

Archivos

de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte



ORIGINALES

Entrenamiento de fuerza mediante rutinas divididas versus rutinas de cuerpo completo en personas desentrenadas. Un estudio aleatorizado

Anthropometric characteristics and somatotype profile in amateur rugby players

Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre el tejido muscular y óseo: un estudio piloto

High-performance athletes' attitude towards doping: Validation of the Spanish version of the Performance Enhancement Attitude Scale for Colombia

Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas

Asociación entre el test Yo-Yo de recuperación intermitente y un ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores argentinos de rugby

REVISIONES

Lesiones vasculares asociadas a la práctica del pádel. El síndrome de Paget-Schroetter

Tailored exercise as a protective tool in cardio-oncology rehabilitation: a narrative review



ANALIZADOR de CETONAS en SANGRE



- ✓ Resultados en 10 segundos
- ✓ 0.5 μ L Volumen de muestra capilar
- ✓ Sencillo e intuitivo

PRODUCTOS de:

BIOLaster 
www.biolaster.com

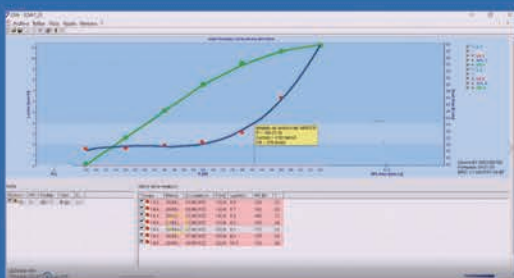
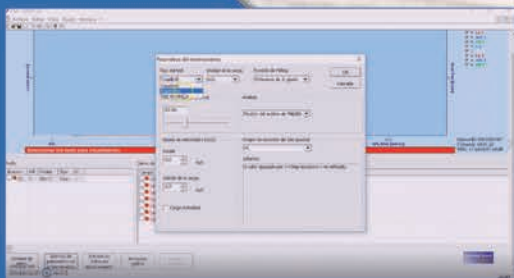
ANALIZADOR PORTÁTIL de LACTATO Lactate Scout 4

- Volumen de muestra: 0.2 μ l.
- Resultados en 10 segundos
- Calibración automática
- Conexión PC vía Bluetooth
- Software de análisis Lactate Scout Assistant (en presentaciones Start y Maletín)

Nuevas Características

- Compatible con las tiras reactivas actuales.
- Memoria de hasta 500 resultados
- Nueva pantalla para facilitar la visualización
- Diseño más pequeño, más ligero, más robusto
- Gran Conectividad:

- Conexión a monitores de ritmo cardíaco compatibles
- App Android disponible próximamente





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

José Naranjo Orellana

Edita

Sociedad Española de Medicina del Deporte

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

Tel. +34 976 02 45 09

femedede@femedede.es

www.femedede.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

Pamplona. NA 123. 1984

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 Revista Archivos de Medicina del Deporte ha obtenido el Sello de Calidad en la V Convocatoria de evaluación de la calidad editorial y científica de las revistas científicas españolas, de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).



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.

Dirijase 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. **Araceli 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). **Pablo Jorge Marcos Pardo.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **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.** Subdirector Adjunto del Gabinete del Consejo Superior de Deportes. España. **Juan Ramón Valentí Nin.** Universidad de Navarra. España. **José Antonio Villegas García.** Académico de número de la Real Academia de Medicina de Murcia. España. **Mario Zorzoli.** International Cycling Union. Suiza.



UCAM
UNIVERSIDAD
CATOLICA DE MURCIA



Archivos

de medicina del deporte

Volumen 37(2) - Núm 196. Marzo - Abril 2020 / March - April 2020

Sumario / Summary

Editorial

Prevenir mejor que curar

Prevention is better than cure

José Manuel García García 75

Originales / Original articles

Entrenamiento de fuerza mediante rutinas divididas versus rutinas de cuerpo completo en personas desentrenadas.

Un estudio aleatorizado

Strength training through split body routines versus full body routines in untrained individuals. A randomized study

Pablo Prieto González, Eneko Larumbe Zabala, Mehdi Ben Brahim 78

Anthropometric characteristics and somatotype profile in amateur rugby players

Características antropométricas y somatotipo en jugadores amateur de rugby

Juan D. Hernández Camacho, Elisabet Rodríguez Bies 84

Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre el tejido muscular y óseo: un estudio piloto

Effects of training with restriction of blood flow on muscle and bone tissue: a pilot study

Daniel A. González Pérez, Marcelo Castillo Retamal, Jorge A. Villena Pereira 92

High-performance athletes' attitude towards doping: Validation of the Spanish version of the Performance Enhancement Attitude Scale for Colombia

Actitud frente al dopaje de deportistas de alto rendimiento: Validación de la versión española de la Performance Enhancement Attitude Scale para Colombia

Sandra M. López-Hincapié, Viviana A. Garrido-Altamar, María de los Ángeles Rodríguez-Gázquez, Camilo Ruiz-Mejía, Lina M. Martínez-Sánchez, Gloria I. Martínez-Domínguez, Alejandro Hernández-Martínez, Felipe E. Marino-Isaza 99

Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas

Effect of supplementation with soy on inflammation and lactic acid induced by exhaustive physical exercise in rats

Diana Aguirre Rueda, Guillermo A. Sáez Abello 105

Asociación entre el test Yo-Yo de recuperación intermitente y un ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores argentinos de rugby

Association between the Yo-Yo intermittent recovery test and a high intensity intermittent exercise in Argentine rugby players

Gastón César García, Carlos Rodolfo Arcuri, Jeremías David Secchi, Mauro Darío Santander 110

Revisiones / Reviews

Lesiones vasculares asociadas a la práctica del pádel. El síndrome de Paget-Schroetter

Vascular lesions associated with the padel practice. Paget-Schroetter syndrome

Francisco S. Lozano Sánchez, Rubén Peña Cortes 118

Tailored exercise as a protective tool in cardio-oncology rehabilitation: a narrative review

Ejercicio individualizado como herramienta protectora en la rehabilitación cardio-oncológica: revisión narrativa

David García-González, Txomin Pérez-Bilbao, Alejandro de la Torre-Luque, Escarlata López Ramírez, Jesús García-Foncillas López, Alejandro F. San Juan 125

XVIII Congreso Internacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte 136

Agenda / Agenda 138

Normas de publicación / Guidelines for authors 140

Prevenir mejor que curar

Prevention is better than cure

José Manuel García García

Universidad de Castilla-La Mancha. Facultad de Ciencias del Deporte. Toledo. Presidente de la Conferencia Española de Decanos en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Este antiguo refrán, confirma la sabiduría de nuestros antepasados a la hora de plasmar en la escritura el conocimiento científico adquirido.

En el Informe sobre la *inactividad física y el sedentarismo en la población adulta española*¹, que elaboró la Fundación España Activa y que fue publicado en el pasado 2019, nos advertía que la inactividad física era responsable del 13,4% de las muertes al año en España, llevándose por delante más de 52.000 vidas. Esto dato tan negativo, supone además una carga económica para el país de más de 1.560 millones de euros, de los cuales el 70,5% son costeados por las administraciones públicas.

Ante esta situación que no es ajena al resto de los países industrializados, en el año 2013 se creó la Estrategia Mundial para la Prevención y Control de Enfermedades No transmisibles de la OMS y posteriormente en el 2015 la Estrategia Europea de Actividad Física de la oficina regional de la OMS para Europa (2016-2025).

Es evidente, que tanto la adecuada realización de EJERCICIO FÍSICO como la manera inteligente de NUTRIRNOS nos van a ayudar a descender estos paupérrimos datos de mortandad. La Organización Mundial de la Salud en su plausible objetivo de descender los niveles de sedentarismo en el mundo, nos hicieron la propuesta de caminar al menos 15.000 pasos diarios (aproximadamente 8 km). Lógicamente, esto es "mejor que nada" pero no es la solución. Desde hace varias décadas, se sabe que el beneficio del ejercicio físico no depende tanto del volumen (metros, repeticiones, pasos etc..) sino de la intensidad con que se realiza.

En ocasiones vemos a deportistas ocasionales entrar en sesiones colectivas en el gimnasio, sin conocer la adecuada intensidad a la que el ejercicio físico les puede aportar beneficios; se observa en una sesión de ciclo *indoor*, por ejemplo, a personas que van desde el joven atleta veinteañero hasta el jubilado "que pasaba por allí" y ambos trabajando con la misma intensidad... El abandono y la falta de adhesión al ejercicio físico viene en parte provocada por la falta de identificación de la intensidad adecuada, que me permitirá progresar y ver recompensado el esfuerzo realizado. Cuántas veces hemos escuchado a alguna persona cercana comentarnos lo de "paso del gimnasio, llevo un mes y no he

bajado ni un gramo.....". El Estado español tiene una deuda con sus ciudadanos al no haber hecho hasta ahora ninguna iniciativa legislativa para regular las profesiones del deporte, algo que ayudaría a reducir el fracaso de la adherencia al ejercicio físico y mejoraría los porcentajes de supervivencia.

El ejercicio físico es esa píldora milagrosa que nos va a hacer ser más productivos, estar más en forma y reducir el estrés emocional en los que muchos nos vemos envueltos como consecuencia del trabajo, las prisas o el desencanto personal. El realizar ejercicio físico no tiene porqué costarnos dinero, existen desde instalaciones municipales de bajo coste, hasta grupos de amigos que guiados por un experto en ciencias del deporte, quedan para correr o montar en bicicleta en sus respectivos barrios o pueblos donde habitan. El dinero no es una excusa para no hacer ejercicio físico. ¿Existe alguna píldora más barata en las farmacias?

Lo que sí es importante es diferenciar entre "actividad física" y "ejercicio físico". La OMS define la actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía². Ello incluye las actividades realizadas al trabajar, jugar, viajar, las tareas domésticas y las actividades recreativas. Sin embargo, el ejercicio físico precisa de una correcta planificación de sus objetivos, plasmados en tareas que respeten la intensidad programada y realizados de manera sistemática a lo largo del tiempo. Para ello, se necesita de un profesional de determine la carga adecuada. En personas con alguna patología será el médico el que prescriba el ejercicio y el profesional de las ciencias del deporte el que determine los contenidos e intensidad del ejercicio físico prescrito.

Son innumerables los artículos científicos y los proyectos de investigación que confirman la necesidad de realizar ejercicio físico y controlar la alimentación para tener una vida saludable y lo que puede ser más importante un envejecimiento activo e igualmente saludable. Aunque desde el punto de vista de la esperanza de vida al nacer, España es el segundo país más longevo del mundo, sin embargo, envejecemos con altísima incidencia y frecuencia de comorbilidades, lo que supone

Correspondencia: José Manuel García García

E-mail: JoseManuel.Garcia@uclm.es

además de problemas para la salud de las personas, un enorme gasto sanitario muy relevante en productos farmacéuticos. La opinión de los expertos, nos animan a retomar la práctica deportiva como instrumento no solo saludable sino también educativo. El deporte, a diferencia de la práctica de ejercicio físico general, eleva exponencialmente los beneficios descritos anteriormente y favorece la adhesión al mismo. Hay deportes para todos, y para todas las edades, tanto individuales como colectivos, solo hay que dejarse aconsejar por nuestro médico y por nuestro experto en ciencias del deporte.

Desde los años 80, los profesionales del deporte han conjeturado sobre la conveniencia del entrenamiento de la fuerza muscular para la mejora de la salud, del bienestar y de la calidad de vida. Investigadores de las Ciencias del Deporte han concluido en la última década que el deporte y en concreto el entrenamiento de la fuerza es la "pastilla" milagrosa a la hora de prevenir patologías cardiovasculares y deterioros físicos y mentales. Los médicos de atención primaria, conscientes de esto, recetan últimamente a sus pacientes "hacer ejercicio físico".

El ejercicio físico tiene un alto impacto sobre el índice de masa corporal, y, por lo tanto, en el desarrollo de sobrepeso/obesidad, una de las causas principales de desarrollo de comorbilidades con el transcurso de los años, y por lo tanto de un envejecimiento no saludable. Es evidente que existen notables diferencias interindividuales en el efecto del ejercicio físico sobre la movilización del tejido adiposo, así ocurre que individuos que realizando una carga de trabajo físico moderado o bajo tienen menor riesgo de obesidad que otros que incluso realizan cargas de trabajo físico altas. Esta diferencia en la respuesta al ejercicio físico tiene una probable explicación en la variación genética entre los individuos, fundamentalmente en polimorfismos de genes que definen diferentes características asociadas al rendimiento deportivo, al tipo de ejercicio para el que la persona está más dotada y también algunas de estas variantes genéticas tienen efecto modulador sobre el efecto del

ejercicio físico sobre la funcionalidad del cerebro o sobre la prevención del sobrepeso y la obesidad³.

Existe una variable poco alentadora en la actual concepción de la práctica deportiva, y es que se ha convertido "en moda", y las modas son efímeras... Innumerables aplicaciones informáticas y profetas de las redes sociales nos organizan programas de entrenamiento y consejos nutricionales, sin tener la más mínima referencia de las personas a las que van dirigidos, creando y provocando situaciones estresantes por su inutilidad a los usuarios que las siguen. El mundo del Fitness, mercado actual que mueve miles de millones de euros en nuestro país, no se queda aparte. Además de los productos no farmacéuticos, que se pueden adquirir sin ningún control en internet, y que ya suponen un peligro *per se*, se une, en muchas ocasiones, la legión de entrenadores personales sin capacitación, que son capaces de diseñar multitud de tareas pero sin el adecuado control de la intensidad individual; hay que recordar que según varias de las leyes autonómicas ya aprobadas en distintas autonomías, para ser entrenador personal hay que haber finalizado el grado en ciencias de la actividad física y del deporte.

Como conclusión, diremos que, para tener una vida saludable y un envejecimiento activo, es imprescindible realizar ejercicio físico de manera sistemática, y siempre bien regulado por un especialista en la materia, adecuar nuestra alimentación a los requerimientos calóricos y reducir el estrés hasta convertirlo en una variable positiva en el avanzar de nuestra existencia.

Bibliografía

1. Fundación España Activa. Termómetro del sedentarismo en España. Madrid. Centro de Investigación del deporte. Universidad Rey Juan Carlos (2019).
2. O.M.S. Estrategia Mundial para la Prevención y Control de Enfermedades No transmisibles. Disponible en <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>
3. López Farré A. *et al.* Los genes de la alimentación y del deporte. Madrid. Ed. Complutense (2019).

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



TÜV
PRODUCT SERVICE
Quality system
certified to
DIN EN ISO 9001
ISO 9001 CERTIFIED

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



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

Entrenamiento de fuerza mediante rutinas divididas versus rutinas de cuerpo completo en personas desentrenadas. Un estudio aleatorizado

Pablo Prieto González¹, Eneko Larumbe Zabala², Mehdi Ben Brahim¹

¹Prince Sultan University, Arabia Saudi. ²Texas Tech University Health Sciences Center. Lubbock, Texas, USA.

Recibido: 07/11/2018

Aceptado: 29/04/2019

Resumen

Introducción: Existen numerosas investigaciones científicas en las que se han analizado los componentes de la carga del entrenamiento de fuerza, y las numerosas variables que condicionan el desarrollo de esta capacidad. En cambio, son pocos los estudios en los que se ha contrastado la eficacia de los entrenamientos de cuerpo completo frente a las rutinas divididas. El objetivo del presente estudio fue determinar cuál de los dos es más eficaz a la hora de mejorar los parámetros de fuerza y cineantropométricos.

Material y métodos: 28 estudiantes universitarios de sexo masculino sin experiencia previa en el entrenamiento de fuerza fueron finalmente incluidos en este estudio y asignados aleatoriamente a dos grupos de entrenamiento de fuerza diferentes: Entrenamiento de cuerpo completo (GECC) y entrenamiento con rutina dividida (GERD). Se compararon los porcentajes de cambio (pre-post) intra e intergrupo mediante pruebas no paramétricas.

Resultados: Finalizada la intervención de ocho semanas, el GECC mejoró de forma significativa el porcentaje de grasa ($p=0,028$), y la fuerza en el tren superior ($p=0,008$), e inferior ($p=0,043$). En el GERD se produjeron mejoras significativas en el porcentaje de grasa ($p=0,006$), en el tejido magro ($p=0,011$), y en la fuerza en el tren superior ($p=0,031$), e inferior ($p=0,048$). Sin embargo, no existieron diferencias significativas entre ambos grupos en ninguna de las mejoras alcanzadas en los parámetros de fuerza y cineantropométricos evaluados.

Conclusión: Tanto las rutinas divididas como las de cuerpo completo permiten mejorar los niveles de fuerza y los parámetros cineantropométricos en estudiantes universitarios sin experiencia previa en el entrenamiento de fuerza. Sin embargo, ninguna de las dos estructuras de entrenamiento es significativamente más eficaz que la otra a la hora de mejorar los mencionados parámetros.

Palabras clave:

Entrenamiento. Fuerza. Rutina dividida.
Rutina de cuerpo completo.

Strength training through split body routines versus full body routines in untrained individuals. A randomized study

Summary

Introduction: There are numerous scientific studies in which the components of resistance training load have been analyzed, as well as many variables that condition the development of muscular strength. However, only a few studies compared the effectiveness of full body workouts and split body routines. The purpose of the present investigation was to determine which of them is more effective in increasing both muscular strength levels and kinanthropometric parameters.

Methods: 28 male university students without previous experience in strength training were finally included in the present study. They were randomly assigned to two different training groups: Full body workout group (GECC) and split body routine group (GERD). Intra- and inter-group differences in percentage changes (pre-post) were assessed using non-parametric tests.

Results: After the completion of an 8-week intervention period, significant improvements in body fat percentage ($p = 0.028$), levels of muscular strength on the upper body ($p=0.008$) and on the lower body ($p=0.043$) were observed in the GECC. Similarly, significant improvements in body fat percentage ($p=0.006$), lean body mass ($p=0.011$) and upper body ($p=0.031$) and lower body levels of muscular strength ($p=0.048$) were reported in the GERD. However, no significant differences between groups were found neither in the strength tests performed, nor in the Kineanthropometric parameters evaluated.

Conclusion: Both split and full body routines are useful to improve strength levels and kinanthropometric parameters in college students with no previous experience in strength training. However, neither of the two structures is significantly more effective than the other one when it comes to improving the above-mentioned parameters.

Key words:

Training. Strength. Split body routine. Full body workout.

Correspondencia: Pablo Prieto González

E-mail: pablocjb@gmail.com

Introducción

En el contexto de la actividad física, el entrenamiento de fuerza posee una gran importancia. En el deporte de élite, los incrementos de fuerza tienen un impacto positivo en el rendimiento de los atletas a través de la mejora de las habilidades motrices. Además, disminuye el riesgo de padecer lesiones¹. A nivel recreativo y funcional, el entrenamiento de fuerza permite mejorar las condiciones de salud y calidad de vida, y disminuye del riesgo de padecer ciertas enfermedades y patologías²⁻⁴. Estos beneficios han sido verificados mediante numerosos estudios, en los que también se ha establecido la dosis adecuada de entrenamiento de fuerza que cada grupo de población precisa para lograr adaptaciones que redunden en la mejora del rendimiento deportivo o en su caso, de la salud⁵.

La adecuada manipulación de los componentes de la carga de entrenamiento, y el manejo apropiado de determinadas variables (régimen de contracción, selección y orden de los ejercicios, velocidad de ejecución y frecuencia semanal de entrenamiento), van a determinar las adaptaciones de fuerza que cada sujeto puede conseguir. En la literatura científica existe un notable grado de consenso en relación a todos estos parámetros^{6,7}. Esta circunstancia facilita la prescripción de programas de entrenamiento eficaces.

Aun así, existe un aspecto relevante sobre el que aún no se ha alcanzado consenso⁸. Se trata de la estructuración de la sesión. Este elemento, que no se ha investigado en profundidad, condiciona variables tales como el número de ejercicios por grupo muscular que se realizan en cada sesión, el número de sesiones semanales que se estimula un grupo muscular concreto, y el tiempo de recuperación para cada grupo muscular entre un entrenamiento y el siguiente.

Kraemer & Ratamess⁹ y Heredia *et al.*¹⁰ indican que existan tres formas de estructurar las sesiones de entrenamiento de fuerza:

- *Rutinas de cuerpo completo*: dentro de la misma sesión de entrenamiento, se realizan ejercicios que estimulan los principales grupos musculares del cuerpo. Normalmente, se efectúa un ejercicio para cada grupo muscular principal.
- *Rutinas divididas por hemisferios*: en una sesión se estimula la musculatura del tren superior, y en la siguiente, la del tren inferior.
- *Rutinas divididas por grupos musculares*: implican la realización de ejercicios destinados al fortalecimiento de grupos musculares específicos en cada sesión.

Los fisicoculturistas, y en general aquellas personas que persiguen lograr un cierto grado de hipertrofia, utilizan habitualmente rutinas divididas. Los aficionados al fitness, deportistas y levantadores de pesas optan por el uso de rutinas globales¹¹.

Diversos estudios han permitido constatar que, tanto las rutinas divididas como las de cuerpo completo son efectivas en la mejora de los niveles de fuerza. Sin embargo, no se ha podido establecer cuál de ellas es más útil en la consecución de determinadas adaptaciones. La elección de una estructura de entrenamiento concreta responde a menudo a factores tales como los objetivos personales de cada sujeto, el número de sesiones de entrenamiento semanales dedicadas al entrenamiento de fuerza, la duración de dichas sesiones o las preferencias personales¹⁰. En este contexto, el propósito del presente estudio fue verificar cuál de las dos formas de estructurar la sesión de entrenamiento

de fuerza es más eficaz a la hora de mejorar los niveles de fuerza y los parámetros cineantropométricos: una rutina de cuerpo completo o una rutina dividida.

Material y método

Participantes

La muestra inicial fue de 39 sujetos, todos ellos de sexo masculino. Pertenecían a la Universidad Príncipe Sultán de Riad (Arabia Saudita), y estaban matriculados en la asignatura "Beginner Weight Training". De este modo, se pudo realizar un seguimiento completo del proceso de intervención, llevado a cabo en la sala de fitness de la mencionada Universidad. 11 sujetos fueron excluidos de la investigación debido a la falta de adherencia al programa de entrenamiento, dado que no completaron el 85% de las sesiones. Por tanto, la muestra final estuvo compuesta por 28 sujetos. Ninguno de ellos practicaba actividad física de forma estructurada, y carecían de experiencia previa en entrenamiento de fuerza. Tampoco padecían lesiones o enfermedades que les impidiesen realizar con normalidad los test y actividades llevadas a cabo. La participación en el estudio fue voluntaria, y todos los sujetos fueron debidamente informados de los beneficios y riesgos derivados de su inclusión en el mismo. El presente proyecto de investigación se realizó respetando los principios éticos recogidos en la declaración de Helsinki, y contó además con la aprobación de la Junta de Revisión Institucional del Comité de Bioética de la Universidad Príncipe Sultán de Riad.

Evaluación cineantropométrica

Para la medición del peso, de la estatura y del IMC se hizo uso de una báscula "Seca digital column scale" (Hamburgo, Alemania). El peso se registró con una precisión de 0,1 kg, y la estatura con una precisión de 0,1 cm. Las mediciones se realizaron con los sujetos descalzos, y fueron efectuadas por el mismo investigador. El porcentaje de grasa corporal se obtuvo a través de la siguiente ecuación¹²: % Graso = $[(\sum \text{de los pliegues abdominal, suprailíaco, subescapular, tricípital, cuadrícípital y peroneal}) * 0,143] + 4,56$. El plicómetro empleado para medir los pliegues de grasa fue un "Harpender Skinfold Caliper", modelo FG1056 (Sussex, Reino Unido). La masa magra se calculó mediante la siguiente fórmula: Masa magra = Masa total (kg) - Masa grasa (Kg).

Valoración de la fuerza

Previo realización de los test, los participantes en el estudio efectuaron el siguiente calentamiento:

- *Fase I: Activación*: Cinco minutos de ejercicio aeróbico.
- *Fase II: Movilidad musculo articular*: Movilización de las principales articulaciones en orden céfalo-caudal.
- *Fase III: Calentamiento específico*: Una serie de cinco repeticiones al 50% de su 1RM estimado, en los siguientes ejercicios: Squat, press de banca, cierres de pinza manual.

A continuación, se realizaron los siguientes test:

Dinamometría podal: Para medir la fuerza del tren inferior, se utilizó el "Strength dynamometer T.K.K. 5402 Back D", marca Takei (Japón). El protocolo empleado fue el siguiente: El ejecutante situaba sus pies sobre

la plataforma con sus rodillas ligeramente flexionadas, (entre 130°-140°). La barra se debería asir con agarre dorsal la mano derecha, y palmar la mano izquierda. En esta posición, y manteniendo la espalda recta, el sujeto trataba de extender sus rodillas, aplicando la máxima fuerza posible. Cada sujeto dispuso de dos intentos¹³.

Press de Banca: Dado que los participantes en el estudio carecían de experiencia previa en el entrenamiento de fuerza, la medición del 1RM se efectuó de forma indirecta, mediante la fórmula de Epley^{14,15}: $1RM = \text{Peso levantado en el test} * [1 + (0,003 * N^{\circ} \text{ de repeticiones hasta el fallo})]$. Este test se utilizó para valorar la fuerza del tren superior. En concreto, los músculos implicados en este ejercicio son el pectoral mayor (agonista), y el fascículo anterior del deltoides y los extensores del codo (que actúan como sinergistas). El test se realizó utilizando el 80% del 1RM estimado de cada sujeto, haciendo uso de un banco de marca "Hammer Strength", una barra olímpica y discos olímpicos. El ejecutante se colocó en posición decúbito supino sobre el banco, con la cabeza y la cadera en posición neutra. El agarre de la barra se efectuó a la anchura de los hombros. Se indicó a los participantes que deberían realizar el mayor número posible de repeticiones con un rango completo de movimiento, es decir, partiendo de la extensión completa de los codos, la barra debería descender hasta contactar con el pecho, y posteriormente, ascender hasta alcanzar la posición inicial. Cada sujeto dispuso de un intento, y sólo se registraron las repeticiones realizadas correctamente^{16,17}.

Dinamometría manual: Para la valoración de la fuerza manual o de agarre se hizo uso del "Grip Strength Dynamometer T.K.K. 5401 Grip-D", marca Takei (Japón). El protocolo de medición fue el siguiente: El ejecutante, en posición de bipedestación, y con sus brazos extendidos a lo largo del cuerpo, asía el dinamómetro con su mano dominante, de modo que la pantalla se encontraba en todo momento visible para el

investigador. Posteriormente, se le indicaba que aplicase la mayor fuerza posible, tratando de aproximar su dedo pulgar al resto de los dedos sin mover su brazo. La marca obtenida se registró con una precisión de 0,1kg. Cada sujeto dispuso de dos intentos¹³.

Intervención y diseño

Se realizó un ensayo aleatorizado para comparar los cambios producidos entre antes (pre) y después (post) de dos condiciones: entrenamiento de cuerpo completo (GECC) o entrenamiento con rutina dividida (GERD). Antes de comenzar la intervención, se solicitó a los sujetos que no modificasen su dieta durante el estudio. Las dos semanas previas a la aplicación del diseño de intervención, todos los participantes realizaron un entrenamiento de fuerza de familiarización idéntico dos veces por semana (Tabla 1). Posteriormente, fueron asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos experimentales: GECC [n=12; edad = 21,17(1,70)], o GERD [n=16; edad = 21,12(1,36)]. A continuación, comenzó el período de intervención de ocho semanas, en el que los participantes efectuaron un entrenamiento de fuerza dos veces por semana, (Tabla 1). Las sesiones de entrenamiento se llevaron a cabo entre las 9:30 a.m. y 10,30 a.m. los lunes como los miércoles.

Durante la intervención, los métodos de entrenamiento utilizados y la carga de trabajo semanal fue idéntica para ambos grupos. Sin embargo, los lunes, el GERD realizó exclusivamente ejercicios dirigidos a estimular la musculatura del tren superior, y los miércoles, a fortalecer el tronco y el tren inferior. Por su parte, el GECC entrenó haciendo uso de una rutina global en todas las sesiones del período de intervención. Los ejercicios de fuerza efectuados por ambos grupos a lo largo de cada semana fueron siempre los mismos (Tabla 1). La intensidad de entrenamiento se incrementó cada dos semanas para evitar estancamientos.

Tabla 1. Métodos de entrenamiento y ejercicios de fuerza utilizados con el GERD y el GECC durante el período de familiarización y durante el período de intervención.

	Métodos de entrenamiento utilizados por ambos grupos (GERD y GECC)	Ejercicios de fuerza utilizados por el GERD	Ejercicios de fuerza por el GECC
Periodo de familiarización	I: 56%; S: 3; R: 14; D: 1'; CE: Dos repeticiones sin realizar	Press vertical, remo gironda, encogimiento abdominal con máquina, extensión lumbar en máquina, extensión de piernas en máquina, curl femoral sentado, gemelo sentado en máquina, press de hombro	Press vertical, remo gironda, encogimiento abdominal con máquina, extensión lumbar en máquina, extensión de piernas en máquina, curl femoral sentado, gemelo sentado en máquina, press de hombro
Periodo de intervención: 1ª y 2ª semana	I: 62%; S: 3; R: 12; D: 1'; CE: Mayor número posible de repeticiones por serie	Lunes: Press de banca, jalón tras nuca, remo Gironda, aperturas con mancuernas, pájaros, elevaciones laterales con mancuernas, extensiones de tríceps con polea, patada de tríceps, curl con mancuernas, curl de bíceps en banco Scott.	Lunes: Press de banca, remo Gironda, extensión de cuádriceps en máquina, curl femoral sentado, encogimiento abdominal con máquina, extensión lumbar en máquina, gemelo sentado en máquina, elevaciones laterales con mancuernas, extensiones de tríceps con polea, curl con mancuernas.
Periodo de intervención: 3ª y 4ª semana	I: 62%-67%-72%; S: 3; R: 12-10-8; D: 1'30"; CE: Mayor número posible de repeticiones por serie	Miércoles: Prensa de piernas, extensión de cuádriceps en máquina, curl femoral sentado, curl femoral tumbado, encogimiento abdominal con máquina, elevaciones de pelvis, extensión lumbar en máquina, extensión lumbar en silla romana, gemelo sentado en máquina, gemelos en máquina de pie.	Miércoles: Prensa de piernas, jalón tras nuca, curl femoral tumbado, aperturas con mancuernas, elevaciones de pelvis, extensión lumbar en silla romana, gemelos en máquina de pie, pájaros, patada de tríceps, curl de bíceps en banco Scott.
Periodo de intervención: 5ª y 6ª semana	I: 72%; S: 3; R: 8; D: 2'; CE: Mayor número posible de repeticiones por serie		
Periodo de intervención: 7ª y 8ª semana	I: 78%-72%-78%; S: 3; R: 6-8-8; D: 2'; CE: Mayor número posible de repeticiones por serie		

I: Intensidad; S: Series; R: Repeticiones; D: Descanso; CE: Carácter del esfuerzo.

El programa de entrenamiento utilizado fue diseñado y supervisado por un especialista en entrenamiento deportivo. En su elaboración, se respetaron las recomendaciones establecidas por el *American College of Sports Medicine* para el entrenamiento de fuerza con principiantes. En síntesis, se realizaron tres series por ejercicio, el número de repeticiones por serie estuvo comprendido entre 6 y 12, y el tiempo de descanso osciló entre 60 segundos y dos minutos. Se incluyeron ejercicios de peso libre y ejercicios con máquinas de musculación. Dentro de la sesión de entrenamiento, los ejercicios destinados a fortalecer los grupos musculares de mayor tamaño, precedieron a los de menor tamaño, y los multiarticulares a los monoarticulares¹⁸.

Análisis estadístico

La presentación de los datos incluye el cálculo de la media aritmética y de la desviación típica para todas las variables. Para comprobar las distribuciones de los datos se utilizaron las pruebas de Shapiro-Francia y el test de asimetría y apuntamiento de D'Agostino. Dado que los tamaños de los grupos eran desiguales, y algunas variables presentaban varianzas desiguales y distribuciones no normales, se utilizaron pruebas no paramétricas. Las diferencias intragrupo entre el pre-test y el post-test se calcularon mediante la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas. Con el fin de estimar una medida del efecto práctico ajustada por los valores previos de cada sujeto, se calcularon los porcentajes de cambio entre el pre-test y el post-test mediante la fórmula: $100 \text{ (post-test} - \text{pre-test)} / \text{pre-test}$. Se calcularon los intervalos de confianza (IC) del 95% para los porcentajes de cambio, y se consideraron estadísticamente significativos aquellos que no cruzaban el valor cero. Posteriormente, se compararon los porcentajes de cambio alcanzados por ambos grupos mediante la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney. El nivel de significación se estableció en 0,05. Todos los cálculos se llevaron a cabo mediante Stata 13.1 (Stata Corp, College Station, Texas, USA).

Resultados

Tal como se puede apreciar en la Tabla 2, el GECC logró una reducción del porcentaje de grasa corporal ($p=0,028$), que indicaba una pérdida de un 5,07% (IC 95% = 0,19 a 9,95). Entre las variables de fuerza, en este grupo se observó un incremento estadísticamente significativo en el ejercicio de press de banca ($p=0,008$), que suponía un promedio de mejora del 23.9% (IC 95% = 5,29 a 42,52). Pese a que también se observaron diferencias significativas en la dinamometría podal entre el pre-test y el post-test ($p=0,043$), el tamaño del efecto mostraba gran variabilidad y no pudo corroborarse tal mejora en valores relativos 24,34% (IC 95% = -3,51 a 52,19). En el resto de variables analizadas no se observaron diferencias significativas dentro de este grupo.

En cambio, el GERD, además de alcanzar una reducción ligeramente superior del porcentaje de grasa corporal ($p=0,006$), que indicaba una pérdida de un 6,76% (IC 95% = 2,75 a 10,77), también logró incrementar significativamente su masa magra ($p=0,011$), con un porcentaje de cambio del 1,94% (IC 95% = 0,68 a 3,21). Con respecto a las variables de fuerza, en el GERD también existieron diferencias significativas entre el pre-test y el post-test tanto en el press de banca ($p=0,031$), como en la dinamometría podal ($p=0,048$). La mejora en el press de banca fue del 9,22% (IC 95% = 1,41 a 17,04), y en la dinamometría podal del 23,33% (IC 95% = -3,85 a 50,5). Al igual que en el caso anterior, tampoco se observaron diferencias significativas dentro de este grupo en el resto de test y pruebas realizadas.

En cuanto a las diferencias intergrupo, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en las mejoras relativas alcanzadas por cada grupo en ninguna de las variables analizadas, y se constató así mismo que los tamaños de efecto eran pequeños (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de resultados entre el GECC y el GERD.

