, DBP and HR levels during the sets of resistance exercise with BFR, but only in the study by Pinto and Polito (2016)<sup>28</sup> there is an increase in SBP and DBP higher than the increase in the group without BFR. These results could be explained because the authors used only 30 seconds of interval between 3 sets of 15 repetitions with BFR. So, this methodology of exercise with short rest interval ( $\leq 30$  seconds) probably increased the accumulation of metabolites which is able to alter muscle recruitment and increase blood pressure mediated by exercise pressor reflex<sup>33</sup>. So, according to these results, for hypertensive individuals is not recommended use short rest intervals between sets when using BFR. But, based on the included studies, the BFR method with  $>40$  seconds of rest interval between sets is safe for individuals with SAH.

Another acute positive effect of BFR method was the post-exercise hypotension. The study by Araujo *et al.*, (2014), presented hypotensive effects 15, 30, 45 and 60 minutes after resistance training with BFR compared to a group without BFR<sup>26</sup>. And according to Martins *et al.*, (2018), 40 minutes after resistance training with BFR resulted in a reduction of DBP and SBP with a large effect size<sup>30</sup>. Unfortunately, these results were not supported by Pinto *et al.*, (2018)<sup>29</sup> and Pinto and Polito (2016)<sup>28</sup> which didn't present hypotensive effect after BFR training. These discrepancies in results could be explained by the rest interval used in Pinto and Polito (2016)<sup>28</sup> study and by the velocity of repetition used in Pinto *et al.*, (2018)<sup>29</sup> study which the authors used 2 seconds of concentric and 2 seconds of eccentric contractions. According to Apkrarian (2019) longer cadence of resistance exercise can increase hemodynamics value if compared to faster cadences<sup>34</sup>.

But, despite these difference in methodology, Pinto and Polito (2016)<sup>28</sup> and Pinto *et al.*, (2018)<sup>29</sup> compared the group with BFR to a group without BFR and loads of 65% of 1RM. According to the results, the increase in hemodynamics variables were similar between the groups. So, the resistance training with BFR did not increase the risk of cardiac events in patients with Hypertension.

Beside these acute results, one study included evaluated the chronic effects of BFR on SAH individuals. According to Cezar *et al.*, (2016) only the group submitted to a BFR training regimen for 8 weeks presented

a reduction in hemodynamic variables. Additionally, the reduction in blood pressure after 8 weeks of BFR resistance training is due to an increase in vagal activity mediated by a hypoxia-induced oxidative stress, which is probably able to induce a chronic reduction in mean arterial blood pressure<sup>27</sup>.

Some mechanisms could explain the benefits for blood pressure induced by low loads BFR training. When blood flow is restricted, there is a reduction in oxygen and energetic substrates delivery to the muscle. This delivery reduction is able to increase the levels of vascular endothelial growth factor and neuronal and inducible nitric oxide synthase<sup>35</sup>. These genes are responsible for angiogenesis<sup>36</sup> and this pro-angiogenic stimulus might reduce the progression of hypertension<sup>37</sup>.

In another perspective, some cares need to be taken. For example, during the sets of resistance training with BFR was observed an increase in blood pressure as a consequence of the increased metabolites production and muscle metaboreflex<sup>38</sup>. So, in individuals with uncontrolled hypertension, is not recommended BFR training, mainly for the more pronounced increase in blood pressure. But, with pharmacological anti-hypertensive therapy and with controlled blood pressure, is safety to use BFR training.

Unfortunately, there are some limitations in this systematic review that must be highlighted: the number of studies about the effects of Blood flow restriction on individuals with SAH is scarce, mainly studies about chronic effect. Due to this, even with the studies included in this systematic review obtaining good methodological classification evaluated through of the TESTEX scale we cannot conclude about efficacy of the BFR in hypertensive individuals. In addition, there is still no standardization of the pressure exerted on the joints through the specific cuffs for the practice of BFR in hypertensive patients, each researcher used a means to determine the pressure exerted on the joints used in the exercises with BFR.

## Conclusions

Through this systematic review, we can conclude that low load BFR training can be an alternative method of exercise for individuals with SAH, especially, in individuals with some frailty or some moderate and high load intolerance. Nevertheless, as consequence of the reduced numbers of studies included, we cannot conclude about the efficacy of the BFR on treatment of SAH. As future direction, studies comparing hemodynamic effects of small and large muscle groups with BFR and evaluating the metabolite levels after acute BFR in hypertensive individuals still needed. Another future direction is the urgency in chronic studies to understand the efficacy of this method to an alternative treatment for hypertension.

## Funding

Brazilian Council for Scientific and Technological Development (CNPq); Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) - financial code 001; Rio de Janeiro State Research Foundation (FAPERJ).

## Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

## Bibliography

1. World Health Organization. WHO. *Hypertension*. Who. 2019.
2. Dorans KS, Mills KT, Liu Y, He J. Trends in prevalence and control of hypertension according to the 2017 American College of Cardiology/American Heart Association (ACC/AHA) guideline. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(11):e008888
3. World Health Organization. WHO - *The top 10 causes of death*. 24 Maggio. 2018.
4. Unger T, Borghi C, Charchar F, Khan NA, Poulter NR, Prabhakaran D, et al. 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. *Hypertension*. 2020;75(6):1334-57.
5. Mahmood S, Shah KU, Khan TM, Nawaz S, Rashid H, Baqar SWA, et al. Non-pharmacological management of hypertension: in the light of current research. *Irish Journal of Medical Science*. 2019;188(2):437-52.
6. Cordina RL, O'Meagher S, Karmali A, Rae CL, Liess C, Kemp GJ, et al. Resistance training improves cardiac output, exercise capacity and tolerance to positive airway pressure in Fontan physiology. *Int J Cardiol*. 2013;168(2):780-8.
7. Cook MD, Heffernan KS, Ranadive S, Woods JA, Fernhall B. Effect of resistance training on biomarkers of vascular function and oxidative stress in young African-American and Caucasian men. *J Hum Hypertens*. 2013;27:388-92.
8. Ihalainen JK, Inglis A, Mäkinen T, Newton RU, Kainulainen H, Kyröläinen H, et al. Strength training improves metabolic health markers in older individual regardless of training frequency. *Front Physiol*. 2019 Feb;10:32
9. Williams B, Mancia G, Spiering W, Rosei EA, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *European Heart Journal*. 2018;39(33):3021-104.
10. Cornelissen VA, Buys R, Smart NA. Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Hypertension*. 2013;31(4):639-48.
11. De Sousa EC, Abrahim O, Ferreira ALL, Rodrigues RP, Alves EAC, Vieira RP. Resistance training alone reduces systolic and diastolic blood pressure in prehypertensive and hypertensive individuals: Meta-analysis. *Hypertens Res*. 2017;40(11):927-31.
12. Landi F, Liperoti R, Russo A, Giovannini S, Tosato M, Capoluongo E, et al. Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: Results from the iSIRENTE study. *Clin Nutr*. 2012;31(5):652-8.
13. Newman AB, Haggerty CL, Goodpaster B, Harris T, Kritchevsky S, Nevitt M, et al. Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51(3):323-30.
14. Boyette LW, Lloyd A, Boyette JE, Watkins E, Furbush L, Dunbar SB, et al. Personal characteristics that influence exercise behavior of older adults. *J Rehabil Res Dev*. 2002;39(1):95-103.
15. Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bemben M. Overview of neuromuscular adaptations of skeletal muscle to KAATSU Training. *Int J KAATSU Train Res*. 2007;3:1-9.
16. Nakajima T, Kurano M, Iida H, Takano H, Oonuma H, Morita T, et al. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey. *Int J KAATSU Train Res*. 2006;2(1):5-13.
17. Sumide T, Sakuraba K, Sawaki K, Ohmura H, Tamura Y. Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion. *J Sci Med Sport*. 2009;12(1):107-12.
18. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med*. 2019;49(1):95-108.
19. Yarasheski KE, Zachwieja JJ, Bier DM. Acute effects of resistance exercise on muscle protein synthesis rate in young and elderly men and women. *Am J Physiol - Endocrinol Metab*. 1993;(2 pt 1):E210-4.
20. Pearson SJ, Hussain SR. A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. *Sports Medicine*. 2015;45(2):187-200.
21. Sundblad P, Kölegård R, Rullman E, Gustafsson T. Effects of training with flow restriction on the exercise pressor reflex. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118(9):1903-9.
22. Brandner CR, Kidgell DJ, Warmington SA. Unilateral bicep curl hemodynamics: Low-pressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. *Scand J Med Sci Sport*. 2015 Dec;25(6):770-7
23. Domingos E, Polito MD. Blood pressure response between resistance exercise with and without blood flow restriction: A systematic review and meta-analysis. *Life Sci*. 2018;209:122-31.



24. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ*. 2021;372:n71.
25. Smart NA, Waldron M, Ismail H, Giallauria F, Vigorito C, Cornelissen V, et al. Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. *Int J Evid Based Healthc*. 2015;13(1):9-18.
26. Araújo JP, Silva ED, Silva JCG, Souza TSP, Lima EO, Guerra I, et al. The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. *J Hum Kinet*. 2014;46:7-8.
27. Cezar MA, De Sá CA, Da Silva Corralo V, Copatti SL, Dos Santos GAG, Da Silva Grigoletto ME. Effects of exercise training on blood pressure in medicated hypertensive patients with blood flow restriction. *Motriz Rev Educ Fis*. 2016;22(2).
28. Pinto RR, Polito MD. Haemodynamic responses during resistance exercise with blood flow restriction in hypertensive subjects. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2016;36(5):407-13.
29. Pinto RR, Karabulut M, Poton R, Polito MD. Acute resistance exercise with blood flow restriction in elderly hypertensive women: Haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2018;38(1):17-24.
30. Martins MSR, Salles B, Marocolo M, Maior AS. Blood flow restriction training promotes hypotensive effect in hypertensive middle-age men. *Arch Med del Deport*. 2018;35(185):162-7.
31. Crisafulli A, De Farias RR, Farinatti P, Lopes KG, Milia R, Sainas G, et al. Blood flow restriction training reduces blood pressure during exercise without affecting metaboreflex activity. *Front Physiol*. 2018;9:1736.
32. Neto GR, Sousa MSC, Costa PB, Salles BF, Novaes GS, Novaes JS. Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. *J Strength Cond Res*. 2015;29(4):1064-70.
33. Sidhu SK, Weavil JC, Rossman MJ, Jessop JE, Bledsoe AD, Buys MJ, et al. Exercise pressor reflex contributes to the cardiovascular abnormalities characterizing hypertensive humans during exercise. *Hypertension*. 2019;74(6):1468-75.
34. Marc R A. Acute Heart Rate Responses to Resistance Exercise at Different Cadences. *Int J Sport Exerc Med*. 2019;5(9):143.
35. Larkin KA, MacNeil RG, Dirain M, Sandesara B, Manini TM, Buford TW. Blood flow restriction enhances post-resistance exercise angiogenic gene expression. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(11):2077-83.
36. Shibuya M. Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) and Its Receptor (VEGFR) Signaling in Angiogenesis: A Crucial Target for Anti- and Pro-Angiogenic Therapies. *Genes and Cancer*. 2011;2(12):1097-105.
37. Humar R, Zimmerli L, Battegay E. Angiogenesis and hypertension: An update. *Journal of Human Hypertension*. 2009;23(12):773-82.
38. Teixeira AL, Fernandes IA, Vianna LC. Cardiovascular Control during Exercise: The Connectivity of Skeletal Muscle Afferents to the Brain. *Exerc Sport Sci Rev*. 2020;48(2):83-91.