	GECC (n=12)				GERD (n=16)				p	d
	Pre	Post	p	% [IC 95%]	Pre	Post	p	% [IC 95%]		
Estatura (cm)	176,6 (4,6)	176,6 (4,6)	-	-	178 (6,7)	178 (6,7)	-	-	-	-
Peso (kg)	80,1 (24,1)	79,6 (23,1)	0,340	-0,23 [-1,67, 1,2]	82,6 (27,6)	82,9 (27,9)	0,283	0,29 [-0,51, 1,1]	0,378	-0,31
IMC (kg/m ²)	25,7 (7,3)	25,6 (6,9)	0,705	0,15 [-1,52, 1,81]	25,9 (7,9)	26 (8)	0,278	0,31 [-0,46, 1,08]	0,642	-0,17
Masa magra (kg)	63,6 (12,8)	64,5 (13)	0,103	1,42 [-0,12, 2,96]	65,3 (14,8)	66,8 (16,2)	0,011	1,94 [0,68, 3,21]	0,781	-0,10
Grasa (%)	18,6 (7,6)	17,4 (6,5)	0,028	-5,07 [-9,95, -0,19]	18,6 (8)	17,3 (7,5)	0,006	-6,76 [-10,77, -2,75]	0,403	0,34
Dinamometría Manual (kg)	39,2 (7,5)	40,4 (8,4)	0,519	3,91 [-7,14, 14,97]	37,4 (9,5)	38,2 (7,3)	0,522	6,85 [-7,34, 21,03]	0,889	0,05
Dinamometría podal (kg)	108,6 (26,8)	130,2 (36,2)	0,043	24,34 [-3,51, 52,19]	109 (35,8)	124,4 (31,5)	0,048	23,33 [-3,85, 50,5]	0,889	0,05
Press de banca (kg)	51,6 (16,1)	61,2 (14,1)	0,008	23,9 [5,29, 42,52]	59,5 (26,9)	63,7 (24,8)	0,031	9,22 [1,41, 17,04]	0,242	0,51

Los datos del pre y post test incluyen media (desviación típica). Los porcentajes de cambio entre el pre y post test se presentan con un intervalo de confianza del 95%

Discusión

En virtud de los resultados, se ha podido verificar que las dos estructuras de entrenamiento generan mejoras en los niveles de fuerza y en la composición corporal. Tanto el GECC como el GERD mejoraron sus resultados de manera significativa en la dinamometría podal y en el press de banca. En cambio, no obtuvieron mejoras significativas en la dinamometría manual. Entendemos que esta circunstancia responde al principio de especificidad del entrenamiento, puesto que en el proceso de intervención no se incluyeron ejercicios destinados a fortalecer la musculatura del antebrazo (Tabla 1). En cuanto las variables cineantropométricas, sólo el GERD logró alcanzar incrementos significativos en el porcentaje de masa magra. Sin embargo, los dos grupos redujeron su porcentaje de grasa corporal de forma significativa. De este modo, los resultados del presente estudio son consecuentes con investigaciones previas en las que la aplicación de entrenamientos de fuerza generó mejoras en la composición corporal, tanto en sujetos con experiencia en el entrenamiento de fuerza¹⁹, como en personas no entrenadas²⁰.

Por otra parte, no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos ni en los parámetros cineantropométricos analizados, ni en los test de fuerza realizados. Con respecto a los niveles de fuerza, estos resultados son igualmente coherentes con los obtenidos en las investigaciones realizadas por Calder *et al.*²¹ con mujeres jóvenes, y por Campbell *et al.*²² con personas mayores. En ambos trabajos, los sujetos objeto de estudio carecían de experiencia previa en entrenamientos de fuerza. Y en los dos casos se pudo verificar que los dos tipos de rutinas generan incrementos de fuerza similares. Schoenfeld *et al.*²³, en un estudio realizado con estudiantes universitarios que poseían experiencia previa en trabajos de fuerza, constataron igualmente que las dos formas de estructurar la sesión de entrenamiento generaron mejoras similares en los niveles de fuerza. También observaron que el entrenamiento de cuerpo completo fue más eficaz que la rutina dividida a la hora de aumentar la masa muscular. En cambio, en el presente estudio, la rutina dividida generó un mayor incremento del tejido magro, aunque también es cierto que tanto el GECC como el GERD redujeron su porcentaje de grasa corporal de forma significativa. Esta discrepancia debería ser analizada en posteriores investigaciones.

En cualquier caso, a tenor de los resultados del presente estudio y de los tres estudios previos en los que se ha analizado esta cuestión²¹⁻²³, cabe pensar que ninguna de las dos formas de estructurar la sesión de fuerza es superior a la otra de forma clara, con independencia de la edad, el sexo o del nivel de práctica de actividad física de los sujetos. Entendemos que esto se debe a que tanto las rutinas divididas como las de cuerpo completo presentan pros y contras. Las ventajas de las rutinas divididas son las siguientes²¹: a) permiten que las sesiones de entrenamiento no sean demasiado largas; b) la fatiga acumulada durante la realización de los primeros ejercicios de la sesión no impide que los ejercicios realizados al final de la misma se ejecuten con la intensidad deseada; c) generan un mayor estrés muscular, debido a que el número de series por grupo muscular es más elevado en cada sesión, circunstancia que aumenta a su vez las secreciones hormonales agudas, la inflamación celular y la isquemia muscular; d) producen una menor fatiga. Por el contrario, las ventajas de las rutinas de cuerpo completo son: a) permiten trabajar cada grupo muscular al menos dos veces a la semana, y esto se traduce en

mayores ganancias de fuerza a través de la hipertrofia²⁴; b) la liberación de hormonas anabólicas está directamente relacionada con la cantidad de musculatura utilizada en la sesión de entrenamiento^{25,26}.

Aun así, se ha tener presente que existen ciertos factores que van a condicionar la posibilidad de utilizar cada una de ellas: Las rutinas de cuerpo completo no deben ser empleadas por sujetos que deseen realizar más de tres sesiones semanales de entrenamiento de fuerza. Esto se debe a que el tiempo de recuperación entre sesiones después de la realización de entrenamientos de intensidad moderada no debería ser inferior a 48 horas, y para entrenamientos de intensidad elevada de al menos 72 horas^{27,10}. Tampoco es aconsejable que el número de ejercicios o de series por sesión sea muy elevado, puesto que se ha demostrado que las sesiones de fuerza de menor duración son más efectivas para la mejora de los niveles de hipertrofia, y para la obtención de adaptaciones neuromusculares²⁸. En cambio, la principal ventaja de las rutinas de cuerpo completo es que son más adecuadas para compatibilizar el entrenamiento de fuerza con el de otras capacidades físicas o cualidades motrices. Al utilizar menos días por semana para desarrollar la fuerza, en los días de recuperación se pueden aplicar otros estímulos de entrenamiento²¹. Por el contrario, la utilización de rutinas divididas sí que permite que los sujetos o deportistas puedan realizar más de tres sesiones semanales de entrenamiento de fuerza, porque en cada sesión tan sólo se estimula un reducido número de grupos musculares. Pero también se debe tener presente que es importante respetar el principio de entrenamiento de unidad funcional²⁹. Esto supone que no es adecuado limitar en exceso el número de grupos musculares que se trabajan en cada sesión de entrenamiento, porque el ser humano está conformado por un conjunto de sistemas interrelacionados, que funcionan de forma conjunta y sincronizada.

Con respecto a las limitaciones del estudio, habría sido deseable realizar la investigación con tres grupos experimentales en lugar de dos, de modo que un grupo hubiese entrenado mediante una rutina de cuerpo completo, otro con una rutina dividida por hemisferios, y un tercer grupo lo hubiese hecho utilizando una rutina dividida por grupos musculares. Sin embargo, esta circunstancia no fue posible debido a que las rutinas divididas por grupos musculares se utilizan preferentemente con personas que poseen un cierto grado de experiencia en el entrenamiento de fuerza, y este no era el caso de los sujetos que fueron reclutados para participar en el presente estudio. Además, su disponibilidad horaria les impedía realizar tres sesiones semanales.

Conclusión

La utilización, tanto de una rutina dividida como de una de cuerpo completo en estudiantes universitarios sin experiencia previa en el entrenamiento de fuerza durante ocho semanas, es útil para mejorar sus niveles de fuerza. Ambas rutinas permiten además reducir el porcentaje de grasa corporal, siendo la rutina dividida más eficaz a la hora de incrementar el de tejido magro. En cambio, ninguna de las dos formas de estructurar la sesión de entrenamiento es significativamente más eficaz que la otra a la hora de incrementar los niveles de fuerza o de mejorar los parámetros cineantropométricos.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

- Suchomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. The importance of muscular strength: training considerations. *Sport Med*. 2018;48:765-85.
- Silva NL, Oliveira RB, Fleck SJ, Leon AC, Farinatti P. Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: a meta-analysis of dose-response relationships. *J Sci Med Sport*. 2014;17:337-44.
- Kraschnewski JL, Sciamanna CN, Pogera JM, Rovniak LS, Lehman EB, Cooper AB, et al. Is strength training associated with mortality benefits? A 15 year cohort study of US older adults. *Prev Med*. 2016;87:121-7.
- Ambrose KR, Golightly YM. Physical exercise as non-pharmacological treatment of chronic pain: Why and when. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2015;29:120-30.
- Fisher J, Steele J, Bruce-Low S, Smith D. Evidence-based resistance training recommendations. *Med Sport*. 2011;15:147-62.
- Ratamess N, Alvar BA, Evetoch TK, Housh TJ, Kibler WB, Kraemer WJ. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:687-708.
- Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res*. 2010;24:2857-72.
- Fleck SJ. Periodized strength training: a critical review. *J Strength Cond Res*. 1999;13:82-9.
- Heredia JR, Chulvi Medrano I, Isidro Donate F, Soro J, Costa MR. Determinación de la carga de entrenamiento para la mejora de la fuerza orientada a la salud (Fitness muscular). *PubliCE Standard*. 2007;21:17.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:674-88.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. Designing resistance training programs. 4th Edition. Champaign. *Human Kinetics*; 2014. p. 225.
- González Gallego J, Sánchez Collado P, Mataix Verdú J. *Nutrición en el deporte y ayudas ergogénicas y dopaje*. Madrid. Editorial Díaz de Santos; 2006. p. 273.
- Santana Pérez FJ, de Burgos Carmona M, Fernández Rodríguez EF. Efecto del método Pilates sobre la flexibilidad y la fuerza y resistencia muscular. *EFDeportes.com*, Revista Digital. 2010;148.
- Cummings B, Finn KJ. Estimation of a one repetition maximum bench press for untrained women. *J Strength Cond Res*. 1998;12:262-5.
- Ware JS, Clemens CT, Mayhew JL, Johnston TJ. Muscular endurance repetitions to predict bench press and squat strength in college football players. *J Strength Cond Res*. 1995;9:99-103.
- Chulvi Medrano I, Díaz Cantalejo A. Eficacia y seguridad del press de banca. Revisión. *Rev int med cienc act fis deporte*. 2008;32:338-52.
- Travis TN, Brown V, Caulfield S, Doscher M, McHenry P, Statler T, et al. NSCA Strength and conditioning professional standards and guidelines. *Strength Cond J*. 2017;39:1-24.
- American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:687-708.
- Orquín Castrillón FJ, Torres-Luque G, Poncede León F. Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza sobre la composición corporal y la fuerza máxima en jóvenes entrenados. *Apunts. Medicina de l'Esport*. 2009;44:156-62.
- Lee H, Kim IG, Sung C, Kim JS. The Effect of 12-Week Resistance Training on muscular strength and body composition in untrained young women: Implications of exercise frequency. *J Exerc Physiol Online*. 2017;20:88-95.
- Calder AW, Chilibeck PD, Webber CE, Sale DG. Comparison of whole and split weight training routines in young women. *Can J Appl Physiol*. 1994;19:185-99.
- Campbell WW, Trappe TA, Jozsi AC, Kruskall LJ, Wolfe RR, Evans WJ. Dietary protein adequacy and lower body versus whole body resistive training in older humans. *J Physiol*. 2002;542:631-42.
- Schoenfeld BJ, Ratamess NA, Peterson MD, Contreras B, Tiryaki-Sonmez G. Influence of resistance training frequency on muscular adaptations in well-trained Men. *J Strength Cond Res*. 2015;29:1821-9.
- Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2016;46:1689-97.
- Kraemer WJ. Endocrine responses to resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1988;20:152-7.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med*. 2005;35:339-61.
- McLester JR, Bishop PA, Smith J, Wyers L, Dale B, Kozusko J, et al. A series of studies-a practical protocol for testing muscular endurance recovery. *J Strength Cond Res*. 2003;17:259-73.
- Häkkinen K, Kallinen M. Distribution of strength training volume into one or two daily sessions and neuromuscular adaptations in female athletes. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 1994;34:117-24.
- Granell JC, Cervera VR. *Teoría y planificación del entrenamiento deportivo*. Badalona. Paidotribo; 2006. p. 16.

Anthropometric characteristics and somatotype profile in *amateur* rugby players

Juan D. Hernández Camacho¹, Elisabet Rodríguez Bies²

¹Departamento de Fisiología, Anatomía y Biología Celular de la Universidad Pablo de Olavide. ²Departamento de Deporte e Informática de la Universidad Pablo de Olavide.

Recibido: 19/02/2019
Aceptado: 08/05/2019

Summary

Introduction: It has been proposed that body composition plays an essential role in sport performance. However, there are few studies that have analyzed body composition in amateur rugby players.

Objective: The purpose of the present study was to examine the anthropometric characteristics, somatotype profile, fat and muscle components in rugby players from an amateur Spanish team.

Material and method: Height, body mass, diameters, perimeters and skinfolds from thirty-one rugby players were measured. Fat and muscle components and somatotype profile were determined. Proportionality was determined with the z-phantom strategy. Descriptive statics (mean \pm SD) and *t*-student were used.

Results: Mean body mass was 85.32 ± 14.36 kg, mean fat mass percentage was $12.35 \pm 3.46\%$, mean muscle mass percentage was $50.29 \pm 7.74\%$ and mean somatotype was 4.50-5.80-0.95. The sum of six skinfolds was 92.92 ± 32.95 mm. Significant differences were observed between forwards and backs in body mass (95.24 vs 77.15 kg; $p < 0.001$), in sum of six skinfolds (107.67 vs 80.77 mm; $p = 0.021$), in body fat percentage (13.90 vs 11.07% ; $p = 0.021$), in muscle mass percentage (45.16 vs 54.54% ; $p < 0.001$) in endomorphy (5.31 vs 3.76 ; $p = 0.013$) and in ectomorphy (0.62 vs 1.33 ; $p = 0.002$). Regarding proportionality, differences were found in function on the position in on the field.

Conclusion: Anthropometrical measures would be an adequate instrument to evaluate body composition in rugby. Anthropometric profile in rugby could be related to the specific position the field, although further studies would be necessary to confirm this idea. The level of professionalism could affect to the anthropometrics characteristics in rugby players.

Key words:

Muscle. Fat. Anthropometry. Body composition. Somatotype.

Características antropométricas y somatotipo en jugadores *amateur* de rugby

Resumen

Introducción: Se ha propuesto que la composición corporal juega un papel esencial en el rendimiento deportivo. Sin embargo, hay pocos estudios que hayan analizado la composición corporal en jugadores amateurs de rugby.

Objetivo: El objetivo del presente estudio fue examinar las características antropométricas, el somatotipo, el compartimento muscular y de grasa en jugadores amateurs de rugby de nacionalidad española.

Material y método: Se midió la altura, el peso, los diámetros, los perímetros y los pliegues corporales de treinta y un jugadores. Se analizó los componentes de grasa y músculo y el somatotipo. Se determinó la proporcionalidad con el z-phantom. Se utilizaron métodos estadísticos descriptivos (mean \pm SD) y *t*-student.

Resultados: El peso medio fue $85,32 \pm 14,36$ kg, el porcentaje de grasa medio fue $12,35 \pm 3,46\%$, el porcentaje medio de masa muscular fue $50,29 \pm 7,74\%$ y el somatotipo medio fue 4,50-5,80-0,95. La suma de los seis pliegues corporales fue $92,92 \pm 32,95$ mm. Se observaron diferencias entre jugadores de ataque y defensa en el peso ($95,24$ vs $77,15$ kg; $p < 0,001$), en la suma de los seis pliegues corporales ($107,67$ vs $80,77$ mm; $p = 0,021$), en el porcentaje de grasa corporal ($13,90$ vs $11,07\%$; $p = 0,021$), en el porcentaje de masa muscular ($45,16$ vs $54,54\%$; $p < 0,001$) en la endomorfía ($5,31$ vs $3,76$; $p = 0,013$) y en la ectomorfía ($0,62$ vs $1,33$; $p = 0,002$). En cuanto a la proporcionalidad, se observaron diferencias en función de la posición de los jugadores en el campo.

Conclusión: Las medidas antropométricas serían un adecuado instrumento para evaluar la composición corporal en rugby. El perfil antropométrico en rugby podría estar relacionado con la posición ocupada en el campo de juego, aunque serían necesario más estudios para confirmar esta idea. El nivel de profesionalismo podría afectar a las características antropométricas de los jugadores de rugby.

Palabras clave:

Músculo. Grasa. Antropometría. Composición corporal. Somatotipo.

Correspondencia: Juan D. Hernández Camacho

E-mail: jdhercam@upo.es

Introduction

It has been well described that body composition plays a crucial role in sport performance¹. Consequently, several methods have been used to study body composition in sports such as anthropometric analysis², bioelectrical impedance³ or dual X-ray absorptiometry⁴.

In particular, anthropometry determines the size, the proportionality, the composition, the form and the body function in athletes. Anthropometry relates body measures of form, proportions and compositions with specific function in sport⁵. Measures included in anthropometric analyses are body mass, height, wingspan, skinfolds, perimeters, diameters and lengths. From these data, it is possible to study body fat mass, body composition and somatotype⁶. Somatotype determines body composition in athletes which can be classified in three categories: mesomorphy (related to muscle mass), endomorphy (related to fatness) and ectomorphy (related to linearity and slenderness)⁷.

In rugby, anthropometry has been used more in recent years to analyze the physical status of players. Firstly, a paper⁸ investigated the role of anthropometric qualities in team selection where skinfold thickness was a significant factor to discriminate between selected and non-selected players showing that anthropometrical characteristics could affect team selection for professional players. Another research⁹ studied the possible relationship among physiological, anthropometric, skill characteristics and playing performance in rugby. Players with greater body mass and skinfold thickness played fewer minutes. Higher skinfold thickness was related to fewer tackle attempts, completed tackles, dominant tackles and a lower tackling efficiency. Anthropometric characteristics could represent a crucial point in rugby performance. Another investigation¹⁰ analyzed anthropometric profile in rugby players from Croatia. Comparing the results with data from high level players, backs and forwards players showed a higher body fat percentage, all players were more endomorphic, and forwards were less mesomorphic. The popularity of rugby and the degree of professionalism could affect anthropometric characteristics. Additionally, another study¹¹ demonstrated that level of professionalism could have effects in anthropometric characteristics in rugby. Although, this idea has not been completely demonstrated yet.

Rugby players have been examined in order to identify different anthropometric characteristics among playing position. A study¹² found that props were taller, heavier and presented a higher skinfolds thickness than the rest. Another research¹³ analyzed sub-elite rugby players, props were heavier, taller and exhibited a higher sum of skinfolds. Furthermore, it seems that anthropometrical profile could differ in function of position on the field, despite this theory has not been totally validated yet.

The objectives of the current study were to explore the anthropometric characteristics, body composition and somatotype profile of rugby players from an amateur Spanish team.

Material and method

Participants

A total of thirty-one senior's male players from an amateur Spanish rugby team voluntarily participated. Players were regularly involved in

competitive trainings and matches, and they had not suffered important previous injuries. Players were aged 22.86 ± 3.31 years old. Participants have at least two years of experience in rugby. The distribution in different positions in on the field was prop ($n = 3$), hooker ($n = 2$), second row ($n = 4$), lock or flanker ($n = 5$), half-back ($n = 3$), five-eighth or fly half ($n=3$), centre ($n = 3$), wing ($n = 5$) and full back ($n = 3$). The experimental protocols were done following the ethics rules for Helsinki Declaration. All experimental procedures were in accordance with the Pablo de Olavide University Ethical Committee rules. The players delivered informed written consents which had been signed. The inclusion criteria was to belong to the rugby team and the exclusion criteria was injuries that prevented the practice of rugby.

Data were collected in the training pitch facilities during the beginning of the competitive season and positions on the field were determined using a previous validated distribution^{12,13}.

Descriptive analysis

Anthropometric characteristics examined were height, body mass, three diameters (wrist, biepicondylar humerus and femur), six body circumferences (arm relaxed, arm tensed, thigh, calf, hip and waist perimeters) and six skin folds (triceps, subscapular, supraspinale, abdominal, thigh and calf). Measures were recollected following the recommendations from the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)¹⁴⁻¹⁶. Fat mass was calculated according to Carter's equation¹⁷. Muscle mass was obtained with three different equations¹⁸⁻²⁰. Somatotype was determined according to Carter and Heath method^{21,22}. Somatotype Attitudinal Distance (SAD) and Somatotype Attitudinal Mean (SAM) were also determined^{21,23}. Proportionality was assessed with Z-Phantom analysis that uses a theoretical human reference and constituted a bilaterally symmetrical pattern. The values Z-Phantom were obtained from the Ross and Wilson formula²⁴.

Anthropometric measures were collected by a highly trained technician (ISAK level three). The body mass was collected by electronic weighing machine (Tanita UM-076). Height was determined with a stadiometer (Seca, 213 version). Skinfolds were measured with a slim guide skinfold caliper. Bone breadths and body perimeters were also collected with validated material (an anthropometric tape and a small sliding caliper).

Statistical analysis

SigmaPlot 12.5 version (Systat software) was used for Statistical Analyses. Descriptive statics (mean \pm SD) were reported for the different parameters analyzed. Normality was checked to apply a parametric or non parametric test. T-Student test or Mann-Whitney Rank Sum test analyses were used in order to explore significant differences between backs and forwards players. Z score was also determined according to the formula proposed by Ross and Wilson²⁴. The level of significance was set at $p < 0.05$.

Results

The mean values and SDs of anthropometric data and body composition obtained from players can be observed in Table 1. Values

Table 1. Mean ± SDs of anthropometric and body components.

Variables	Prop (n=3)	Hooker (n=2)	Second Row (n=4)	Lock (n=5)	Half-back (n=3)	Five-eight (n=3)	Centre (n=3)	Wing (n=5)	Full back (n=3)	Global Average (n=31)
Height (cm)	183.36 ± 3.33	177.30 ± 6.01	183.90 ± 2.47	176.00 ± 0.05	173.80 ± 7.97	176.7 ± 10.7	177.4 ± 0.03	168.10 ± 2.46	177.7 ± 7.65	176.70 ± 7.03
Weight (kg)	108.36 ± 4.45	99.20 ± 5.79	100.50 ± 4.95	81.58 ± 6.83	75.26 ± 18.19	77.93 ± 7.55	79.76 ± 8.02	71.50 ± 3.42	85.10 ± 14.54	85.32 ± 14.36
Wrist diameter (cm)	5.66 ± 0.71	5.66 ± 0.02	5.51 ± 0.32	5.49 ± 0.22	5.17 ± 0.26	5.54 ± 0.47	5.72 ± 0.30	5.17 ± 0.31	5.29 ± 0.49	5.44 ± 0.38
Humerus diameter (cm)	7.17 ± 0.27	7.14 ± 0.04	7.17 ± 0.55	6.83 ± 0.52	6.71 ± 0.16	6.96 ± 0.59	7.05 ± 0.24	6.94 ± 0.30	7.31 ± 0.49	7.01 ± 0.40
Femur diameter (cm)	10.32 ± 0.37	9.98 ± 0.27	10.23 ± 0.70	9.53 ± 0.18	9.90 ± 1.44	9.68 ± 0.25	9.73 ± 0.36	9.11 ± 0.34	9.51 ± 0.46	9.73 ± 0.63
Arm relaxed circumference (cm)	38.13 ± 3.11	35.85 ± 0.63	35.15 ± 2.23	33.84 ± 2.75	29.46 ± 4.66	30.56 ± 2.05	31.40 ± 3.60	32.26 ± 3.02	33.50 ± 3.90	33.29 ± 3.61
Arm tensed circumference (cm)	39.06 ± 2.95	37.25 ± 1.06	36.32 ± 2.34	36.64 ± 2.36	31.53 ± 3.86	33.23 ± 1.42	33.96 ± 3.16	34.88 ± 2.46	35.96 ± 4.17	35.44 ± 3.14
Thigh circumference (cm)	61.76 ± 1.45	59.15 ± 0.35	59.47 ± 1.50	54.98 ± 3.86	54.03 ± 5.85	54.36 ± 2.05	53.36 ± 2.37	51.74 ± 1.96	55.10 ± 3.01	55.66 ± 4.06
Calf circumference (cm)	43.20 ± 0.91	41.90 ± 0.70	42.05 ± 1.04	39.18 ± 1.69	38.16 ± 3.86	39.40 ± 2.33	38.26 ± 0.80	37.92 ± 1.47	40.23 ± 4.56	39.84 ± 2.63
Hip circumference (cm)	108.90 ± 1.99	105.50 ± 3.53	107.92 ± 3.36	93.14 ± 6.84	92.23 ± 9.05	92.36 ± 3.62	95.10 ± 7.99	91.02 ± 0.46	97.66 ± 9.20	97.49 ± 8.50
Waist circumference (cm)	101.00 ± 6.10	98.95 ± 2.89	94.25 ± 6.79	83.82 ± 6.54	77.46 ± 7.50	77.63 ± 4.70	81.23 ± 3.66	80.18 ± 4.80	82.90 ± 4.91	85.66 ± 9.51
Triceps skinfold (mm)	23.91 ± 8.00	17.12 ± 8.30	20.25 ± 4.62	10.05 ± 5.23	13.33 ± 7.02	14.50 ± 0.86	11.00 ± 2.29	10.55 ± 3.22	13.25 ± 5.13	14.39 ± 6.17
Subscapular skinfold (mm)	27.00 ± 3.50	19.00 ± 0.00	23.87 ± 4.87	12.80 ± 4.12	14.00 ± 6.55	12.91 ± 3.59	13.83 ± 2.84	12.75 ± 4.99	13.66 ± 0.76	16.30 ± 6.30
Supraspinale skinfold (mm)	28.00 ± 1.80	23.00 ± 11.31	23.81 ± 4.54	10.85 ± 5.23	12.58 ± 5.38	10.50 ± 2.17	13.50 ± 6.38	10.00 ± 2.62	14.16 ± 1.60	15.54 ± 7.57
Abdominal skinfold (mm)	33.50 ± 4.44	28.75 ± 9.54	28.00 ± 0.81	13.20 ± 3.81	16.50 ± 9.26	16.91 ± 3.71	15.00 ± 4.50	14.40 ± 4.76	19.33 ± 4.75	19.71 ± 8.26
Thigh skinfold (mm)	13.75 ± 3.03	16.37 ± 12.19	18.50 ± 3.87	12.75 ± 4.35	19.50 ± 11.05	19.00 ± 3.50	17.50 ± 6.53	12.80 ± 2.98	14.00 ± 1.00	15.66 ± 5.48
Calf skinfold (mm)	14.08 ± 1.87	11.50 ± 4.95	16.12 ± 5.89	6.95 ± 2.28	13.66 ± 7.76	13.33 ± 2.02	9.91 ± 1.90	7.65 ± 2.54	12.25 ± 3.43	11.29 ± 4.68
Σ 6 skinfolds (mm)	140.25 ± 14.35	115.75 ± 46.31	130.56 ± 19.38	66.60 ± 19.57	89.58 ± 46.13	87.16 ± 12.94	80.75 ± 17.76	68.15 ± 17.43	86.66 ± 11.47	92.92 ± 32.95
Endomorphy	6.74 ± 0.59	5.58 ± 1.69	6.06 ± 0.86	3.34 ± 1.17	4.00 ± 1.68	3.74 ± 0.39	3.77 ± 0.88	3.45 ± 1.05	4.02 ± 0.45	4.50 ± 1.50
Mesomorphy	6.42 ± 0.40	6.65 ± 0.36	5.67 ± 0.98	5.93 ± 1.11	5.05 ± 1.11	5.24 ± 0.76	5.20 ± 1.05	6.24 ± 0.59	6.01 ± 0.97	5.80 ± 0.91
Ectomorphy	0.18 ± 0.09	0.10 ± 0.13	0.69 ± 0.32	1.16 ± 1.20	1.56 ± 1.04	1.71 ± 0.92	1.59 ± 0.64	1.12 ± 0.52	1.07 ± 0.28	0.95 ± 0.84
Body fat %	17.32 ± 1.51	14.75 ± 4.86	16.30 ± 2.04	9.58 ± 2.06	12.00 ± 4.84	11.74 ± 1.36	11.07 ± 1.86	10.16 ± 1.93	11.41 ± 1.56	12.35 ± 3.46
Muscle mass Heymsfield y cols (%)	38.65 ± 2.73	42.15 ± 0.10	42.80 ± 2.48	52.16 ± 5.00	56.72 ± 12.49	53.94 ± 2.41	53.58 ± 4.83	56.53 ± 3.25	50.47 ± 6.40	50.29 ± 7.74
Muscle mass Doupe (%)	47.25 ± 2.27	47.38 ± 4.87	45.65 ± 3.25	54.34 ± 2.48	47.07 ± 4.31	48.08 ± 1.70	48.67 ± 0.97	53.06 ± 4.68	50.48 ± 3.03	49.55 ± 4.21
Muscle mass Lee-I (%)	31.13 ± 2.19	32.44 ± 1.02	32.12 ± 2.51	37.82 ± 2.46	38.86 ± 6.86	38.16 ± 1.46	37.26 ± 3.48	39.27 ± 1.52	36.51 ± 2.31	36.2 ± 3.93

Data frequencies for 31 rugby players.

in function of different position (prop, hooker, second row, lock, half-back, five-eight, centres, wing and full back) can be visualized. Statistical differences among these different positions were not analyzed due to there is not enough statistical power to determine differences due to the sample size (2-5 players for each specific position).

Table 2 groups examined players in forward positions (prop, hooker, second row, lock) and backs positions (half-back, five-eight, centre, wing and full back) in order to look for differences between these two groups.

Somatotype classification were props (endomorph-mesomorph), hookers (endo-mesomorph), second-rows (endomorph-mesomor-

phy), locks (endo-mesomorph), half-backs (endo-mesomorph), five-eights (endo-mesomorph), centres (endo-mesomorph), wings (endo-mesomorph), full backs (endo-mesomorph), global average (endo-mesomorph), forwards average (endo-mesomorph) and backs average (endo-mesomorph). These results can be observed in Figure 1.

In Table 3 can be seen the individual SAD for each player refers to the mean somatotype value. While, SAD values in function of the position in the field has been analyzed in Table 4. The value obtained in SAM was 1.7 units. In Figure 1 can be observed the Phantom proportionality analyses for body mass, arm-relax circumference, waist circumference,

Table 2. Mean ± SDs of anthropometric data forwards and backs average.

Variables	Forwards Average (n=14)	Backs Average (n=17)	P value
Height (cm)	180.00 ± 50.00	174.00 ± 70.40	p = 0.0140
Weight (kg)	95.24 ± 12.17	77.15 ± 10.48	p = <0.001
Wrist diameter (cm)	5.55 ± 0.35	6.99 ± 0.37	p = 0.144
Humerus diameter (cm)	7.04 ± 0.44	9.53 ± 0.65	p = 0.697
Femur diameter (cm)	9.96 ± 0.52	9.53 ± 0.65	p = 0.056
Arm relaxed circumference (cm)	35.42 ± 2.77	31.53 ± 3.30	p = 0.002
Arm tensed circumference (cm)	37.15 ± 2.36	34.02 ± 3.04	p = 0.004
Thigh circumference (cm)	58.31 ± 3.60	53.48 ± 3.04	p = <0.001
Calf circumference (cm)	41.25 ± 2.02	38.69 ± 2.56	p = 0.005
Hip circumference (cm)	102.50 ± 8.49	93.36 ± 6.05	p = 0.002
Waist circumference (cm)	92.64 ± 9.12	79.91 ± 4.93	p = <0.001
Triceps skinfold (mm)	16.94 ± 7.50	12.29 ± 3.91	p = 0.034
Subscapular skinfold (mm)	19.89 ± 6.97	13.35 ± 3.82	p = 0.002
Supraspinale skinfold (mm)	19.96 ± 8.73	11.89 ± 3.79	p = 0.002
Abdominal skinfold (mm)	24.00 ± 9.42	16.19 ± 5.16	p = 0.007
Thigh skinfold (mm)	15.12 ± 5.34	16.11 ± 5.73	p = 0.625
Calf skinfold (mm)	11.75 ± 5.29	10.92 ± 4.24	p = 0.634
Σ 6 skinfolds (mm)	107.67 ± 38.30	80.77 ± 22.30	p = 0.021
Endomorphy	5.31 ± 1.73	3.76 ± 0.90	p = 0,013
Mesomorphy	6.06 ± 0.88	5.63 ± 0.92	p = 0,191
Ectomorphy	0.62± 0.86	1.33 ± 0.68	p = 0.002
Body fat %	13.90 ± 4.02	11.07 ± 2.34	p = 0.021
Muscle mass Heymsfield y cols (%)	45.16 ± 6.48	54.54 ± 6.03	p = <0.001
Muscle mass Doupe (%)	49.34 ± 4.73	49.89 ± 3.87	p =0.362
Muscle mass Lee-I (%)	33.99 ± 3.62	38.16 ± 3.17	p = 0.002

Table 3. Individual Somatotype Attitudinal Distance (SAD) refers to group somatotype.

Position	SAD
Prop	3.11
Prop	2.23
Hooker	2.60
Hooker	0.91
Second row	2.53
Second row	1.80
Second row	1.33
Second row	1.90
Lock	0.78
Lock	4.00
Lock	2.40
Lock	1.08
Lock	1.03
Half back	1.09
Half back	1.64
Half back	3.44
Five-eight	2.37
Five-eight	0.72
Five-eight	1.29
Centre	0.91
Centre	2.22
Centre	1.85
Wing	0.84
Wing	1.46
Wing	2.69
Wing	1.15
Wing	1.66
Full back	1.33
Full back	0.59
Full back	1.13

Data frequencies for 31 rugby players.

Table 4. Somatotype Attitudinal Distance (SAD) for rugby positions refers to group somatotype.

Position	Mean	SD	Maximum	Minimum
Prop (n=3)	2.43	0.60	3.11	1.95
Hooker (n=2)	1.75	1.19	2.60	0.91
Second row (n=4)	1.89	0.49	2.53	1.33
Lock (n=5)	1.85	1.35	4.00	0.78
Half back (n=3)	2.05	1.22	3.44	1.09
Five-eight (n=3)	1.46	0.83	2.37	0.72
Centre (n=3)	1.66	0.67	2.22	0.91
Wing (n=5)	1.56	0.704	2.69	0.84
Full back (n=3)	1.01	0.38	1.33	0.59
Forwards (n=14)	1.98	0.95	4.00	1.78
Backs (n=17)	1.55	0.76	3.44	0.59
Global average (n=31)	1.73	0.86	4.00	0.59

Data frequencies for 31 rugby players

Figure 1. Somatotype components and Proportionality Phantom analysis.