# Efectos de la actividad física y hábitos alimenticios en los niveles de obesidad de niños entre 6 y 12 años: revisión sistemática

Rubén Palma Fontealva<sup>1</sup>, Pablo Pérez Ojeda<sup>1</sup>, Claudio Hernández-Mosqueira<sup>2</sup>, Fernando Galle Santana<sup>3</sup>, Karoll Ibañez Goudeau<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa Magister en Ejercicio Físico y Salud. Universidad San Sebastián. Puerto Montt. Chile. <sup>2</sup>Departamento Educación Física Deportes y Recreación. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile. <sup>3</sup>Universidad San Sebastián. Puerto Montt. Chile.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00081

**Recibido:** 01/06/2021  
**Aceptado:** 23/12/2021

## Resumen

**Introducción:** La actividad física y los hábitos alimentarios son variables a tener en cuenta para el análisis y corrección de los problemas de obesidad. El objetivo de esta revisión fue evaluar los efectos que tiene la actividad física y los hábitos alimentarios en los niveles de obesidad en niños entre 6 a 12 años de edad.

**Material y método:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos WOS y SCOPUS. Los criterios de elegibilidad fueron establecidos en base al acrónimo PICOS: (P) niños de educación básica de entre 6 y 12 años de edad, (I) estudios que llevaran a cabo intervenciones del componente alimenticio, del componente de actividad física o una combinación de ambos. Esto en el ámbito escolar, deportivo y/o familiar, (C) ser sometidos a evaluación mediante la escala de PEDRO y obtener en esta un puntaje igual o superior a 7, (O) evaluar el efecto de los programas alimenticios y/o de actividad física sobre la obesidad infantil, (S) estudios controlados aleatorios, publicados entre los años 2015 y 2020.

**Resultados:** Se identificaron 6.388 artículos, pero solo se incluyeron los que cumplieron con los criterios de inclusión. pero solamente se incluyeron los que cumplieron con los criterios de inclusión (34 estudios). Se encontró que las intervenciones más efectivas fueron las combinadas con una duración de intervención media, y la participación de los padres y el sexo pueden influir en la efectividad de estas intervenciones.

**Conclusión:** Las intervenciones que consideran el componente de actividad física y hábitos alimenticios en conjunto son las más efectivas para lograr una disminución de los niveles de obesidad en niños de 6 a 12 años de edad

## Palabras clave:

Actividad Física. Hábitos Alimenticios. Obesidad. Niños.

## Key words:

Feeding Habits. Physical Activity. Obesity. Children.

## Effects of physical activity and eating habits on obesity levels in children between 6 and 12 years old: systematic review

### Summary

**Introduction:** Physical activity and eating habits are variables to take into account for the analysis and correction of obesity problems. The objective of this review was to evaluate the effects of physical activity and eating habits on obesity levels in children between 6 and 12 years of age.

**Material and method:** A bibliographic search was carried out in the WOS and SCOPUS databases. The eligibility criteria were established based on the acronym PICOS: (P) basic education children between 6 and 12 years of age, (I) studies that carried out interventions of the nutritional component, the physical activity component or a combination of both of them. This in the school, sports and / or family environment, (C) be subjected to evaluation using the PEDRO scale and obtain a score equal to or greater than 7, (O) evaluate the effect of food programs and / or physical activity on childhood obesity, (S) randomized controlled studies, published between 2015 and 2020.

**Results:** 6,388 articles were identified, but only those that met the inclusion criteria were included. but only those that met the inclusion criteria (34 studies) were included. The most effective interventions were found to be those combined with a medium duration of intervention, and parental involvement and gender may influence the effectiveness of these interventions.

**Conclusion:** Interventions that consider the component of physical activity and eating habits together are the most effective in achieving a decrease in obesity levels in children 6 to 12 years of age.

**Correspondencia:** Claudio Hernández-Mosqueira  
E-mail: claudiomarclo.hernandez@ufrontera.cl

## Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>1</sup>, las enfermedades no transmisibles (ENT) producen un nivel de mortalidad anual de 41 millones de personas, lo que corresponde al 71% de las muertes producidas en el mundo. Las ENT se conocen como enfermedades crónicas, por lo general son de larga duración y generan consecuencias negativas en todos los grupos etarios y en todos los países. Estas surgen debido a la presencia de diferentes factores de riesgo, tales como, los comportamentales modificables y metabólicos. En relación a los factores de riesgo metabólicos, una de las principales causas de muerte a nivel mundial es el incremento de la presión arterial (19%), seguido por el sobrepeso y la obesidad. Esta última, se define como una acumulación anormal o excesiva de grasa que presenta un riesgo para la salud<sup>2</sup>.

De acuerdo a Oyarce, *et al.*<sup>3</sup>, esta se caracteriza por un excesivo aumento en el porcentaje de grasa corporal, producido por un balance energético positivo sostenido en el tiempo, capaz de producir la aparición de otras enfermedades, como lo menciona Schetz, *et al.*<sup>4</sup>, quien establece que dependiendo del grado, distribución y duración del exceso de grasa corporal, los riesgos para la salud de la persona son la aparición de hipertensión, diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, dislipidemia, renales crónicas, del hígado graso no alcohólico, síndrome de apnea obstructiva del sueño e hipoventilación, trastornos físicos y del estado de ánimo. En cuanto a su prevalencia a nivel mundial, Jaacks, *et al.*<sup>5</sup>, menciona que esta, ha aumentado de manera sustancial en las últimas décadas, de menos del 3% en 1975 al 11% en 2016, entre los hombres y del 6% al 15% entre mujeres, en el caso de los niños y niñas el aumento fue de 1% al 6% -8% durante el mismo período de tiempo. En este contexto, la OMS<sup>6</sup> señala que la obesidad infantil se ha convertido en una de las problemáticas de salud pública con mayor gravedad del siglo XXI. Este problema mundial está afectando de manera progresiva a gran cantidad de países de bajos y medianos ingresos. En efecto, a partir de 2014, la prevalencia de obesidad en sujetos de 2 a 19 años es del 17%<sup>7</sup>. De hecho, se calcula que, en 2016, más de 41 millones de niños menores de cinco años en todo el mundo tenían sobrepeso o eran obesos<sup>8</sup>. La realidad chilena no está ajena a este fenómeno, en Chile, el sobrepeso y la obesidad en escolares y en la población mayor de 15 años ha aumentado en las últimas décadas, a pesar de los esfuerzos de prevención<sup>8</sup>. Además, según lo que señala Sapunar, *et al.*<sup>9</sup>, este incremento progresivo de la prevalencia de trastornos nutricionales por exceso ha llegado a ser una de las más elevadas a nivel mundial. Algo similar ha sucedido en la población infanto-juvenil, tanto en Santiago, como en regiones. De hecho, Bustos, *et al.*<sup>10</sup> mencionan que la Junta de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), una institución del gobierno de Chile, evidenció que, durante el 2013, el nivel de obesidad en niños de 6 años de edad que asistían al primer año de enseñanza básica era de un 25,3 %. En términos generales, los bajos niveles de actividad física y el incremento de los comportamientos sedentarios son las causantes más importantes de la obesidad. En efecto, según lo señalado por Blanco, *et al.*<sup>11</sup>, existe una relación directa entre el sedentarismo y la acumulación de grasa. En este sentido, Aguilar, *et al.*<sup>12</sup> indica que la actividad física corresponde a cualquier movimiento del cuerpo realizado por

los músculos esqueléticos que produce en un gasto energético, como los realizados durante las actividades cotidianas en el hogar, el trabajo, el ocio o el transporte. A través de ella, se pueden obtener diferentes beneficios para la salud mental y física cuando los niños practican 60 minutos de actividad física de intensidad moderada a vigorosa al día. A pesar de estos beneficios, Watson, *et al.*<sup>13</sup> señala que más del 50 % de la población infantil en Australia y a nivel internacional no cumplen estas recomendaciones. Dato que genera preocupación, debido a la existencia de hallazgos que sugieren que las limitaciones funcionales, el bienestar subjetivo, el apoyo social, la memoria, la depresión y la edad están asociados con la inactividad física y, por lo tanto, son factores potenciales en el camino hacia la mala salud<sup>14</sup>. De acuerdo a Gallota, *et al.*<sup>15</sup>, la prevalencia de hábitos alimentarios inadecuados como consumir numerosos refrigerios y bebidas azucaradas a media mañana, saltarse el desayuno, consumir escasas frutas y/o verduras pueden provocar un aumento de peso entre los niños. Con respecto a esto último, Seidell y Halberstadt<sup>16</sup> plantean que el aumento en los niveles de obesidad en la mayoría de los países parece estar provocados principalmente por modificaciones en el suministro de alimentos a nivel mundial, el cual ofrece mayor cantidad de alimentos procesados, asequibles y comercializados que antes. Se tienen diferentes definiciones de lo que son los hábitos alimentarios, debido a que hay una gran variedad de conceptos, pero según Pereira-Chávez, *et al.*<sup>17</sup>, la mayoría de estas concuerda en que se trata de manifestaciones frecuentes de comportamientos individuales y colectivos que se adquieren de forma directa e indirectamente y que se relacionan con el qué, cómo, cuándo, con qué, para qué se come y quién ingiere los alimentos.

En base a lo mencionado por Viljakainen, *et al.*<sup>18</sup>, una dieta saludable, basada en un consumo apropiado de frutas, verduras, pescado, aves, cereales integrales y productos lácteos bajos en grasa, reduce el riesgo de obesidad en poblaciones adultas y pediátricas, por el contrario, una dieta poco saludable rica en carnes procesadas, cereales refinados, dulces, alimentos con almidón y productos lácteos altos en grasas se han asociado con el exceso de peso. Por consiguiente, los hábitos alimentarios recomendados para los niños, deben aportar la energía, los nutrientes y los componentes bioactivos necesarios para mantener una buena salud<sup>19</sup>. Considerando estos datos es que surgen las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son los efectos que tiene la actividad física sobre la obesidad en niños de entre 6 y 12 años?

¿Cuáles son los efectos que tienen los hábitos alimentarios sobre la obesidad en niños de entre 6 y 12 años?

En este contexto, el objetivo fue evaluar los efectos que tiene la actividad física y los hábitos alimentarios en los niveles de obesidad en niños entre 6 a 12 años de edad.

## Material y método

### Estrategia de búsqueda

Este estudio es una revisión sistemática que se realizó siguiendo la guía PRISMA, y el modelo de preguntas PICoR para seleccionar las palabras clave. Se realizó una búsqueda en las bases de datos Cochrane Library, Pubmed, y Wiley Library, donde se incluyeron artículos publica-

dos desde el año 2015 al 2020. Los criterios de búsqueda incluyeron el combinar lógicamente los términos de búsqueda del DeCS, utilizando los respectivos buscadores booleanos. Por este motivo fueron utilizadas las siguientes palabras clave para su búsqueda: “Hábitos alimentarios”, “Actividad física”, “Obesidad” y “Niños”, en los idiomas español e inglés. La búsqueda y extracción de información se desarrolló durante los meses de agosto a octubre del año 2020, y la información fue almacenada en el gestor de citas bibliográficas Mendeley. Los resultados fueron filtrados de acuerdo a aquellos documentos que tienen como temática principal la evaluación de los efectos de los hábitos alimentarios y actividad física en los niveles de obesidad infantil.