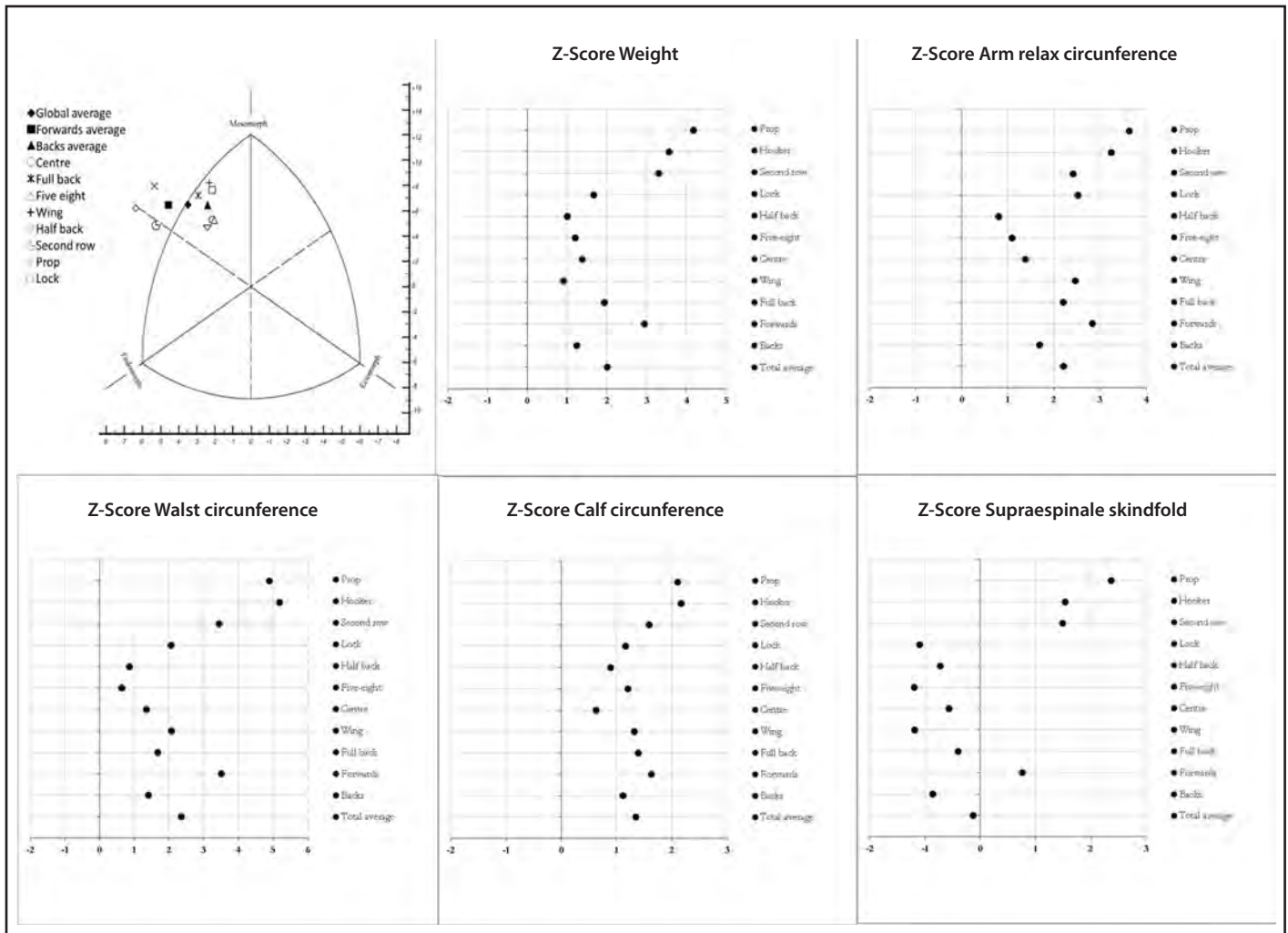


Table 5. Proportionality Phantom analysis.

	Diameters			Circumferences			Skinfolds		
	Humerus	Wrist	Femur	Hip	Triceps	Subscapular	Abdominal	Thigh	Calf
Prop	0.50	0.15	0.13	0.93	1.50	1.34	0.73	-1.71	-0.63
Hooker	1.09	0.83	0.16	1.21	0.27	0.21	0.31	-1.33	-1.04
Second row	0.43	-0.39	-0.10	0.93	0.75	0.97	0.07	-1.19	-0.23
Lock	0.37	0.36	-0.62	-0.80	-1.27	-0.96	-1.62	-1.76	-1.98
Half back	0.29	-0.51	0.32	-0.81	-0.57	-0.72	-1.22	-0.98	-0.61
Five-eight	0.62	0.45	-0.38	-1.01	-0.32	-0.96	-1.18	-1.04	-0.67
Centre	0.82	0.99	-0.37	-0.62	-1.09	-0.78	-1.42	-1.23	-1.62
Wing	1.56	0.09	-0.61	-0.45	-1.06	-0.85	-1.39	-1.69	-1.77
Full back	1.49	-0.54	-0.84	-0.22	-0.63	-0.81	-0.88	-1.63	-0.93
Forward	0.52	0.17	-0.20	0.35	0.12	0.25	-0.36	-1.52	-1.06
Backs	1.03	0.09	-0.41	-0.60	-0.77	-0.83	-1.24	-1.36	-1.20
Global average	0.80	0.13	-0.31	-0.17	-0.37	-0.34	-0.84	-1.43	-1.13

Table 6. Somatotypes previously described for rugby players.

Reference	Sample analyzed (n)	Endomorphy	Mesomorphy	Ectomorphy
Cheng, <i>et al.</i> 2014 ³¹	Australian junior elite rugby league players (116)	3.6 ± 1.0 (f) 2.6 ± 0.7 (b)	7.5 ± 1.3 (f) 6.5 ± 0.8 (b)	1.0 ± 0.9 (f) 1.7 ± 0.7 (b)
Pienaar & Coetzee 2013 ³⁵	University level rugby players (U19 North-West University, South Africa) ³⁵	2.63 ± 0.91 2.54 ± 0.97 2.97 ± 1.52 2.88 ± 1.38	6.20 ± 1.18 6.33 ± 1.15 5.82 ± 1.49 5.93 ± 1.56	1.73 ± 1.07 1.77 ± 1.11 1.71 ± 1.15 1.75 ± 1.15
Babic, <i>et al.</i> 2001 ¹⁰	Rugby players from clubs member of the Croatian-Slovenian rugby league	6.0 ± 1.6 (g) 6.7 ± 1.5 (f) 5.3 ± 1.4 (b)	5.6 ± 1.3 (g) 5.9 ± 1.3 (f) 5.3 ± 1.1 (b)	1.4 ± 0.8 (g) 1.4 ± 0.9 (f) 1.5 ± 0.7 (b)
Babic, <i>et al.</i> , 2001 ¹⁰	Rugby players from New Zealand rugby league	3.7 (f) 2.5 (b)	6.5 (f) 6.2 (b)	1.2 (f) 1.4 (b)
Babic, <i>et al.</i> , 2001 ¹⁰	Rugby players from Italy league	3.5 (f) 2.6 (b)	6.1 (f) 4.9 (b)	1.0 (f) 2.0 (b)
Babic, <i>et al.</i> , 2001 ¹⁰	Rugby players from South Africa league	3.8 (f)	6.1 (f)	1.6 (f)
Babic, <i>et al.</i> , 2001 ¹⁰	Rugby players from France league	3.0 (f) 2.5 (b)	6.0 (f) 5.0 (b)	1.0 (f) 2.5 (b)
Hohenauer, <i>et al.</i> 2017 ³⁷	German national rugby union 7s team (17)	2.5 ± 0.74 (g) 2.46 ± 0.77 (f) 2.54 ± 0.71 (b)	6.53 ± 0.84 (g) 6.6 ± 1.08 (f) 6.46 ± 0.61 (b)	1.31 ± 0.64 (g) 1.43 ± 0.85 (f) 1.19 ± 0.44 (b)
Holway & Garavaglia 2009 ³⁸	Rugby players from the seven Group I teams competing in the Buenos Aires Rugby Union (133)	3.3 ± 1.3 (g)	6.8 ± 1.2 (g)	1.1 ± 0.8 (g)
Gabbet 2009 ³⁰	Rugby players from the first-grade rugby in the Goald Coast senior rugby league (Queensland, Australia) (12)	3.1 (best tacklers) 5.4 (worst tacklers)	4.0 (best tacklers) 3.6 (worst tacklers)	0.9 (best tacklers) 1.0 (worst tacklers)
Quarrie, <i>et al.</i> 1996 ³⁶	Male senior A rugby club players (New Zealand) (94)	4.5 (props, f) 3.6 (hookers,f) 3.7 (locks,f) 3.7 (loose forwards, f) 2.3 (inside backs, b) 3.1 (midfiled backs,b) 2.4 (outside backs, b)	7.5 (props, f) 7.1 (hookers,f) 5.9 (locks,f) 6.2 (loose forwards, f) 6.2 (inside backs, b) 6.7 (midfiled backs,b) 6.0 (outside backs, b)	0.5 (props, f) 0.9 (hookers,f) 1.6 (locks,f) 1.3 (loose forwards, f) 1.5 (inside backs, b) 1.3 (midfiled backs,b) 1.6 (outside backs, b)

g: global; f: forwards; b: backs.

calf circumference and supraespinal skinfold. The rest of z-values for the other parameters examined are showed in Table 5.

Discussion

The mean body mass and height were 85.32 ± 14.36 kg and 176.70 ± 7.03 cm, the mean sum of 6 skinfolds (triceps, subscapular, supraspinal, abdominal, thigh and calf) was 92.92 ± 32.95 mm. The mean fat percentage was 12.35 ± 3.46% while the mean somatotype values were 4.50 ± 1.50 - 5.80 ± 0.91 - 0.95 ± 0.84. Significant differences between forwards and backs players were obtained in body mass, height, skinfolds, body composition and somatotype components.

Additionally, in the rating scale and somatotype analyses²¹, endomorphy values observed in prop, hooker and second row positions are higher than 5 ½ showing a probable high relative adiposity, abundant subcutaneous fat and abdominal fat accumulation. It could be helpful in some specific phases of rugby games. The rest of players exhibited endomorphy values between 3 and 5 indicating a moderate relative adiposity. Moreover, mesomorphy data revealed that subjects analyzed present a high relative skeletal muscle development, large bone diameters, large volume muscles and large joints. Ectomorphy values showed a high body volume per unit of height and their limbs could be relative voluminous. In comparison with somatotypes obtained in rugby players in other studies (Table 6), endomorph component tends

to be higher in players analyzed and it could be related with the level of professionalism because amateur players could pay less attention to their adiposity level. While, mesomorph and ectomorph elements seem to be similar.

SAD examination is based on three dimensions and provided precise information about the distance of individuals in relation to the group somatotype. When a subject is closer to "0" value, less is the difference in reference to the group. It has been proposed that a "2" value in SAD is the limit to consider a possible difference. Here in Table 3, ten players presented a value bigger than 2 units and consequently a difference in some of the three somatotype components. Additionally, 1.7 units (higher than 1) was the value obtained in SAM analyses indicating a difference in homogeneity of the group somatotype²⁵.

Phantom method is used to examine proportionality, a z-value of 0.0 means that the subject has the same proportions to the Phantom. A z-value greater than 0.0 indicates that the subject has higher proportions than the Phantom and a lower z-value shows smaller proportions than the Phantom reference^{24,26}. Particularly, our players tend to have greater z-values indicating bigger proportions than the Phantom and backs position tends to have lower z-values for supraespinale skinfold presenting a lower adiposity than the Phantom reference.

Previously, another study²⁷ examined changes in body composition from the preseason to the end of the season. Players were away from the recommended body composition standard at the beginning of the season. While in the present study, similar fat percent values have been obtained, it is possible that players were also away from the recommended values for body composition in rugby. Another research¹⁰ examined the effects of a microcycle combined with rugby conditioning program on anthropometric measures. All players showed lower skinfold thickness than skinfold values found in the current research. This is related to the previous idea mentioned that players analyzed might be away from the recommended standard of body composition.

A previous study²⁸ explored the anthropometric profile of elite rugby seven players. They presented lower values than players from the present study for skinfolds; several factors could explain this situation. The measures of sevens rugby player were taken during the international competition season when the players surely presented a high level of physical condition. The data of our players were taken at the beginning of the season when they did not play competitive matches, sevens rugby players were elite level athletes while our players were nonprofessional, suggesting that the level of professionalism could affect to body composition. Supplementary to this last idea, one study²⁹ analyzed amateur rugby players. Anthropometric characteristics of non-professional players were poorly developed compared with professional players. Even, another investigation³⁰ found that sub-elite rugby players exhibited a higher sum of seven skinfolds than elite players. Consequently, the level of professionalism could affect to anthropometrical characteristics of players.

Another study¹⁰ found that forwards were heavier, taller and presented higher fat percentage than backs, these discoveries were also found in our investigation where forwards showed a higher body mass, height and body fat percentage than backs. Other studies^{12,13} found that props were taller, heavier and had higher skinfold thickness than the rest of players. Additionally, props were heavier and presented

the highest values in the sum of six skinfolds and in body fat and they were almost the tallest players. Moreover, another research²⁹ discovered differences in body mass between forwards and backs. Taking all these data in consideration, we think that it could exist differences among playing position in rugby. Furthermore, differences were obtained in some anthropometric characteristics between forwards and backs positions such as in body mass, sum of 6 skinfolds, body fat percent, muscular mass, endomorphy and ectomorphy components. As a paper³¹ introduced some years ago, the physical rugby performance and anthropometric characteristics observed in players could be tightly related to the demands imposed by their position.

Previously, it has been proposed that anthropometric and body composition studies are really useful in sport performance management³²⁻³⁴. The current study is one of the first studies that examines anthropometrical profile in amateur Spanish rugby players and it shows the potential advantages of anthropometry, somatotype and body composition analyses on rugby. It seems that differences could exist between forwards and backs players in body mass, height, skinfolds, body composition and somatotype components, consequently training plans and diets prescription should take in consideration rugby player's position in the field. Furthermore, the present paper proposes that the levels of professionalism could affect to body composition in rugby players. Therefore, the level of professionalism should be considered in anthropometric analysis. Thus, further meticulous research is needed to support these ideas.

The present study has limitations, for example only Spanish non-professional male rugby players have been studied. Accordingly, the results cannot be extrapolated to the rest of rugby male players, female rugby players or other team sports.

Finally, anthropometrical measures would be an adequate instrument to evaluate body composition in rugby. It has been proposed that anthropometric profile in rugby could be related to the specific position on the field, although further studies would be necessary to confirm this theory. The level of professionalism could affect to the anthropometrics characteristics in rugby players.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

1. Pearce LA, Sinclair WH, Leicht AS, Woods CT. Physical, anthropometric, and athletic movement qualities discriminate development level in a rugby league talent pathway. *J Strength Cond Res.* 2018;32:3169-76.
2. García M, Martínez-Moreno JM, Reyes-Ortiz A, Suarez Moreno-Arrones L, García AA, García-Caballero M. Changes in body composition of high competition rugby players during the phases of a regular season; influence of diet and exercise load. *Nutr Hosp.* 2014;29:913-21.
3. Requena B, García I, Suárez-Arrones L, Sáez de Villarreal E, Orellana JN, Santalla A. Off-season effects on functional performance, body composition and blood parameters in top-level professional soccer players. *J Strength Cond Res.* 2017;31:939-46.
4. Sutton L, Scott M, Wallace J, Reilly T. Body composition of English Premier League soccer players: influence of playing position, international status, and ethnicity. *J Sports Sci.* 2009;27:1019-26.
5. Norton K, Olds T. *Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health courses.* 1a. ed. Sydney, Australia. Editorial UNSW Press; 1996. p. 413.

6. Mathews DK, Fox EL. *Bases fisiológicas da educação física e dos desportos*. 2a. ed. Rio de Janeiro, Brasil. Editorial: Interamericana; 1979. p.487.
7. Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping. Development and Applications*. Cambridge (NY), 1a. ed. NY, USA. Editorial Cambridge University Press; 1990. p. 352-419.
8. Gabbett TJ, Jenkins DG, Abernethy B. Relative importance of physiological, anthropometric, and skill qualities to team selection in professional rugby league. *J Sports Sci* 2011;29:1453-61.
9. Gabbett TJ, Jenkins DG, Abernethy B. Relationships between physiological, anthropometric, and skill qualities and playing performance in professional rugby league players. *J Sports Sci*. 2011;29:1655-64.
10. Babic Z, Misogoj-Durakovic M, Matasic H, Jancic J. Croatian rugby project-part I: Anthropometric characteristics, body composition and constitution. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41:250-5.
11. Ross A, Gill ND, Cronin JB. Comparison of the anthropometric and physical characteristics of international and provincial rugby sevens players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015;10:780-5.
12. Gabbett TJ. A comparison of physiological and anthropometric characteristics among playing positions in junior rugby league players. *Br J Sports Med*. 2005;39:675-80.
13. Gabbett TJ. A comparison of physiological and anthropometric characteristics among playing positions in sub-elite rugby league players. *J Sports Sci*. 2006;24:1273-80.
14. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ, editors. *Physiological testing of the elite athlete*. Ottawa. Editorial CASS; 1983. p. 75-115.
15. Ross WD, De Rose EH, Ward R. Anthropometry applied to sport medicine. In: Dirix A, Knuttgen HG, Tittel K, editors. *The Olympic Book of Sports Medicine*. Oxford. Editorial Blackwell Scientific Publication; 1988. p. 233-65.
16. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ, editors. *Physiological testing of the elite athlete*. London. Editorial Human Kinetics; 1991. p. 223-308.
17. Carter JEL. Body composition of Montreal Olympic athletes. In: Carter JEL, editor. *Physical Structure of Olympic Athletes*. Part I. Karger, Basel. Editorial Medicine Sport Science; 1982. p. 107-16.
18. Heymsfield SB, Mcmanus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. "Revised equation for calculating bone free arm muscle area". *Am J Clin Nutr*. 1982;36:680.
19. Doupe MB, Martin AD, Searle MS, Kriellaars DJ, Giesbrecht GG. "A new formula for population-based estimation of whole-body muscle mass in males". *Can J Appl Physiol*. 1977;22:598.
20. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. "Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models". *Am J Clin Nutr*. 2000;72:796.
21. Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping: development and applications* (Vol.5). Cambridge, England. Editorial Cambridge University Press; 1990. p. 398-420.
22. Carter JEL, Aubry P, Sleet DA. Somatotype of Montreal Olympic athletes. In: Carter JEL, editor. *Physical Structure of Olympic Athletes*. Part I. Karger, Basel. Editorial Medicine Sport Science; 1982. p. 25-52.
23. Carter JEL. *The Heath-Carter Anthropometric Somatotype*. Instruction Manual. San Diego, Department of Exercise and Nutritional Sciences, San Diego State University; 2002. p. 10-15.
24. Ross WD, Wilson NC. A stratagem for proportional growth assessment. *Acta Paediatr*. 1974;169:182-228.
25. Irurtia-Amigó A, Busquets-Faciabén A, Marina Evrard M, Galilea Ballarini PA, Carrasco-Marginet M. Height, weight, somatotype and body composition in elite Spanish gymnasts from childhood to adulthood. *Apunts Med Esport*. 2009;161:18-28.
26. Almagià A, Araneda A, Sánchez J, Sánchez P, Zúñiga M, Plaza P. Elección del modelo de proporcionalidad antropométrica en una población deportista; comparación de tres métodos. *Nutr Hosp*. 2015;32:1228-33.
27. García M, Martínez-Moreno JM, Reyes-Ortiz A, Suarez L, García AA, García-Caballero M. Changes in body composition of high competition rugby players during the phases of a regular season; influence of diet and exercise load. *Nutr Hosp*. 2014;29:913-21.
28. Higham DG, Pyne DB, Anson JM, Eddy A. Physiological, anthropometric, and performance characteristics of rugby sevens players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8:19-27.
29. Gabbett TJ. Physiological and anthropometric characteristics of amateur rugby league players. *Br J Sports Med*. 2000;34:303.
30. Gabbett T, Kelly J, Ralph S, Driscoll D. Physiological and anthropometric characteristics of junior elite and sub-elite rugby league players, with special reference to starters and non-starters. *J Sci Med Sport*. 2009;12:215-22.
31. Cheng HL, O'Connor H, Kay S, Cook R, Parker H, Orr R. Anthropometric characteristics of Australian junior representative rugby league players. *J Sci Med Sport*. 2014;17:546-51.
32. Deiseroth A, Nussbaumer M, Drexel V, Hertel G, Schmidt-Trucksäss A, Vlachopoulos C, et al. Influence of body composition and physical fitness on arterial stiffness after marathon running. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28:2651-8.
33. Vorup J, Pedersen MT, Melcher PS, Dreier R, Bangsbo J. Effect of floorball training on blood lipids, body composition, muscle strength, and functional capacity of elderly men. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;27:1489-99.
34. Kanehisa H, Ikegawa S, Fukunaga T. Body composition and cross-sectional areas of limb lean tissues in Olympic weight lifters. *Scand J Med Sci Sports*. 1998;8:271-8.
35. Pienaar C, Coetzee B. Changes in selected physical, motor performance and anthropometric components of university-level rugby players after one microcycle of a combined rugby conditioning and plyometric training program. *J Strength Con Res* 2013;27:398-415.
36. Quarrie KL, Handcock P, Toomey MJ, Waller AE. The New Zealand rugby injury and performance project. IV. Anthropometric and physical performance comparisons between positional categories of senior A rugby players. *Br J Sports Med*. 1996;30:53-6.
37. Hohenauer E, Rucker AM, Clarys P, Küng UM, Stoop R, Clijfen R. Anthropometric and performance characteristics of the German rugby union 7s team. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57:1633-41.
38. Holway FE, Garavaglia R. Kinanthropometry of Group I rugby players in Buenos Aires, Argentina. *J Sports Sci*. 2009;27:1211-20.

Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre el tejido muscular y óseo: un estudio piloto

Daniel A. González Pérez¹, Marcelo Castillo Retamal², Jorge A. Villena Pereira³

¹Universidad Católica del Maule. Centro de rehabilitación y terapia física. Maac Kinesiología. Chile.. ²Auckland University of Technology, New Zealand. Departamento de Ciencias de la Actividad Física. Universidad Católica del Maule. Chile. ³Universidad Católica del Maule. Instituto nacional del deporte. Chile.

Recibido: 13/02/2019
Aceptado: 31/05/2019

Resumen

Los estudios completados hasta el momento respaldan la hipótesis de que el entrenamiento de baja intensidad (EBI) asociado con restricción del flujo sanguíneo (RFS) aumenta la hipertrofia muscular (HM) y fuerza dinámica máxima (FDM). Sin embargo, se carece de evidencias firmes que relacionen esta metodología con adaptaciones en el hueso.

El objetivo de este estudio fue establecer el efecto de cuatro protocolos de EBI asociados a RFS, en la HM, FDM, masa ósea (MO), densidad mineral ósea (DMO) y concentración mineral ósea (CMO) del miembro inferior en un periodo de 11 semanas de entrenamiento.

Dieciséis individuos medianamente entrenados fueron reclutados. Se realizó una distribución aleatoria de los participantes quedando distribuidos. G1: Electro Estimulación Neuromuscular (EENM) + RFS; G2: Caminata en treadmill + RFS; G3: Sentadilla 90° + RFS; G4: Solo RFS. Se utilizó medición directa de la FDM, Antropometría y Densitometría Radiológica Dual para medir las variables. Las mediciones fueron realizadas al inicio y al final de las 11 semanas.

En la variable HM los tratamientos de caminata + RFS y EENM + RFS registraron las principales mejoras frente al resto de las intervenciones. La FDM se ve afectada y mejorada por la EENM, la caminata y las sentadillas asociados a RFS, de similar manera a solo la aplicación de RFS. Se observaron modificaciones en la MO, DMO y CMO. La EENM + RFS lidero los resultados, mejorando la DMO y CMO. La caminata + RFS mostro mejorar la MO y la DMO al mismo tiempo.

La RFS sumado a los estímulos, EENM, caminata y sentadilla genera efectos positivos sobre la HM, la FDM y tejido óseo del miembro inferior. La RFS también genera cambios sin la asociación a otro estímulo, pero en menor medida. No se logró establecer una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) entre los grupos.

Palabras clave:

Fuerza muscular. Hipertrofia. Hueso. Oclusión. Flujo sanguíneo.

Effects of training with restriction of blood flow on muscle and bone tissue: a pilot study

Summary

The studies completed so far support the hypothesis that low intensity training (LIT) associated with blood flow restriction (BFR) increases muscle hypertrophy (MH) and maximum dynamic force (MDF). However, there is a lack of firm evidence linking this methodology with adaptations in the bone.

The objective of this study was to establish the effect of four LIT protocols associated with BFR, in the MH, MDF, bone mass (BM), bone mineral density (BMD) and bone mineral concentration (BMC) of the lower limb over a period of 11 weeks of training. Sixteen moderately trained individuals were recruited. A random distribution of the participants was carried out, being distributed. G1: Electro-Neuromuscular Stimulation (ENMS) + BFR; G2: Treadmill walk + BFR; G3: Squat 90° + BFR; G4: Only BFR. Direct measurement of the MDF, Anthropometry and Dual Radiological Densitometry was used to measure the variables. The measurements were made at the beginning and the end of the 11 weeks.

In the MH variable, the walking treatments + BFR and ENMS + BFR registered main improvements compared to the rest of the interventions. The MDF is affected and improved by the ENMS, walking and squats are associated with BFR, in a similar way to the BFR application only. Modifications were observed in BM, BMD and BMC. The ENMS + BFR led the results, improving the BMD and BMC. The walk + BFR showed to improve the BM and the BMD at the same time.

The BFR added to the stimuli, ENMS, walk and squat generates positive effects on the MH, MDF and bone tissue of the lower limb. The BFR also generates changes without the association to another stimulus, but to a lesser extent. It was not possible to achieve a statistically significant difference ($p > 0.05$) between the groups.

Key words:

Muscle strength. Hypertrophy. Bone. Occlusion. Blood flow.

Correspondencia: Daniel A. González Pérez
E-mail: danielsgonzalez81@gmail.com

Introducción

Se ha demostrado que el entrenamiento de baja intensidad (EBI) asociado a restricción de flujo sanguíneo (RFS) aumenta la hipertrofia y fuerza muscular (FM) de forma similar al ejercicio tradicional de resistencia de alta intensidad. Los estudios completados hasta el momento respaldan la hipótesis de que el entrenamiento con RFS puede proporcionar no solo una modalidad novedosa para inducir la adaptación en el músculo sino también en el hueso, que previamente se creía que en este último solo ocurría con alta intensidad y ejercicios de impacto. En general, se necesita levantar cargas de aproximadamente el 70% del máximo de una repetición (1RM) para tener aumentos notorios en el tamaño y la FM, como también realizar actividades de alto impacto para estimular la calidad y producción de tejido óseo (TO)¹⁻⁶.

Entre los variados instrumentos y métodos de entrenamiento para favorecer la FM e hipertrofia muscular (HM), aparece esta novedosa modalidad conocida como entrenamiento oclusivo (EO), *Kaatsu Training*, *Blood flow-restricted exercise* o entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (ERFS). Este consiste en la aplicación de un manguito inflable oclusivo u otro tipo de banda de material rígido o elástico a nivel de los miembros, con el objetivo de reducir de manera parcial la cantidad de sangre que llega a los tejidos por un tiempo determinado, generando un fenómeno de hipoxia, el cual asemeja a realizar ejercicio en condiciones anaeróbicas, con las consiguientes respuestas fisiológicas y metabólicas. El ERFS se plantea como una opción única en la clínica y entrenamiento, ya que es capaz de producir adaptaciones positivas entrenando con una intensidad muy similar a la de las actividades de la vida diaria (10-30% de la máxima capacidad de trabajo), generando mejoras en la FM, HM³ y posiblemente en el TO^{4,7-9}.

El ERFS de baja intensidad ofrece un entrenamiento único para el desarrollo de HM, pues permite entrenar con una intensidad del 20% 1RM y recibir mejoras equivalentes a las obtenidas con un 65% 1RM, además tiene implicaciones positivas para una amplia variedad de población, particularmente los ancianos, rehabilitación de atletas, postrados, fracturas, rehabilitación cardíaca e incluso astronautas, que físicamente no son capaces de soportar las cargas mecánicas altas¹⁰⁻¹⁵. Además, son múltiples los mecanismos y propuestas beneficiosas sobre la FM y un tema poco explorado que es la respuesta sobre el TO.

El propósito de esta investigación es establecer si cuatro protocolos de entrenamientos de baja intensidad asociados a RFS pueden generar efectos y diferencias entre ellos, en lo que respecta a la fuerza dinámica máxima (FDM), HM, masa ósea (MO), densidad mineral ósea (DMO) y concentración mineral ósea (CMO) del miembro inferior (MI).

Material y método

Se realizó un estudio cuasi experimental piloto con selección por conveniencia de 16 participantes, se conformaron 4 grupos de entrenamiento con 4 participantes por grupo (2 damas y 2 varones). Los participantes corresponden a alumnos voluntarios medianamente entrenados de primer y segundo año de la carrera de Educación Física de la Universidad Católica del Maule, Chile. Se completó un número de 11 semanas de entrenamiento ($\bar{X}22 \pm 4$ sesiones), no realizaron ningún

Tabla 1. Características de la muestra y distribución de los grupos.

Grupos (G)	\bar{X} - DS	Edad (Años)	Peso (Kg)	Estatura (Cm)	IMC
G1	\bar{X}	18,0	62,3	160,25	24,15
EENM + RFS	DS	0,50	8,40	3,75	2,15
G2	\bar{X}	19	63,8	164,9	23,3
CT + RFS	DS	1,00	9,90	6,10	1,90
G3	\bar{X}	19,33	63,93	164,53	23,53
S90° + RFS	DS	0,47	8,03	10,15	0,48
G4RFS	\bar{X}	19,50	72,00	171,85	24,35
	DS	0,50	5,00	2,15	1,05
Total	\bar{X}	19,11	65,33	165,29	23,80
	DS	0,74	8,81	7,88	1,52

RFS: Restricción del flujo sanguíneo; EENM: Electro estimulación neuromuscular; CT: Caminata en treadmill; S90°: Sentadilla 90° grados; IMC: Índice de masa corporal; \bar{X} : Promedio; DS: Desviación estándar.

tipo de entrenamiento extra a excepción de sus clases a largo de la fase experimental, por lo que todas las prácticas físicas que realizaban eran idénticas, sus características se detallan en Tabla 1¹⁶.

Todos los participantes fueron informados previamente de los objetivos y duración del estudio, dando su consentimiento por escrito para participar de forma voluntaria en el mismo. El proyecto de investigación fue aprobado por el comité de Ética científico de la UCM, al amparo de las directrices éticas dictadas en la declaración de Helsinki de la asociación Médica Mundial para la investigación con seres humanos. La variable alimentación se controló aplicando el cuestionario sobre ingesta alimentaria (OQ)¹⁷, no observándose desórdenes alimentarios ni de su autoimagen corporal.

Los criterios de inclusión fueron: Pertenecer al ingreso 2014 - 2015 de la carrera de Educación Física UCM, edades entre 17-20 años, género femenino y masculino. Los criterios de exclusión fueron: Pertenecer a selecciones deportivas o participar de algún tipo de entrenamiento programado y sistemático, encontrarse en tratamiento de alguna lesión o enfermedad de miembro inferior, presentar lesión o enfermedad dolorosa de miembro inferior. Se estableció un 70% de asistencia a las sesiones para ser incluido en el análisis final.

Técnicas e instrumentos

Las mediciones fueron realizadas en la semana 1 previo a la intervención y posteriormente en la semana 12 inmediatamente terminado el periodo de entrenamiento. Para la medición de la FDM en base a 1RM se utilizó el protocolo directo, en prensa inclinada de 90° adaptado para realizarlo en ambos miembros por separado, la flexión de rodilla de 90° se controló mediante un goniómetro universal de acrílico (marca Carci) presentando una escala de 0°-360°. Los niveles de validez, confiabilidad y objetividad para la evaluación de la fuerza máxima están basados en las recomendaciones de Brown, (2003) y la ASEP (Sociedad Americana de Fisiólogos del Ejercicio)¹⁸.

Para la evaluación de las variables antropométricas se adoptó el protocolo estandarizado por la "international working group of kineanthropometry"¹⁹. Todas las mediciones fueron realizadas por un único evaluador con amplia experiencia y certificación ISAK nivel III. Para determinar la masa corporal, se evaluó descalzo y con la menor

cantidad de ropa posible, utilizando una balanza digital con una precisión de 200 g de (marca Tanita) con una escala de 0 a 150 kg. La estatura se midió ubicándolos en el plano de Frankfurt sin zapatos, utilizando un estadiómetro de aluminio graduada en milímetros de (marca Seca), presentando una escala de 0-2,50 m. Los pliegues cutáneos fueron medidos utilizando un compás de pliegues cutáneos (Harpender) que ejerce una presión constante de 10 g/mm. Para los perímetros se utilizó una cinta métrica de nailon milimetrada de (marca Seca) con una precisión de 0,1 cm. Las mediciones corporales y antropométricas fueron extraídas y adaptadas de los estudios realizados por Vieitez, (2001); Medina, et al. (2013) y Norton, et al. (1996)¹⁹⁻²¹, mostrando los niveles de validez, confiabilidad y objetividad utilizados internacionalmente.

Para la medición de MO, DMO, CMO se utilizó la densitometría ósea (DO), conocida con la sigla DXA (Densitometría Radiológica Dual) con el protocolo propuesto por el fabricante (Lunar Prodigy; General Electric: Fairfield, CT, USA)²²⁻²⁴. La precisión de la DXA es alta, con un margen de error del 2-6% para la composición corporal²⁵. La objetividad de la MO es muy alta (95-99%), la validez es de 85-97%²³.

Procedimientos

Todas las actividades de entrenamiento y medición de variables se realizaron en la UCM, en las dependencias del edificio tecnológico, específicamente en el laboratorio de rendimiento humano, en horario diurno de 15:00 – 17:00 hrs. Se realizaron tres sesiones de entrenamiento a la semana, durante 3 meses, martes, jueves y viernes, correspondientes a la duración del entrenamiento, incluyendo 10 minutos de preparación, instalación de dispositivos, estiramientos previos y finales de la región muscular entrenada.

Se utilizaron esfigmomanómetros de 5 centímetros de ancho y una longitud de 70 cm. con una presión inicial de 110 mmHg. Este fue ajustado con presión de cero mmHg en el momento de su instalación, medidos y sellados, la RFS se aplicó a nivel del muslo proximal (quinto proximal de muslo medido desde la base de la patela al pliegue inguinal), aplicado sobre el muslo derecho, permaneciendo en la misma posición durante todas las series al igual que las pausas.

La confección y utilización de los manguitos fue extraída y adaptada según la revisión realizada por Reina, et al. (2014), mientras que la presión inicial y los parámetros de variación fue fijada según las recomendaciones realizadas por Loenneke, et al. (2014)^{14,26}.

Distribución y asignación de la tarea

Se realizó distribución aleatoria de los participantes quedando distribuidos de manera homogénea en cuanto a la cantidad y género.

Grupo 1 (G1): Electro estimulación neuromuscular (EENM) + RFS. Se aplicó 15 minutos de EENM, utilizando una onda cuadrangular bifásica consecutiva y asimétrica, con un ancho de impulso de 300 μ s, y una frecuencia de 50 Hz, una intensidad de 40 - 50 mA, percepción media-alta (fue la máxima tolerada por los sujetos) generando una contracción muscular visible. El sistema EMS (CDM TENS/EMS® Everyway Medical Instruments CO., Ltd. Edition: V1.0) se programó con un tiempo de contracción/reposo de 16/0 s. respectivamente, una rampa de 8 s., 16 s. en On y 0 s. en Off²⁷. La presión inicial del manguito fue de

110 mmHg. La variación durante el ejercicio fue de 110 – 130 mmHg durante la ejecución.

Se utilizaron 4 electrodos adhesivos de un solo tamaño: de 4x4 cm que se situaron en los puntos motores del músculo cuádriceps femoral, respectivamente bajo la inserción del recto femoral, 10 cm por debajo de cada espina iliaca anterosuperior, el área más prominente del vasto medial y del vasto lateral. La EENM + RFS se realizaba con el sujeto en posición sedente manteniendo los pies en el piso con la rodilla en un ángulo de 90° en cada sesión²⁷.

Grupo 2 (G2): Ejercicio de caminata en treadmill (CT) + RFS. Realizaron 5 series de 2 minutos de caminata por 2 minutos de pausa, a una velocidad calculada según la velocidad media del test de Cooper y controlada con pulsímetro manteniéndose entre 50 - 60% de la frecuencia cardíaca máxima. Se utilizó el treadmill (marca Hp Cosmos, modelo Mercury). La presión inicial del manguito es de 110 mmHg. La variación durante la ejecución del ejercicio fue de 110 – 220 mmHg.

Grupo 3 (G3): Ejercicio dinámico de sentadilla 90° + RFS. Se realizó sentadillas dinámicas de 90°, 5 series, 2 minutos de ejecución, 1 minuto de pausa, velocidad de ejecución moderada, manteniéndose entre 50 - 60% de la frecuencia cardíaca máxima, controlado con pulsímetro. Se utilizó un banco de 40 cm. para controlar el ángulo de flexión de rodilla y mantenerlo durante la ejecución entre 0° y 90°, el apoyo de los pies es al nivel de las caderas. La presión inicial del manguito es de 110 mmHg. La variación durante la ejecución del ejercicio fue de 110 – 220 mmHg.

Grupo 4 (G4): Solo RFS. Se realizó solo RFS en posición sedente, durante 15 minutos, con pies apoyados en el piso y tronco en respaldo. La presión inicial del manguito es de 110 mmHg. No presenta variación de la presión durante la aplicación.

Análisis estadístico

Se utilizó el programa computacional SPSS® (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows versión 20.0. Se calculó la medida de tendencia central (Media) y la medida de variabilidad (Desviación estándar), además se realizó el cálculo matemático simple de porcentaje de avance entre la evaluación inicial y final para todas las variables. Para establecer la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk y para verificar la homogeneidad de las varianzas la prueba de Levene, ambas con un nivel de confianza del 95% y significancia del 5% ($p > 0,05$). Una vez establecida la normalidad de los datos y homogeneidad de varianzas se procedió a aplicar la prueba *t* apareada para comparar pre y post evaluaciones de cada grupo y de la totalidad de los sujetos. El análisis de varianza unidireccional o de un factor (ANOVA) se utilizó para analizar si los cuatro tratamientos difieren significativamente entre sí en cuanto a sus medias y varianzas, además de incluir la prueba *Post Hoc* de Tukey para realizar comparaciones múltiples. El nivel de confianza asumido fue del 95% y significancia del 5% ($p < 0,05$) para estas últimas pruebas.

Resultados

Fuerza dinámica máxima

El estudio reveló que aumentaron los índices de fuerza en todos los grupos. Se observó significancia estadística para la prueba *t* en el

Tabla 2. Efectos en la fuerza dinámica máxima del miembro inferior.

	Grupos							
	EENM + RF		CT + RFS		S90° + RFS		RFS	
FMD MID (Kg)	↑*	(1)	↑	(2)	↑	(4)	↑*	(3)
FMD MII (Kg)	↑*	(1)	↑	(3)	↑	(2)	↑	(4)

Aumenta (↑); Disminuye (↓); Sin Efecto (↔); (*) Significancia estadística $P < 0,05$; Orden de respuesta al tratamiento (1)>(4); FDM: Fuerza dinámica máxima. MID: Miembro inferior derecho; MII: Miembro inferior izquierdo; RFS: Restricción del flujo sanguíneo; EENM: Electro estimulación neuromuscular; CT: Caminata en treadmill; S90°: Sentadilla 90° grados.

pre y post para el total de los sujetos ($p = 0,002$), también para el grupo G1 en el miembro inferior derecho (MID) ($p = 0,037$), miembro inferior izquierdo (MII) ($p = 0,028$) y para el grupo G4 en el MID ($p = 0,049$). Por otra parte, los grupos presentaron diferencias en sus porcentajes de avance y datos iniciales, esto permitió ordenar y comparar su respuesta al tratamiento (Tabla 2), no obstante, no se apreció diferencia significativa entre todos los grupos ANOVA en diferencia MID ($p = 0,84$), MII ($p = 0,66$) y entre grupos *Post Hoc* MID ($p = 0,845$), MII ($p = 0,664$).

Hipertrofia muscular

El grupo G4 el cual fue sometido a solo la aplicación de RFS mejoró en un 4,15% y el grupo G2 que realizó CT sumado a RFS mejoró en un 3,78 % el TM (Kg), como lo muestra la Tabla 3. En los otros dos grupos disminuyó esta variable. No existe significancia estadística para la prueba *t* en el *pre* y *post* para el total de los sujetos y para cada grupo, tampoco entre los grupos en las pruebas ANOVA y *Post Hoc* ($p > 0,05$). Solo se aprecia diferencia significativa en el grupo de CT en el cociente tejido muscular/tejido óseo ($p = 0,042$).

Tejido óseo

Los efectos evidenciados son diversos los cuales se aprecian en la Tabla 4. Se encontró significancia estadística en prueba *t* para el G2 en la diferencia de miembros inferiores (DMI) en la MO ($p = 0,049$) y para el

Tabla 3. Efectos en indicadores antropométricos relacionados con la hipertrofia muscular.

	Grupos							
	EENM + RFS		CT + RFS		S90° + RFS		RFS	
TM(Kg)	↓	(4)	↑	(2)	↓	(3)	↑	(1)
CTATM	↑	(1)	↓	(1)	↓	(3)	↓	(2)
CTMTO	↓	(3)	↑*	(1)	↓	(4)	↑	(2)
PMDM (Cm)	↑	(2)	↑	(1)	↓	(3)	↓	(4)
PMDMe (Cm)	↑	(1)	↑	(3)	↑	(2)	↓	(4)
PMD (Cm)	↓	(3)	↓	(4)	↓	(2)	↓	(1)

Aumenta (↑); Disminuye (↓); Sin Efecto (↔); (*) Significancia estadística $P < 0,05$; Orden de respuesta al tratamiento (1)>(4). TM. Tejido muscular; Kg. Kilogramos; CTATM. Cociente de tejido adiposo / tejido muscular; CTMTO. Cociente de tejido muscular / tejido óseo; PMDM Perímetro muslo derecho máximo; Cm. Centímetros; PMDMe. Perímetro muslo derecho medial; PMD. Pantorrilla máxima derecha.

Tabla 4. Efectos sobre el tejido óseo.

	Grupos							
	EENM + RFS		CT + RFS		S90° + RFS		RFS	
MO MID	↓	(4)	↑	(1)	↑	(2)	↑	(3)
MO MII	↓	(4)	↑	(1)	↑	(3)	↑	(2)
MO DMI	↓	(1)	↑*	(3)	↑	(4)	↓	(2)
DMO CFD	↑	(1)	↓	(3)	↑	(2)	↓	(4)
DMO DFD	↑	(1)	↑	(2)	↑	(3)	↓	(4)
DMO TFD	↑	(1)	↑	(2)	↑	(3)	↓	(4)
CMO CFD	↑	(1)	↓	(3)	↓	(2)	↓	(4)
CMO DFD	↑	(1)	↓	(3)	↑	(2)	↓	(4)
CMO TFD	↓	(1)	↓	(3)	↓	(2)	↓	(4)

Aumenta (↑); Disminuye (↓); Sin Efecto (↔); (*) Significancia estadística $P < 0,05$; Orden de respuesta al tratamiento (1)>(4). MO: Masa ósea. DMO: Densidad mineral ósea. MID: Miembro inferior derecho; MII: Miembro inferior izquierdo; DMI: Diferencia miembros inferiores; CFD: Cuello fémur derecho; DFD: Diáfnisis fémur derecho; TFD: Total fémur derecho; CMO: concentración mineral ósea.

pre y *post* del total de sujetos en la CMO del cuello del fémur derecho (CFD) ($p = 0,046$) y el total del fémur derecho (TFD) ($p = 0,049$). No hay diferencia significativa entre los grupos (ANOVA) y *Post Hoc* ($p > 0,05$) para MO, DMO y CMO.

Discusión

La presente discusión se va a establecer en base a los tres parámetros que representan las variables analizadas en el presente estudio, dando énfasis a las intervenciones que muestran limitada información en la literatura.

Fuerza dinámica máxima

González-Badillo, *et al.* (2005) llevaron a cabo un estudio para determinar la influencia del volumen de entrenamiento en los niveles de fuerza de un grupo de halterófilos de categoría juvenil. Sus conclusiones apuntan en el mismo sentido que las del presente estudio, pues un volumen de entrenamiento moderado demostró ser más eficaz que los volúmenes de entrenamiento bajos y altos para incrementar la FM²⁸.

Takarada, *et al.* (2000) obtuvieron resultados muy similares, en este caso, el grupo de RFS mejoró su fuerza un ~18%, en tanto que el grupo de entrenamiento tradicional lo hizo un ~22%, en este estudio como en nuestra investigación, las diferencias entre grupos tampoco alcanzaron niveles de significación estadística²⁹.

Un estudio muy atinente es el de Karabulut, *et al.* (2010) pues nos muestra un ejercicio realizado en nuestra investigación que es la extensión de pierna, el estudio comparó los efectos de dos tipos de protocolos de entrenamiento de resistencia sobre la FM en hombres mayores. Los hallazgos sugieren que la FM de la pierna mejora con el ERFs de carga baja y el protocolo de EBI (20% 1-RM) con restricción vascular fue casi tan efectivo como el protocolo de entrenamiento de resistencia de alta intensidad (80% 1-RM) para aumentar la FM en hombres mayores, lamentablemente no explica lo ocurrido en nuestro estudio, pues el MI que no se aplicó RFS tuvo ganancias de fuerza similares a la que si se aplicó el dispositivo³⁰.

Hipertrofia muscular

Electroestimulación neuromuscular y restricción del flujo sanguíneo

Natsume, *et al.* (2015) estudiaron los efectos de la EENM de baja intensidad combinados con RFS en el tamaño y la FM de 8 voluntarios sanos no entrenados, de un promedio de 26 años, 174 cm y 71 Kg. La dosificación que utilizaron fue de dos veces por día, 5 días a la semana, durante dos semanas (20 sesiones), en la mañana y en la tarde con 5 hrs de diferencia, sentados en un ángulo fijo de rodilla de 75°, durante 23 min. Utilizaron descargas bifásicas rectangulares con ciclos de 30 Hz y 8 seg. de estimulación por 3 seg. de pausa, registrado a 5-10% de la contracción máxima voluntaria, el dispositivo de RFS fue de 10,5 cm. (MT-870 Digital Tourniquet; Mizuho, Tokyo, Japan), utilizando una presión calculada a partir de la circunferencia del muslo que iban entre 140-200 mmHg. no reportando la variación producida por la contracción muscular (lo que los autores establecen como una limitación del estudio), realizaron set de 5 min. Con pausas de 1 min. Sus resultados muestran que después de 2 semanas de entrenamiento la aplicación de RFS sumado a EENM generó hipertrofia en un 3,9% y disminuyó después de 2 semanas de no aplicado en tratamiento en un 3,0%. También aumentó la fuerza máxima de extensión de la rodilla en Isometría + 14,2% e isocinética 7,0% a 8,3%, no encontrando cambios notables con solo la aplicación de EENM al comparar evaluación inicial y final, además de los dos tratamientos no se obtuvieron diferencias significativas utilizando ANOVA y *t* test. Este trabajo mostró una densidad de entrenamiento importante, pero solo realizado en 2 semanas, nuestro trabajo realizó la evaluación con test dinámico de press pierna, la dosificación y temporalidad difieren bastante de nuestro estudio, si corroborando una diferencia en los resultados con el G1 de nuestro trabajo, en las mejoras en fuerza, las cuales fueron de 47,34 % en el grupo de EENM + RFS y en el grupo que solo realizo RFS de 20 %³¹.

Otro escaso reporte sobre la combinación entre EENM y RFS es la realizada por Slys, *et al.* (2017) la intervención se realizó durante 32 minutos, 4 días a la semana durante seis semanas. La fuerza de la pierna aumentó 32 ± 19 kg en el grupo que realizo EENM + RFS, que difirió del cambio de 3 ± 11 kg en el grupo control (*p*=0,03). Los grupos EENM y RFS aislados mostraron incrementos de 16 ± 28 kg y 18 ± 17 kg, respectivamente, pero estos no difirieron estadísticamente del control, ni entre sí. No hubo alteraciones estadísticamente significativas para la masa muscular. Al comparar los resultados con el G1 de nuestro estudio las mejoras en fuerza fueron de 26 Kg. en el grupo de EENM y en el grupo que solo realizo RFS 16,25 Kg. los cuales se acercan en parte, con respecto a la diferencia en perímetros de muslo no fue significativa, lo que se relaciona con la pobre respuesta en terminos de aumento de masa muscular, perímetro muslo derecho máximo (*t*=0,960) y perímetro muslo derecho medial (*t*=0,122)³².

Caminata y restricción del flujo sanguíneo

Abe, *et al.* (2006) examinaron los efectos agudos y crónicos de la caminata con y sin RFS en el tamaño del músculo medido por resonancia nuclear magnética y FDM e isométrica junto con los parámetros hormonales sanguíneos. En este estudio se produjo un aumento mucho mayor de la fuerza en el grupo de caminata en treadmill 31,7% en el MI que

utilizó el dispositivo de RFS y de un 20,8% en el que no, lo cual puede deberse a que completaron 6 semanas de entrenamiento y tres veces a la semana, lo que confirma lo concluido por Loenneke, *et al.* (2012) en su metaanálisis que mayor frecuencia de sesiones y días a la semana no produce mejores resultados, y la correlación entre mayor número de semanas y aumento de la fuerza. Las características de los sujetos en edad, composición corporal, nivel de entrenamiento y dosificación del entrenamiento son similares a nuestro estudio^{33,3}.

Sentadillas y restricción del flujo sanguíneo

Abe, *et al.* (2005) investigaron en sujetos jóvenes los efectos de 2 sesiones diarias, 6 días a la semana, durante 2 semanas, de 3 series de dos ejercicios, sentadilla y flexión de pierna. El grupo experimental de RFS + Ejercicio mejoró en sentadilla su fuerza en un 17% y la flexión de pierna en un 23%, también incrementó el factor de crecimiento IGF-1 de forma significativa (*p* <0,01), no se observaron cambios significativos en el pre y post test en ambos grupos para la fuerza relativa. Concluyen las ganancias de fuerza e hipertrofia en el muslo ocurren posterior a 2 semanas. En nuestro estudio el grupo que realizó sentadillas mejoró su fuerza en un 19,45% de la misma forma que en el estudio descrito no se observó diferencia significativa en la prueba (*t*=0,337), (*p* >0,05), nuestro grupo completó 11 semanas de entrenamiento pero con menor cantidad de sesiones, frecuencia a la semana y solo con sentadillas. Observamos que estos dos protocolos aunque difieran de manera importante y tengan en común el ejercicio de sentadilla mejoran la fuerza de miembro inferior de manera similar. En nuestro estudio se apreciaron cambios significativos en la FM con y sin RFS, la HM no mostró tal respuesta, lo cual es debido a la utilización de antropometría y no de mediciones que determinen el AST como lo reportan otros estudios que evaluaron específicamente esa variable³⁴.

Tejido óseo

Sato, *et al.* (2005) investigaron la hipótesis que intensidades medias de ejercicio asociada a RFS generarían adaptaciones en el TO similares a las respuestas a altas intensidades, midieron la fosfatasa alcalina (BAP) de los huesos que se encuentra en los osteoblastos encargados de producir hueso. Su trabajo fue realizado en varones sanos sometidos 2 veces por día a caminata con RFS en los muslos con 4 horas entre las sesiones durante 3 semanas. Los hallazgos fueron interesantes pues determinaron aumentos significativos en el AST medidos con RMN (*p* <0,01), fuerza (*p* <0,01) y BAP (*p* <0,05), 10,8% aumento la BAP en grupo experimental, 0,3% en grupo control, no hubo cambios significativos para el IGF-1 en los dos grupos. Los autores concluyen que 3 semanas de entrenamiento de caminata con RFS aumenta la BAP, un marcador sérico de la rotación ósea. Estos marcadores sanguíneos no fueron registrados en nuestra investigación, pero los datos propuestos por estos autores podrían explicar los aumentos de MO y DMO que ubican nuestro grupo de caminata liderando en promedio la respuesta en estas variables³⁵.

Bemben, *et al.* (2007) en su estudio propusieron establecer el efecto agudo en marcadores sanguíneos encargados de la formación de TO, utilizaron EBI sumado a RFS, un grupo solo a baja intensidad y un grupo control, evaluaron 30 min. después de 1 serie de 30 repeticiones, seguida

de 3 series de 15 repeticiones y 30 seg. de pausa al 20% del RM. Evaluaron la BAP y N-telopéptido (NTx) reticulado del tipo I colágeno (biomarcador de remodelado óseo) concluyendo que un solo episodio de RFS al 20% del RM resultó en disminuciones en el marcador de resorción ósea NTx, pero no tuvo efecto sobre el marcador de formación ósea BAP⁸.

El estudio realizado por Karabulut, *et al.* (2011) compararon los efectos de diferentes protocolos de entrenamiento de resistencia en las concentraciones de marcadores óseos en hombres mayores con una media de edad de 56,8 años, durante 6 semanas. Las concentraciones séricas de BAP y NTx mejoraron en ambos protocolos de entrenamiento de resistencia, lo que sugiere una mayor rotación ósea, con un equilibrio que favorece la formación ósea. Por lo tanto, a pesar de usar baja carga mecánica asociado a RFS, esta es una alternativa de entrenamiento potencialmente eficaz a la alta intensidad tradicional, para mejorar la salud ósea en hombres mayores. También utilizaron DO, no encontrando cambios en la MO, DMO y CMO, asociándolo a las solo 6 semanas de entrenamiento. Los autores no generaron el desglose que realizamos en nuestro estudio por lo cual no podemos realizar comparación apropiada, solo que al igual que nuestros hallazgos los valores de diferencia no fueron significativos al comparar los grupos⁹.

Otro de los escasos trabajos que existen sobre el efecto que tiene el RFS sanguíneo sobre el TO lo aporta Loenneke, *et al.* (2013) estudiaron un caso y la recuperación de una fractura osteocondral de la rodilla derecha de un culturista de 22 años, 175 cm. de talla y 70 kg. de peso, su evolución fue favorable producto de la aplicación de RFS, pero las conclusiones obtenidas son clínicas e individuales en términos de dolor, revisión de radiografía y resonancia nuclear magnética no aportando datos concluyentes sobre MO, DMO y CMO ni utilizando control para comparar resultados³⁶.

Aunque estos resultados previos muestran un efecto sobre el sistema óseo, existe una evidente carencia de estudios al respecto. Contratar nuestros resultados sobre el TO resultan una tarea inconclusa producto que existen escasos estudios publicados con respecto a las adaptaciones que genera este entrenamiento sobre este tejido en particular, menos aún con la combinación de EENM y RFS^{2-6,13,37,38}. Dentro de las limitaciones del estudio se encuentran el pequeño tamaño de la muestra, la selección por conveniencia de los participantes y no realizar comparaciones entre damas y varones lo cual debe ser abordado y controlado en futuras investigaciones.

Conclusiones

Se concluye que la RFS sumado a los estímulos de baja intensidad como EENM, caminata y sentadilla genera efectos positivos sobre la FDM, TM y el TO del MI. La RFS también genera cambios sin la asociación a otro estímulo, pero en menor medida. Existe diferencia en la respuesta del TM y TO, así como en la FDM ante estos diferentes modos de ejercicio, no logrando establecer una diferencia estadísticamente significativa entre ellos en un período de 11 semanas en sujetos sanos medianamente entrenados.

Futuros estudios deberían llevarse a cabo para profundizar en los mecanismos subyacentes al proceso de HM inducida por el estímulo hipóxico, especialmente para dilucidar los motivos por los que se han observado fenómenos como la hipertrofia o aumento de FMD de

músculos no ocluidos. Se debe prestar importancia a desarrollar una línea investigativa utilizando grupo control para establecer una dosis-respuesta, adaptaciones a corto y largo plazo y generar mayor evidencia en el ámbito de la adaptación del tejido óseo y la rehabilitación.

Agradecimientos

Al departamento de actividad física y salud, la escuela de educación física y alumnos participantes de este estudio, Universidad Católica del Maule, Chile.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

- Pearson SJ, Hussain SR. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Med.* 2015;45:187-200.
- Slysz J, Stultz J, Burr JF. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review-meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2016;19:669-75.
- Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bemben MG. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112:1849-59.
- Loenneke J, Young K, Fahs C, Rossow L, Bemben D, Bemben M. Blood flow restriction: Rationale for improving bone. *Med Hypotheses.* 2012;78:523-7.
- Loenneke JP, Pujol TJ. The Use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength Cond J.* 2009;31:77-84.
- Chulvi-Medrano I. Entrenamiento de fuerza combinado con oclusión parcial superimpuesta. Una revisión. *Rev Andal Med Deport.* 2011;4:121-8.
- Sato Y, Abe T. KAATSU-walk training increases serum bone-specific alkaline phosphatase in young men. *Int J Kaatsu Training Res.* 2005;1:77-81.
- Bemben D, IJ P, Abe T, Sato Y. Effects of a single bout of low intensity KAATSU resistance training on markers of bone turnover in young men. *Int J Kaatsu Training Res.* 2007;3:21-6.
- Karabulut M, Bemben DA, Sherk VD, Anderson MA, Abe T, Bemben MG. Effects of high-intensity resistance training and low-intensity resistance training with vascular restriction on bone markers in older men. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111:1659-67.
- 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;12:107-12.
- Takarada Y, Sato Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2002;86:308-14.
- Takano H, Morita T, Iida H, Asada K, Kato M, Uno K, *et al.* Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *Eur J Appl Physiol.* 2005;95:65-73.
- Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Med.* 2015;45:313-25.
- Reina C, Domínguez R. Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo e hipertrofia muscular. *Rev Int Cienc Deporte.* 2014;10:366-82.
- Hackney KJ, Everett M, Scott JM, Ploutz-Snyder L. Blood flow-restricted exercise in space. *Extrem Physiol Med.* 2012;1:1-14.
- Hernández R, Fernández C, Baptista P. *Metodología de la investigación.* México. Editorial McGraw-Hill; 2010,p.170-94.
- O'Donnell W, Warren W. *Cuestionario de sobreingesta alimentaria.* México. Editorial El Manual Moderno; 2007.p.1-26.
- Brown LE, Weir JP. Recomendação de procedimentos da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício (ASEP) I: avaliação precisa da força e potência muscular. *R Bras Ci e Mov.* 2003;11:95-110.
- Norton K, Whittingham N, Carter L, Kerr D, Gore C, Marfell-Jones M. Measurement techniques in anthropometry. *Anthropometria.* 1996;1:25-75.
- Vieitez JA. Validación por disección de cadáveres de 7 métodos antropométricos para estimar la masa muscular humana. *Rev Cub Salud Publica.* 2001;15:115-20.

21. Medina FS, Ramírez WA, Leal DM, López VF, Canteras J. Metodología y fiabilidad de la medición del perímetro de muslo. *Act Fís Des Hum*. 2013;4:150-4.
22. Ramos RL, Armán JA, Galeano NA, Hernández AM, Gómez JG, Molinero JG. Absorciometría con rayos X de doble energía. Fundamentos, metodología y aplicaciones clínicas. *Radiología*. 2012;54:410-23.
23. Espallargues M, Sampietro-Colom L, Estrada MD, Sola M, del Rio L, Setoain J, et al. Identifying bone-mass-related risk factors for fracture to guide bone densitometry measurements: a systematic review of the literature. *Osteoporos Int*. 2001;12:811-22.
24. Gómez JC. Densidad mineral ósea en niños y adolescentes. Revisión de literatura. *VIREF Revista de Educación Física*. 2015;4:58-73.
25. Albanese CV, Diessel E, Genant HK. Clinical applications of body composition measurements using DXA. *J Clin Densitom*. 2003;6:75-85.
26. Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T, Bembem MG. Blood flow restriction pressure recommendations: the hormesis hypothesis. *Med Hypotheses*. 2014;82:623-26.
27. Linares M, Escalante K, La Touche R. Revisión bibliográfica de las corrientes y parámetros más efectivos en la electro estimulación del cuádriceps. *Fisioterapia*, 2004;26:235-44.
28. González-Badillo JJ, Gorostiaga EM, Arellano R, Izquierdo M. Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains than high or low volumes during a short-term training cycle. *J Strength Cond Res*. 2005;19:689-97.
29. Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:2035-9.
30. Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bembem MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108:147-55.
31. Natsume T, Ozaki H, Saito AI, Abe T, Naito H. Effects of Electrostimulation with Blood Flow Restriction on Muscle Size and Strength. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47:2621-7.
32. Slysz J, Burr JF. The Effects of Blood Flow Restricted Electrostimulation on Strength and Hypertrophy. *J Sport Rehabil*. 2018;27.3:257-62.
33. Abe T, Kearns CF, Sato Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol*. 2006;100:1460-6.
34. Abe T, Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y, Inoue K, Koizumi K, et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily "KAATSU" resistance training. *Int J Kaatsu Training Res*. 2005;1:6-12.
35. Sato Y, Abe T. KAATSU-walk training increases serum bone-specific alkaline phosphatase in young men. *Int J Kaatsu Training Res*. 2005;1:77-81.
36. Loenneke JP, Young KC, Wilson JM, Andersen JC. Rehabilitation of an osteochondral fracture using blood flow restricted exercise: a case review. *J Bodyw Mov Ther*. 2013;17:42-5.
37. Wernbom M, Augustsson J, Raastad, T. Ischemic strength training: a low-oad alternative to heavy resistance exercise?. *Scand J Med Sci Sports*. 2008;18:401-16.
38. Manini TM, Clark BC. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exerc Sport Sci Rev*. 2009;37:78-85.

High-performance athletes' attitude towards doping: Validation of the Spanish version of the Performance Enhancement Attitude Scale for Colombia

Sandra M. López-Hincapié, Vivianna A. Garrido-Altamar, María de los Ángeles Rodríguez-Gázquez, Camilo Ruiz-Mejía, Lina M. Martínez-Sánchez, Gloria I. Martínez-Domínguez, Alejandro Hernández-Martínez, Felipe E. Marino-Isaza

Universidad Pontificia Bolivariana. School of Health Sciences, Faculty of Medicine. Medellín. Colombia.

Recibido: 15/04/2019

Aceptado: 28/06/2019

Summary

Background: Doping is the use of substances to achieve a better performance in sports. This practice is considered to be growing worldwide. Despite regulations by the World Anti-Doping Agency, 14–39% of high-performance athletes have consumed prohibited substances at least once in their sports career. The attitudes towards this type of consumption are used as predictors of the intent of usage of prohibited substances to improve physical performance.

Objective: This study aimed to validate the Spanish Version of the Performance Enhancement Attitude Scale of high-performance athletes in the Colombian context.

Methodology: A cross-sectional study was performed with a convenience sampling of 112 athletes aged 15 and older, registered in a State Sports Institute in Medellín, Colombia in 2016. The participants self-completed Petróczi and Aidman instrument, Performance Enhancement Attitude Scale, adapted into Spanish by Morente-Sánchez, et al. in 2014. The reliability of the scale was assessed using Cronbach's Internal Consistency Coefficient and an exploratory and confirmatory factor analysis (CFA) was conducted to evaluate the scale's structure.

Results: The scale had a reliability of 0.87 and the factor analysis confirmed the unidimensionality. Of all the athletes participating in the research, the Performance Enhancement Attitude Scale average was 35.8 of 102 points, indicating a low tendency of attitudes towards doping.

Conclusion: The psychometric properties of the 17 items of the Performance Enhancement Attitude Scale are adequate and could be used when assessing attitudes towards doping of high-performance athletes in similar contexts. This information could be used for the purposes of developing educational strategies for doping prevention in our athletes.

Key words:

Sports. Doping in sports. Athletic performance.

Actitud frente al dopaje de deportistas de alto rendimiento: Validación de la versión española de la *Performance Enhancement Attitude Scale* para Colombia

Resumen

Introducción: El dopaje es el uso de sustancias para lograr un mejor desempeño en los deportes. Esta práctica parece estar creciendo en todo el mundo. A pesar de las regulaciones de la *World Anti-Doping Agency*, 14–39% de los deportistas de alto rendimiento han consumido sustancias prohibidas al menos una vez durante su carrera deportiva. Las actitudes hacia este tipo de consumo se emplean como predictores de la intención de uso de sustancias prohibidas para mejorar el rendimiento físico.

Objetivo: El objetivo del estudio fue validar en deportistas de alto rendimiento en el contexto colombiano la versión española de la escala de Actitudes frente al mejoramiento del rendimiento. Diseño: Se realizó un estudio de corte transversal en 2016 con una muestra por conveniencia de 112 deportistas de 15 y más años inscritos en un instituto deportivo estatal en Medellín (Colombia).

Metodología: Los participantes autodiligenciaron el instrumento de Petróczi y Aidman *Performance Enhancement Attitude Scale* (PEAS), adaptado al español por Morente-Sánchez et al. Se evaluó la confiabilidad de la escala con el coeficiente de consistencia interna de Cronbach y se hicieron análisis factorial exploratorio y confirmatorio para evaluar la estructura de la escala.

Resultados: Los resultados indicaron que la escala tenía una confiabilidad de 0,87 y el análisis factorial confirmó la unidimensionalidad. En los deportistas participantes en la investigación el promedio de la PEAS fue de 35,8 de 102 puntos posibles, indicando baja tendencia de actitudes hacia el dopaje.

Conclusión: Las propiedades psicométricas de los 17 ítems de la PEAS son adecuadas, y podría ser utilizada en la evaluación de actitudes hacia el dopaje en deportistas de alto rendimiento en contextos similares. Esta información podría ser utilizada para el desarrollo de estrategias educativas para la prevención del dopaje en nuestros deportistas.

Palabras clave:

Deportes. Dopaje en los deportes. Rendimiento atlético.

Correspondencia: Alejandro Hernández-Martínez

E-mail: alejo.hdz@hotmail.com

Introduction

Doping is the use of substances to achieve a set goal and has been recognised as a specific form of drug consumption¹. In sports, this practice is defined as the occurrence of one or more of the 10 anti-doping rule violations. This practice, which seems to be growing worldwide, is considered a major global public health problem, which led to the establishment of the World Anti-Doping Agency (WADA) in 1999². This agency stated that the number of abnormal findings in anti-doping tests has increased by more than 20% since 2012³. Even though the implementation of control measures has allowed to maintain a prevalence of positive tests of almost 2%, 14–39% of high-performance athletes have consumed prohibited substances at least once in their sports career, estimating that a higher percentage may have resorted to this type of practice^{4,6}.

In the absence of available information regarding the use of substances associated with doping, the attitudes towards this type of consumption are used as predictors of the intent of usage of prohibited substances to improve physical performance⁷⁻¹³.

There are several scales implemented to assess aspects related to attitudes towards doping in high-performance athletes, such as: the *Performance Enhancement Attitude Scale* (PEAS) by Petróczi and Aidman, a unidimensional instrument composed of 17 items with six Likert-type response options that range from 1 = totally in disagreement to 6 = totally in agreement, with a reliability of 0.77¹². This scale was translated and adapted into Spanish by Morente-Sánchez *et al.* using various samples of high-performance athletes, with an overall reliability of 0.82¹⁴; the *Sport Orientation Questionnaire* (SOQ), a 25 items-scale distributed in three dimensions (competitiveness, winning-orientation and goal-orientation), with Likert-type response options of five points, ranging from 'in agreement' to 'totally in disagreement'¹⁵. It has high internal consistency coefficients in the three dimensions (competitiveness = 0.94, winning-orientation = 0.83 and goal-orientation = 0.80); the *Doping Use Belief* (DUB) measures are four statements in relation to the use and anti-doping behaviour with three response options ('yes, without restrictions'; 'yes, with restrictions' and 'absolutely not')¹⁵. The internal consistency of this scale is 0.94¹⁶. The *Vulnerability of Elite Athletes to Doping Scale* (VEADS) is another instrument, created in Spain, for which the PEAS items were combined with the determining factors of vulnerability to turn to doping¹⁷. It includes 52 items distributed across four factors (personality traits, behaviour traits, competition circumstances and attitudes towards doping) with a reliability of 0.84 in the domain of attitudes¹⁷.

Given that no information was found regarding studies that implement instruments for the assessment of attitudes towards doping in Colombian athletes, we considered conducting a research for the purposes of determining the reliability and factor validity of the Spanish version of the PEAS in a group of high-performance athletes of a state sports institution from the city of Medellín, Colombia. This scale was implemented as it could be quickly processed, and results could be easily compared with the studies performed in high-performance athlete populations across the world.

Material and method

A cross-sectional descriptive study was conducted in 2016, where high-performance athletes of a state sports institution from the city of Medellín, Colombia over the age of 15 participated. The athletes who failed to complete the survey were excluded from this study.

For data collection purposes, a form including age, sex, sports variables and the PEAS instrument by Petróczi and Aidman, adapted into Spanish by Morente-Sánchez, Femia-Marzo and Zabala was used^{14,16}. This self-report scale contains 17 items with Likert-type response options scored from one to six (one = strongly in disagreement, two = in disagreement, three = slightly in disagreement, four = slightly in agreement, five = in agreement and six = strongly in agreement).

The scale's total score ranges from 17 to 102; the higher the score, the stronger the tendency towards doping behaviours. The items that make up the scale are as follows: *P01_Legalising products to improve performance would be beneficial for sports*, *P02_Taking drugs is necessary to be competitive*, *P03_The risks related to doping are exaggerated*, *P04_Recreational drugs encourage athletes to train and compete at the highest level*, *P05_Athletes should not feel guilty for violating the rules and taking drugs to improve their performance*, *P06_Athletes are pressured to take drugs that improve performance*, *P07_Health problems and injuries derived from rigorous training are as harmful as the doping effects*, *P08_The media exaggerate the issue of doping*, *P09_The media should talk less about doping*, *P10_Sports are the only professional alternative for athletes*, *P11_Athletes who take recreational drugs do so because they are helpful to overcome sports situations*, *P12_Recreational drugs help athletes overcome boredom during trainings*, *P13_Doping is an inevitable part of competitive sports*, *P14_Athletes usually waste time as a result of injuries and drugs can help them make up for lost time*, *P15_Doping does not imply cheating as everyone does it*, *P16_Only the quality of performance should be valued, rather than the way athletes achieve their results* and *P17_There is no difference between taking drugs, aerodynamic shapes or special bathing suits, as all of them serve to improve performance*.