### Criterios de inclusión

- Ser estudios controlados aleatorios, para que los grupos de estudios sean equiparados en sus características y evitar también posibles sesgos de selección.
- Abarcar temáticas sobre hábitos alimentarios, uso de dietas, actividad física e intervenciones multidisciplinarias que incluyeran estas variantes, para el tratamiento del sobrepeso u obesidad y su efecto sobre estos factores en niños de entre 6 y 12 años de edad, del sexo femenino y masculino.
- Obtener algún tipo de resultados en indicadores relacionados con la obesidad.
- Una vez encontrada la búsqueda, identificar el cuartil (Q) de la revista, seleccionando aquellas que sean Q1 y Q2 en la base de datos Scopus.
- Haber sido sometidos por parte de los investigadores de la presente revisión sistemática, a evaluación metodológica con la escala PEDro para identificar rápidamente los estudios que tienden a ser validos internamente y tener suficiente información estadística para el desarrollo de esta revisión.

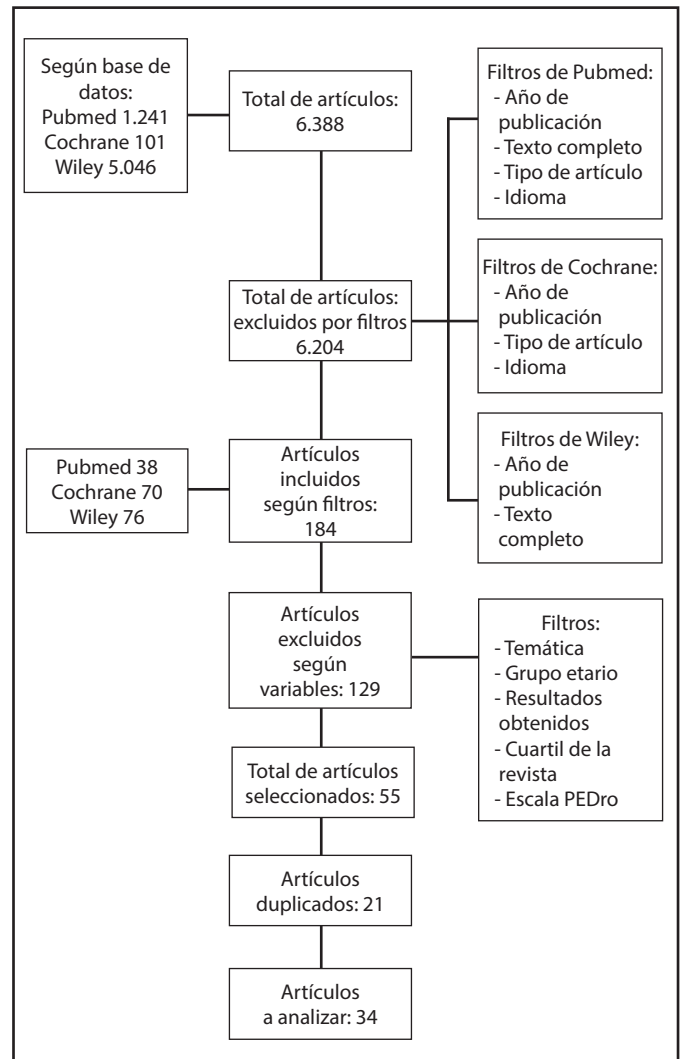
Se excluyeron todos los artículos que no cumplieran estos criterios. Se identificaron un total de 6.388 artículos en las plataformas “Pubmed”, “Cochrane Library” y “Wileylibrary”, (1.241, 101 y 5.046 estudios respectivamente). El total de artículos excluidos por los filtros de las plataformas fueron 6.204, incluyendo momentáneamente 184 estudios para ser revisados, los cuales fueron verificados mediante título, palabras clave y resumen de estudio. De esta cantidad se excluyeron 128 estudios por las variables categorizadas en un principio (grupo etario, resultados obtenidos, estudios no relacionados), dejando una totalidad de 56 estudios seleccionados de los cuales 21 estaban duplicados, concluyendo con el total de 34 artículos incluidos para esta investigación (Figura 1).

### Resultados

Se realizó una extracción de datos desde los artículos seleccionados que cumplieron los criterios de inclusión, en las Tablas 1 y 2, se describe información relevante de los estudios; identificando el nombre de la investigación, autores y año de publicación, además de su duración, localización y resultados de la intervención.

Se incluyeron 34 estudios controlados aleatorios. Para definir los rangos en relación con los plazos correspondientes por investigación, ocuparemos el estándar utilizado en la revisión sistemática Técnicas

Figura 1. Proceso de inclusión de los artículos.



efectivas de cambio de comportamiento para la actividad física y la alimentación saludable en adultos con sobrepeso y obesidad<sup>53</sup>. Las investigaciones que son corto plazo (n = 15), corresponden a los que tuvieron una durabilidad igual o menor a 6 meses (44,12%), de mediano plazo (n = 7) son aquellas que superan los 6 meses, pero no alcanzan los 12 meses (20,59%), y de largo plazo (n = 11) corresponden a las que son de durabilidad 12 meses o más (32,35%). Un estudio no especificó su durabilidad (2,94%). El tamaño de muestra permite evidenciar cuantos individuos son necesarios estudiar, para así, detectar una determinada diferencia entre los grupos, en la siguiente revisión, se intervino a niños de sexo femenino y masculino, y la investigación con más alto tamaño de muestra fue de 10.091, a diferencia de la que tuvo menos que fue de 29.

Los estudios incluidos corresponden a 34 estudios controlados aleatorios. Gran parte de estos (n = 12) se realizaron en el continente de Europa (35,29%), seguido de América del Norte con 9 estudios (26,47%), Asia también con 9 (26,47%) estudios, Oceanía con 2 (5,89%), África 1 estudio (2,95%) y América del sur también con 1 estudio (2,9%).

Tabla 1. Duración de la intervención y tamaño de la muestra.

Autores y año	Duración	Tamaño de la muestra (n)
Kühr, <i>et al.</i> (2020) <sup>20</sup> Dinamarca	5 años	1.299
Cao, <i>et al.</i> (2015) <sup>21</sup> China	33 meses	2.446
Ochoa-Avilés, <i>et al.</i> (2017) <sup>22</sup> Ecuador	28 meses	1.430
Hollis, <i>et al.</i> (2016) <sup>23</sup> Australia	24 meses	1.150
Katan, <i>et al.</i> (2016) <sup>24</sup> Holanda	18 meses	641
Makkes, <i>et al.</i> (2016) <sup>25</sup> Países Bajos	12 meses	80
Cohen, <i>et al.</i> (2016) <sup>26</sup> Canadá	12 meses	78
Adab, <i>et al.</i> (2018) <sup>27</sup> Reino Unido	12 meses	2.562
Anderson, <i>et al.</i> (2017) <sup>28</sup> Nueva Zelanda	12 meses	203
Fulkerson, <i>et al.</i> (2015) <sup>29</sup> Estados Unidos	12 meses	160
Li, <i>et al.</i> (2019) <sup>30</sup> China	12 meses	1.641
Xu, <i>et al.</i> (2015) <sup>31</sup> China	1 año académico	1.182
Wang, <i>et al.</i> (2018) <sup>32</sup> China	1 año académico	10.091
Kesztyüs, <i>et al.</i> (2017) <sup>33</sup> Alemania	1 año académico	1.733
Lima, <i>et al.</i> (2020) <sup>34</sup> Suiza	9 meses	499
Sánchez-López, <i>et al.</i> (2020) <sup>35</sup> España	9 meses	108
Serra-Paya, <i>et al.</i> (2015) <sup>36</sup> España	8 meses	113
Yu, <i>et al.</i> (2020) <sup>37</sup> China	8 meses	171
Boutelle, <i>et al.</i> (2017) <sup>38</sup> Estados Unidos	6 meses	150
Bibiloni, <i>et al.</i> (2019) <sup>39</sup> España	6 meses	140
Yusop, <i>et al.</i> (2018) <sup>40</sup> Malasia	6 meses	50
Staiano, <i>et al.</i> (2018) <sup>41</sup> Estados Unidos	6 meses	46
Seo, <i>et al.</i> (2019) <sup>42</sup> Corea	4 meses	103
Nicolucci, <i>et al.</i> (2017) <sup>43</sup> Canadá	4 meses	42
Ahmad, <i>et al.</i> (2018) <sup>44</sup> Malasia	4 meses	134
Koo, <i>et al.</i> (2018) <sup>45</sup> Malasia	3 meses	83
Moschonis, <i>et al.</i> (2019) <sup>46</sup> Grecia	3 meses	80
Cvetković, <i>et al.</i> (2018) <sup>47</sup> Estados Unidos	3 meses	42
Muller, <i>et al.</i> (2019) <sup>48</sup> Sudáfrica	2,5 meses	746
Morell-Azanza, <i>et al.</i> (2019) <sup>49</sup> España	2 meses	121
Ojeda-Rodríguez, <i>et al.</i> (2018) <sup>50</sup> España	2 meses	107
Wang, <i>et al.</i> (2019) <sup>32</sup> Estados Unidos	1,5 meses	110
Bogart, <i>et al.</i> (2016) <sup>51</sup> Estados Unidos	5 semanas	4.022
Baum, <i>et al.</i> (2015) <sup>52</sup> Estados Unidos	No se indica	29

Los estudios incluidos poseían intervenciones del componente alimentario, de actividad física y un componente mixto. Fueron siete los estudios que realizaron intervenciones de actividad física sin una intervención alimentaria (20,5%). La misma cantidad de estudios (n = 7) realizaron solo intervenciones del componente alimentario (20,5%). Veinte estudios realizaron intervenciones mixtas o multidisciplinarias, donde se incluía tanto el componente alimentario como el de actividad física (59%). En los estudios incluidos se entregan diferentes resultados en relación a diferentes valores antropométricos de los sujetos de estudio, tales como el peso corporal, índice de masa corporal (IMC), porcentaje de grasa corporal, circunferencia de cintura, pliegues cutáneos, masa

Tabla 2. Tipos de intervenciones y resultados obtenidos en los estudios.