The information was gathered when athletes attended out-patient consultations, physiotherapy or pre-participatory evaluations in the sports institution by three of the main researchers for two months in 2016. After agreeing to take part in the research, the athlete signed the informed consent and completed the self-administered questionnaire. This was a convenience sampling.

Selection bias were controlled by inviting all athletes attending a consult at the out-patient service where data was collected. No athlete denied participating on the study, therefore there were no evident non-response bias. On the other hand, information bias were controlled by: 1) an anonymously-completed form; 2) PEAS scale being short (17 items) and easy to complete; 3) the data base being designed and completed by two people: one dictating and verifying the correct submission of the data and another one being in charge of submitting the data into the SPSS software; 4) all answer options from each variable were codified; and 5) the three main researchers that collected the data being trained on standardized data collection techniques.

The statistical analysis was conducted in the SPSS vr.23 and SPSS AMOS vr.25 programme (Chicago, U.S.A.). The following statistical analysis of data was performed: (i) *Descriptive analysis*: the average, standard

deviation, skewness, kurtosis, item-total correlation coefficient and Cronbach's Alpha Coefficient (if the item is deleted) were estimated. (ii) *Exploratory Factor Analysis* (EFA): through the analysis of the main components and Varimax orthogonal rotation. The suitability of the matrix to carry out the analysis was assessed using the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) statistic, considering that the model is suitable with a value ≥ 0.5 and the Bartlett's test of Sphericity that rejects the hypothesis is null if $p < 0.05$, which indicates an interrelationship between variables¹⁸; (iii) CFA: a structural equation model was performed for latent variables. The following indexes were assessed, with acceptance values as stated below¹⁹: Goodness of Fit Index (GFI) ≥ 0.85 , Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) ≥ 0.80 , Square Root Mean Residual (SRMR) ≤ 0.10 , Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) ≤ 0.08 , chi-square goodness of fit (CFMIN) ≤ 3 , Comparative Fit Index (CFI) ≤ 0.95 , and: (iv) Reliability: it was estimated using Cronbach's Alpha Coefficient, considering that a cut point of 0.7 or over was an acceptable value²⁰.

The research was approved by the ethics committee of the School of Health Sciences of the University the authors are affiliated to and was classified as 'minimum risk' as per resolution No. 008430 of 1993 of the Colombian Ministry of Health; the signed informed consent was obtained from every participant before providing the survey.

Results

A total of 119 athletes participated in the study, seven of which were excluded as they failed to complete the questionnaire; therefore, the results described derive from 112 people. The average age of the participants was 21.58 ± 3.46 years (15 as minimum, 33 as maximum), 60.7% were men and, among the type of sports, a higher percentage did karate, judo and practised athletics (Table 1).

Table 1. Sports practised by the 112 participants.

Sport	Frequency	Percentage
Karate	19	17.0
Judo	14	12.5
Athletics	12	10.7
Fencing	8	7.1
Rugby	8	7.1
Indoor volleyball	7	6.3
Cycling	6	5.4
Weightlifting	5	4.5
Badminton	4	3.6
Diving	4	3.6
Football	4	3.6
Archery	3	2.7
Basketball	2	1.8
Handball	2	1.8
HapKido	2	1.8
Wrestling	2	1.8
Swimming	2	1.8
Softball	2	1.8
Taekwondo	2	1.8
Other*	4	3.6

* Each sport with a participant: baseball, indoor football, triathlon and beach volleyball.

The descriptive statistics of the PEAS items can be observed in Table 2. The grade point average per item was 2.1 ± 0.4 (1.4 as minimum and 2.8 as maximum). The abovementioned table shows that all the grade point averages per item were lower than 3, showing the athletes' disagreement with each and every statement in the scale. Tolerance on doping was lower in the items *P02_Taking drugs is necessary to be competitive* and *P15_Doping does not imply cheating as everyone does it* (1.4 and 1.5, respectively). On the other hand, three items were more widely accepted: *P07_Health problems and injuries derived from rigorous training are as harmful as the doping effects*, with a score of 2.7 and 2.6 in items *P11_Athletes who take recreational drugs do so because they are helpful to overcome sports situations*, *P08_The media exaggerate the issue of doping* and *P14_Athletes usually waste time as a result of injuries and drugs can help them make up for lost time after an injury each*.

In the analysis of the item-total correlations, all items showed adequate values exceeding 0.25. It could also be noted that most of the skewness and kurtosis indexes are lower than 2, indicating similarities with the standard curve. The PEAS' total internal consistency, evaluated with Cronbach's alpha statistics, was 0.87 (0.88 in women and 0.86 in men). All items were relevant because if they were individually removed, the alpha of the total scale would not have changed at all.

In the EFA of the internal structure of the 17 items of PEAS, it could be seen that the model was adequate (KMO 0.827; χ^2 of the Bartlett's test of Sphericity = 672; $p < 0.001$). The EFA showed four factors with eigenvalues above 1 and the first factor itself explained the 34.10% of the variance of the test items ($2^\circ = 9.77\%$, $3^\circ = 7.59\%$ and $4^\circ = 6.88\%$). Also, a significant drop was observed in the eigenvalue from the first to the second factor (5.79 to 1.66) and an inspection of the matrix of non-rotating components demonstrated that all items had high factor loads in the first factor before rotation. All of this led us to think that the test items were inclined to co-variate in a single unidimensional scale.

Moving to the CFA, the single-factor model was considered suitable as it had CFMIN = 2.21, GFI = 0.94; SRMR = 0.13 and RMSEA = 0.104; and it was very close to the acceptance values in CFI = 0.72.

The EFA and CFA results are summarised in Table 3. The factor loads of PEAS show a range from 0.34 to 0.71, while standardised errors are around 0.2. Except from items 6, 7 and 10, the *t* student values of the 14 remaining items were ≥ 1.96 , indicating that they have a significance value lower than 0.05; it is worth noting that items 2, 5, 15, 16 and 17 had a *t* higher than 2.56 ($p < 0.01$). In the multiple correlation analysis (R^2), it could be observed that the reliability of the PEAS items for the latent factor was between 0.14 and 0.44.

The total average of the scale was 35.8 ± 11.7 of 102 possible points, indicating low tendency to doping behaviours. No statistically significant differences were found in the score by sex for the total scale (men = 36.15 ± 11.43 ; women = 35.16 ± 12.20 , $p = 0.731$) or for individual items.

Age showed a low, although significant correlation ($p < 0.05$), with the total PEAS score ($r = 0.25$) and with items *P17_There is no difference between taking drugs and other ways to improve performance* ($r = -0.19$) and *P06_Athletes are pressured to take drugs that improve performance*.

The items that were strongly correlated and statistically significant, ($p < 0.001$) with the total PEAS score were: *P14_Doping helps athletes not to waste time after an injury* ($r = 0.67$; $p < 0.001$), *P09_The media should talk less about doping* ($r = 0.66$), *P17_There is no difference between doping*

Table 2. Descriptive statistics of the 17 items of the PEAS scale in 112 high-performance athletes.

Summary of the question	Average deviation	Standard	Skewness	Kurtosis	Item-total correlation*	α if the item is deleted
P01_The products' legalisation is beneficial	2.03	1.20	1.30	1.27	0.49	0.86
P02_Doping is necessary	1.38	0.69	2.42	7.81	0.58	0.86
P03_The doping risks are exaggerated	2.46	1.43	0.80	-0.21	0.52	0.86
P04_Recreational drugs are motivational	1.88	1.08	1.58	2.57	0.47	0.86
P05_Not feeling guilty for using them	1.83	0.95	1.31	1.86	0.51	0.86
P06_Athletes feel pressured to improve	2.13	1.21	1.22	1.13	0.33	0.86
P07_Health problems due to training are as harmful as them	2.73	1.48	0.44	-1.04	0.41	0.86
P08_The media exaggerate the doping issue	2.62	1.45	0.72	-0.46	0.52	0.86
P09_The media should talk less about doping	2.28	1.31	1.04	0.78	0.58	0.85
P10_Sports are the only professional alternative	2.30	1.49	0.93	-0.05	0.35	0.86
P11_Drugs help in sports situations	2.60	1.26	0.41	-0.89	0.52	0.86
P12_Drugs help overcome boredom	1.99	1.12	1.59	3.05	0.43	0.86
P13_Doping is inevitable	1.88	1.11	1.33	1.14	0.48	0.86
P14_Doping helps athletes not to waste time after being injured	2.58	1.29	0.59	-0.45	0.60	0.85
P15_Doping is not cheating, everyone does it	1.52	1.08	2.45	5.56	0.58	0.85
P16_Valuing performance, not how athletes achieve results	1.70	1.06	1.62	2.37	0.54	0.86
P17_There is no difference between doping and other ways of improving performance	1.94	1.13	1.18	0.62	0.58	0.85

* All odds were < 0.001.

Table 3. Structure of the EFA coefficients, factor loads, squared multiple correlations (R^2) and t student values of the 17 items of the PEAS in the study sample (n = 112).

Item	EFA				CFA	
	PCA*	MLE**	Standardised factor loads	Standardised errors	t-value	R^2
P01_Legalising products	0.57	0.51	0.53	0.21	2.52	0.28
P02_Doping_required	0.67	0.62	0.63	0.14	4.50	0.40
P03_risks_exaggerated	0.59	0.56	0.55	0.28	1.96	0.30
P04_recreational_drugs	0.57	0.53	0.53	0.21	2.52	0.28
P05_Not_feeling_guilty	0.61	0.56	0.58	0.19	3.05	0.34
P06_pressured_to_improve_performance	0.41	0.34	0.37	0.21	1.76	0.14
P07_health_problems	0.46	0.41	0.42	0.27	1.56	0.18
P08_media_exaggerates	0.60	0.61	0.57	0.25	2.28	0.32
P09_media_talk_less	0.64	0.64	0.61	0.26	2.35	0.37
P10_sports_single_alternative	0.41	0.36	0.36	0.26	1.38	0.13
P11_drugs_help_sports_situations	0.58	0.52	0.52	0.24	2.17	0.27
P12_drugs_help_overcome_boredom	0.52	0.47	0.48	0.21	2.29	0.23
P13_doping_inevitable	0.56	0.48	0.52	0.21	2.48	0.27
P14_waste_time	0.67	0.61	0.63	0.26	2.42	0.40
P15_doping_is_not_cheating	0.68	0.68	0.66	0.22	3.00	0.44
P16_value_quality_performance	0.63	0.71	0.61	0.21	2.90	0.37
P17_no_difference	0.66	0.66	0.64	0.25	2.56	0.41

*Main components analysis, **maximum likelihood estimator.

and other ways of improving performance ($r = 0.65$) and *P02_Doping is necessary* ($r = 0.62$).

Discussion

This study included 112 athletes registered in a state sports institution of the city of Medellín; the average age was 21.6 years, similar to the data reported by Morente-Sánchez *et al.* who collected information from 14 Spanish studies that used PEAS to assess attitudes towards doping¹⁴. This age is compatible with the conclusion of the sports training process, during which our athletes reach their level of development from the biological point of view and when the highest level required to start achieving sporting performances is reached.

Regarding sex, just like in the present study, Muwonge *et al.* reported 60.7% of male population²¹. This can be understood as the practice of the most frequent sports in our studies is more common in the male population.

The KMO measure of the sampling adequacy to conduct the factor analysis was 0.82, indicating a strong partial correlation in the data of this study. Besides, the probability value of the Bartlett's test of Sphericity was statistically significant for an interrelationship between the variables that make up the scale, therefore, arising four factors from the 17 items, although the first one explained the 34% of the scale variance and, since no item-total correlation coefficient was lower than 0.20, no item was removed and the scale was handled as a single-dimension one with its total number of items. The PEAS' unidimensionality has already been reported by the authors of the scale, and, in the Spanish version, Morente-Sánchez *et al.* mention that a potential second latent dimension, although a very weak one, was found¹⁴.

The CFIN indicator of the CFA was 2.2 and it was considered adequate, being a bit higher than the value of 1.8 reported by Petróczi and Aidman and by Morente-Sánchez *et al.*^{12,14}. The PEAS in our study had a high internal consistency, with a Cronbach's alpha of 0.87, being slightly lower in men than in women (0.86 vs. 0.88). These values exceed the range from 0.71 to 0.85 reported by Morente-Sánchez *et al.* and the value of 0.77 of the scale's authors, in studies in which the same instrument had been implemented^{12,14}.

The average of the PEAS scale for our participants was 35.8, which is within the range from 28.8 to 39.9 found by Morente-Sánchez and Zabala in Spanish athletes and is lower than the value of 39.8 estimated by Muwonge *et al.* in Ugandan athletes^{21,22}. All these studies indicate that high-performance athletes show low tendency to doping behaviours. For its part, Allen *et al.* reported that high-performance athletes are against this practice to improve their performance²³. Another study, showed that the athletes that had resorted to doping at some point in their careers tend to be more tolerant towards this behaviour and that athletes that take forbidden drugs mainly do this to improve their performance, although they recognise this is an unethical practice that may result in health problems and put them at risk of being sanctioned for their use^{1,22}.

This research showed no statistically significant differences in the PEAS score as regards sex, a finding that coincides with those reported by Ugandan, Spanish and Danish athletes, whereas Poland and Greek male

athletes had more permissive on doping attitudes than women^{13,14,21,24,25}.

In the case of our participants, age was significantly related to the total PEAS score, a result similar to that obtained in the study conducted by Morente-Sánchez *et al.* in which younger athletes showed greater scores concerning their attitudes towards doping¹⁴. This could be associated with the need to be more competitive with regard to older athletes.

This study concludes that the psychometric properties of the 17 items of PEAS were adequate and that they could be used when assessing the attitudes of high-performance athletes towards doping in similar contexts. This information could be used for the purposes of developing educational strategies for doping prevention in our athletes. These educational approaches could be specially aimed to younger and more competitive athletes with greater PEAS scores in order to warn them about the risks of doping and to encourage fair play among all groups of athletes.

The major limitation of this study has to do with the fact that the answers provided by the participants to the questions of this questionnaire were self-reported and not subsequently verified, which could imply a margin of error that is present in all subjective answers and can be conditioned by factors that are not within the scope of the researchers. Nevertheless, the anonymity of questionnaires encouraged honesty at the moment of answering questions.

This study's strength is being the first research on Latin-American athletes' attitudes towards doping, whereby it also aims to expand scientific knowledge on said subject that affects athletes' image around the globe.

Acknowledgements

We would like to express our particular gratitude to Dr. Luis Eduardo Contreras for his readiness and support.

Conflict of interests

The authors declare to have no conflicts of interest whatsoever.

Bibliography

- Petróczi A, Aidman E. Psychological drivers in doping: The life-cycle model of performance enhancement. *Subst Abuse Treat Prev Policy*. 2008;3:7.
- Pitsch W, Emrich E. The frequency of doping in elite sport: results of a replication study. *Int Rev Sociol Sport*. 2012;2:559-80.
- 2015 anti-doping testing figures report. (November 2016). World Anti-doping Agency. Retrieved January 18, 2019, from: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2015_wada_anti-doping_testing_figures_report_0.pdf
- Kim T, Kim YH. Korean national athletes' knowledge, practices, and attitudes of doping: a cross-sectional study. *Subst Abuse Treat Prev Policy*. 2017;12:7.
- de Hon O, Kuipers H, van Bottenburg M. Prevalence of doping use in elite sports: a review of numbers and methods. *Sports Med*. 2015;45:57-69.
- Zucchetti G, Candela F, Villosio C. Psychological and social correlates of doping attitudes among Italian athletes. *Int J Drug Policy*. 2015;26:162-8.
- Collins R W. Lowering restrictions on performance enhancing drugs in elite Sports. *Inquiries J*. 2017 [cited 17 June 2019]; 9. Available from: <http://www.inquiriesjournal.com/a?id=1590>
- Creado S, Reardon C. The sports psychiatrist and performance-enhancing drugs. *Int Rev Psychiatry*. 2016;28:564-71.
- Halliburton AE, Fritz MS. Health beliefs as a key determinant of intent to use anabolic-androgenic steroids (AAS) among high-school football players: implications for prevention. *Int J Adolesc Youth*. 2018;23:269-80.

10. Moston S, Engelberg T, Part I. Anti-Doping Investigations. In: *Detecting Doping in Sport*. 1st Ed. London: Routledge; 2017. p 1-45.
11. Ntoumanis N, Ng JY, Barkoukis V, Backhouse S. Personal and psychosocial predictors of doping use in physical activity settings: a meta-analysis. *Sports Med*. 2014;44:1603-24.
12. Petroczi A, Aidman E. Measuring explicit attitude towards doping: review of the psychometric properties of the performance enhancement attitude scale. *Psychol Sport Exerc*. 2009;10:390-6.
13. Psouni S, Zourbanos N, Theodorakis Y. Attitudes and intentions of Greek athletes and coaches regarding doping. *Health*. 2015;7:1224-33.
14. Morente-Sánchez J, Femia-Marzo P, Zabala M. Cross-cultural adaptation and validation of the Spanish version of the performance enhancement attitude scale (Petroczi 2002). *J Sports Sci Med*. 2014;13:430-8.
15. Gill DL, Deeter TE. Development of the Sport Orientation Questionnaire. *Res Q Exerc Sport*. 1988;59:191-202.
16. Petroczi A. Attitudes and doping: a structural equation analysis of the relationship between athletes' attitudes, sport orientation and doping behaviour. *Subst Abuse Treat Prev Policy*. 2007;2:34.
17. Gutiérrez J, Viuda-Serrano A. Creación y validación de la 'Escala de Vulnerabilidad de Atletas de Élite ante el Dopaje' (EVAED). In: Pardo R, González T, Irureta-Goyena P. *El fenómeno del Dopaje desde la perspectiva de las Ciencias Sociales*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 2015. p. 102-20.
18. Che MS, Tasmin R, Takala J, Norazlin H. Factor retention decisions in exploratory factor analysis results: a study type of knowledge management process at Malaysian university libraries. *Asian Soc Sci*. 2013;9(15):227-40.
19. Gallagher MW, Brown TA. Introduction to confirmatory factor analysis and structural equation modelling. In: Teo T. *Handbook of quantitative methods for educational research*. Rotterdam: Springer; 2013. p. 289-314.
20. Vaske JJ, Beaman J, Sponarski CC. Rethinking internal consistency in Cronbach's Alpha. *Leisure Sci*. 2017;39:163-73.
21. Muwonge H, Zavunga R, Kabenge PA. Doping knowledge, attitudes, and practices of Ugandan athletes: a cross-sectional study. *Subst Abuse Treat Prev Policy*. 2015;22:37.
22. Morente-Sánchez J, Zabala M. Doping in sport: a review of elite athletes' attitudes, beliefs, and knowledge. *Sports Med*. 2013;43:395-411.
23. Allen J, Taylor J, Dimeo P, Dixon SR, L. Predicting elite Scottish athletes' attitudes towards doping: examining the contribution of achievement goals and motivational climate. *J Sports Sci*. 2015;33:1-8.
24. Kim T, Kim YH. Korean national athletes' knowledge, practices, and attitudes of doping: a cross-sectional study. *Subst Abuse Treat Prev Policy*. 2017;12:7.
25. Sas-nowosielski K, Budzisz A. Attitudes Toward Doping Among Polish Athletes Measured with the Polish Version of Petroczi's Performance Enhancement Attitude Scale. *Pol J Sport Tourism*. 2018;25:10-3.

Efecto de la suplementación con soja sobre la inflamación y ácido láctico inducido por ejercicio físico exhaustivo en ratas

Diana Aguirre Rueda, Guillermo A. Sáez Abello

Universidad Santo Tomas. Bucaramanga. Colombia.

Recibido: 10/04/2019

Aceptado: 17/07/2019

Resumen

Introducción: El ejercicio físico exhaustivo genera marcadores inflamatorios y de ácido láctico. La suplementación con sustancias naturales es motivo de análisis debido a sus escasos efectos secundarios.

Objetivo: Determinar la respuesta inflamatoria y el nivel de ácido láctico inducidos por ejercicio físico exhaustivo después de la ingesta de soja en modelo animal.

Materiales y método: Se emplearon treinta ratas macho de raza Sprawley dawley de 180 a 200 g, sanos divididos en tres grupos: sedentario (C), con ingesta de soja a prueba (E+TP) y sin ingesta de soja a prueba (E). Los grupos E+TP y E, realizaron la prueba Morris Water Maze Test. Se determinaron marcadores inflamatorios como factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), interleuquina 1 beta (IL-1 β), interleuquina 6 (IL-6) en plasma mediante técnica ELISA, enzima ciclooxigenasa 2 (COX-2), óxido nítrico sintasa (iNOS) y como marcador antiinflamatorio Receptor gamma activado por proliferador de peroxisoma (PPAR- γ), el cual, se midió en músculos cuádriceps mediante técnica de Western-blot y se midió el ácido láctico en sangre.

Resultados: Se obtuvo una disminución significativa en plasma de los niveles inflamatorios de TNF- α (600 vs 350 pg/ml), IL-1 β (450 vs 150 pg/ml), e IL-6 (480 vs 100 pg/ml), COX-2 (52 vs 25 RDU) e iNOS (58 vs 8 RDU) en el grupo E+TP en comparación con el grupo E. Además se observó un aumento de la expresión de la proteína PPAR- γ (18 vs 65 RDU) en el grupo E+TP en comparación con el grupo E. Respecto a las mediciones de ácido láctico los grupos obtuvieron valores máximos de: E:35, C:22 y E+TP:28 Mmol/Lactato, lo cual, indica que el grupo E y E+TP a pesar que se sometieron a la misma prueba, los niveles de ácido láctico son heterogéneos.

Conclusión: La ingesta de soja mitiga los niveles de ácido láctico y de marcadores inflamatorios inducidos por el ejercicio físico exhaustivo en modelo animal.

Palabras clave:

Inflamación. Ácido láctico. Soja. Ejercicio. Exhaustivo.

Effect of supplementation with soy on inflammation and lactic acid induced by exhaustive physical exercise in rats

Summary

Introduction: Exhaustive physical exercise generates inflammatory and lactic acid markers. The supplementation with natural substances is reason for analysis due to its limited side effects.

Objective: To determine the inflammatory response and the level of lactic acid induced by exhaustive physical exercise after the ingestion of soybean in animal model.

Materials and method: Thirty male Sprawley dawley rats from 180 to 200 g were used, healthy divided into three groups: sedentary (C), with soybean intake tested (E+TP) and without soybean intake tested (E). The E + TP and E groups performed the Morris Water Maze Test. Inflammatory markers were determined as tumor necrosis factor alpha (TNF- α), interleukin 1 beta (IL-1 β), interleukin 6 (IL-6) in plasma by ELISA technique, enzyme cyclooxygenase 2 (COX-2), nitric oxide synthase (iNOS) and as anti-inflammatory marker Peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR- γ), which was measured in quadriceps muscles by Western-blot technique and measured lactic acid in blood.

Results: A significant decrease in plasma was obtained in the inflammatory levels of TNF- α (600 vs 350 pg/ml), IL-1 β (450 vs 150 pg/ml), and IL-6 (480 vs 100 pg/ml), COX-2 (52 vs. 25 RDU) and iNOS (58 vs. 8 RDU) in the E+TP group compared to the E group. In addition an increase in the expression of the PPAR- γ protein was observed (18 vs 65 RDU) in the group E+TP compared to group E. Regarding the measurements of lactic acid, the groups obtained maximum values of: E: 35, C: 22 and E+TP: 28 Mmol/Lactate, which indicates that group E and E+TP although they underwent the same test, lactic acid levels are heterogeneous.

Conclusion: The intake of soy mitigates the levels of lactic acid and inflammatory markers induced by exhaustive physical exercise in animal models.

Key words:

Inflammation. Lactic acid. Soy. Exercise. Exhaustive.

Correspondencia: Diana Aguirre Rueda.
E-mail: diana.aguirre01@ustabuca.edu.co

Introducción

La evidencia científica relaciona los efectos beneficiosos del consumo de soja con la disminución del estrés oxidativo post ejercicio. De igual manera, la suplementación de soja combinado con ejercicio moderado podría ejercer un efecto beneficioso sobre el perfil lipídico en ratas ovariectomizadas. En este contexto, es de considerar que el ejercicio de resistencia física exhaustiva está asociado a respuestas fisiológicas a través de marcadores, los cuales, determinan la activación inflamatoria periférica como una respuesta inmunológica para la protección y estabilidad de la homeostasis^{1,2}. En respuesta a la inflamación, se presenta un aumento de citoquinas circulantes post ejercicio como es el TNF- α , IL-6, IL-10 e IL-1 β , la cual, se evidencia en ejercicio de alta intensidad causando principalmente daño muscular, órganos y supresión de la barrera inmunitaria³⁻⁵.

En respuesta para reducir el daño inflamatorio inducido, se han empleado antiinflamatorios no esteroideos (AINE), los cuales, son parte de fármacos que la Organización Mundial de la Salud (OMS) promueve por efectos analgésicos, antiagregante y antiinflamatorios⁶. Teniendo en cuenta, que el ejercicio es la sumatoria gradual de estímulos físicos, se evidencia el uso de sustancias como los AINE en deportes de resistencias⁷ lo cual, se ha podido evidenciar de su uso en Juegos Panamericanos 2007⁸ y Juegos Olímpicos de Sídney 2000^{9,10}. Sin embargo, cabe destacar que la ingesta de los AINE están relacionados con el deterioro del sistema renal, del sistema digestivo y problemas cardiovasculares como hipertensión¹¹⁻¹³.

De igual manera, existen sustancias naturales como los flavonoides que se encuentran en frutas, verduras y semillas, siendo compuestos naturales denominados nutraceuticos, fitonutrientes o fitoquímicos y que poseen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias^{14,15}. Dentro de estos compuestos se encuentran compuestos fenólicos, isotiocianatos, terpenoides, alcaloides, ácidos grasos poli-insaturados y los flavonoides representando subgrupos de metabolitos con actividad anti-inflamatoria¹⁶⁻²⁰.

Dentro de estas sustancias, se encuentra la soja, el cual, es un alimento rico en flavonoides, mostrando efectos beneficiosos para la salud a través de las isoflavonas y las proteínas que son potencialmente eficaces para la salud humana y la prevención de diversas enfermedades crónicas por su efecto antiinflamatorio^{21,22}.

Material y método

Muestra

Estudio experimental desarrollado en 30 ratas Sprawley dawley de 12 meses con un promedio de peso de 190 g, criadas y mantenidas en condiciones higiénicas, de climatización, humedad y con ciclos de luz/oscuridad (12/12 horas), pertenecientes al laboratorio de la Universidad de Valencia (España), con el cumplimiento de normativa (Dirección de la CEE 86/609, OJ L358.1, 12 de Diciembre de 1987 y Guía para el Cuidado y Uso de los Animales de Laboratorio del Instituto Nacional de Salud, NIH. Publ. No. 85-23, 1985) y aprobación del comité ético de la institución (AP-073/09).

Procedimiento

Se tomaron las medidas necesarias para minimizar el dolor o molestias en los animales de experimentación. Se emplearon 3 grupos con una n:10 para cada uno con la siguiente intervención: grupo control (C), grupo con ingesta de soja y realización de la prueba *Morris Water Maze Test*²³ (E+TP) y grupo sin ingesta de soja con intervención (E). Los tres grupos realizaron la prueba *Morris Water Maze Test* sin previo entrenamiento con aumento proporcionalmente de un 35% del peso corporal gravitatorio, encontrándose niveles promedios de lactacidemia de 28 Mmol/lactato, indicador de exhaustivo esfuerzo respecto el cuasi sumergimiento en el agua²⁴. Al grupo con ingesta de soja, se suplementó con 0,5 g x Kilogramo de peso corporal. Todas las ratas del experimento se sacrificaron inmediatamente después de la prueba *Morris Water Maze Test*.

Valoraciones

Se midieron marcadores inflamatorios como factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), interleucina 1 β (IL-1 β), interleucina 6 (IL-6) en plasma mediante técnica ELISA y ciclooxigenasa-2 (COX-2) y óxido nítrico sintasa inducible (iNOS) en músculos sóleo mediante técnica de *Western-blot*. Además del marcador antiinflamatorio receptor activado por el proliferador de peroxisoma gamma (PPAR- γ), se midió el ácido láctico en plasma.

Análisis estadístico

Los valores se expresan como media \pm D.S. Se aplicaron pruebas paramétricas de normalidad. Las diferencias entre los grupos se evaluaron mediante ANOVA de una vía para muestras independiente. La significancia estadística fue aceptada en $P \leq 0,05$. Los conjuntos de datos en los que F era significativo se examinaron mediante una prueba T modificada.

Resultados

Los resultados mostraron una disminución significativa en el grupo E+TP en comparación con el grupo E en los niveles inflamatorios de TNF- α , IL-1 β e IL-6 en plasma (Figura 1) y en la expresión de proteínas COX-2 e iNOS (Figura 2), además de un aumento de la expresión de la proteína PPAR- γ (Figura 3). El grupo E+TP alcanza valores similares de inflamación al grupo C. Los niveles de ácido láctico disminuyeron con la ingesta de soja (Figura 4).

Discusión

El daño a nivel muscular es evidente debido a la incidencia del ejercicio físico, diferentes estudios han identificado un aumento de la Creatin Kinasa (CK) tanto en adultos mayores como en jóvenes^{25,26}, consecuentemente al igual que en nuestro estudio, se observa que el nivel de ácido láctico se encuentra en niveles mayores cuando se realizó la prueba de *Morris Water Maze Test* adaptada con el aumento del peso gravitatorio. En este contexto el balance oxidativo del organismo huma-

Figura 1. Niveles de interleucina 1β (IL-1β), Factor de Necrosis Tumoral alfa (TNF-α) and interleucina 6 (IL-6) (pg/ml) en plasma.

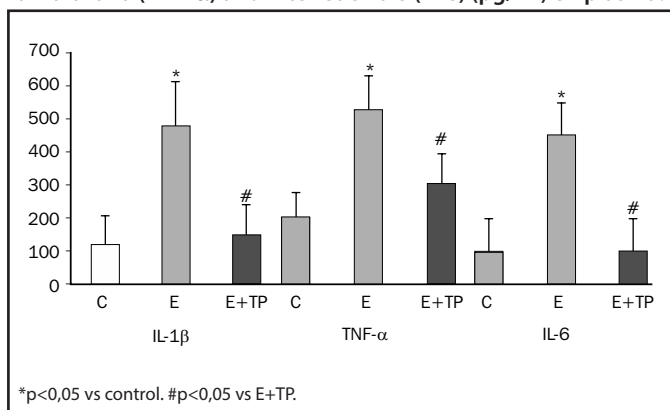


Figura 4. Niveles de ácido láctico en plasma.

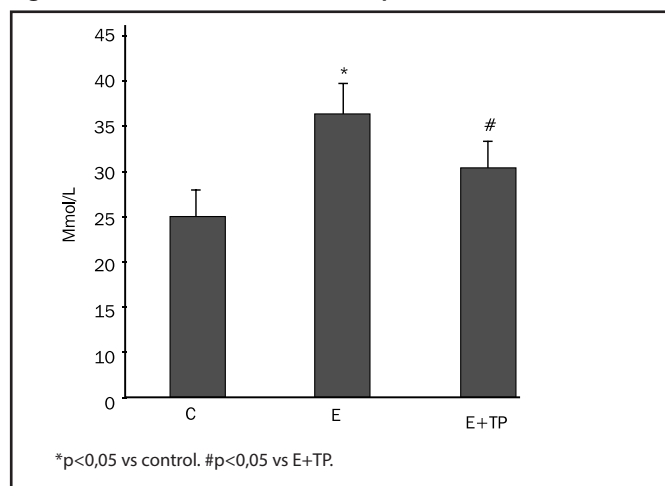


Figura 2. Expresión proteica de Ciclooxygenasa-2 COX-2 y Óxido Nítrico Sintasa Inducible (iNOS) (RDU) en músculos cuádriceps.

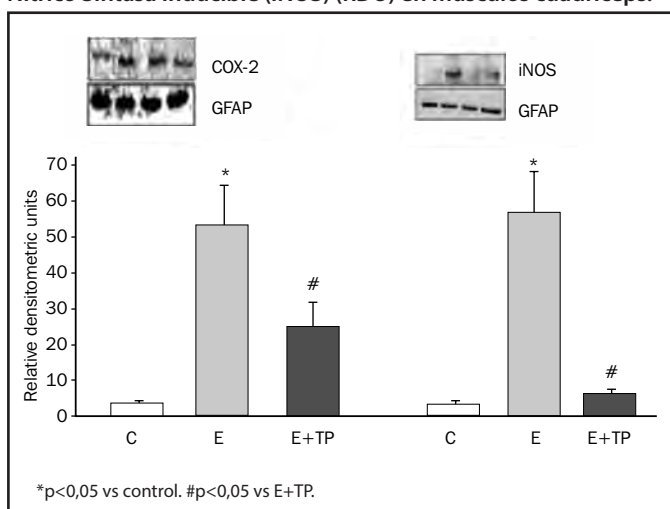
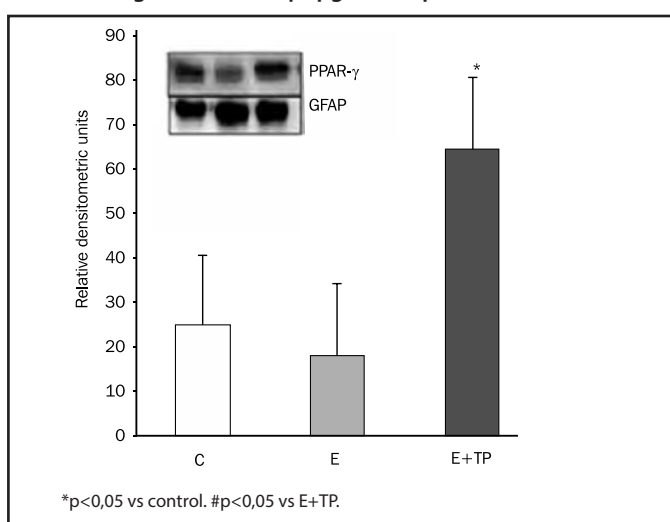


Figura 3. Niveles de Receptor Activado por el Proliferador de Peroxisoma gamma (PPAR-γ) (pg/ml) en plasma.



no es esencial para la regulación metabólica, la producción de energía metabólica, la activación e inactivación de biomoléculas, la transducción de señales, el recambio celular y el control del tono vascular, entre otros. Si este balance entre los sistemas oxidantes (generadores de especies reactivas) y los antioxidantes se desequilibra a favor de los primeros, por la producción excesiva de ROS y RNS, el debilitamiento de los sistemas antioxidantes se relaciona con la inflamación²⁷.

Se evidencia que los radicales libres juegan un papel importante como mediadores del daño muscular e inflamaciones producidas como consecuencia del ejercicio extenuante. Se plantea que la generación de radicales libres de oxígeno, se incrementa durante el ejercicio como resultado del aumento en el VO₂ mitocondrial y el mayor flujo de electrones en la cadena de transporte, por una mayor producción de ácido láctico e incluso por la redistribución del flujo sanguíneo que se produce en este tipo de esfuerzos²⁸.

Respecto la evidencia científica se plantea que los sujetos entrenados muestran una capacidad total antioxidante mayor que los no entrenados, como consecuencia de la adaptación al entrenamiento de resistencia física muscular, ya que, un mayor consumo de oxígeno provocaría un mayor incremento en el daño celular, compensado con el mayor estado antioxidante de estos sujetos²⁹. Para contribuir a reducir ese estrés metabólico algunos han sugerido suplementos para mejorar las defensas antioxidantes del sistema, pero "aquellos que consumen más alimentos vegetales podrían naturalmente tener un sistema mejorado de defensas antioxidantes" sin píldoras para contrarrestar el estrés oxidativo inducido por el ejercicio, debido al incremento en la cantidad de vegetales³⁰ esto representa una evidencia acorde a los resultados de nuestro estudio que pretende demostrar desde una experimentación la implicancia que tiene la soja respecto niveles inflamatorios. Por lo tanto, se puede considerar que los alimentos vegetales tienen en promedio 64 veces más antioxidantes que la carne, y en efecto considerar el aumento en la ingesta de alimentos que aportan fitonutrientes³¹.

Es necesario considerar atenuantes fundamentales como lo es el daño muscular producido por el ejercicio físico, el cual, ha sido altamente documentado, la sensación de dolor y malestar transcurrido un ejercicio físico moderado o exhaustivo es producto de la acción muscular, y se

agrava cuando existen mayores acciones excéntricas, presentando su máxima intensidad entre 24 y 48 horas después de haber realizado la actividad física³², desde esta perspectiva nuestro estudio establece esta condición bioquímica, la cual, es parte de la hipótesis preliminar en la consideración de la soja como inhibidor de los procesos inflamatorios representado en la muestra sostenida³³.

El uso de vitaminas C y E han sido utilizados como atenuantes del dolor muscular tardío (DMT), Thompson *et al.* (2001), suplementaron 16 hombres con vitaminas (C y E), 14 días antes de ocasionar el daño muscular con carrera intermitente, mostrando que la suplementación tiene efectos benéficos, contrario a lo que Beaton *et al.* (2002), quienes suplementaron a 18 deportistas con estas mismas vitaminas, 30 días antes del ejercicio físico. Sin embargo, el protocolo de Silva *et al.* (2010), similar al utilizado por Thompson *et al.*, concluye que la suplementación con estas vitaminas representa un carácter importante en la defensa contra el DMT y estrés oxidativo³⁴.

Connolly *et al.* (2006), concluyen que el consumo de jugo de cereza antes y después del ejercicio físico excéntrico reduce los síntomas de daño y provee un medio para ayudar a la recuperación, lo cual, es pertinente para la comparativa respecto los datos determinados en nuestro estudio, comparativa que tiene como efecto considerar una relación entre ambos y determinar finalmente la soja como un inhibidor de los procesos inflamatorios^{35,36}.

Se concluye que la exposición al consumo de polifenoles favorece la recuperación por el deterioro muscular, inflamación y estrés oxidativo inducidos por el ejercicio, debido a su reacción inmunológica a procesos inflamatorios. Los resultados de este estudio van en congruencia con los anteriormente nombrados, de esta manera la justificación mediante estudios comparativos es efectiva al momento de aceptar la hipótesis previa y de esta manera se muestra una disminución en la expresión de proteínas de COX-2 e iNOS ($p < 0,05$) en el grupo E+TP en comparación con el grupo E. El grupo E+TP alcanza valores similares del grupo C, además un aumento de la expresión de la proteína PPAR- γ ($p < 0,05$) en el grupo E+TP en comparación con el grupo E. E+TP alcanza valores similares del grupo C.

Respecto a limitaciones correspondiente al estudio se sugiere experimentar con diferentes pruebas en la determinación del ejercicio físico exhaustivo y manipular suplementación con otras sustancias, de tal manera, que se cuestionen los efectos sobre la respuesta inflamatoria.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

- Suzuki K. Exhaustive exercise-induced neutrophil-associated tissue damage and possibility of its prevention. *J. Nanomed. Biother. Discov.* 2017;7:156.
- Stawski R, Walczak K, Kosielski P, Meissner P, Budlewski T, Padula G, et al. Repeated bouts of exhaustive exercise increase circulating cell free nuclear and mitochondrial DNA without development of tolerance in healthy men. *PLoS ONE.* 2017;12:e0178216.
- Suzuki K. Cytokine Response to exercise and its modulation. *Antioxidants.* 2018;7:7.
- Suzuki K, Nakaji S, Yamada M, Totsuka M, Sato K, Sugawara K. Systemic inflammatory response to exhaustive exercise: cytokine kinetics. *Exerc. Immunol. Rev.* 2002;8:6-48.
- Peake J, Wilson G, Hordern M, Suzuki K, Yamaya K, Nosaka K, et al. Changes in neutrophil surface receptor expression, degranulation, and respiratory burst activity after moderate- and high-intensity exercise. *J Appl Physiol.* 2004;97(2):612-8.
- Pablo-López de Abechuco I, Gálvez-Múgica M, Rodríguez D, Rey J M Del, Prieto E, Cuchi M, et al. Uso de antiinflamatorios no esteroideos y monitorización de la función renal: Estudio piloto en un centro de salud de Atención Primaria. *Nefrología Madr.* 2012;32:777-81.
- Alaranta A, Alaranta H, Helenius I. Use of prescription drugs in athletes. *Sports Med.* 2008;38:449-63.
- Da Silva ER, De Rose EH, Ribeiro JP, Sampedro LB, Devos, DV, Ferreira AO, et al. Non-steroidal anti-inflammatory use in the XV Pan-American Games (2007). *Br J Sports Med.* 2011;45:91-4.
- Corrigan B, Kazlauskas R. Medication use in athletes selected for doping control at the Sydney Olympics (2000). *Clin J Sport Med.* 2003;13:33-40.
- Huang SH, Johnson K, Pipe AL. The use of dietary supplements and medications by Canadian athletes at the Atlanta and Sydney Olympic Games. *Clin J Sport Med.* 2006;16:27-33.
- Maroon J C, Bost J W, Maroon A. Natural anti-inflammatory agents for pain relief. *Surg Neurol Int.* 2010;1:80.
- Chavez Gallardo A, Mallaopoma Soriano F. Consumo de antiinflamatorios no esteroideos y su relación con alteraciones gastrointestinales en población adulta del distrito de Huancayo. [tesis doctoral] Huancayo: Servicio de Publicaciones, Universidad Roosevelt. 2018. Disponible en: <http://repositorio.urosevelt.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/ROOSEVELT/90/Consumo%20de%20antiinflamatorios%20no%20esteroideos%20y%20su%20relaci%C3%B3n%20con%20alteraciones%20gastrointestinales%20en%20poblaci%C3%B3n%20adulta%20del%20distrito%20de%20Huancayo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Candia-Luján R, de-Paz-Fernández J A. ¿Son efectivos los antiinflamatorios no esteroideos en el tratamiento del dolor muscular tardío? *Ciencia UAT.* 2014;9:76-83.
- Jayarathne S, Koboziev I, Park O, Oldewage-Theron A, Shen C, Moustaid-Moussa N. Anti-inflammatory and anti-obesity properties of food bioactive components: Effects on adipose tissue. *Prev Nutr Food Sci.* 2017;22:251-62.
- Min-Hsiung P, Ching-Shu L, Chi-Tang H. Anti-inflammatory activity of natural dietary flavonoids. *Food Funct.* 2010;1:15-31.
- Caballero-Gutiérrez L, Gonzáles GF. Alimentos con efecto antiinflamatorio. *Acta Med Peru.* 2016;33:50-64.
- Bellik Y, Hammoudi SM, Abdellah F, Iguer-Ouada M, Boukraâ L. Phytochemicals to prevent inflammation and allergy. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov.* 2012;6:147-58.
- Young-Joon S. NF- κ B and Nrf2 as potential chemopreventive targets of some anti-inflammatory and antioxidative phytonutrients with anti-inflammatory and antioxidative activities. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2008;17(S1):269-72.
- Pinazo MD, Boscá L. Propiedades antiinflamatorias de los ácidos grasos poliinsaturados omega-3. Indicaciones en oftalmología. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2012;87:203-5.
- Salminen A, Kauppinen A, Kaariranta K. Phytochemicals suppress nuclear factor- κ B signaling: impact on health span and the aging process. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2012;15:23-8.
- Ganesan K, Xu B. A critical review on polyphenols and health benefits of black soybeans. *Nutrients.* 2017;9:455.
- Wang Q, Ge X, Tian X, Zhang Y, Zhang J, Zhang P. Soy isoflavone: The multipurpose phytochemical. *Biomed Rep.* 2013;1:697-701.
- Morris RGM. Spatial localization does not require the presence of local cues. *Learn Motiv.* 1981;12:239-60.
- Zoremba N, Homola A, Rossaint R, Syková E. Interstitial lactate, lactate/pyruvate and glucose in rat muscle before, during and in the recovery from global hypoxia. *Acta veterinaria Scandinavica.* 2014;56:72.
- Bouzid M A, Hammouda O, Matran R, Robin S, Fabre C. Changes in oxidative stress markers and biological markers of muscle injury with aging at rest and in response to an exhaustive exercise. *PLoS One.* 2014; 9, e90420.
- Marnett L. Lipid peroxidation—DNA damage by malondialdehyde. *Mutat Res.* 1999;424:83-95.
- Sánchez I, Torres V, Moreno O, Rodríguez A. Determinación del estrés oxidativo mediante peroxidación lipídica en cristalinios humanos con cataratas. *MedULA.* 2011;20:42-5.
- Gerecke KM, Kolobova A, Allen S, Fawer JL. Exercise protects against chronic restraint stress-induced oxidative stress in the cortex and hippocampus. *Brain Res.* 2013;1509:66-78.
- Matheus NJ, Mendoza CA, Meléndez C, Flores CA, Corro AC, Medina IC, et al. Entrenamiento aeróbico: efecto sobre el estado oxidativo hepático. *Rev Int Cienc Deporte.* 2016;12:309-23.

30. Fogarty M C, Hughes C M, Burke G, Brown J C, Davison G W. Acute and chronic watercress supplementation attenuates exercise-induced peripheral mononuclear cell DNA damage and lipid peroxidation. *Br J Nutr.* 2013;109:293-301.
31. Neubauer O, Yfanti C. Antioxidants in athlete's basic nutrition: considerations towards a guideline for the intake of vitamin C and vitamin E. En: Lamprecht M, Editor. *Antioxidants in sport nutrition.* 1a ed. Florida: CRC Press; 2015. p. 52-79.
32. Bubbico A, Kravitz L. Eccentric exercise. *IDEA Fitness Journal* [Internet] 2010 [cited 2019 March 26]; 7, 50-9. Available: <http://www.unm.edu/~lkravitz/Article%20folder/eccentricUNM.html>
33. Armstrong RB, Ogilvie RW, Schwane JA. Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1983;54:80-93.
34. Beaton D, Bombardier C, Guillemin F, Ferraz M. Recommendations for the cross-cultural adaptation of health status measures. *Am Acad Orthop Surg.* 2002;12:1-9.
35. Moreira O, Oliveira C, Luján R, Romero-Pérez E, de Paz JA. Métodos de evaluación de la masa muscular: una revisión sistemática de ensayos controlados aleatorios. *Nutr Hosp.* 2015;32:977-85.
36. Connolly DAJ, McHugh MP, Padilla-Zakour OI. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. *Br J Sports Med.* 2006;40:679-83.

Asociación entre el test Yo-Yo de recuperación intermitente y un ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores argentinos de rugby

Gastón César García¹, Carlos Rodolfo Arcuri², Jeremías David Secchi³, Mauro Darío Santander^{4,5}

¹Instituto Superior de Formación Docente, Mercedes Tomasa de San Martín de Balcarce 9-003. San Rafael, Mendoza. Argentina. ²Universidad Nacional de Catamarca. Facultad de Ciencias de la Salud. Licenciatura en Educación Física. Catamarca. Argentina. ³Universidad Adventista del Plata, Profesorado de Educación Física. Libertador San Martín, Entre Ríos, Argentina. ⁴Instituto de Formación de educación Superior (IFES). Neuquén, Argentina. ⁵Subsecretaría de Deportes de la Provincia de Neuquén.

Recibido: 22/03/2019

Aceptado: 10/08/2019

Resumen

Introducción: El test Yo-Yo de recuperación intermitente nivel 1 (YYrec-1) es ampliamente utilizado en los deportes de conjunto, para medir la capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad. El objetivo de este estudio fue relacionar el rendimiento entre el YYrec-1 y una carrera intermitente de alta intensidad en jugadores amateur de rugby.

Material y método: 26 jugadores de rugby con una edad promedio 19,3±1,8 pertenecientes a la liga Unión Rugby de Cuyo fueron medidos en 2 sesiones. En la primera sesión se realizaron mediciones antropométricas y se aplicó el YYrec-1. En la segunda sesión realizaron carreras de 10 segundos con un cambio de dirección separadas por 10 segundos de pausa, al 100% de la velocidad individual hasta la fatiga (Int-10x10). Entre las sesiones hubo un descanso de cuatro días.

Resultados: en el YYrec-1 la velocidad obtenida fue 15,1±0,5 km·h⁻¹ y la distancia acumulada 1102,3±342,0 metros. En el Int-10x10 se obtuvo 39,6±18,6 repeticiones, 1653,1±746,0 metros y 791,5±371,4 segundos. Las correlaciones entre la velocidad alcanzada del YYrec-1 y las variables del Int-10x10 fueron; r=0,32 para las repeticiones acumuladas, r=0,25 para los metros acumulados y r=0,32 para el tiempo acumulado. Entre los metros acumulados del YYrec-1 y el Int-10x10 se obtuvo; r=0,20 para las repeticiones acumuladas, r=0,13 para los metros acumulados y r=0,20 para el tiempo acumulado.

Conclusión: En este grupo de jugadores *amateurs*, no se encontró relación entre las variables que explican el rendimiento en el YYrec-1, con las utilizadas para explicar el rendimiento en el Int-10x10.

Palabras clave:

Test yoyo de recuperación intermitente nivel 1. Test de ir y volver en 20 metros. Ejercicio intermitente. Cambio de dirección. Deportes de conjunto.

Key words:

Yo-yo intermittent recovery test level 1. 20 m shuttle run test. Intermittent exercise. Intermittent training. Change of directions. Team sports.

Association between the Yo-Yo intermittent recovery test and a high intensity intermittent exercise in Argentine rugby players

Summary

Introduction: Yo-Yo level 1 intermittent recovery test (YYrec-1) is widely used in team sports, as a measure of high intensity efforts ability. The objective of this study was to relate the performance in YYrec-1 and in an intermittent high intensity run to the fatigue, in amateur rugby players.

Material and method: 26 rugby players with an average 19,3±1,8 years old from the Unión Rugby de Cuyo league were measured 2 times. In the first session, anthropometric measures and YYrec-1 were taken. In the second, players performed a running change of direction protocol (10" work/10" pause) at 100% speed reached individually in YYrec-1 (Int-10x10). The subjects rested four day between both sessions.

Results: in the YYrec-1 final speed was 15,1±0,5 km·h⁻¹ and the accumulated distance 1102,3±342,0 meters. The Int-10x10 results were: 39,6±18,6 repetitions, 1653,1±746,0 meters and 791,5±371,4 seconds. Correlations between YYrec-1 final speed and Int-10x10 variables were: r=0,32 with the accumulated repetitions, r=0,25 with the accumulated meters and r=0,32 with the accumulated time (sec). Correlations between accumulated meters in YYrec-1 and Int-10x10 were: r=0,20 for the accumulated repetitions, r=0,13 for the accumulated meters and r=0,20 for accumulated time.

Conclusion: In this group of amateur players, indicators of performance in YYrec-1 weren't related with indicators used for explain performance in Int-10x10 exercise.

Correspondencia: Gastón César García.

E-mail: garciagaston@yahoo.com.ar

Introducción

Tradicionalmente el preparador físico ha utilizado el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$) para monitorear el rendimiento aeróbico en sus deportistas¹. Este concepto fue remplazado posteriormente por la velocidad aeróbica máxima (VAM) medida de forma directa² o estimada desde la velocidad final alcanzada (VFA) con una prueba indirecta de campo^{3,4}.

Sin embargo en los deportes de conjunto existe una fuerte tendencia de evaluar el rendimiento aeróbico desde una prueba incremental e intermitente con pausa, inspirándose en el 20m-SRT⁵. Ejemplo de ellos son: *interval shuttle run test*⁶, test YOYO de resistencia intermitente nivel 1 y 2, test YOYO de recuperación intermitente nivel 1 y 2^{7,8}, el 30-15 *intermittent fitness test*⁹, *Test Carminatti*¹⁰, test FOOTEVAL¹¹, Test 45-15¹², Test Intermitente de Andersen¹³, entre otros.

Entre las pruebas mencionadas, la literatura recomienda en mayor medida el Test YoYo de recuperación intermitente nivel 1 (YYrec-1)¹⁴⁻²². Este test tiene como objetivo medir la habilidad de repetir esfuerzos intermitentes de alta intensidad y/o la capacidad de recuperación frente a este tipo de ejercicio¹⁴. Por tal motivo su validez y aplicabilidad ha sido estudiada en varios deportes de conjunto; baloncesto^{15,16}, fútbol^{7, 17}, *rugby union*¹⁸, *rugby league*¹⁹, balonmano²⁰, fútbol australiano²¹, rugby siete²² entre otros deportes de conjunto.

La validez del YYrec-1 parte de la asociación obtenida entre los metros acumulados en el YYrec-1 y el rendimiento total del partido (metros totales recorridos) y/o los metros recorridos a alta intensidad (carreras superiores a $15,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)¹⁴. Las relaciones obtenidas rondan entre $r=0,70$ y $r=0,77$ para el fútbol¹⁴, $r=0,88$ para balonmano²⁰, $r=0,77$ para baloncesto¹⁵. Estos estudios, asumen que el método de oro (*gold method*) empleado para valorar un esfuerzo intermitente, es el rendimiento obtenido en uno o varios partidos. Esta forma de validar el YYrec-1, hace que se desprenda de los test tradicionales que estiman el $VO_{2m\acute{a}x}$ y la VAM.

Por otro lado, otros estudios han obtenidos correlaciones similares utilizando otros test que no son intermitentes; Rampini *et al*, observaron en futbolistas profesionales, una correlación de $r=0,65$ entre la VFA del UMTT y los metros recorridos a alta intensidad durante el partido ($+14,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), y una $r=0,64$ con los metros recorrido a muy alta intensidad ($+19,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)²³. Castagna *et al* (2010), aplicaron el 20m-SRT y el YYrec-1 en jugadores de futbolistas elite, y obtuvieron correlaciones similares con el rendimiento en un partido; siendo $r=0,76$ para el 20m-SRT y $r=0,74$ para el YYrec-1²⁴. Buchheit *et al*, aplicaron el test VAM-EVAL en futbolistas de academia y encontraron una $r=0,70$ entre los metros recorridos a muy alta intensidad ($+19,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) y la VAM de campo²⁵. Swaby *et al*, aplicaron un test continuo de 1200 metros en jugadores de rugby profesional y obtuvieron una $r=0,75$ con la distancia total de un partido de rugby²⁶.

Como se puede observar en los estudios mencionados, el rendimiento obtenido en cualquiera de los test aeróbico utilizados, tenga o no característica de intermitencia, está asociado con el rendimiento de un partido^{14,20,22-26}. Por lo tanto, si la fortaleza del YYrec-1 está asociada a este paradigma, otros test, que no tienen característica de intermitencia, deberían ser considerados y no otorgado exclusivamente al YYrec-1.

El estudio de Swaby²⁶, es el único trabajo por el momento que asoció el rendimiento del partido con un test aeróbico. Sin embargo, el estudio no tuvo en cuenta las carreras de alta intensidad. Hasta la fecha, no hemos podido hallar estudios donde se asocie el rendimiento de un partido de rugby con el rendimiento alcanzado en el YYrec-1. Por este motivo si el YYrec-1 tiene como finalidad localizar a los sujetos que mejor toleran un esfuerzo de alta intensidad¹⁴, una forma simple de poder corroborarlo, sería asociar el rendimiento del YYrec-1 con un ejercicio donde se pueda contabilizar la capacidad real de tolerar este tipo de esfuerzo, como por ejemplo; un protocolo de carreras intermitentes con pausas intraesfuerzo, método comúnmente utilizado por los entrenadores en los deportes de conjunto²⁻³. A raíz de lo expuesto, el presente estudio tiene como objetivo observar la relación entre los indicadores del rendimiento alcanzado en el YYrec-1 y la capacidad de rendir durante un esfuerzo intermitente hasta la fatiga (10 segundos de trabajo con 10 segundos de pausa) al 100% de la velocidad del YYrec-1, en jugadores de rugby amateur de 1º división.

Material y método

Diseño y muestra del estudio

El estudio tuvo un diseño correlacional de corte transversal y no probabilístico. Los jugadores fueron elegidos por disponibilidad. Las evaluaciones se realizaron en el club, en los horarios habituales de entrenamiento entre las 20.00 y 21.00 horas, (tarde/noche), durante la fase de postemporada (2 semanas después de haber terminado el campeonato anual). Las mediciones se realizaron en 2 sesiones. En la primera sesión se realizaron mediciones antropométricas y se aplicó el test YYrec-1. En la segunda sesión se aplicó un ejercicio intermitente de alta intensidad (100% de la velocidad alcanzada en el YYrec-1) hasta la fatiga con cambio de dirección (50% de la distancia ida, 50% de la distancia vuelta). Entre las 1ª y 2ª sesión hubo un descanso de 4 días. En todas las evaluaciones, los sujetos utilizaron la misma vestimenta (camiseta y pantalones cortos), incluyendo el calzado (botines). Las evaluaciones fueron llevadas a cabo en campo sobre terreno de césped. Los sujetos no realizaron ejercicio 48 horas previas a las evaluaciones.

Sujetos

26 jugadores de rugby pertenecientes a la liga Unión Rugby de Cuyo fueron reclutados para el presente estudio. Todos los jugadores, tenían entre 18 y 25 años de edad. Fueron excluidos del estudio: a) los menores de 18 años de edad, b) los sujetos con algún tipo de lesión neuromuscular y/o enfermedad cardiorrespiratoria, y c) experiencia como jugador menor a 3 años en el club. Antes de firmar el consentimiento informado, los sujetos fueron notificados de forma verbal y por escrito acerca de los procedimientos, los beneficios y los riesgos de participar en este estudio.

Procedimientos

Antropometría: Se midió, masa corporal y estatura de pie. Las mediciones fueron llevadas a cabo, según las normas de la Sociedad

Internacional para el Avance de la Cineantropometría²⁷. Se calculó Índice de Masa Corporal (IMC) dividiendo el peso corporal del sujeto por su estatura expresada en metros al cuadrado.

Yo-Yo test de recuperación intermitente nivel 1 (YYrec-1): Consiste en correr el mayor tiempo posible entre dos líneas separadas por 20 metros en doble sentido, ida y vuelta, con una pausa de 10 segundos, cada 40 metros. El ritmo de carrera es impuesto por una señal sonora. El sujeto debe pisar detrás de la línea de 20 m con el pie en el momento justo que se emite la señal sonora ("beep"). El test finaliza cuando el sujeto se detiene porque alcanzó la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no llega a pisar detrás de la línea al sonido del "beep". El total de la distancia cubierta es utilizada para valorar el rendimiento del sujeto, aunque la etapa no haya sido completada¹⁴. También se registró la velocidad final alcanzada (VFA), aunque no haya sido completada la última etapa. Antes de iniciar la prueba, los sujetos realizaron una entrada en calor de 5 minutos, que consistió en movilidad articular, y carreras de baja intensidad. Todos los jugadores estaban familiarizados con esta prueba.

Ejercicio Intermitente de alta intensidad con cambio de dirección de 180° (Int-10x10): el ejercicio consistió en correr durante 10 segundos con 1 cambio de dirección (5 segundos para ir y 5 segundos para volver) al 100% de la VFA del YYrec-1, con un descanso pasivo de 10 segundos. La relación trabajo:pausa fue de 1:1. El ejercicio fue realizado hasta la fatiga, determinado de la siguiente manera; a) cuando el sujeto se detuvo porque no pudo continuar corriendo, o b) porque en dos veces consecutivas no llegó a tiempo a cubrir la distancia. La intensidad utilizada fue la VFA en la última etapa del YYrec-1 (completa o incompleta)¹⁴. Esta modalidad de trabajo a partir del YYrec-1 se puede observar en varios estudios y entrenadores²⁸⁻³⁰. Se utilizó una señal sonora para marcar el tiempo de trabajo y de pausa. Cada jugador tenía su carril de trabajo con la distancia correspondiente. Ejemplo: para el sujeto que alcanzó la velocidad 15,0 km·h⁻¹ en el

YYrec-1, le corresponde recorrer en 10 segundos, 41,7 metros, en dos tramos de 20,8 metros.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados usando el paquete estadístico (SPSS) 22.0. Previamente se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov y el test de Levene para corroborar la presencia de normalidad y homocedasticidad en la muestra de estudio. Luego se aplicó estadística descriptiva para el cálculo de frecuencias, media, desviación estándar e intervalo de confianza. Para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los puestos (*forwards* y *backs*) se utilizó la prueba paramétrica ANOVA one way para el YYrec-1. Para determinar las diferencias entre los puestos en el Int-10x10 se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney debido a que no se observó normalidad. La relación entre el YYrec-1 y el ejercicio intermitente fueron calculadas usando el coeficiente de correlación de Pearson, con el siguiente criterio: 0,1 muy baja; 0,1-0,3, baja; 0,3-0,5, moderada; 0,5-0,7, buena; 0,7-0,9, muy buena; y 0,9-1,0, perfecta³¹. Se aplicó *Rho* de Spearman entre los puestos que ocupaba cada jugador en cada una de las variables (YYrec-1 e Int-10x10). En todos los casos se aceptó un nivel alfa $p < 0,05$.

Resultados

Las características físicas de los jugadores de rugby y el rendimiento de las pruebas de campo, se describen en la Tabla 1.

En el YYrec-1 el intervalo de confianza fue 14,9-15,3 km·h⁻¹ para las velocidades alcanzadas y 972-1.239 metros para las distancias acumuladas.

En el Int-10x10 el intervalo de confianza fue 33-46 para las repeticiones alcanzadas, 1.391-1.929 metros para la distancia acumulada y 661-932 segundos para el tiempo acumulado.

Tabla 1. Variables antropométricas y de campo.

Variables	Media ± DS Todos (n= 26)	Media ± DS Backs (n= 13)	Media ± DS Forwards (n= 13)	p>
Datos descriptivos				
Edad (años)	19,3 ± 1,8	19,6 ± 2,4	18,9 ± 0,9	Ns
Estatura (m)	1,74 ± 0,07	1,71 ± 0,07	1,77 ± 0,05	0,05
Masa Corporal (Kg)	72,5 ± 11,6	65,10 ± 8,04	80,1 ± 9,7	0,05
IMC (kg·m ²)	24,0 ± 3,4	22,3 ± 2,2	25,6 ± 3,6	0,05
YYrec-1				
Velocidad (km·h ⁻¹)	15,1 ± 0,5	15,5 ± 0,5	14,8 ± 0,4	0,001
Distancia Acumulada (m)	1102,3 ± 342,0	1301,5 ± 290,1	903,1 ± 271,3	0,001
Ejercicio intermitente 10x10				
Repeticiones (n°)	39 ± 18	32,1 ± 8	47 ± 23	Ns
Distancia (m)	1653,1 ± 746,0	1383,8 ± 357,6	1922,5 ± 935,1	Ns
Tiempo (s)	791 ± 371	643 ± 160	940 ± 462	Ns

p: diferencias significativas entre Backs y Forward.
IMC: índice de masa corporal.

Se observaron diferencias significativas entre *forwards* y *backs* en la estatura, peso corporal, IMC, velocidad alcanzada y la distancia acumulada del YYrec-1 ($p < 0,05$).

No se observaron diferencias en la cantidad de repeticiones, el tiempo de trabajo y los metros acumulados en el Int-10x10.

Tabla 2. Correlaciones obtenidas.

	Ejercicio Intermitente 10x10 (rep)	Ejercicio Intermitente 10x10 (m)	Ejercicio Intermitente 10x10 (s)
Todos (n= 26)			
YoYo rec-1 (km·h ⁻¹)	-0,32	-0,25	-0,32
YoYo rec-1 (m)	-0,20	-0,13	-0,20
Backs (n= 13)			
YoYo rec-1 (km·h ⁻¹)	0,28	0,38	0,28
YoYo rec-1 (m)	0,39	0,48*	0,39
Forwards (n= 13)			
YoYo rec-1 (km·h ⁻¹)	-0,30	-0,25	-0,30
YoYo rec-1 (m)	0,05	0,07	0,05

* $p < 0,05$ correlación significativa.
rep: repeticiones. m: metros. s: segundos

En la Tabla 2 se pueden observar las correlaciones obtenidas entre el rendimiento del YYrec-1 y el Int-10x10. Las correlaciones no fueron significativas excepto cuando el análisis se hizo separadamente por puestos donde los *backs* obtuvieron una correlación baja pero significativa entre los metros recorridos del YYrec-1 y en el Int-10x10.

Las correlaciones obtenidas entre IMC y el YYrec-1 fueron las siguientes; $r=0,43$ para la velocidad del YYrec-1 y $r=0,40$ para los metros acumulados. Entre el IMC y el Int-10x10 fueron: $r=0,23$ en las repeticiones acumuladas $r=0,19$ para los metros acumulados y $r=0,23$ para el tiempo acumulado.

En la Figura 1 se puede observar un gráfico de dispersión con 3 ejes. En el eje "y" se observan los metros acumulados en el Int-10x10. En el doble eje "x" se observan los metros acumulados en el YYrec-1 y la velocidad de la etapa a la cual pertenecen. Las líneas verticales punteadas, describen el inicio de una etapa y la finalización de la otra. Este doble eje x, se graficó con la intención de reflejar que, en una misma etapa, los participantes acumulan diferentes metros, debido a que el YYrec-1 considera las etapas incompletas.

Discusión

El principal hallazgo del estudio fue observar una relación débil entre el rendimiento del YYrec-1 y el rendimiento del Int-10x10 en este

Figura 1. Relación entre el Int-10x10 y el YYrec-1. Círculo blancos: Forwards (n=13). Círculos negros: Backs (n=13).

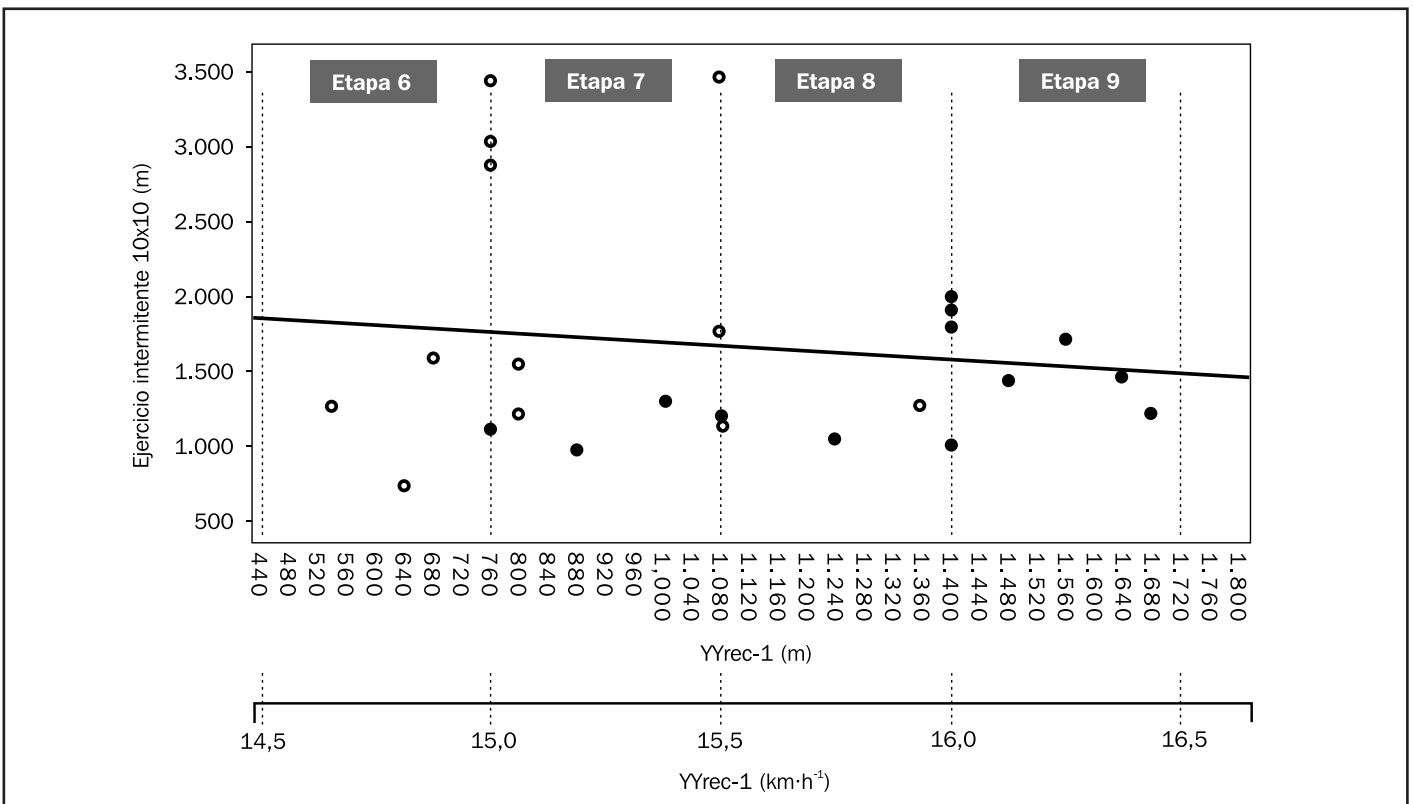


Tabla 3. Posición de cada jugador, de acuerdo al rendimiento del YYrec-1 y Int-10x10.

Jugador	Posición de acuerdo	
	YYrec-1 (m)	Int-10x10 (m)
1	15°	1°
2	23°	2°
3	21°	3°
4	22°	4°
5	5°	5°
6	6°	6°
7	8°	7°
8	9°	8°
9	13°	9°
10	3°	10°
11	24°	11°
12	18°	12°
13	2°	13°
14	4°	14°
15	16°	15°
16	10°	16°
17	26°	17°
18	19°	18°
19	1°	19°
20	12°	20°
21	14°	21°
22	20°	22°
23	11°	23°
24	7°	24°
25	17°	25°
26	25°	26°

YYrec-1: YoYo test de recuperación intermitente nivel 1. Int-10x10: ejercicio intermitente no lineal de 10s de trabajo y 10s de pausa. m: metros acumulados. (Rho de spearman= 0,03)

grupo de jugadores *amateurs* de rugby. Los sujetos que acumularon mayores distancias en el YYrec-1 no fueron los que rindieron mejor en el Int-10x10 (Figura 1). Teniendo en cuenta el objetivo propuesto por Bangsbo¹⁴ estos resultados generan cierta confusión; en teoría aquellos sujetos que obtenga mayor rendimiento en el YYrec-1, deberían presentar una mejor capacidad frente a este tipo de esfuerzos. Para comprender mejor este punto de discusión, en la Tabla 3, se presentan todos los casos, ordenado de mayor a menor según el rendimiento alcanzado en el Int-10x10 (metros acumulados).