Autores y año	Intervención	Resultados
Wang, <i>et al.</i> <sup>32</sup> (2018) China	Actividad física	Disminución de IMC y probabilidades de obesidad
Kühr, <i>et al.</i> <sup>20</sup> (2020) Dinamarca	Actividad física	Disminución de IMC y CC
Cvetković, <i>et al.</i> <sup>47</sup> (2018) Estados Unidos	Actividad física	disminución trivial en la masa corporal, aumento de masa muscular, disminución de masa grasa y del IMC
Hollis, <i>et al.</i> <sup>23</sup> (2016) Australia	Actividad física	Disminución del peso medio y IMC
Muller, <i>et al.</i> <sup>48</sup> (2019) Sudáfrica	Actividad física	Aumento menor en el IMCz medio y un aumento reducido en el grosor medio de los pliegues cutáneos
Lima, <i>et al.</i> <sup>34</sup> (2020) Suiza	Actividad física	Menor suma de pliegues cutáneos
Staiano, <i>et al.</i> <sup>41</sup> (2018) Estados Unidos	Actividad física	Puntuación z del IMC más bajas. Mejor colesterol LDL y total
Fulkerson, <i>et al.</i> <sup>29</sup> (2015) Estados Unidos	Dietética	Disminución del exceso de peso. Puntuaciones z de IMC más bajas. Disminución en ganancia de peso en niños con sobrepeso
Wang, <i>et al.</i> <sup>54</sup> (2019) Estados Unidos	Dietética	Reducción de IMCz, aumento de actividad física, consumo de frutas y verduras
Baum, <i>et al.</i> <sup>52</sup> (2015) Estados Unidos	Dietética	Aumento de la oxidación de grasas, de la saciedad, disminución del hambre
Katan, <i>et al.</i> <sup>24</sup> (2016) Holanda	Dietética	Aumento más bajo de la puntuación z del IMC y peso corporal. Disminución de grasa corporal en grupo IMC alto
Nicolucci, <i>et al.</i> <sup>43</sup> (2017) Canadá	Dietética	Disminución de puntuación z del peso corporal, el porcentaje de grasa corporal y del tronco
Koo, <i>et al.</i> <sup>45</sup> (2018) Malasia	Dietética	Disminución del porcentaje de grasa corporal, CC
Ochoa-Avilés, <i>et al.</i> <sup>22</sup> (2017) Ecuador	Dietética	Disminución de CC después de etapa uno
Bogart, <i>et al.</i> <sup>51</sup> (2016) Estados Unidos	Mixta	Reducción del percentil de IMC de alumnos obesos post 2 años
Moschonis, <i>et al.</i> <sup>46</sup> (2019) Grecia	Mixta	Disminución del IMC y la puntuación z del IMC. Menor aumento del peso corporal y la CC
Xu, <i>et al.</i> (2015) <sup>31</sup> China	Mixta	Reducción de IMC y aumento de probabilidades reducir del IMC
Makkes, <i>et al.</i> <sup>25</sup> (2016) Países Bajos	Mixta	Disminución del SDS-IMC por una pérdida de peso promedio
Ojeda-Rodríguez, <i>et al.</i> <sup>50</sup> (2018) España	Mixta	Disminución del peso corporal, IMC-SDS, glucosa, niveles de colesterol total e ingesta total de energía

(continúa)

**Tabla 2. Tipos de intervenciones y resultados obtenidos en los estudios (continuación).**

Autores y año	Intervención	Resultados
Yusop, et al. <sup>40</sup> (2018) Malasia	Mixta	Disminución de puntuación z del IMC. Aumento del nivel de actividad física de bajo a moderado
Cohen, et al. <sup>26</sup> (2016) Canadá	Mixta	Disminución de puntuaciones z del IMC y del porcentaje de masa grasa. Disminución de masa grasa y aumento de masa magra
Bibiloni, et al. <sup>39</sup> (2019) España	Mixta	Participantes con sobrepeso cambiaron a normopeso tras 6 meses
Sánchez-López, et al. <sup>35</sup> (2020) España	Mixta	Disminución del porcentaje de grasa corporal promedio, el IMC medio y los kilos de grasa corporal
Adab, et al. (2018) <sup>27</sup> Reino Unido	Mixta	Puntuación z media del IMC fue menor en grupo de intervención
Anderson, et al. <sup>28</sup> (2017) Nueva Zelanda	Mixta	Disminución significativa en el IMC-SDS
Li, et al. <sup>30</sup> (2019) China	Mixta	Disminución de puntuación z del IMC y porcentaje de grasa
Ahmad, et al. <sup>44</sup> (2018) Malasia	Mixta	Reducción de la puntuación z del IMC y grasa corporal. Incremento menor en el percentil de la CC media
Cao, et al. <sup>21</sup> (2015) China	Mixta	Disminución de la prevalencia de obesidad y de la puntuación z del IMC. Aumento del porcentaje de individuos con peso normal
Boutelle, et al. <sup>38</sup> (2017) Estados Unidos	Mixta	Disminución del IMCz
Keszytüs, et al. <sup>33</sup> (2017) Alemania	Mixta	Disminución del percentil de IMC y de las probabilidades de desarrollar obesidad abdominal durante el período de estudio
Morell-Azanza, et al. <sup>49</sup> (2019) España	Mixta	Disminución en el IMC-SDS y la circunferencia de la cadera
Seo, et al. <sup>37,42</sup> (2019) Corea	Mixta	Disminución z del IMC, de la masa grasa y presión arterial
Yu, et al. <sup>37</sup> (2020) China	Mixta	Reducción de riesgo de anomalías metabólicas. Menor aumento de TG
Serra-Paya, et al. <sup>36</sup> (2015) España	Mixta	Disminución de IMC <sub>d</sub> y aumento de actividad física

magra y masa grasa corporal. Además de resultados estadísticos como la puntuación z del IMC, puntuación z de peso corporal, probabilidad de desarrollar obesidad y porcentaje de individuos con peso normal. Además, algunos estudios entregaron resultados a cerca de los niveles de oxidación de grasas y niveles de triglicéridos (Tabla 3).

Los estudios incluidos corresponden a 34 estudios controlados aleatorios. 7 de estos realizaron solo intervenciones del componente

alimentario, de los cuales 4 realizaron una intervención directa en los alimentos ingeridos por los sujetos de estudio (11,8%), mientras que los 3 restantes se basaron en recomendaciones y clases teóricas sobre este componente (8,8%).

Siete fueron los estudios que realizaron intervenciones de actividad física sin una intervención alimentaria y en todos aquellos se realizó una intervención directa que implicaba la práctica de actividad física en diferentes modalidades y con diferentes frecuencias (20,5%).

Los demás estudios (n = 20) realizaron intervenciones mixtas, de los cuales 4 se basaron en recomendaciones y sesiones teóricas sobre estos componentes (11,8%), mientras que los 16 restantes (47,1%) realizaron una intervención directa en la alimentación de los sujetos y en sus niveles de actividad física.

## Discusión

Se analizaron 34 estudios aleatorios que examinaban el efecto de los hábitos alimentarios y la actividad física para tratar el sobrepeso y la obesidad en niños dentro del rango de edad de 6 y 12 años. Se incluyeron investigaciones con un tiempo de intervención de 5 semanas hasta 5 años, por ende, se tomó la determinación de clasificarlos en corto (44,12%), mediano (20,59%) y largo plazo (32,35%) para facilitar la interpretación de sus datos. Solo un estudio no presentó tiempo de intervención (2,94%). Las intervenciones de los estudios incluidos variaron entre los que fueron de corto a largo plazo, principalmente en relación con el tamaño de la muestra, ya que el promedio de las investigaciones de largo plazo es de 1.062 participantes, a diferencia de las de mediano plazo, donde su promedio fue de 1.985 y las de corto plazo promediaron un tamaño de muestra de 373 participantes. En relación a estos datos, Das, et al.<sup>55</sup> señala que un correcto tamaño de muestra disminuye el error aleatorio o evita que algo suceda por casualidad. Además, se menciona que aquellas muestras demasiado bajas por lo general no resuelven las preguntas de investigación y pueden entregar una respuesta poco precisa. Al contrario de esto, una muestra elevada si entrega respuestas a las preguntas de investigación, pero puede llegar a ser poco ética. En base a este tema, Heidel<sup>56</sup>, plantea que mientras mayor sea el tamaño de muestra, aumentan las posibilidades de detectar efectos significativos, que permiten detectar tamaños de efecto pequeños y grandes, independientemente de sus respectivas variaciones. Sin embargo, esto se contraponen con lo planteado por Sones, et al.<sup>57</sup>, el cual afirma que los estudios de gran tamaño de muestra pueden generar un elevado desperdicio de recursos y a la vez, pueden dar origen a resultados falsos. Por otra parte, de las 34 investigaciones incluidas, 21 (61,76%) demostraron un efecto superior en los indicadores de obesidad. De estas 21, 6 fueron de larga duración, 2 fueron de mediana duración y la mayor concentración de estudios que tuvieron efectos importantes corresponden a 13, las cuales fueron de corta duración. Esto indica que el tipo de intervenciones más efectivas suelen ser aquellas con una duración igual o inferior a 6 meses. Estos datos se contraponen con lo señalado por Aguilar, et al.<sup>58</sup>, el cual plantea que las intervenciones de duración corta o que se realizan fuera de las actividades cotidianas de los niños, producen un evidente efecto rebote en los resultados alcanzados. A esto podemos agregar que, en

Tabla 3. Efectividad de los programas de actividades físicas y de intersección nutricional.

Autores y año	Intervención actividad física	Intersección nutricional
Wang, <i>et al.</i> (2017) China	Planes de estudio en el aula, apoyo al entorno escolar, participación familiar y programas / eventos divertidos.	Ninguna
Kühr, <i>et al.</i> (2019) Dinamarca	4,5 horas de clases de educación física por semana	Ninguna
Cvetković, <i>et al.</i> (2018) Estados Unidos	Entrenamiento de HIIT y Fútbol recreativo	Ninguna
Hollis, <i>et al.</i> (2016) Australia	Estrategias de enseñanza sobre actividad física (PA), planes de PA, programa de deporte escolar, exposiciones de PA y programas de PA durante las vacaciones escolares.	Ninguna
Muller, <i>et al.</i> (2019) Sudáfrica	Dos lecciones de educación física de 40 minutos por semana; una lección semanal de 40 minutos de música en movimiento; pausas regulares de actividad física en clase; instalación de estaciones de actividades y una variedad de juegos pintados.	Ninguna
Lima, <i>et al.</i> (2020) Suiza	Dos lecciones adicionales de educación física a la semana.	Ninguna
Staiano, <i>et al.</i> (2018) Estados Unidos	Videojuegos que implican actividad física, planes de estudios de juego y sesiones de videochat con un entrenador físico.	Ninguna
Fulkerson, <i>et al.</i> (2015) Estados Unidos	Ninguna	Cambio familiar en la planificación, frecuencia y salud de las comidas
Wang, <i>et al.</i> (2019) Estados Unidos	Ninguna	Sesiones grupales sobre nutrición
Baum, <i>et al.</i> (2015) Estados Unidos	Ninguna	Consumo de desayunos a base de proteínas
Katan, <i>et al.</i> (2016) Holanda	Ninguna	Reemplazo de bebidas endulzadas con azúcar con bebidas no calóricas
Nicolucci, <i>et al.</i> (2017) Canadá	Ninguna	Ingesta de dosis de prebióticos (8 gramos al día)
Koo, <i>et al.</i> (2018) Malasia	Ninguna	Clases de educación nutricional y entrega de alimentos integrales
Ochoa-Avilés, <i>et al.</i> (2017) Ecuador	Ninguna	Clases y talleres sobre alimentación saludable, talleres para padres y preparación de desayunos saludables
Bogart, <i>et al.</i> (2016) Estados Unidos	Fomento de la actividad física mediante carteles, cortometrajes	Estímulo para comer alimentos saludables en la cafetería escolar, educación y marketing dirigidos por pares
Moschonis, <i>et al.</i> (2019) Grecia	Recomendaciones de actividad física	Planes de alimentación personalizados y recomendaciones nutricionales
Xu, <i>et al.</i> (2015) China	Lecciones sobre actividad física, carteles de promoción de la actividad física y lecciones para padres o tutores.	Lecciones sobre alimentación saludable, carteles de promoción de la alimentación saludable y lecciones para padres o tutores
Makkes, <i>et al.</i> (2016) Países Bajos	Sesiones de actividad física y juegos deportivos	Clases sobre nutrición
Ojeda-Rodríguez, <i>et al.</i> (2018) España	Recomendaciones de actividad física	Uso de dieta mediterránea y recomendaciones nutricionales
Yusop, <i>et al.</i> (2018) Malasia	Sesiones de entrenamiento aeróbico	Asesoramiento nutricional y una actividad práctica preparación de alimentos saludables
Cohen, <i>et al.</i> (2016) Canadá	Sesiones familiares de asesoramiento sobre actividad física, 60 minutos de actividad por día basada en saltar, correr o actividades de entrenamiento de fuerza ligera.	Sesiones familiares de asesoramiento nutricional, consumo de 2 a 4 porciones de lácteos al día, codificación en colores de alimentos según sus calorías
Bibiloni, <i>et al.</i> (2017) España	5 o más horas de actividad física en un centro deportivo.	Uso de dieta mediterránea, asistencia a consultas dietéticas
Sánchez-López, <i>et al.</i> (2020) España	Sesiones de 90 minutos de actividad física basada en el juego	Sesiones teóricas y prácticas de asesoramiento nutricional
Adab, <i>et al.</i> (2018) Reino Unido	Recomendaciones de actividad física, una clase adicional a la semana de actividad física de 30 minutos en la escuela, programa interactivo con un club de fútbol.	Talleres familiares sobre cocina saludable

(continúa)

**Tabla 3. Efectividad de los programas de actividades físicas y de intercesión nutricional (continuación).**

<b>Autores y año</b>	<b>Intervención actividad física</b>	<b>Intersección nutricional</b>
Anderson, <i>et al.</i> (2017) Nueva Zelanda	Sesiones de actividad física familiares, incluidos deportes a elección de los participantes.	Evaluaciones de asesoramiento para todos los participantes, a través de recorridos virtuales por supermercados, sesiones de cocina, tamaño de porciones y concepto de comida saludable.
Li, <i>et al.</i> (2019) China	Sesiones de actividad física de moderada intensidad a vigorosa (MVPA).	Lecciones y fomentación de las conductas alimentarias saludables dentro y fuera de la escuela.
Ahmad, <i>et al.</i> (2018) Malasia	Sesiones de ejercicio con un mínimo de 30 minutos de moderada a actividad física intensa y un máximo de 120 min de tiempo de pantalla (ver televisión y jugar videojuegos).	Capacitación de padres sobre la alimentación a sus hijos a través de comportamientos diarios específicos del niño como no consumir bebidas azucaradas y refrigerios poco saludables, ingerir al menos cinco porciones de frutas y verduras (dos porciones de frutas y tres porciones de verduras).
Cao, <i>et al.</i> (2015) China	Sesiones de ejercicios semanales aplicando la ejecución de la lanzadera musical de 20 metros se ejecuta 2 o 3 veces por semana. Asegurar la tasa de participación de la educación física escolar regular y las actividades extracurriculares. Más de 1 hora de actividad física cada día escolar y actividades deportivas destacadas como saltar la cuerda y fútbol.	Control de la velocidad de alimentación para los estudiantes durante el almuerzo y consejos sobre cómo comer menos comida chatarra. Reducir el contenido de grasa de los alimentos en los comedores y hacer que haya más frutas y verduras disponibles.
Boutelle, <i>et al.</i> (2017) Estados Unidos	Recomendación de actividad física moderada a vigorosa a padres, para aplicar en sus hijos.	Se evaluó con tres recordatorios dietéticos de múltiples pases de 24 horas en 3 días no consecutivos a través de una entrevista telefónica. La ingesta total de energía se calculó utilizando el <i>software Nutrition Data Systems for Research</i> .
Keszyüs, <i>et al.</i> (2017) Alemania	Sesiones de actividad física, enfocado a padres e hijos, de intensidad moderada a vigorosa.	Orientaciones para la reducción de la ingesta de bebidas azucaradas.
Morell-Azanza, <i>et al.</i> (2019) España	Sesiones individuales y grupales de actividad física moderada a vigorosa con medición semanal mediante acelerómetro axial.	Alto consumo de frutas (3 porciones al día), verduras (2 porciones por día), legumbres, cereales integrales y aceite de oliva; el consumo moderado de lácteos, aves y pescado, y la reducción de carnes procesadas y rojas, limitándolas a 1 ración por semana.
Seo, <i>et al.</i> (2019) Corea	Asesoramiento en relación al ejercicio físico por profesionales de la salud. Todos los participantes recibieron instrucciones de caminar más de 8000 pasos por día y se envió un mensaje de texto una vez a la semana para fomentar la actividad física diaria.	Consulta médica personalizada, la provisión de un libro de trabajo para el establecimiento de metas y la modificación del comportamiento, asesoramiento sobre asesoramiento nutricional personalizado.
Yu, <i>et al.</i> (2020) China	Se implementó el ejercicio diario obligatorio. Consiste en un receso de clase de 20 minutos por la mañana en forma de jogging. Una clase de gimnasia adicional (40 minutos) después de la escuela por la tarde incluyó tres tipos de ejercicios (salto de cuerda, bádminton y carrera de relevos de 200 m).	Promover la ingesta de alimentos saludables y el desarrollo de hábitos alimentarios saludables.
Serra-Paya, <i>et al.</i> (2015)	El programa ofreció 90 sesiones de una hora (3 por semana) de actividad física moderada para niños.	Orientación y evaluación del consumo de frutas, carnes procesadas, alimentos superfluos y refrescos.

cuanto a la localización de los estudios seleccionados, la mayoría de las intervenciones se han aplicado en el continente asiático y europeo, siendo nuestro continente (América del sur) el que presenta menor cantidad de estudios de este tipo. Por lo que faltan mayor cantidad de intervenciones para evaluar si los beneficios observados en los estudios de la revisión son igual de efectivos en niños de características genéticas, ambientales y socioculturales similares a las de nuestro país, como el caso del estudio piloto de Mardones, *et al.*<sup>59</sup>, el cual implementó una intervención basada en actividad física en escolares de 6 a 7 años de edad, obteniendo resultados favorables en variables como la presión arterial y circunferencia de cintura. Esta necesidad aumenta, debido a que las características relacionadas a los hábitos de alimentarios y de actividad física tienen determinadas particularidades en los países de

Sudamérica, como lo indicado en el estudio de Louzada, *et al.*<sup>60</sup> el cual menciona que los alimentos ultraprocesados representaron el 30% del aporte energético total en Brasil, y esto se relaciona de manera positiva con altos niveles de IMC. Por otra parte, el estudio realizado en Chile por Delgado-Floody, *et al.*<sup>61</sup> determinó que las variables de condición física tenían diferencias significativas entre los sujetos de estudio, los cuales eran 100 niños de entre 12 a 15 años. Esta variable tiene una relación inversa con los niveles de obesidad según Zurita-Ortega, *et al.*<sup>62</sup>, donde se incluyó un grupo de niños que promediaba los 10,5 años de edad y estableció una relación negativa entre el IMC y el consumo máximo de oxígeno, la capacidad de salto, la actividad física y la autoestima de estos sujetos. Además de esto, las situaciones socioeconómicas son variadas y diferentes a otros continentes, lo cual puede afectar a los niveles de



obesidad<sup>63</sup>, donde se indica que el nivel socioeconómico en la infancia influye en el índice de masa corporal, la circunferencia de la cintura y la obesidad en los adultos, y que esta relación tendría diferencias entre sexos. Todos los estudios incluidos (n = 34), informaron algún tipo de efecto de la intervención realizada en al menos un indicador relacionado con la obesidad, siendo el IMC y valores relacionados con este indicador, como la puntuación z del IMC (IMz) y la desviación estándar del IMC (IMC-SDS) los más observados. A la vez, se identificó que la mayor cantidad de estudios que obtuvieron resultados importantes (n = 21) fueron aquellos de intervención mixta (n = 15), lo cual indica que las intervenciones que combinan el componente de actividad física y el componente alimentario son los más efectivos para tratar la obesidad infantil, estos hallazgos son consistentes con otras investigaciones similares, como la de Thakur, *et al.*<sup>64</sup>, la cual mostró que un paquete de intervenciones de estilo de vida basado en la escuela afectó favorablemente los parámetros antropométricos en un grupo de niños que promediaba los 13 años de edad. Además del estudio de Ranucci, *et al.*<sup>65</sup>, el cual demuestra la eficacia de una intervención multidisciplinaria en la reducción del riesgo cardiometabólico, disminución significativa en el IMC, porcentaje de grasa corporal y circunferencia de la cintura en niños (5 a 12 años). Y en el caso de los adolescentes (13 a 17 años), una disminución de la circunferencia de cintura (CC) y porcentaje de grasa corporal.

A su vez, esto se explica por los resultados obtenidos en un estudio realizado en España por Ruiz, *et al.*<sup>66</sup>, el cual indica que el exceso en la ingesta calórica no es el principal motivo para dar explicación a la alta predominancia del sobrepeso y la obesidad, sino que va de la mano con el sedentarismo y los bajos niveles de actividad física. Las intervenciones realizadas a los sujetos de estudio fueron dirigidos o co-dirigidos principalmente por personal escolar (profesores), profesionales externos especialistas en el área de salud (Dietistas, enfermeras, pediatras, psicólogos, fisioterapeutas, nutricionistas, médicos y especialistas en medicina deportiva), en el área social (Trabajadores sociales), en el área de actividad física (Entrenadores de acondicionamiento físico), por personal de investigación, por alumnos universitarios o compañeros líderes. En algunos casos existía una combinación diferentes tipos de profesionales. Solo un estudio no especificó quién realizó la intervención, solo que esta fue supervisada por personal de la investigación. La implementación de intervenciones que involucraron un enfoque multidisciplinario en cuanto a los profesionales a cargo, demostraron ser eficaces para tratar la obesidad, lo cual concuerda con las indicaciones entregadas por Fitzpatrick, *et al.*<sup>67</sup>, donde se establece un modelo de manejo de la obesidad en la atención primaria, basado en el marco de asesoramiento de las 5A (evaluar, asesorar, aceptar, ayudar y organizar), y en su segundo punto indica que: Se necesita un equipo multidisciplinario para ayudar a los pacientes a perder peso y mantener su pérdida de peso. De la misma forma, se incluyen estudios donde se considera la participación de miembros de la familia (padres o tutores) en la intervención aplicada (n = 26), de las cuales, 18 corresponden a estudios que obtuvieron efectos importantes en los indicadores de obesidad. Esta inclusión se sustenta por Gerards, *et al.*<sup>68</sup>, quien menciona que enfocarse en los estilos de crianza parece tener efectividad en la prevención o tratamiento de la obesidad infantil y mejorar así los resultados de niños y padres, como también los hábitos alimentarios y niveles de actividad

física de los niños. En base a los estudios que contemplan la inclusión de padres o tutores antes mencionada, en su mayoría se demostraron efectos positivos en la modificación de indicadores relacionados con la obesidad. Esto se sustentan por un estudio realizado en Corea, donde los resultados obtenidos indicaron que un programa de participación de los padres combinado con una intervención de ejercicio y nutrición para los niños fue más eficaz tanto para los padres como para los niños que la intervención ofrecida solo a los niños<sup>69</sup>.