Como se puede observar, el jugador que más metros acumuló en el Int-10x10, ocupa el lugar 15° en el YYrec-1 (m). Del mismo modo, el sujeto que mejor rendimiento obtuvo en el YYrec-1 (m), ocupa el puesto 19° en el Int-10x10. Esta disparidad entre el rendimiento de ambas pruebas, puede deberse a varios motivos que desarrollamos a continuación.

Se observó mayor dispersión en los valores del Int-10x10 con respecto al YYrec-1. Esto se lo puede visualizar en la Figura 1 y en los intervalos de confianza descriptos. El nivel de condición física de los jugadores también pudo influir en el rendimiento del test. Varios jugadores no pudieron completar la sexta etapa del YYrec-1 (Figura 2).

Las primeras 5 etapas, son consideradas para la entrada en calor específica y a partir de la sexta etapa, se da inicio al test; acumulando 320 metros por etapa (8x40 metros)¹⁴. Aun así, estos jugadores pudieron

recorrer distancias similares o superiores en el Int-10x10, con respecto a otros jugadores que alcanzaron etapas superiores en el YYrec-1. Esto se lo puede visualizar en la Figura 1. Esta disparidad entre los rendimientos de una prueba y otra, se debe a que estamos midiendo y comparando dos conceptos diferentes. El YYrec-1 tiene las siguientes características; es un test progresivo, máximo, hasta la fatiga, bajo un recorrido de ida y vuelta de 20 metros (similar al 20m-SRT), discontinuo (pausa cada 40 metros), y la velocidad se incrementa cada 320 metros (8x40 metros). De todas formas no deja de ser un test que por su protocolo, es similar a los test de potencia aeróbica. Por este motivo, varios estudios hallaron correlaciones similares entre el rendimiento de un partido con otros test de campo al igual que el YYrec-1²³⁻²⁵. La confusión se genera cuando Bangsbo expresa que el YYrec-1 mide la capacidad¹⁴. Por capacidad, entendemos la cantidad total de energía disponible de un metabolismo dado a una velocidad determinada³². Un ejemplo de ello es el tiempo límite, el cual mide la capacidad de trabajo (resistencia aeróbica) a un porcentaje de la VAM de forma continua. Primero se localiza la VAM (test incremental) y luego se mide el tiempo límite (test de resistencia). Entre estas dos variables (VAM y tiempo límite), las correlaciones son de moderada a débiles³². Del mismo modo sucede en nuestro estudio, el YYrec-1, representaría el test incremental y el int-10x10 representa la capacidad aeróbica de tolerar el trabajo intermitente, a una velocidad estable.

En la literatura no pudimos encontrar un estudio idéntico al nuestro y aplicado en jugadores de rugby. De todas formas hay dos trabajos que consideramos discutir, ya que comparten el mismo objetivo. Dupont *et al*, midieron de forma directa con un analizador de gases portátil, el rendimiento aeróbico en futbolistas amateurs con dos test de campo; el UMTT y el YYrec-1³³. Luego aplicaron un ejercicio de carrera intermitente hasta la fatiga, que consistió en correr en forma lineal 15 segundos de trabajo y 15 segundos de pausa (Int-15x15), a una misma velocidad para todos los futbolistas; 21,0 km·h⁻¹. Los autores hallaron una r=0,76 entre la VAM del UMTT y tiempo acumulado en el Int-15x15 y r=0,74 entre la velocidad del YYrec-1 y el tiempo acumulado en el Int-15x15. Se concluyó que la velocidad de ambos tests se relacionan con el rendimiento del Int-15x15. Un test incremental (UMTT) o de ir y volver con pausas (YYrec-1), obtiene el mismo grado de relación frente a un Int-15x15. Esta relación observada se debe al diseño utilizado. A diferencia de nuestro estudio, la velocidad establecida en el Int-15x15 fue igual para todos los futbolistas (21,0 km·h⁻¹), independientemente de las velocidades obtenida en los tests. Esto representó en los jugadores un rango porcentual entre 114 y 144% de la VAM del UMTT y un rango porcentual de 123 y 138% de la velocidad del YYrec-1. Cuanto mayor era la velocidad obtenida por los jugadores en los test UMTT y/o YYrec-1, menor intensidad representaba el Int-15x15. Por este motivo los jugadores con mayor VAM se beneficiaron durante el Int-15x15, debido a que velocidades superiores al 120% de la VAM, comprometen significativamente otros sustratos energéticos para producir energía³⁴. El segundo estudio fue aplicado en futbolistas amateurs y profesionales³⁵. Los deportistas fueron medidos con el YYrec-1 y en un ejercicio intermitente de 10 segundos de trabajo y 20 segundos de pausa (Int-10x20) a una misma intensidad; 18,0 km·h⁻¹. Los autores encontraron que los futbolistas que mayor lactato producían durante el Int-10x20, recorrerían menos distancia en el YYrec-1 (r=0,81). Tanto el estudio de Dupont³³ como el

de Rampinini³⁵, asociaron el rendimiento del YYrec-1 con un ejercicio intermitente de alta intensidad, al igual que en nuestro estudio, pero en futbolistas. Creemos que esto también debe ser considerado a la hora de analizar los resultados. A diferencia del fútbol, hockey o baloncesto, en el rugby el rendimiento está muy relacionado con la cantidad de con-

tactos por partido (*tackles, rucks, mauls, scrums*); los mismos aumentan en cantidad e intensidad, según el puesto y el nivel de juego³⁶. Por lo tanto, no necesariamente, los resultados encontrados en este estudio, deben ser similares a los observados en otros estudios, que utilizaron deportistas que se desempeñan de manera diferente en el campo. Esto es importante destacarlo, ya que es el primer estudio, que asocia ambas pruebas en jugadores de rugby, como sujeto de estudio.

En relación a los puestos, las diferencias halladas en el rendimiento del YYrec-1 entre los puestos coinciden con otros estudios. Santana¹⁸ y Nakamura³⁷, observaron diferencia en los rendimientos del YYrec-1, entre *forwards* y *backs* (Tabla 4). Además el rendimiento en el YYrec-1 obtenido en este estudio, es similar solamente un estudio¹⁸ e inferior a otros 2 estudios³⁶⁻³⁷. A nivel nacional no pudimos encontrar bibliografía publicada. Por este motivo en la Tabla 4, solamente aparecen los rendimientos del YYrec-1 de un solo club de la provincia de Buenos Aires (Asociación Alumni), actual campeón del torneo 2018 de la URBA top 12 (comunicación personal). Como se puede apreciar, el rendimiento es superior a los jugadores del presente estudio, en ambos puestos. Si bien la realidad de la muestra refleja las características propias de liga amateur, los rendimientos en el YYrec-1 son bajos en relación a los estudios mencionados.

Para finalizar, se debería de tener en cuenta ciertas limitaciones que hemos observado a lo largo del estudio. Ampliar la muestra, teniendo en cuenta la posición de juego. Medir otros componentes de la condición física, que permitirían explicar las correlaciones halladas, como por ejemplo; niveles de fuerza (1RM) niveles de potencia muscular (saltos con y sin carga), velocidad (*sprint* largos), aceleración (*sprint* cortos) composición corporal (masa muscular y adiposa), agilidad (505 test, t-test), VAM (potencia aeróbica), reserva anaeróbica (diferencia entre VAM y velocidad de *sprint*), entre otros.

Figura 2. Descripción del protocolo del YYrec-1 y el rendimiento alcanzado en los jugadores.

Etapa	Velocidad (km·h ⁻¹)	Metros acumulados							
		1	2	3	4	5	6	7	8
C	10	40							
	12	80							
	13	120	160						
	13,5	200	240	280					
	14	320	360	400	440				
E	14,5	480	520	560	600	640	680	720	760
	15	800	840	880	920	960	1000	1040	1080
	15,5	1120	1160	1200	1240	1280	1320	1360	1400
	16	1440	1480	1520	1560	1600	1640	1680	1720
	16,5	1760	1800	1840	1880	1920	1960	2000	2040
	17	2080	2120	2160	2200	2240	2280	2320	2360
	17,5	2400	2440	2480	2520	2560	2600	2640	2680
	18	2720	2760	2800	2840	2880	2920	2960	3000
	18,5	3040	3080	3120	3160	3200	3240	3280	3320
	19	3360	3400	3440	3480	3520	3560	3600	3640

C: etapas con el objetivo de entrar en calor; E: etapas donde inicia el test.

Tabla 4. Rendimiento obtenido en el YYrec-1 en diferentes estudios y planteles superiores.

Estudios	n=	Nivel	Posición	YY rec-1	
				(km·h ⁻¹)	(m)
Pook P. ³⁷	3	Profesional	McCaw R. *	19,0	3400
			Williams SN. *	19,0	3360
			Smitch C. *	19,0	3480
Arcuri CR. **	13	Amateur	1º líneas	14,9±0,9	-
	7		2º líneas	15,5±1,4	-
	17		3º líneas	16,3±1,3	-
	4		½ Scrum	16,4±0,6	-
	6		Apertura	16,3±1,3	-
	15		Centro	16,5±1,0	-
	8		Wing	16,6±1,6	-
	6		Full Back	16,0±1,2	-
Santana ¹⁸	29	Amateur	Todos	15,4±1,2	972±394
			Forwards	14,9±0,9	792±277
			Backs	16,4±0,8	1283±312
Nakamura ³⁸	25	Profesional	Forwards	-	1802±231
	17		Backs	-	2305±361
Presente estudio	26	Amateur	Todos	15,1±0,5	1102±342
	13		Forwards	14,8 ± 0,4	903 ± 271
	13		Backs	15,5 ± 0,5	1301 ± 290

*Rugby Elite Selección Nueva Zelanda (All Blacks).

** Plantel Superior de Rugby, Club Asociación Alumni, Torneo Top 12 URBA, Buenos Aires, Argentina (comunicación personal).

Concluimos que en este grupo de jugadores (rugby *amateur*), el rendimiento alcanzado en el YYrec-1 no está relacionado con el rendimiento en un ejercicio intermitente de alta intensidad de 10 s de trabajo y 10 s de pausa.

Aplicaciones prácticas

El YYrec-1 puede ser utilizado para describir y categorizar los jugadores de rugby. Además la velocidad del YYrec-1 puede ser utilizada para planificar entrenamientos aeróbicos. Por otro lado, si el preparador físico está interesado en medir la capacidad de trabajo durante un esfuerzo de alta intensidad (resistencia intermitente), podría utilizarse el protocolo aplicado en este estudio (Int-10x10) o alguna variante del mismo.

Conflicto de interés

Los autores no declaran tener conflictos de interés.

Bibliografía

- Aziz AR, Chia MY, The KC. Measured maximal oxygen uptake in a multi-stage shuttle test and treadmill-run test in trained athletes. *J.Sports Med Phys Fitness*. 2005;45:306-14.
- Dupont G, Akakpo K, Berthoin S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res*. 2005;18:584-9.
- Dellal A, Keller D, Carling C, Chaouachi A, Wong del P, Chamari K. Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *J Strength Cond Res*. 2010;24:3219-26.
- García GC, Secchi JD. Relación de las velocidades finales alcanzadas, entre el course navette de 20 metros y el test de VAM-EVAL. Una propuesta para predecir la velocidad aeróbica máxima. *Apunts Med Sport*. 2013;48:27-34.
- García GC, Secchi JD. 20 meters shuttle run test with stages of one minute. An original idea that has lasted for 30 years. *Apunts Med Sport*. 2014;49:93-103.
- Lemmink KA, Visscher C, Lambert MI, Lamberts RP. The interval shuttle run test for intermittent sport players: evaluation of reliability. *J Strength Cond Res*. 2004; 18:821-7.
- Krustrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, Pedersen PK, Bangsbo J. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35:697-705.
- Krustrup P, Mohr M, Nybo L, Jensen JM, Nielsen JJ and Bangsbo J. The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:1666-73.
- Buchheit M. The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *J Strength Cond Res*. 2008;22:365-74.
- Carminatti LJ, Possamai CA, de Moraes M, da Silva JF, de Lucas RD, Dittrich N, Guglielmo LG. Intermittent versus continuous incremental field tests: Are maximal variables interchangeable? *J Sports Sci Med*. 2013;12:165-70.
- Manouvrier C, Cassirame J, Ahmaidi S. Proposal for a specific aerobic test for football players: The "Footeval". *J Sports Sci Med*. 2016;15:670-7.
- Castagna C, Iellamo F, Impellizzeri FM, Manzi V. Validity and Reliability of the 45-15 Test for aerobic fitness in young soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9:525-31.
- Andersen LB, Andersen TE, Andersen E, Andersen BEM. Bem intermittent running test to estimate maximal oxygen uptake_ the Andersen test. *J Sports Med Phys Fitness*. 2008;48:434-7.
- Bangsbo J, Iala I, Krustrup P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test. A Useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med*. 2008;38:37-51.
- Castagna C, Impellizzeri FM, Rampinini E, D'Ottavio S, Manzi V. The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players. *J Sci Med Sport*. 2008;11:202-8.
- Bem Abdelkrim N, Chaouachi A, Chamari K, Chtara M, Castagna C. Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(5):1346-55.
- Redkva PE, Paes MR, Fernandez R, da-Silva SG. Correlation between match performance and field tests in professional soccer player. *J Hum Kinet*. 2018; 13:213-9.
- Sant'anna RT, de Souza Castro FA. Aerobic power and field test results of amateur 15-a-side rugby union players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57:1605-12.
- Atkins SJ. Performance of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test by elite professional and semiprofessional rugby league players. *J Strength Cond Res*. 2006; 20:222-5.
- Souhail H, Castagna C, Mohamed HY, Younes H, Chamari K. Direct validity of the yo-yo intermittent recovery test in young team handball players. *J Strength Cond Res*. 2010;24:465-70.
- Veale JP, Pearce AJ, Carlson JS. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test (Level 1) to discriminate elite junior Australian football players. *J Sci Med Sport*. 2010; 13:329-31.
- Higham DG, Pyne DB, Anson JM, Eddy A. Physiological, anthropométrie, and performance characteristics of rugby sevens players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8:19-27.
- Rampinini E, Bishop D, Marcora SM, Ferrari Bravo D, Sassi R, Impellizzeri FM. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *Int J Sports Med*. 2007;28:228-35.
- Castagna C, Manzi V, Impellizzeri F, Weston M, Barbero Alvarez JC. Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. *J Strength Cond Res*. 2010;24:3227-33.
- Buchheit M, Mendez-Villanueva A, Bourdon PC. Match running performance and fitness in youth soccer. *Int J Sports Med*. 2010;31:818-25.
- Swaby R, Jones PA, Comfort P. Relationship between maximum aerobic speed performance and distance covered in rugby union games. *J Strength Cond Res*. 2016;30:2788-93
- Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, Ridder H. *Protocolo Internacional para la valoración antropométrica*. Australia. Editorial; Standards for Anthropometric Assessment. En (ISAK). 2011. 51-88.
- Arcuri CR, García GC, Secchi JD. Capítulo 6. Entrenamiento aeróbico. En: *Estrategia para la evaluación de la condición física en niños y adolescentes*. Villa GE, Secchi JD, García GC, Arcuri CR. Entre Rios; Editorial UAP; 2017. 143-61.
- Heaney N. The effect of a four week aerobic interval training block using maximal aerobic speed as the intensity measure with elite female hockey players. *J Aust Strength Cond*. 2012;20:97-102.
- Attene G, Pizzolato F, Calcagno G, Ibba G, Pinna M, Salernitano G, et al. Sprint vs. Intermittent training in young female basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2014;54:154-61.
- Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;41:3-13.
- García GC, Secchi JD, Arcuri CR, Santander MD. Evaluación de la resistencia aeróbica a través del tiempo límite en ambos sexos. *Arch Med Dep*. 2018;35:35-40.
- Dupont G, Defontaine M, Bosquet L, Blondel N, Moalla W, Berthoin S. Yo-Yo intermittent recovery test versus the Université de Montréal Track Test: relation with a high-intensity intermittent exercise. *J Sci Med Sport*. 2010;13:146-50.
- Dupont G, Blondel N, Lensele G, Berthoin S. Critical velocity and time spent at a high level of VO2 for short intermittent runs at supramaximal velocities. *Can J Appl Physiol*. 2002;27:103-15.
- Rampinini E, Sassi A, Azzalin A, Castagna C, Menaspà P, Carlomagno D, Impellizzeri FM. Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108:401-9.
- Roberts SP, Trewartha G, Higgitt RJ, El-Abd J, Stokes KA. The physical demands of elite English rugby union. *J Sports Sci*. 2008;26:825-33.
- Pook P. *Complete conditioning rugby*. Ed. Human Kinetics. 2012. United States.
- Nakamura FY, Pereira LA, Moraes JE, Kobal R, Kitamura K, Cal Abad CC, Teixeira Vaz LM, Loturco I. Physical and physiological differences of backs and forwards from the Brazilian National rugby union team. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57:1549-1556.

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

⁽¹⁾ Presencial ⁽²⁾ Semipresencial

Lesiones vasculares asociadas a la práctica del pádel. El síndrome de Paget-Schroetter

Francisco S. Lozano Sánchez, Rubén Peña Cortes

Servicio de Angiología y Cirugía Vascul. Complejo Asistencial Universitario de Salamanca

Recibido: 08/09/2019

Aceptado: 20/12/2019

Resumen

Introducción: El pádel es un joven deporte que atrae a millones de personas, de ambos sexos, de todas las edades y condición social. Practicarlo aporta numerosos beneficios para la salud, pero también puede inducir lesiones.

Objetivos: Analizar la relación patología vascular y pádel, y presentar los aspectos más significativos del síndrome de Paget-Schroetter, y relacionarlos con dicho deporte.

Metodología: Se realiza una revisión de la literatura, hasta el 1 de agosto del 2019, en PubMed, Google y revistas españolas especializadas; conjuntamente presentamos un caso clínico.

Resultados: La búsqueda realizada no encontró ninguna referencia entre pádel y patología vascular, pero identifiqué 20 artículos que relacionan deportes de raqueta y patología vascular, que nos permite inferir algunos de sus aspectos al pádel. Caso clínico: Varón de 34 años, practicante habitual de pádel, diagnosticado mediante eco-Doppler de una trombosis venosa axilo-subclavia derecha (síndrome de Paget-Schroetter); fue tratado satisfactoriamente mediante fibrinólisis local, a través de catéter, y posterior resección de la primera costilla (toracoscopia). Actualmente está asintomático y bajo anticoagulación oral.

Conclusiones: 1) Escasa bibliografía al respecto; 2) Baja frecuencia de complicaciones vasculares durante la práctica de los deportes con raqueta; y 3) Primer caso de la literatura, de un síndrome de Paget-Schroetter asociado al pádel.

Consecuencias prácticas: 1) El mecanismo de producción se explica por la combinación de factores desencadenantes (repetición de movimientos del hombro, asociados a posiciones forzadas - abducción del brazo), y predisponentes (compresión venosa por estructuras anatómicas anómalas); y 2) Pensar en esta entidad, fundamentalmente ante jóvenes, deportistas, y sin antecedentes patológicos; únicamente un manejo precoz evita complicaciones (embolia pulmonar), recidivas y secuelas (síndrome posttrombótico).

Palabras clave:

Pádel. Tenis. Deportes de raqueta. Patología vascular. Enfermedades venosas. Trombosis venosas. Síndrome de Paget-Schroetter.

Key words:

Padel player. Tennis player. Racket sport. Vascular disorders. Venous disease. Venous thrombosis. Paget-Schroetter syndrome.

Vascular lesions associated with the padel practice. Paget-Schroetter syndrome

Summary

Introduction: Padel is a young sport that attracts millions of people, of both sex, all ages and social status. Practicing padel brings numerous health benefits, but it can also induce injuries.

Objectives: To analyze the relationship between vascular and padel pathology, and present the most significant aspects of Paget-Schroetter syndrome, and relate them to padel.

Methodology: Literature review, until August 1, 2019, in PubMed, Google and specialized Spanish journals; and presentation of a clinical case.

Results: The search did not find any reference between padel and vascular pathology, but I identify 20 articles that relate racket sports and vascular pathology, to infer some of its aspects to padel. Clinical case: A 34-year-old male, a regular padel practitioner, diagnosed (echo-Doppler) with a right axillary subclavian venous thrombosis (Paget-Schroetter syndrome); satisfactorily treated by local fibrinolysis (through catheter) and resection of the first rib (thoracoscopy). Currently asymptomatic and under oral anticoagulation.

Conclusions: 1) Little bibliography in this regard; 2) Low frequency of vascular complications during racquet sports; and 3) First case of the literature, of a Paget-Schoetter syndrome associated with padel player.

Practical consequences: 1) The mechanism of production is explained by the combination of triggers (repetition of shoulder movements, associated with forced positions - abduction of the arm), and predisposing factors (venous compression by anomalous anatomical structures); and 2) Think of this entity, mainly before young people, athletes, and without a pathological history; only early management prevents complications (pulmonary embolism), relapses and sequelae (post-thrombotic syndrome).

Correspondencia: Francisco S. Lozano Sánchez

E-mail: lozano@usal.es

Introducción

Entre los deportes de raqueta y pala (bádminton, frontenis, tenis, tenis de mesa, squash, etc) se encuentra el pádel, el más reciente de todos ellos¹. Concebido como actividad deportiva (amateur y profesional) o de ocio, suma diariamente adeptos de ambos sexos y todas las edades. En este sentido, un informe del Consejo Superior de Deportes y el Centro de Investigaciones Sociológicas en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística, sobre los hábitos deportivos de los españoles, evidenció que en nuestro país 4,2 millones de personas jugaron al pádel en 2015, con un aumento de 3 millones respecto al 2010².

Sin embargo, esta creciente práctica del pádel, tanto en España como en otros lugares del mundo, no se correlaciona con el número de publicaciones científicas sobre pádel y medicina deportiva. Este hecho contrasta con otros deportes, donde destacan las grandes ligas profesionales norteamericanas (fútbol americano, béisbol, baloncesto y hockey)³⁻⁴ o el propio tenis⁵⁻⁶.

Conocemos que la práctica del pádel proporciona beneficios físicos y psíquicos (personales y sociales), y que también debería aportar hábitos de vida saludables⁷. De su parte negativa, también existen algunos datos disponibles^{8,9}. García-Fernández, *et al.*⁹ han cuantificado en 2,75 lesiones por cada 1.000 horas de exposición al riesgo (porcentaje similar a la incidencia de otros deportes de raqueta). El pádel considerado como un deporte estático bajo y dinámico alto, conlleva intensos esfuerzos, pero de corta duración; aunque es similar al tenis, es menos aeróbico que éste. Durante el juego de pádel se ejecutan golpes y se reciben impactos de forma repetida pero intermitente, sobre una superficie dura (cancha "híbrida" entre los deportes de raqueta/pala de pared y red) donde se realizan numerosos giros, saltos, flexiones y extensiones, arrancadas y frenadas, etc. En este contexto, las lesiones son más frecuentes en los jugadores aficionados respecto de los profesionales, máxime por ese falso eslogan que asegura que para practicar pádel no es necesario estar en forma. De hecho, el número de lesiones aumenta significativamente con la edad y el índice de masa corporal^{8,9}.

En el pádel hay dos articulaciones codo y rodilla que sufren mucho. Por ello es el aparato locomotor donde se concentran las lesiones más frecuentes (epicondilitis o codo de tenis, esguinces de rodilla, etc). Chard *et al.*¹⁰ sobre 631 lesiones, sin incluir practicantes de pádel, observaron que las lesiones traumáticas eran más frecuentes en el squash (59%), respecto del tenis (21%) o el bádminton (20%).

Con respecto a la patología vascular, y siguiendo el ejemplo de otros deportes de raqueta, su frecuencia debe ser esporádica. No obstante, ello puede cambiar dado el elevado y creciente número de practicantes de pádel. Precisamente, el haber diagnosticado y tratado, recientemente, una trombosis axilo-subclavia (síndrome de Paget-Schroetter) en un jugador amateur de pádel, motiva el presente trabajo.

Material y método

Se ha realizado una búsqueda en Pubmed/Medline hasta el 1 de Agosto de 2019, utilizando los siguientes términos: "Padel", "Padel players" o "Padel sport"; se localizaron 5 referencias, si bien ninguna de ellas estaba relacionada con la patología vascular.

Ampliamos la búsqueda empleando los términos: "Paddle", "Paddle Tennis", "Tennis", "Tennis player", "Racket", "Racket player", "Racket sport", "Racquet player", "Racquet sport", "Athlete", y "Sport", de forma aislada y combinados con los términos: "Vascular diseases", "Vascular disorders", "Vascular injuries", "Arterial diseases", "Arterial disorders", "Arterial injuries", "Venous disease", "Venous disorders", "Venous injuries", "Venous thrombosis", y "Venous thromboembolism".

Conjuntamente se realizó otra búsqueda, empleando similares palabras clave, en cuatro revistas españolas: *Angiología* (órgano de expresión de la Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular), *Archivos de Medicina del Deporte* (publicación oficial de la Federación y Sociedad Española de Medicina del Deporte), *Apunts. Medicina de l'Esport (Consell Català de l'Esport)*, y *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* (publicación Oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte).

Lesiones vasculares y pádel

No hemos encontrado ninguna referencia específica sobre pádel (o "paddle") y lesiones vasculares. Para centrar el tema en las lesiones vasculares hemos recurrido a la bibliografía disponible sobre los deportes de raqueta/pala en general y el tenis en particular.

En la Tabla 1, se presentan diferentes patologías y lesiones vasculares relacionadas con la práctica deportiva de un deporte de raqueta. En este sentido, al menos cinco patologías arteriales y cuatro venosas, se han vinculado con la práctica del tenis¹¹⁻¹⁴ y es de esperar puedan aparecer en el pádel.

En la Tabla 2, se exponen diferentes patologías y lesiones vasculares relacionadas con algún deporte de raqueta, que han sido reportados en la literatura médica^{4,15-33}. Como se puede apreciar, únicamente existen descritos 15 casos clínicos y 5 revisiones.

La excepcionalidad de lesiones vasculares inducida por la práctica de un deporte de raqueta, no es excusa para su infra-diagnóstico, máxime en deportes como el pádel donde ya participa un enorme

Tabla 1. Patologías vasculares descritas en deportes de raqueta¹¹⁻¹⁴.

Patología arterial
Isquemia en las extremidades superiores:
- Síndrome del estrecho torácico superior
- Atrapamiento de la arteria humeral
- Síndrome de Raynaud *
- Síndrome del martillo hipotenar *
Isquemia en las extremidades inferiores:
- Atrapamiento de la arteria poplítea
Síndromes compartimentales de esfuerzo (crónicos)
Disecciones:
- Arteria axilar
Patología venosa
Trombosis venosas profunda (TVP):
- Extremidad superior (Síndrome de Paget-Schroetter)
- Extremidad inferior
Varices
Traumatismos venosos:
- Roturas venosas (Síndrome de la pedrada) **

* Patología con componentes similares.

** Tennis leg (en inglés): Diagnóstico diferencial con la TVP.

Tabla 2. Patología vascular en la práctica deportiva con raqueta/pala. Revisión de la literatura.

Autor/s (país) [referencia]	Revista, año	Deporte	Patología	Tipo publicación
Coon & Willis (EEUU) ¹⁵	<i>Arch Surg</i> , 1967	Tenis	TVP axilo-subclavia. Síndrome de Paget-Schröetter	C
Brunner (Alemania) ¹⁶	<i>Z Unfallmed Berufskr</i> , 1968	Badminton	TVP axilo-subclavia "de esfuerzo". Síndrome de Paget-Schröetter	C
Languasco, et al (Italia) ¹⁷	<i>Angiologia</i> , 1988	Tenis	Copo di fusta o Tennis leg	R
Priest (EEUU) ¹⁸	<i>Clin Sports Med</i> , 1988	Tenis	Síndrome del opérculo torácico (TOS)	R
Gilbert & Ansari (EEUU) ¹⁹	<i>Hosp Pract (Off Ed)</i> , 1991	Tenis	Edema pantorrilla	C
Capek & Holcroft (EEUU) ²⁰	<i>J Vasc Interv Radiol</i> , 1993	Tenis	Isquemia traumática en la mano	C
Koga, et al (Japón) ²¹	<i>Am J Sport Med</i> , 1993	Badminton	Síndrome del martillo hipotenar	C
Stubington & Rigg (GB) ²²	<i>Br J Sport Med</i> , 1995	Squash	Fístula arterio-venosa art. temporal superficial traumática	C
Nakamura, et al (Japón) ²³	<i>Eur J Vasc Endovasc Surg</i> , 1996	Tenis	Síndrome del martillo hipotenar	C
Weber & Churchill (Australia) ²⁴	<i>Aust NZ J Surg</i> , 1996	Squash	Síndrome compartimental crónico (pierna)	C
Caiati, et al (EEUU) ²⁵	<i>Am J Sport Med</i> , 2000	Tenis	Disección de la arteria axilar	C
Noel & Hayoz (Suiza) ²⁶	<i>Vasa</i> , 2000	Tenis	Claudicación de la mano (síndrome del martillo hipotenar)	C
Zell, et al (Alemania) ²⁷	<i>Angiology</i> , 2001	Raquetas	Síndrome de Paget-Schröetter	R
Pluim, et al (Holanda) ⁵	<i>Br J Sport Med</i> , 2006	Tenis	Diversas	R
Vasdekis, et al (Grecia) ²⁸	<i>J Vasc Surg</i> , 2006	Tenis	Traumatismo cerrado de la arteria femoral común	C
Kohen, et al (EEUU) ²⁹	<i>Del Med J</i> , 2013	Lacrosse	TVP axilo-subclavia: síndrome de Paget-Schröetter	C
Ise, et al (Japón) ³⁰	<i>J Cardiol Cases</i> , 2014	Tenis	TVP poplítea (traumática)	C
Tracy, et al (EEUU) ³¹	<i>Curr Sport Med Res</i> , 2016	Lacrosse	Fistula arterio-venosa art. temporal superficial traumática	C
Abe & Fujii (Japón) ³²	<i>J Hand Surg Asia Pac Vol</i> , 2017	Tenis	Síndrome compartimental crónico (antebrazo)	C
Bhatia, et al (India) ³³	<i>Med J Armed Forces India</i> , 2019	Tenis	Tennis leg	R
Lozano (España)	<i>Arch Med Deporte</i> , 2019	Pádel	TVP axilo-subclavia: síndrome de Paget-Schroetter	C

EEUU, Estados Unidos de América; GB, Gran Bretaña.

* C: Caso clínico; R: Revisión

contingente de la población general, que incluso sin practicar este deporte tendría su impacto epidemiológico (según grupos de edad, sexo y presencia de otros factores de riesgo) sobre las enfermedades vasculares, fundamentalmente aquellas de elevada incidencia y prevalencia (ej. claudicación intermitente, trombosis venosas o varices).

Síndrome de Paget-Schroetter

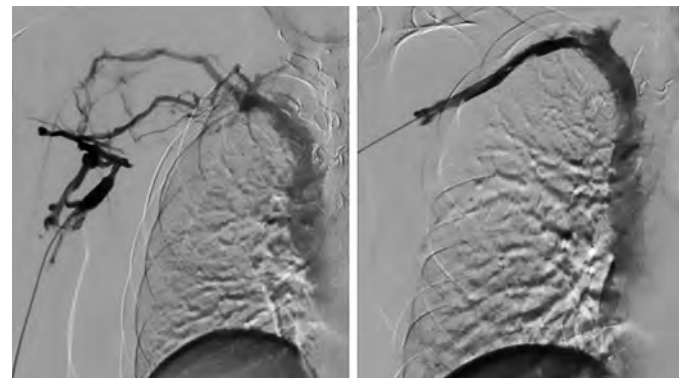
Se presenta un caso clínico, que según nuestra revisión es el primero descrito en la literatura médica asociado al pádel. Conjuntamente se realiza una puesta al día (revisión de la literatura).

Caso clínico

Varón de 34 años, sin antecedentes personales o familiares de interés, no hábitos tóxicos, ni alergias conocidas; refiere practicar pádel de forma habitual (2-3 sesiones/semana, desde hace unos 5 años). Ingres de urgencia por dolor y edema en el brazo derecho de aparición brusca hace 5 días, posterior a uno de sus habituales partidos de pádel. Se solicita dímero D (elevado) y un eco-Doppler que confirma una trombosis venosa axilo-subclavia en la extremidad superior derecha (su brazo dominante). No se realizó test de probabilidad diagnóstica. Dado que no presenta antecedentes de interés, salvo el esfuerzo referido, el paciente es diagnosticado de síndrome de Paget-Schroetter. Se propone el ingreso al paciente y se le administra heparina sódica IV a dosis terapéuticas. A la mañana siguiente, el paciente es presentado en sesión

clínica; por su edad, clínica reciente y bajo riesgo de sangrado, se decide de forma colegiada proponer al paciente un tratamiento fibrinolítico. Después de informar al paciente (riesgos y beneficios), éste acepta la fibrinólisis. Se administra uroquinasa local intra-trombo mediante catéter. El paciente es ingresado en unidad de vigilancia intensiva para monitorización analítica (coagulación, fibrinógeno, etc); en el segundo control angiográfico, a las 24 horas, se aprecia repermeabilización (Figura 1). El paciente pasa a planta continuando con anticoagulación (heparina sódica IV). Al 6º día de su ingreso, es dado de alta con anticoagulación oral. Durante la hospitalización se realizó una Angio-RM torácica, no

Figura 1. Flebografía y fibrinólisis local mediante catéter: Pre-fibrinólisis (trombosis venosa axilo-subclavia) y post-fibrinólisis (resolución del trombo).



apreciándose alteración osteo-articular del opérculo torácico. El estudio trombofílico es normal. El paciente fue presentado al servicio de cirugía torácica, quienes resecaron de forma satisfactoria la primera costilla mediante vídeo-toroscopia. En el momento actual, dos meses después del alta hospitalaria, está asintomático, y continúa con tratamiento anticoagulante oral (rivaroxabán 20 mg/día). Se aconsejó no practicar, de momento, pádel hasta futuras revisiones.

Discusión

La trombosis venosa profunda (TVP) es una enfermedad frecuente, asociada a graves complicaciones (ej. embolia pulmonar-EP-), y secuelas (ej. síndrome posttrombótico – SPT) que ocasiona importantes repercusiones clínicas, sociales y económicas. Su etiopatogenia básica fue descrita hace más de un siglo (Virchow, 1860). En este orden de ideas, existen numerosas enfermedades y síndromes asociados a la TVP. Entre ellas destacamos el síndrome de Paget-Schroetter, que en nuestra opinión presenta tres importantes características: 1) Infrecuente; 2) Afectar fundamentalmente a la población joven (< 40 años), en muchas ocasiones deportista; y 3) Ser bastante desconocida por aquellos no especialistas en patología venosa; ello puede inducir errores (diagnósticos y terapéuticos) con sus posibles consecuencias, en ocasiones graves (EP mortales).

Presentamos, en base a nuestra experiencia³⁴ y una revisión de la literatura³⁵⁻⁴⁶, los aspectos más relevantes de este síndrome (concepto, frecuencia, etiopatogenia, clínica, diagnóstico y tratamiento), con la finalidad de favorecer un diagnóstico precoz, optimizar su tratamiento y mejorar así el pronóstico (morbi-mortalidad) de esta entidad.