De la misma forma, Ek, *et al.*<sup>70</sup> implementaron una intervención para padres de niños obesos de entre 4 a 6 años de edad, la cual demostró una efectividad superior al tratamiento estándar en el tratamiento de la obesidad en niños preescolares, después de 12 meses. De hecho, se observaron 5 veces más probabilidades de lograr una disminución clínicamente significativa en la puntuación z del IMC en comparación con el tratamiento estándar. Dentro de nuestro estudio, observamos ciertas limitaciones que radican principalmente por los bajos tamaños de muestras y corta duración de algunas intervenciones, lo que podrían no identificar relaciones significativas entre la intervención y el efecto. Además, fueron pocos los estudios realizados en continentes como Oceanía, África y América del sur, para confirmar resultados en muestras más variadas con diferentes orígenes étnicos y raciales, donde los comportamientos y creencias culturales son diferentes con respecto a la actividad física y los hábitos alimentarios.

## Conclusión

Según los datos analizados en esta revisión sistemática se concluye que aquellas intervenciones que consideran el componente de actividad física y hábitos alimentarios en conjunto, son las más efectivas para lograr una disminución de los niveles de obesidad en niños de 6 a 12 años de edad, recomendando una duración de intervención igual o inferior a 6 meses, que sean realizadas por un grupo multidisciplinario de profesionales e incluyendo la participación de los padres, para garantizar buenos resultados.

## Contribución de autoría

Todos los autores de este artículo, han participado del diseño, búsqueda de información, interpretación de la información, redacción del texto en todas las versiones realizadas, y finalmente en la aprobación de la versión final del artículo.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

## Bibliografía

1. Organización Mundial de la Salud (OMS). Enfermedades no Transmisibles. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. 2018.
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). Obesity. Disponible en [https://www.who.int/health-topics/obesity#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/obesity#tab=tab_1). 2020.
3. Oyarce Merino K, Valladares Vega M, Elizondo-Vega R, Obregón AM. Conducta alimentaria en niños. *Nutr Hosp*. 2016;33:1461-9.

4. Schetz M, De Jong A, Deane AM, et al. Obesity in the critically ill: a narrative review. *Intensive Care Med.* 2019;45:757-69.
5. Jaacks LM, Vandevijvere S, Pan A, et al. The obesity transition: stages of the global epidemic. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2019;7:231-40.
6. Organización Mundial de la Salud (OMS). Sobrepeso y obesidad infantiles. Disponible en <https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/>. 2017.
7. Styne DM, Arslanian SA, Connor EL, et al. Pediatric obesity—assessment, treatment, and prevention: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2017;102:709-57.
8. Flores OC, Orellana YZ, Leyton BD, et al. Overnutrition and scholastic achievement: is there a relationship an 8-year follow-up study. *Obes Facts.* 2018;11:344-59.
9. Sapunar J, Aguilar-Farías N, Navarro J, et al. Alta prevalencia de trastornos nutricionales por exceso, resistencia insulínica y síndrome metabólico en escolares de la comuna de Carahue, Región de la Araucanía. *Rev Med Chile.* 2018;146:978-86.
10. Bustos N, Olivares S, Leyton B, Cano M, Albala C. Impact of a school-based intervention on nutritional education and physical activity in primary public schools in Chile (KIND) programme study protocol: cluster randomised controlled trial. *BMC Public Health.* 2016;16:1217-.
11. Blanco M, Veiga OL, Sepúlveda AR, et al. Ambiente familiar, actividad física y sedentarismo en preadolescentes con obesidad infantil: estudio ANOBAS de casos-controles. *Aten Primaria.* 2020;52:250-7.
12. Aguiar LT, Nadeau S, Britto RR, Teixeira-Salmela LF, Martins JC, Faria C. Effects of aerobic training on physical activity in people with stroke: protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2018;19:446.
13. Watson A, Timperio A, Brown H, Best K and Hesketh KD. Effect of classroom-based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2017;14:114.
14. Gomes M, Figueiredo D, Teixeira L, et al. Physical inactivity among older adults across Europe based on the SHARE database. *Age Ageing.* 2017;46:71-7.
15. Gallotta MC, Iazzoni S, Emerenziani GP, et al. Effects of combined physical education and nutritional programs on schoolchildren's healthy habits. *Peer J.* 2016;4:e1880.
16. Seidell JC and Halberstadt J. The global burden of obesity and the challenges of prevention. *Ann Nutr Metab.* 2015;66 Suppl 2:7-12.
17. Pereira-Chaves JM and Salas-Meléndez M. Análisis de los hábitos alimentarios con estudiantes de décimo año de un colegio técnico en Pérez Zeledón basados en los temas transversales del programa de tercer ciclo de educación general básica de Costa Rica. *Rev Electron Educ.* 2017;21:229-51.
18. Viljakainen J, Figueiredo RAO, Viljakainen H, Roos E, Weiderpass E, Rounge TB. Eating habits and weight status in Finnish adolescents. *Public Health Nutr.* 2019;22:2617-24.
19. Pastor R, Tur JA. Effectiveness of interventions to promote healthy eating habits in children and adolescents at risk of poverty: systematic review and meta-analysis. *Nutrients.* 2020;12:1891.
20. Kühn P, Lima RA, Grøntved A, Wedderkopp N, Klakk H. Three times as much physical education reduced the risk of children being overweight or obese after 5 years. *Acta Paediatr.* 2020;109:595-601.
21. Cao ZJ, Wang SM, Chen Y. A randomized trial of multiple interventions for childhood obesity in China. *Am J Prev Med.* 2015;48:552-60.
22. Ochoa-Avilés A, Verstraeten R, Huybregts L, et al. A school-based intervention improved dietary intake outcomes and reduced waist circumference in adolescents: a cluster randomized controlled trial. *Nutr J.* 2017;16:79-.
23. Hollis JL, Sutherland R, Campbell L, et al. Effects of a 'school-based' physical activity intervention on adiposity in adolescents from economically disadvantaged communities: secondary outcomes of the 'Physical Activity 4 Everyone' RCT. *Int J Obes.* 2005. 2016;40:1486-93.
24. Katan MB, de Ruyter JC, Kuijper LDJ, Chow CC, Hall KD, Olthof MR. Impact of masked replacement of sugar-sweetened with sugar-free beverages on body weight increases with initial bmi: secondary analysis of data from an 18 month double-blind trial in children. *PLoS ONE.* 2016;11:e0159771.
25. Makkes S, Renders CM, Bosmans JE, van der Baan-Slootweg OH, Hoekstra T, Seidell JC. One-year effects of two intensive inpatient treatments for severely obese children and adolescents. *BMC Pediatr.* 2016;16:120.
26. Cohen TR, Hazell TJ, Vanstone CA, Rodd C, Weiler HA. A family-centered lifestyle intervention for obese six- to eight-year-old children: Results from a one-year randomized controlled trial conducted in Montreal, Canada. *Can J Public Health.* 2016;107:e453-e60.
27. Adab P, Pallan MJ, Lancashire ER, et al. Effectiveness of a childhood obesity prevention programme delivered through schools, targeting 6 and 7 year olds: cluster randomised controlled trial (WAVES study). *BMJ.* 2018;360.
28. Anderson YC, Wynter LE, Grant CC, et al. A novel home-based intervention for child and adolescent obesity: the results of the whānau pakari randomized controlled trial. *Obesity.* 2017;25:1965-73.
29. Fulkerson JA, Friend S, Flattum C, et al. Promoting healthful family meals to prevent obesity: HOME Plus, a randomized controlled trial. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2015;12:154.
30. Li B, Pallan M, Liu WJ, et al. The CHIRPY DRAGON intervention in preventing obesity in Chinese primary school aged children: A cluster-randomised controlled trial. *PLoS Med.* 2019;16:e1002971.
31. Xu F, Ware RS, Leslie E, et al. Effectiveness of a randomized controlled lifestyle intervention to prevent obesity among chinese primary school students: CLICK-obesity study. *PLoS One.* 2015;10:e0141421.
32. Wang Z, Xu F, Ye Q, et al. Childhood obesity prevention through a community-based cluster randomized controlled physical activity intervention among schools in china: the health legacy project of the 2nd world summer youth olympic Games (YOG-obesity study). *Int J Obes.* 2018;42:625-33.
33. Keszyűs D, Lauer R, Keszyűs T, Kilian R, Steinacker JM. Costs and effects of a state-wide health promotion program in primary schools in Germany - the Baden-Württemberg study: A cluster-randomized, controlled trial. *PLoS One.* 2017;12:e0172332.
34. Lima RA, Andersen LB, Soares FC, Kriemler S. The causal pathway effects of a physical activity intervention on adiposity in children: The KISS study cluster randomized clinical trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2020;30:1685-91.
35. Sánchez-López AM, Menor-Rodríguez MJ, Sánchez-García JC, Aguilar-Cordero MJ. Play as a method to reduce overweight and obesity in children: an RCT. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17:346.
36. Serra-Paya N, Ensenyat A, Castro-Viñuales I, et al. Effectiveness of a multi-component intervention for overweight and obese children (nereu program): a randomized controlled trial. *PLoS ONE.* 2015;10:e0144502.
37. Yu H-J, Li F, Hu Y-F, et al. Improving the metabolic and mental health of children with obesity: a school-based nutrition education and physical activity intervention in Wuhan, China. *Nutrients.* 2020;12:194.
38. Boutelle KN, Rhee KE, Liang J, et al. Effect of attendance of the child on body weight, energy intake, and physical activity in childhood obesity treatment: a randomized clinical trial. *JAMA Pediatr.* 2017;171:622-8.
39. Bibiloni Md, Fernández-Blanco J, Pujol-Plana N, et al. Reversión de sobrepeso y obesidad en población infantil de Vilafranca del Penedès: programa ACTIVAT (2012). *Gac Sanit.* 2019;33:197-202.
40. Md. Yusop NB, Mohd Shariff Z, Hwu TT, Abd. Talib R, Spurrier N. The effectiveness of a stage-based lifestyle modification intervention for obese children. *BMC Public Health.* 2018;18:299.
41. Staiano AE, Beyl RA, Guan W, Hendrick CA, Hsia DS, Newton RL, Jr. Home-based exergaming among children with overweight and obesity: a randomized clinical trial. *Pediatr Obes.* 2018;13:724-33.
42. Seo YG, Lim H, Kim Y, et al. The Effect of a multidisciplinary lifestyle intervention on obesity status, body composition, physical fitness, and cardiometabolic risk markers in children and adolescents with obesity. *Nutrients.* 2019;11.
43. Nicolucci AC, Hume MP, Martínez I, Mayengbam S, Walter J, Reimer RA. Probiotics reduce body fat and alter intestinal microbiota in children who are overweight or with obesity. *Gastroenterology.* 2017;153:711-22.
44. Ahmad N, Shariff ZM, Mukhtar F, Lye MS. Family-based intervention using face-to-face sessions and social media to improve Malay primary school children's adiposity: a randomized controlled field trial of the Malaysian REDUCE programme. *Nutr J.* 2018;17:74.
45. Koo HC, Poh BK, Abd Talib R. The GReat-Child™ Trial: A quasi-experimental intervention on whole grains with healthy balanced diet to manage childhood obesity in Kuala Lumpur, Malaysia. *Nutrients.* 2018;10.
46. Moschonis G, Michalopoulou M, Tsoutsouloupoulou K, et al. Assessment of the effectiveness of a computerised decision-support tool for health professionals for the prevention and treatment of childhood obesity. results from a randomised controlled trial. *Nutrients.* 2019;11:706.
47. Cvetković N, Stojanović E, Stojiljković N, Nikolić D, Scanlan AT, Milanović Z. Exercise training in overweight and obese children: recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness. *Scand J Med Sci Sports.* 2018;28 Suppl 1:18-32.
48. Müller I, Schindler C, Adams L, et al. Effect of a multidimensional physical activity intervention on body mass index, skinfolds and fitness in south african children: results from a cluster-randomised controlled trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16.
49. Morell-Azanza L, Ojeda-Rodríguez A, Ochotorena-Eliceigui A, et al. Changes in objectively measured physical activity after a multidisciplinary lifestyle intervention in children with abdominal obesity: a randomized control trial. *BMC pediatrics.* 2019;19:90.

50. Ojeda-Rodríguez A, Zazpe I, Morell-Azanza L, Chueca MJ, Azcona-Sanjulian MC, Marti A. Improved diet quality and nutrient adequacy in children and adolescents with abdominal obesity after a lifestyle intervention. *Nutrients*. 2018;10.
51. Bogart LM, Elliott MN, Cowgill BO, et al. Two-Year BMI outcomes from a school-based intervention for nutrition and exercise: a randomized trial. *Pediatrics*. 2016;137.
52. Baum JJ, Gray M, Binns A. Breakfasts higher in protein increase postprandial energy expenditure, increase fat oxidation, and reduce hunger in overweight children from 8 to 12 years of age. *J Nutr*. 2015;145:2229-35.
53. Samdal GB, Eide GE, Barth T, Williams G, Meland E. Effective behaviour change techniques for physical activity and healthy eating in overweight and obese adults; systematic review and meta-regression analyses. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017;14:42.
54. Wang ML, Otis M, Rosal MC, Griecchi CF, Lemon SC. Reducing sugary drink intake through youth empowerment: results from a pilot-site randomized study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2019;16:58.
55. Das S, Mitra K, Mandal M. Sample size calculation: Basic principles. *Indian J Anaesth*. 2016;60:652-6.
56. Heidel RE. Causality in statistical power: isomorphic properties of measurement, research design, effect size, and sample size. *Sci*. 2016;2016:8920418.
57. Sones W, Julious SA, Rothwell JC, et al. Choosing the target difference and undertaking and reporting the sample size calculation for a randomised controlled trial – the development of the DELTA2 guidance. *Trials*. 2018;19:542.
58. Aguilar Cordero MJ, Ortegón Piñero A, Baena García L, Noack Segovia JP, Levet Hernández MC, Sánchez López AM. Efecto rebote de los programas de intervención para reducir el sobrepeso y la obesidad de niños y adolescentes: revisión sistemática. *Nutr Hosp*. 2015;32:2508-17.
59. Mardones F, Arnaiz P, Soto-Sánchez J, et al. Physical activity in the classroom to prevent childhood obesity: A pilot study in Santiago, Chile. *J Nutr Sci*. 2017;6:e21.
60. Louzada ML, Baraldi LG, Steele EM, et al. Consumption of ultra-processed foods and obesity in Brazilian adolescents and adults. *Prev Med*. 2015;81:9-15.
61. Delgado-Floody P, Caamaño Navarrete F, Guzmán Guzmán IP, et al. Niveles de obesidad, glicemia en ayuno y condición física en escolares Chilenos. *Nutr Hosp*. 2015;31:2445-50.
62. Zurita-Ortega F, Castro-Sánchez M, Rodríguez-Fernández S, et al. Actividad física, obesidad y autoestima en escolares Chilenos: Análisis mediante ecuaciones estructurales. *Rev Méd Chile*. 2017;145:299-308.
63. Wagner KJ, Bastos JL, Navarro A, Gonzalez-Chica DA, Boing AF. Socioeconomic status in childhood and obesity in adults: A population-based study. *Rev Saude Publica*. 2018;52:15.
64. Thakur JS, Bharti B, Tripathy JP, Dhawan V, Bhansali A. Impact of 20 week lifestyle intervention package on anthropometric biochemical and behavioral characteristics of schoolchildren in north India. *J Trop Pediatr*. 2016;62:368-76.
65. Ranucci C, Pippi R, Buratta L, et al. Effects of an intensive lifestyle intervention to treat overweight/obese children and adolescents. *Biomed Res Int*. 2017;2017:8573725.
66. Ruiz E, Ávila JM, Valero T, et al. Energy intake, profile, and dietary sources in the spanish population: findings of the ANIBES study. *Nutrients*. 2015;7:4739-62.
67. Fitzpatrick SL, Wischenka D, Appelhans BM, et al. An evidence-based guide for obesity treatment in primary care. *Am J Med*. 2016;129:115.e1-7.
68. Gerards SM, Dagnelie PC, Gubbels JS, et al. The effectiveness of lifestyle triple P in the Netherlands: A randomized controlled trial. *PLoS One*. 2015;10:e0122240.
69. Kim HS, Park J, Park KY, Lee MN, Ham OK. Parent involvement intervention in developing weight management skills for both parents and overweight/obese children. *Asian Nurs Res*. 2016;10:11-7.
70. Ek A, Lewis Chamberlain K, Sorjonen K, et al. A parent treatment program for preschoolers with obesity: A randomized controlled trial. *Pediatrics*. 2019;144.

# Normas de publicación de Archivos de Medicina del Deporte

La Revista ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE (Arch Med Deporte) con ISSN 0212-8799 es la publicación oficial de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED). Edita trabajos originales sobre todos los aspectos relacionados con la Medicina y las Ciencias del Deporte desde 1984 de forma ininterrumpida con una periodicidad trimestral hasta 1995 y bimestral a partir de esa fecha. Se trata de una revista que utiliza fundamentalmente el sistema de revisión externa por dos expertos (*peer-review*). Incluye de forma regular artículos sobre investigación clínica o básica relacionada con la medicina y ciencias del deporte, revisiones, artículos o comentarios editoriales, y cartas al editor. Los trabajos podrán ser publicados EN ESPAÑOL O EN INGLÉS. La remisión de trabajos en inglés será especialmente valorada.

En ocasiones se publicarán las comunicaciones aceptadas para presentación en los Congresos de la Sociedad.

Los artículos Editoriales se publicarán sólo previa solicitud por parte del Editor.

Los trabajos admitidos para publicación quedarán en propiedad de SEMED y su reproducción total o parcial deberá ser convenientemente autorizada. Todos los autores de los trabajos deberán enviar por escrito una carta de cesión de estos derechos una vez que el artículo haya sido aceptado.

## Envío de manuscritos

1. Los trabajos destinados a publicación en la revista Archivos de Medicina del Deporte se enviarán a través del sistema de gestión editorial de la revista (<http://archivosdemedicinadeldeporte.com/revista/index.php/amd>).
2. Los trabajos deberán ser remitidos, a la atención del Editor Jefe.
3. Los envíos constarán de los siguientes documentos:
  - a. **Carta al Editor** de la revista en la que se solicita el examen del trabajo para su publicación en la Revista y se especifica el tipo de artículo que envía.
  - b. **Página de título** que incluirá exclusivamente y por este orden los siguiente datos: Título del trabajo (español e inglés), nombre y apellidos de los autores en este orden: primer nombre, inicial del segundo nombre si lo hubiere, seguido del primer apellido y opcionalmente el segundo de cada uno de ellos; titulación oficial y académica, centro de trabajo, dirección completa y dirección del correo electrónico del responsable del trabajo o del primer autor para la correspondencia. También se incluirán los apoyos recibidos para la realización del estudio en forma de becas, equipos, fármacos...
  - c. **Manuscrito**. Debe escribirse a doble espacio en hoja DIN A4 y numerados en el ángulo superior derecho. Se recomienda usar formato Word, tipo de letra Times New Roman tamaño 12.

Este texto se iniciará con el título del trabajo (español e inglés), resumen del trabajo en español e inglés, que tendrá una extensión de 250-300 palabras. Incluirá la intencionalidad del trabajo (motivo y objetivos de la investigación), la metodología empleada, los resultados más destacados y las principales conclusiones. Ha de estar redactado de tal modo que permita comprender la esencia del artículo sin leerlo total o parcialmente. Al pie de cada resumen se especificarán de tres a diez palabras clave en castellano e inglés (keyword), derivadas del Medical Subject Headings (MeSH) de la National Library of Medicine (disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>).

Después se escribirá el texto del trabajo y la bibliografía.

En el documento de texto, al final, se incluirán las leyendas de las tablas y figuras en hojas aparte.

- d. **Tablas**. Se enviarán en archivos independientes en formato JPEG y en formato word. Serán numeradas según el orden de aparición en el texto, con el título en la parte superior y las abreviaturas descritas en la parte inferior. Todas las abreviaturas no estándar que se usen en las tablas serán explicadas en notas a pie de página.

Las tablas se numerarán con números arábigos según su orden de aparición en el texto.

En el documento de texto, al final, se incluirán las leyendas de las tablas y figuras en hojas aparte.

- e. **Figuras**. Se enviarán en archivos independientes en formato JPEG de alta resolución. Cualquier tipo de gráficos, dibujos y fotografías serán denominados figuras. Deberán estar numeradas correlativamente según el orden de aparición en el texto y se enviarán en blanco y negro (excepto en aquellos trabajos en que el color esté justificado).

Se numerarán con números arábigos según su orden de aparición en el texto.

La impresión en color tiene un coste económico que tiene que ser consultado con el editor.

En el documento de texto, al final, se incluirán las leyendas de las tablas y figuras en hojas aparte.

- f. **Propuesta de revisores**. El responsable del envío propondrá un máximo de cuatro revisores que el editor podrá utilizar si lo considera necesario. De los propuestos, uno al menos será de nacionalidad diferente del responsable del trabajo. No se admitirán revisores de instituciones de los firmantes del trabajo.
- g. **Carta de originalidad y cesión de derechos**. Se certificará, por parte de todos los autores, que se trata de un original que no ha sido previamente publicado total o parcialmente.
- h. **Consentimiento informado**. En caso de que proceda, se deberá adjuntar el documento de consentimiento informado

que se encuentra en la web de la revista Archivos de Medicina del Deporte.

- i. **Declaración de conflicto de intereses.** Cuando exista alguna relación entre los autores de un trabajo y cualquier entidad pública o privada de la que pudiera derivarse un conflicto de intereses, debe de ser comunicada al Editor. Los autores deberán cumplimentar un documento específico.  
En el sistema de gestión editorial de la revista se encuentran modelos de los documentos anteriores.
4. La extensión del texto variará según la sección a la que vaya destinado:
  - a. **Originales:** Máximo de 5.000 palabras, 6 figuras y 6 tablas.
  - b. **Revisión:** Máximo de 5.000 palabras, 5 figuras y 4 tablas. En caso de necesitar una mayor extensión se recomienda comunicarse con el Editor de la revista.
  - c. **Editoriales:** Se realizarán por encargo del comité de redacción.
  - d. **Cartas al Editor:** Máximo 1.000 palabras.
5. **Estructura del texto:** variará según la sección a la que se destine:
  - a. **ORIGINALES:** Constará de una **introducción**, que será breve y contendrá la intencionalidad del trabajo, redactada de tal forma que el lector pueda comprender el texto que le sigue. **Material y método:** Se expondrá el material utilizado en el trabajo, humano o de experimentación, sus características, criterios de selección y técnicas empleadas, facilitando los datos necesarios, bibliográficos o directos, para que la experiencia relatada pueda ser repetida por el lector. Se describirán los métodos estadísticos con detalle. **Resultados:** Relatan, no interpretan, las observaciones efectuadas con el material y método empleados. Estos datos pueden publicarse en detalle en el texto o bien en forma de tablas y figuras. No se debe repetir en el texto la información de las tablas o figuras. **Discusión:** Los autores expondrán sus opiniones sobre los resultados, posible interpretación de los mismos, relacionando las propias observaciones con los resultados obtenidos por otros autores en publicaciones similares, sugerencias para futuros trabajos sobre el tema, etc. Se enlazarán las conclusiones con los objetivos del estudio, evitando afirmaciones gratuitas y conclusiones no apoyadas por los datos del trabajo. Los **agradecimientos** figurarán al final del texto.
  - b. **REVISIONES:** El texto se dividirá en todos aquellos apartados que el autor considere necesarios para una perfecta comprensión del tema tratado.
  - c. **CARTAS AL EDITOR:** Tendrán preferencia en esta Sección la discusión de trabajos publicados en los dos últimos números con la aportación de opiniones y experiencias resumidas en un texto de 3 hojas tamaño DIN A4.
  - d. **OTRAS:** Secciones específicas por encargo del comité editorial de la revista.
6. **Bibliografía:** Se presentará al final del manuscrito y se dispondrá según el orden de aparición en el texto, con la correspondiente numeración correlativa. En el texto del artículo constará siempre la numeración de la cita entre paréntesis, vaya o no vaya acompañado del nombre de los autores; cuando se mencione a éstos en el texto, si se trata de un trabajo realizado por dos, se mencionará a ambos, y si son más de dos, se citará el primero seguido de la abreviatura "et al.". No se incluirán en las citas bibliográficas comunicaciones personales, manuscritos o cualquier dato no publicado.

La abreviatura de la revista Archivos de Medicina del Deporte es *Arch Med Deporte*.

Las citas bibliográficas se expondrán del modo siguiente:

- **Revista:** Número de orden; apellidos e inicial del nombre de los autores del artículo sin puntuación y separados por una coma entre sí (si el número de autores es superior a seis, se incluirán los seis primeros añadiendo a continuación et al.); título del trabajo en la lengua original; título abreviado de la revista, según el World Medical Periodical; año de la publicación; número de volumen; página inicial y final del trabajo citado. Ejemplo: 1. Calbet JA, Radegran G, Boushel R, Saltin B. On the mechanisms that limit oxygen uptake during exercise in acute and chronic hypoxia: role of muscle mass. *J Physiol*. 2009;587:477-90.
  - **Capítulo en libro:** Número de orden; autores, título del capítulo, editores, título del libro, ciudad, editorial, año y páginas. Ejemplo: Iselin E. Maladie de Kienbock et Syndrome du canal carpien. En: Simon L, Alieu Y. *Poignet et Medecine de Reeducation*. Londres: Collection de Pathologie Locomotrice Masson; 1981. p. 162-6.
  - **Libro.** número de orden; autores, título, ciudad, editorial, año de la edición, página de la cita. Ejemplo: Balias R. *Ecografía muscular de la extremidad inferior. Sistemática de exploración y lesiones en el deporte*. Barcelona. Editorial Masson; 2005. p. 34.
  - **Material electrónico,** artículo de revista electrónica: Ejemplo: Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerg Infect Dis*. (revista electrónica) 1995 JanMar (consultado 05/01/2004).  
Disponible en: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>
7. La Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE comunicará la recepción de los trabajos enviados e informará con relación a la aceptación y fecha posible de su publicación.
  8. ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE, oídas las sugerencias de los revisores (la revista utiliza el sistema de corrección por pares), podrá rechazar los trabajos que no estime oportunos, o bien indicar al autor aquellas modificaciones de los mismos que se juzguen necesarias para su aceptación.
  9. La Dirección y Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE no se responsabilizan de los conceptos, opiniones o afirmaciones sostenidos por los autores de sus trabajos.
  10. Envío de los trabajos: Los trabajos destinados a publicación en la revista Archivos de Medicina del Deporte se enviarán a través del sistema de gestión editorial de la revista (<http://archivosdemedicinadeldeporte.com/revista/index.php/amd>).

## Ética

Los autores firmantes de los artículos aceptan la responsabilidad definida por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas <http://www.wame.org/> (World Association of Medical Editors).

Los trabajos que se envían a la Revista ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE para evaluación deben haberse elaborado respetando las recomendaciones internacionales sobre investigación clínica y con animales de laboratorio, ratificados en Helsinki y actualizadas en 2008 por la Sociedad Americana de Fisiología (<http://www.wma.net/es/10home/index.html>).

Para la elaboración de ensayos clínicos controlados deberá seguirse la normativa CONSORT, disponible en: <http://www.consort-statement.org/>.

## Hoja de inscripción a SEMED-FEMEDE 2022

Nombre ..... Apellidos ..... DNI .....

Calle ..... N° ..... C.P. ....

Población ..... Provincia .....

Tel. .... Fax ..... e-mail ..... Titulación .....

### La cuota anual de SEMED-FEMEDE

75€

Incluye la recepción de los seis números anuales de la **Revista Archivos de Medicina del Deporte** y pertenecer a SEMED-FEMEDE

99€

Incluye lo anterior y pertenecer a una Asociación regional que rogamos señale a continuación

- Andalucía (AMEFDA)  Canarias  Cataluña  EKIME (P. Vasco)
- Andalucía (SAMEDE)  Cantabria  Galicia  Rioja
- Aragón  Castilla La Mancha  Murcia  Valencia
- Baleares  Castilla León  Navarra

30€

Estudiantes de Ciencias de la Salud (a justificar)

MIR en Medicina del Deporte (a justificar)

### Orden de pago por domiciliación bancaria

Nombre y apellidos ..... DNI .....

Sr. Director del Banco o Caja .....

Oficina ..... Sucursal ..... Calle ..... N° .....

Población ..... Provincia ..... C.P. ....

Firma titular	
Fecha	

Le ruego cargue anualmente en mi cuenta N°

_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
Entidad	Oficina	D.C.	N° Cuenta o Libreta

### RECORTE POR LA LÍNEA DE PUNTOS Y ENVÍE EL BOLETÍN A LA SIGUIENTE DIRECCIÓN

Sociedad Española de Medicina del Deporte C/ Cánovas n° 7, bajo. 50004 Zaragoza Teléfono: 976 02 45 09

## Hoja de suscripción a Archivos de Medicina del Deporte 2022

**Importe suscripción (Dto. librerías 20%)**

- 120€ España (IVA incluido)  175€ Internacional (excepto Europa)  Deseo recibir un ejemplar de muestra sin cargo
- 130€ Europa

Para suscripciones institucionales consultar precios



### Dirección de envío

Nombre ..... Apellidos ..... DNI .....

Calle ..... N° ..... Piso ..... C.P. ....

Población ..... Provincia ..... País .....

Tel. .... Fax ..... E-mail ..... Especialidad.....

### Forma de pago

- Adjunto cheque n° ..... a nombre de Esmon Publicidad por ..... euros.
- Transferencia bancaria  Domiciliación bancaria

Titular ..... DNI .....

Firma titular	
Fecha	

_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
Entidad	Oficina	D.C.	N° Cuenta o Libreta

### RECORTE POR LA LÍNEA DE PUNTOS Y ENVÍE EL BOLETÍN A LA SIGUIENTE DIRECCIÓN

Archivos de Medicina del Deporte: Balmes 209, 3º 2ª. 08006 Barcelona. Tel: +34 93 2159034

# Campaña de aptitud física, deporte y salud



La **Sociedad Española de Medicina del Deporte**, en su incesante labor de expansión y consolidación de la Medicina del Deporte y, consciente de su vocación médica de preservar la salud de todas las personas, viene realizando diversas actuaciones en este ámbito desde los últimos años.

Se ha considerado el momento oportuno de lanzar la campaña de gran alcance, denominada **CAMPAÑA DE APTITUD FÍSICA, DEPORTE Y SALUD** relacionada con la promoción de la actividad física y deportiva para toda la población y que tendrá como lema **SALUD – DEPORTE – DISFRÚTALOS**, que aúna de la forma más clara y directa los tres pilares que se promueven desde la Medicina del Deporte que son el practicar deporte, con objetivos de salud y para la mejora de la aptitud física y de tal forma que se incorpore como un hábito permanente, y disfrutando, es la mejor manera de conseguirlo.

30 kilos



## BIOA100



HIPOXIA INTERMITENTE

HIPOXIA EN EJERCICIO

HIPOXIA NOCTURNA

11 kilos



## BIOA50



HIPOXIA INTERMITENTE

HIPOXIA NOCTURNA

### BIOA100

### BIOA50

Altitud Simulada	400m (FiO2 20%) a ≈ 6300m (FiO2 9,5%)	400m (FiO2 20%) a ≈ 6300m (FiO2 9,5%)
Flujo	14%(0 a 3200m)100l/min. - 9,6%(6300m) 42 l/min.	De 0 a 3500m 45 litros/min. - hasta 6300m 18 l/min.
Tipo de Hipoxia	Dormir / Reposo / Ejercicio	Dormir / Reposo
Método	Separación del aire por método físico	Separación del aire por método físico
Regulador Altitud/Flujo	Manual/Manual, permite regular altitud y flujo	Manual/Electrónico, permite regular altitud y flujo
Aire hiperóxico	Sí. Máximo 10 l/min.	Sí. Máximo 5 l/min.
Medidas/Peso	36 cm x 40 cm x 65 cm / 30 kg	33 cm x 20 cm x 50 cm / 11 kg
Nivel Sonoro	50 dB de base y picos de 65 dB	45 dB de base y picos de 65 dB
Bolsa Expansión	Incluida. 60 litros de capacidad	Incluida. 60 litros de capacidad
Mantenimiento	Mínimo (limpieza de filtros y reemplazo filtro Hepa cada 6 meses)	Mínimo (limpieza de filtros y reemplazo filtro Hepa cada 6 meses)
Tubos	2 x 3 m	2 x 3 m

**BIOLaster**

☎ 943 300 813  
639 619 494 📞

🌐 [www.biolaster.com](http://www.biolaster.com)