Concepto y clasificaciones: Inicialmente es preciso definir el síndrome del opérculo torácico (TOS). La salida/entrada de las estructuras neurovasculares más importantes del tórax al brazo o viceversa deben atravesar tres zonas anatómicas que pueden ser conflictivas: 1) Triángulo interescalénico (desfiladero intercosto-escalénico); 2) Canal costo-clavicular; y 3) Túnel coraco-pectoral (área subpectoral / subcoracoidea). En ellas multitud de causas (costilla cervical, hipertrofia músculo subclavio, etc) y síndromes (síndrome del escaleno, del pectoral mayor, etc.) pueden comprimir alguna o todas las estructuras neurovasculares existentes (plexo braquial, arteria y vena subclavia) (Figura 2). No obstante, la afectación se reparte de manera distinta: neurológica (95%), arterial (4%) y venosa (1%).

A su vez el TOS venoso lo podemos clasificar en: 1) Compresión sin TVP (denominado síndrome de McCleery y caracterizado por edema venoso), y 2) Compresión con TVP; este último grupo según la etiología se subdivide en: a) Primario (25%) o síndrome de Paget-Schroetter (trombosis venosa axilo-subclavia espontánea o de esfuerzo) y b) Secundario (75%). La etiología secundaria se relaciona fundamentalmente con técnicas de canalización venosa central (diagnóstica o terapéutica -reservorios-), pero también pueden deberse a poliglobulia, insuficiencia cardíaca congestiva o compresiones extrínsecas por diferentes patologías (ej. cáncer primario o metastásico)³⁵.

Reseña histórica: fueron el cirujano y patólogo inglés James Paget (1875)³⁶ y el internista austríaco Leopold Schrötter Ritter von Kristelli (conocido en la literatura médica como Leopold von Schrötter) (1884)³⁷,

Figura 2. Anatomía del opérculo torácico. Zonas conflictivas de posibles compresiones venosas.

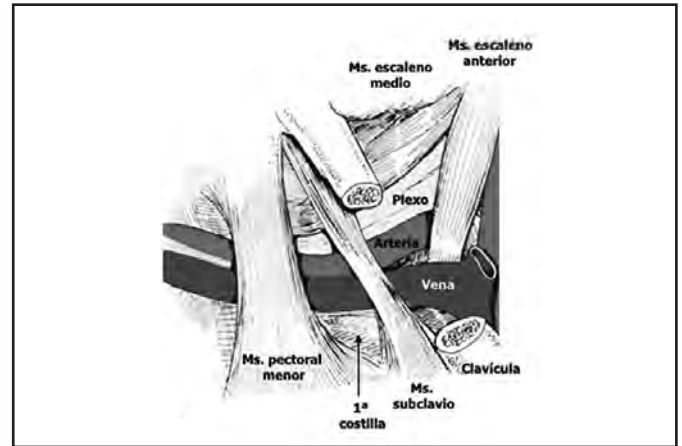
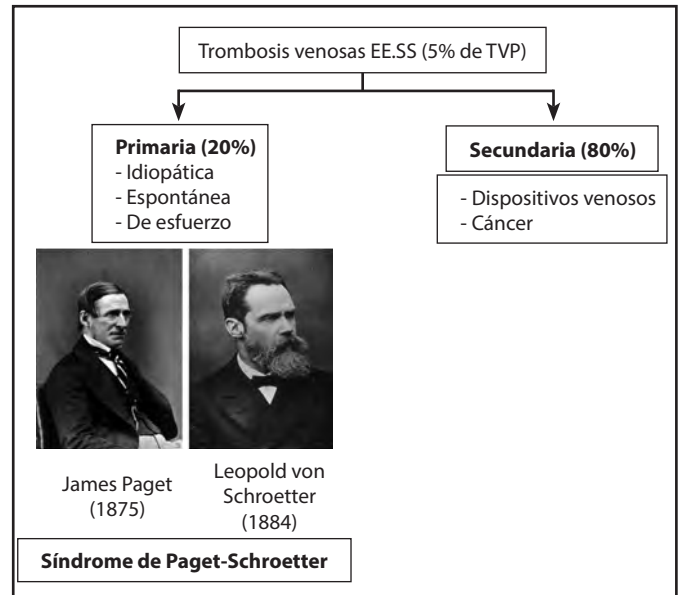


Figura 3. Clasificación de las trombosis venosas en la extremidad superior.



quienes de forma independiente estudiaron y caracterizaron el síndrome. En 1949, Hughes realizó una revisión de la literatura y encontró 320 casos, proponiendo el término “síndrome de Paget-Schroetter”³⁸ (Figura 3).

Frecuencia: si las TVP de las extremidades superiores representan alrededor del 5% de todas las TVP, el síndrome de Paget-Schroetter supone el 1% del total de trombosis venosas. En los últimos 5 años, en nuestro servicio, han sido diagnosticados/tratados 3,4 casos/año; dos de estos casos se relacionaron con el baloncesto.

Etiopatogenia: aunque la etiología del síndrome es desconocida, se suele relacionar con dos factores: a) Traumatismo venoso repetido, de diversa intensidad y b) Alteraciones anatómicas que producen compresiones. El esfuerzo está presente en alrededor del 70% de las situaciones. De hecho, un tercio de los casos es propio de personas que practican

deportes de esfuerzo, es decir aquellos donde los deportistas emplean repetidamente sus extremidades superiores (Tabla 1)¹¹⁻¹⁴, e incluso, como curiosidad, se ha descrito en una animadora deportiva³⁹. Otro tercio, aparece en profesiones que también emplean sus brazos de forma repetida. Finalmente, el tercio restante se da en pacientes sedentarios.

Junto a la situación desencadenante (inducida por el esfuerzo), existen otros factores predisponentes: defectos anatómicos (síndrome del opérculo torácico), anovulatorios, o estados trombofílicos desconocidos. El defecto anatómico se encuentra en el 90% de los casos, siendo bilateral en el 65%. Este defecto anatómico (muscular, óseo, etc.) induce una compresión de alguna (o todas) las estructuras vasculo-nerviosas (en nuestro caso la vena axilar y/o subclavia) que salen/entran al tórax, fundamentalmente durante posiciones forzadas al realizar el esfuerzo, que caso de ser repetido ocasiona la trombosis de la referida vena. No obstante, pueden existir defectos anatómicos sin trombosis venosa y viceversa^{35,40-42}.

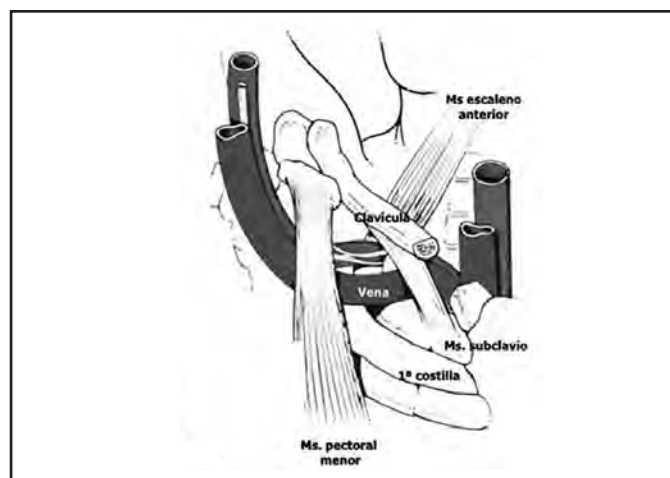
Mecanismo de producción: según lo referido una TVP axilo-subclavia, en el brazo generalmente dominante de un jugador de pádel, se explicaría por la combinación de factores: a) Desencadenantes (repetición de movimientos del hombro, asociados a posiciones forzadas - abducción del brazo) (Figura 4). Predisponentes (compresión venosa por estructuras anatómicas anómalas), sin olvidar una alteración trombofílica oculta o la ingesta de anovulatorios (las mujeres en edad fértil, son ¼ parte del total de practicantes del pádel), cuya existencia también se deben investigar.

Clinica: más frecuente en varones (2:1) y jóvenes (edad media de presentación: 31 años, rango entre 23-53). La extremidad dominante se afecta en el 70% de los casos, siendo la presentación bilateral del 7%^{35,40-42}.

Los pacientes más sintomáticos presentan hinchazón (80%) de aparición brusca y dolor (30-50%) localizado en el brazo. A la exploración física, habitualmente se aprecia edema, alteración de la coloración de la piel y circulación colateral (signo de Urschel) en los casos más evolucionados^{35,40-42}.

Diagnóstico: al igual que en las extremidades inferiores (EE.II) (test de Wells), para las extremidades superiores (EE.SS) también existe un test de

Figura 4. Patogenia del síndrome de Paget-Schroetter. Posición de abducción del brazo, durante la práctica del pádel.



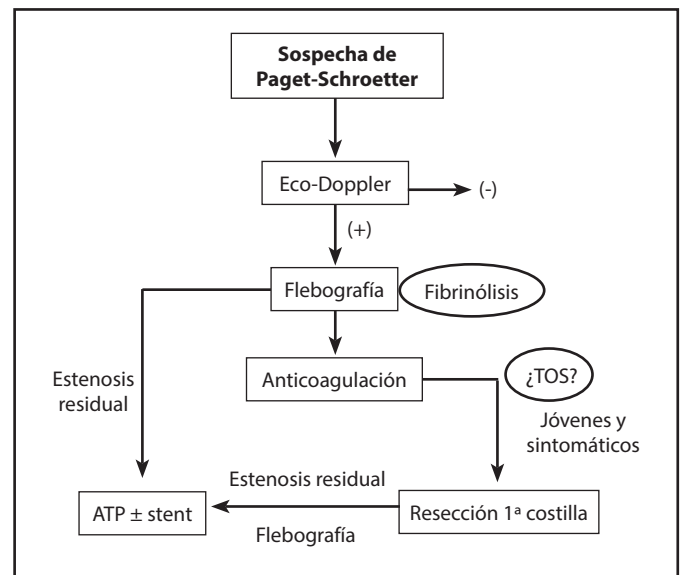
probabilidad diagnóstica de TVP (Constans *et al*, 2008)⁴³. Este consta de cuatro ítems: presencia de catéter en vena (1 punto), dolor localizado (1 punto), edema unilateral (1 punto), y diagnóstico alternativo (- 1 punto). Una puntuación inferior a un punto informa de improbable probabilidad de TVP (que se descarta cuando se asocia a un dímero D negativo); más de 1 punto hace probable la existencia de TVP, y obliga a solicitar técnicas de imagen para confirmar/rechazar el diagnóstico de TVP.

El dímero D presenta menor utilidad respecto de las TVP de las EEII. El eco-Doppler (sensibilidad del 97% y especificidad del 96%), es la prueba de elección. La angio-RM o angio-TAC (en reposo y maniobras de hiperabducción -Wright) son de gran utilidad diagnóstica. La flebografía (en reposo y maniobras), por ser una técnica cruenta, está relegada a un segundo plano diagnóstico^{35,40-42}.

Tratamiento: aunque el tratamiento estándar inicial es la anticoagulación (3 meses), la fibrinólisis directa mediante catéter está indicada en las trombosis inferiores a 14 días de evolución, en pacientes jóvenes, y de bajo riesgo hemorrágico. Posteriormente, en casos seleccionados, se puede realizar una técnica quirúrgica de descompresión de la vena subclavia⁴; no obstante, este es un tema controvertido que se escapa al objetivo de esta revisión. El filtro de vena cava superior puede estar indicado en situaciones donde la anticoagulación está contraindicada⁴⁴.

El objetivo del tratamiento debe ser doble: a) Prevenir el riesgo de EP, y b) Prevenir el SPT. Se han ensayado varias actuaciones: 1) Sobre el trombo: anticoagulación (poco efectiva); trombectomía (clásica o percutánea); fibrinolíticos sistémicos o locales. Estos últimos parecen ser los más útiles, pero para lograr la máxima efectividad es indispensable que la edad del trombo sea próxima a los 7 días (Figura 1); 2) Sobre la compresión (diversas técnicas, ej. resección de la primera costilla); y 3) Sobre la estenosis residual: Angioplastia transluminal percutánea (ATP) con/sin stent. Esta actuación terapéutica suele ser escalonada. En la Figura 5 presentamos una simplificación de algoritmo que empleamos en nuestro servicio.

Figura 5. Algoritmo terapéutico del síndrome de Paget-Schroetter (TOS, síndrome del opérculo torácico; ATP, angioplastia transluminal percutánea).



Como apéndice al tratamiento, referir que existen publicaciones que realizan recomendaciones específicas para el tratamiento anticoagulante de la TVP en deportistas^{45,46}.

Evolución: la EP aparece en el 5-9% de los casos (30% en las TVP que afectan a las EE.II). El SPT aparece en el 20% (40-50% en EE.II). La retrombosis venosa, también es menor respecto de las TVP-EE.II^{35,40-42}.

Pronóstico: un precoz y correcto manejo diagnóstico-terapéutico del síndrome reporta excelentes resultados y permite volver a la actividad deportiva, como se observa en jugadores profesionales de alguna de las cuatro grandes ligas americanas (béisbol, baloncesto, fútbol americano y hockey sobre hielo)³. Durante el tratamiento anticoagulante (y antiagregante), existe una contraindicación absoluta para la práctica del deporte. Aunque el pádel no es un deporte de contacto, existen riesgo de caídas y traumas (ej. "tennis leg"). En cualquier caso, el periodo de recuperación puede alargarse a los 3-6 meses.

Conclusión

Son recomendaciones básicas: 1) Pensar en esta entidad, máxime en pacientes jóvenes, activos y sanos; 2) Tratar la trombosis con anticoagulación y en situaciones seleccionadas con fibrinolíticos; y 3) Buscar y en casos seleccionados, tratar la causa anatómica.

Adendum

Una vez finalizada la redacción de este trabajo, en el servicio de Angiología y Cirugía Vasculardel Complejo Asistencial Universitario de Salamanca hemos tratado un paciente varón de 54 años, jugador habitual de pádel y médico de profesión, derivado desde Ávila con el diagnóstico provisional de síndrome de la pedrada o trombosis venosa profunda (TVP). En nuestro servicio, realizamos un eco-Doppler y confirmamos una trombosis de las venas musculares (gemelares) de la extremidad inferior derecha, sin progresión a la vena poplítea, y sin apreciar hematoma o rotura muscular. Se indicó anticoagulación con heparina de bajo peso molecular (HBPM) (1-3 meses) y media de compresión elástica. Dada su condición de médico, prefiere realizar el seguimiento en su ciudad de origen.

Comentarios: 1) Recordar que las venas musculares (gemelares y del soleo) pertenecen al sistema venoso profundo de las extremidades inferiores; 2) Que en estas situaciones es muy importante diferenciar una rotura fibrilar (síndrome de la pedrada o "tennis leg") de una TVP (aunque ésta sea distal y confinada a la pantorrilla); no obstante, en ocasiones pueden coexistir ambas entidades; 3) Que únicamente un diagnóstico exacto facilita la correcta toma de decisiones, así mientras en el primer caso (rotura fibrilar) la administración de HBPM posiblemente incrementaría la sintomatología (más sangrado), en la TVP aunque sea distal y aislada, puede estar indicada la HBPM sobre todo cuando el trombo es extenso (> 5 cm de longitud) y afecta a más de una vena muscular, como el presente caso. Ante la duda se puede realizar observación de la evolución clínica del paciente y realizar eco-Doppler seriados (semanales) y decidir anticoagulación sólo si el trombo progresa a la vena poplítea; no obstante, las TVP distales y aisladas, aunque infrecuentemente, también producen embolias pulmonares⁴⁶⁻⁴⁷.

Agradecimientos

A Mario Estevarena, porque sin el saberlo me ha permitido realizar este trabajo. A todos los miembros de su equipo, entrenadores, jugadores y amigos del Padel You (Salamanca, España).

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Sánchez-Alcaraz Martínez BJ. Historia del pádel. *Materiales para la historia del deporte* 2013;11:57-60.
- Courel Ibañez J, Sánchez-Alcaraz Martínez BJ, García Benítez S, Echegaray M. Evolución del pádel en España en función del género y edad de los practicantes. *Ciencia CDC* 2017;12:39-46.
- Makhni EC, Buza JA, Byram I, Ahmad CS. Sports reporting: a comprehensive review of the medical literature regarding north American professional sports. *Phys Sportsmed* 2014;42:154-62.
- Bishop M, Astolfi M, Padegimas E, DeLuca P, Hammoud S. Venous thromboembolism within professional American sport leagues. *Orthop J Sports Med* 2017;5: 2325967117745530.
- Pluim BM, Staal JB, Windler GE, Jayanthi N. Tennis injuries: occurrence, etiology, and prevention. *Br J Sports Med*. 2006;40:415-23.
- Gutiérrez García D, Esparza Ros F. Lesiones en el tenis. Revisión bibliográfica. *Apunts Medicina de l'Esport*. 2011;46:189-204.
- Parrón Sevilla E, Nestares Pleguezuelo T, De Teresa Galván C. Valoración de los hábitos de vida saludables en jugadores de pádel. *Rev Andal Med Deporte*. 2015;8:184.
- Priego Quesada JJ, Sanchis Almenara M, Kerr ZY, Alcantara E. Examination of the risk factors associated with injured recreational padel players in Spain. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58:98-105.
- García-Fernández P, Guodemar-Pérez J, Ruiz-López M, Rodríguez-López ES, García-Heras A, Hervás-Pérez JP. Epidemiología lesional en jugadores españoles de pádel profesionales y amateur. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*. 201x;10.
- Chard MD, Lachmann SM. Racquet sports—patterns of injury presenting to a sports injury clinic. *Br J Sports Med*. 1987;21:150-3.
- Lozano Sánchez FS. Deporte y patología vascular. En: *Cuadernos de patología vascular*. Vol. 5. Aran Ed. Madrid, 2007.
- Perlowski AA, Jaff MR. Vascular disorders in athletes. *Vasc Med*. 2010;15:469-79.
- Menon D, Onida S, Davies AH. Overview of venous pathology related to repetitive vascular trauma in athletes. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2019 Jun 20.
- Menon D, Onida S, Davies AH. Overview of arterial pathology related to repetitive trauma in athletes. *J Vasc Surg*. 2019;70:641-50.
- Coon WW, Willis PW 3rd. Thrombosis of axillary and subclavian veins. *Arch Surg*. 1967;94:657-63.
- Brunner U. Effort thrombosis of the athlete. *Z Unfalmed Berufskr*. 1968;61:42-6.
- Languasco GB, Haimovici N, Cacciatore E. "Colpo di frusta" and tennis leg" synonyms or not?. *Angiologia*. 1988;40:87-92.
- Priest JD. The shoulder of the tennis player. *Clin Sports Med*. 1988;7:387-402.
- Gilbert T, Ansari A. A tennis player with a swollen calf. *Hosp Pract (Off Ed)*. 1991;26:209-10, 212.
- Capek P, Holcroft J. Traumatic ischemia of the hand in a tennis player: successful treatment with urokinase. *J Vasc Interv Radiol*. 1993;4:279-81.
- Koga Y, Seki T, Caro LD. Hypothenar hammer syndrome in a young female badminton player. A case report. *Am J Sports Med*. 1993;21:890-2.
- Stubington SR, Rigg KM. Traumatic arteriovenous fistula of the superficial temporal vessels: a case for protective headgear when playing squash?. *Br J Sports Med*. 1995; 29:275-6.
- Nakamura T, Kambayashi J, Kawasaki T, Hirao T. Hypothenar hammer syndrome caused by playing tennis. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 1996;11:240-2.
- Weber AB, Churchill JO. Compartment syndrome after squash. *Aust N Z J Surg*. 1996;66: 771-2.

25. Caiati JM, Masters CM, Todd EJ, Benvenisty AI, Todd GJ. Symptomatic axillary artery dissection in a tennis player. Case report. *Am J Sports Med.* 2000;28:411-2.
26. Noël B, Hayoz D. A tennis player with hand claudication. *Vasa.* 2000;29:151-3.
27. Zell L, Klndermann W, Marschall F, Scheffler P, Gross J, Buchter A. Paget-Schroetter syndrome in sports activities-case study and literature review. *Angiology.* 2001;52:337-42.
28. Vasdekis SN, Kakisis JD, Lazaris AM, Panayiotides JG, Angeli AA, Karkaletsis KG. Common femoral artery injury secondary to tennis ball strike. *J Vasc Surg.* 2006;44:1350-2.
29. Kohen D, Hanhan S, Bellah R. Paget-Schroetter syndrome in a lacrosse player. *Del Med J.* 2013;85:77-9.
30. Ise T, Iwase T, Masuda S, Yagi S, Akaike M, Nishio S, *et al.* Acute pulmonary thromboembolism from deep vein thrombosis induced by trauma to the popliteal vein with a tennis racket. *J Cardiol Cases.* 2014;9:162-4.
31. Tracy A, Klinge P, Morrison J, Jayaraman MV, Kriz PK. Traumatic superficial temporal artery pseudoaneurysm in a helmeted lacrosse player. *Curr Sports Med Rep.* 2016;15:13-5.
32. Abe Y, Fujii K. Chronic compartment syndrome of the mobile wad: A case report. *J Hand Surg Asian Pac Vol.* 2017;22:516-8.
33. Bhatia M, Maurya V, Debnath J, Gupta P. Tennis leg: A mimic of deep venous thrombosis. *Med J Armed Forces India.* 2019;75:344-6.
34. Lozano Sánchez FS. Síndrome de Paget-Schroetter. *Rev Esp Invest Quir.* 2003;6:154-6.
35. Illig KA, Doyle AJ. A comprehensive review of Paget-Schroetter syndrome. *J Vasc Surg.* 2010;51:1538-47.
36. Paget J. *Clinical lectures and essays.* London: Longmans, Green & Co, 1875.
37. von Schroetter L. *Erkrankungen der gefasse, in nathnagel handbuch der pathologie und therapie.* Wein: Holder, 1884.
38. Hughes ESR. Venous obstruction in the upper extremity (Paget-Schroetter's syndrome). A review of 320 cases. *Int Abst Surg.* 1949;88:89-127.
39. McGlinchey PG, Shamsuddin SA, Kidney JC. Effort-induced thrombosis of the subclavian vein—a case of Paget-Schroetter syndrome. *Ulster Med J.* 2004;73:45-6.
40. Butros SR, Liu R, Oliveira GR, Ganguli S, Kalva S. Venous compression syndromes: Clinical features, imaging findings and management. *Br J Radiol.* 2013;86:20130284.
41. White JM, Comerota AJ. Venous compression syndromes. *Vasc Endovasc Surg.* 2017;51:155-68.
42. Zucker EJ, Ganguli S, Ghoshhajra BB, Gupta R, Prabhakar AM. Imaging of venous compression syndromes. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2016;6:519-32.
43. Constans J, Salmi LR, Sevestre-Pietri MA, Perusat S, Nguon M, Degeilh M, *et al.* A clinical prediction score for upper extremity deep venous thrombosis. *Thromb Haemost.* 2008;99:202-7.
44. Owens ChA, Bui JT, Knuttinen G, Gaba RC, Carrillo TC. Pulmonary embolism from upper extremity deep vein thrombosis and the role of superior vena cava filters: A review of the literatura. *J Vasc Interv Radiol.* 2010;21:779-87.
45. Nazha B, Pandya B, Spyropoulos AC, Kessler CM. Treatment of venous thromboembolism in elite athletes: A suggested approach to individualized anticoagulation. *Semin Thromb Hemost.* 2018;44:813-22.
46. Drobnic F, Pineda A, Escudero JR, Soria JM, Souto JC. Guía de práctica clínica para la prevención, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad tromboembólica venosa en el deporte. *Apunts. Medicina de l'Esport.* 2015;50:147-59.
47. Fernández-Rodríguez T, Oviedo-García A, Tolmos-Estefanía MT, Rodríguez Lorenzo A. Trombosis venosa profunda tras tennis leg. Papel de la ecografía en atención primaria. *Semerger.* 2014;40:157-9.
48. Lozano FS, Valverde S, Rubio C, Peña R, Salvador R, Carnicero JA. *Diagnóstico y tratamiento de la trombosis venosa profunda distal aislada.* Guía de la Sociedad Castellano-Leonesa de Angiología y Cirugía Vasculard (SOCLACIVAS). Mata digital. Valladolid, 2018:47-70.

Tailored exercise as a protective tool in cardio-oncology rehabilitation: a narrative review

David García-González¹, Txomin Pérez-Bilbao^{1,2}, Alejandro de la Torre-Luque³, Escarlata López Ramírez⁴, Jesús García-Foncillas López^{5,6*}, Alejandro F. San Juan^{1*}

¹Departamento de Salud y Rendimiento Humano, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte-INEF, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, Spain. ²CES Don Bosco University, Department of Physical Education, Madrid, Spain. ³Centre for Biomedical Research in Mental Health (CIBERSAM), Department of Psychiatry, Autonomous University of Madrid (UAM), Madrid, Spain. ⁴Department of Oncology, Radiation oncologist. Chief medical officer, GenesisCare, Spain. ⁵School of Medicine, Autonomous University of Madrid (UAM), Madrid, Spain. ⁶Department of Oncology, Cancer Institute, University Hospital "Fundación Jiménez Díaz", Autonomous University of Madrid (UAM), Madrid, Spain. *Sharing senior authorship.

Recibido: 30/10/2019

Aceptado: 25/12/2019

Summary

Cardiovascular disease is the leading cause of long-term morbidity and death among cancer survivors, after second malignancies. Preventing cancer treatment-induced cardiotoxicity (CTC) constitutes a crucial endpoint in oncology, from oncology treatment implementation. The American Association of Clinical Oncology has recently highlighted the role of physical exercise as an essential component of co-adjuvant cancer treatment and cancer survivor care programs. Exercise training may protect from cardiotoxicity on a molecular and physiological basis. Two major types of training in this field are: cardiovascular and resistance/strength training. Little is known about the effects of these modalities of exercise on CTC. This narrative review aimed to gather evidence and extract conclusions about the effectiveness of exercise training on CTC. To do so, we reviewed scientific literature under a sophisticated approach in line with the PRISMA project guidelines. Studies on physical training exercise effects and cardiac-related measures throughout the cancer stages (cancer treatment and survivorship) were selected. Data collection comprised extracting information of study features, exercise training characteristics and related effects. As a result, 1087 studies were retrieved from database search and 33 studies were selected, comprising 2778 participants. Most of the studies (n = 29) examined the effects of cardiovascular training on CTC. No studies analysed the effects of resistance-based training. We observed a lack of systematic effect of exercise across studies due to the high heterogeneity (e.g., many studies did not follow the guidelines for training interventions in cancer settings). However, studies combining both cardiovascular and resistance components showed promising results. To sum up, higher adherence to clinical guides should be encouraged to implement physical exercise interventions in medical settings and to ensure intervention effectiveness. Moreover, personalized protocols and routines should be implemented in Cardio-Oncology Rehabilitation Units. Finally, it is mandatory to avoid physical inactivity in patients with cancer.

Key words:

Cardiovascular disease.
Cancer. Cardiotoxicity.
Exercise & Cardio-Oncology
Rehabilitation.

Palabras clave:

Patología cardiovascular.
Cáncer. Cardiotoxicidad.
Ejercicio & Rehabilitación
Cardio-Oncológica.

Ejercicio individualizado como herramienta protectora en la rehabilitación cardio-oncológica: revisión narrativa

Resumen

La patología cardiovascular es la primera causa de morbilidad y muerte entre los pacientes supervivientes de cáncer, después de segundas neoplasias. La prevención de cardiotoxicidades inducidas por tratamientos oncológicos constituye una meta en la Oncología. La Asociación Americana de la Oncología Clínica recientemente ha destacado la importancia del ejercicio físico como componente co-adyuvante esencial en el tratamiento contra el cáncer. El ejercicio físico puede dar protección en la cardiotoxicidad desde un punto de vista molecular y fisiológico. Dos tipos de entrenamiento destacan: entrenamiento cardiovascular y de fuerza. Esta revisión pretende recoger evidencia y extraer conclusiones sobre la efectividad del ejercicio físico ante la cardiotoxicidad. Para ello revisamos la literatura científica bajo criterios PRISMA. Estudios basados en el efecto del ejercicio físico y mediciones cardíacas a lo largo de procesos oncológicos (tratamiento oncológicos y supervivientes) fueron seleccionados. Como resultado, 1087 estudios fueron recuperados y 33 estudios fueron seleccionados, comprendiendo 2778 sujetos. La mayoría de los estudios (n=29) examinaron el efecto del entrenamiento cardiovascular en la cardiotoxicidad. No hubo estudios que analizaran exclusivamente el entrenamiento de Fuerza. Observamos una escasez de efecto sistémico a lo largo debido a la alta heterogeneidad. De cualquier modo, los estudios combinando entrenamiento cardiovascular y de fuerza parecen demostrar resultados prometedores. En resumen, las guías clínicas deberían animar a implementar programas de ejercicio físico en el entorno médico y garantizar intervenciones efectivas. Asimismo, deberían implementarse protocolos individualizados en unidades de Rehabilitación Cardio-Oncológica. Finalmente, resulta imperativo promover el mensaje de evitar la inactividad física en el paciente oncológico.

SEMED-FEMEDE research Award of the year 2019

Correspondencia: Txomin Perez-Bilbao

E-mail: tperez@escuelaprofesionaldonbosco.com

Introduction

Nowadays in the United States of America, cancer is the second cause of death. It is expected that in the years 2025-2030, cancer will exceed cardiovascular diseases as the principal cause of death¹. In turn, cardiovascular disease (CVD) is the leading cause of long-term morbidity and death among cancer survivors, after second malignancies².

Cardiotoxicity is defined by the National Cancer Institute as “toxicity that affects the heart”. No single, universal definition is accepted at present. Traditionally and thematically cardiotoxicity has been linked with a decline in the Left Ventricular Ejection Fraction (LVEF). According to the European Society of Cardiology, cardiotoxicity leading to heart failure is defined as a decrease in the LVEF >10% points to a value below the lower limit of normality on an echocardiograph, and a relative reduction in global longitudinal strain of >15% from baseline³. Heart structure dysfunction, haemodynamic flow alterations, hypertension, valvular disease, arrhythmias, thrombotic events and peripheral vascular disease are related with this Cardio-Oncology concept.

By and large, there is a strong connection between cancer treatment-induced cardiotoxicity (CTC) and CVD over treatment and cancer survivorship^{4,5}. For instance, congestive heart failure because of cancer therapy has been linked to a 3.5-fold increased mortality risk compared with idiopathic cardiomyopathy⁶.

Preventing CTC constitutes a crucial endpoint in oncology. Nowadays, an increasing interest in CTC exists in order to encourage individualized treatment planning and the promotion of quality of life across cancer treatment and survivorship. Thus, several studies have provided new insight on the relationship between chemotherapy agents^{7,8}, adjuvant endocrine therapy⁹, and monoclonal antibodies and CTC⁸. Likewise, some studies have stress the association of radiotherapy exposure (Figure 1) and CTC⁷⁻¹⁰.

Based on experience in the area of cardiac rehabilitation and exercise oncology units, the potential use of physical exercise as a co-adjuvant treatment has been endorsed¹¹. Mounting evidence has

proved that physical exercise improves cardiovascular function and facilitates cardiac rehabilitation^{12,13}. The American Association of Clinical Oncology (ASCO) has recently highlighted the role of physical exercise as an essential component of cancer survivor care programs¹⁴. In this line, the American Heart Association (AHA) suggests the implementation of tailored exercise for Cardio-Oncology Rehabilitation¹⁵.

Exercise training may protect from cardiotoxicity on a molecular basis. In this sense, exercise promotes effective regulation of calcium channel in ryanodine receptors, which are involved in heart contractile function¹⁶. Moreover, physical exercise may contribute antioxidant agents to be produced and mitochondrial function be improved¹⁷⁻¹⁹. From a patient point of view, physical exercise has significant benefits to tackle CTC. Several modalities of exercise training are present in rehabilitation contexts, two major types of training in this field are: cardiovascular and resistance/strength training. The bulk of studies have concentrated on cardiovascular programs and their effectiveness to prevent CTC²⁰⁻²². Some studies have reported the benefits of resistance physical training on cardiovascular and musculoskeletal systems and its potential protective effects, specifically in Sprague-Dawley rats which were induced CTC through doxorubicin^{23,24}. Little is known about the effects of these interventions in cancer patients and survivors. Moreover, integrated programs (i.e., programs combining cardiovascular and resistance components) have been scarcely studied.

This narrative review aimed to examine the scientific literature in order to explore and gather studies focused on physical training applications as adjuvant interventions to tackle CTC. Moreover, we intended to describe the main features of interventions that have been proven effective to deal with CTC (e.g., treatment duration, training components, outcomes to consider). Finally, we aimed at providing recommendations and some guidelines to design physical training interventions in cancer settings, considering their cardioprotective benefits.

Methods

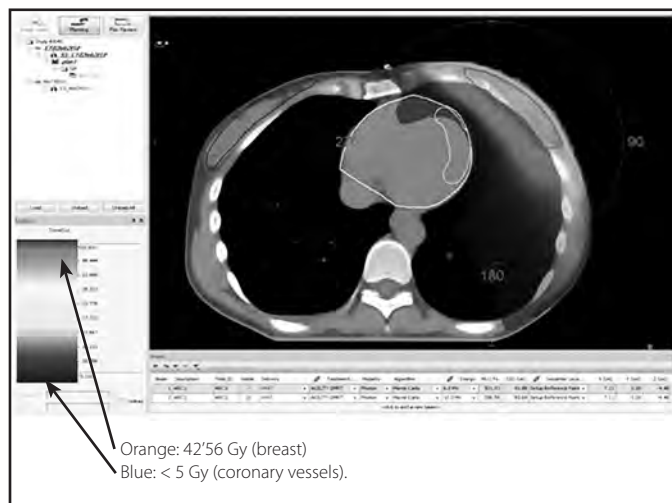
Search strategy and article selection criteria

This narrative review relied on a comprehensive protocol, covering an ascendant and descendant approach to gather evidence on the effects of physical training to prevent from CTC. Four renowned electronic databases were searched: Medline PubMed, PEDro, Scopus and Web of Science. Also, the list of references of three reference reviews on physical training and cardiotoxicity was reviewed^{4,20,21} as well as the list of references of all the articles included in this study (descendant approach).

Electronic databases were searched in October 5th 2018. A broad-scope and inclusive initial search strategy was carried out with no restrictions in specie, population or age, in order to identify a wide collection of studies on training exercise effects. Thus, search queries included ‘cancer’ (or ‘neoplasms’), ‘cardiotoxicity’ and ‘exercise’ as keywords (as well as their related thesaurus terms: for cardiotoxicity, ‘cardiac toxicity’, or ‘heart toxicity’; and for exercise, ‘physical training’, ‘physical activity’, ‘physical exercise’, ‘acute exercise’, or ‘exercise training’).

Inclusion criteria for studies were: a) studies analyzing the effects of a physical training-based intervention on human adults samples;

Figure 1. Left Breast Cancer Radiotherapy with Volume Modulated Arc (VMAT) and 6-10 MV.



b) studies comprising cancer patients or survivors; c) studies reporting comparative results (i.e., between-group or pre-post test) regarding cardiovascular markers or cardiopulmonary exercise test (e.g., heart rate, cardiopulmonary volume, left ventricular ejection fraction, VO_2 peak); d) being an empirical study published in scientific journals; e) article written in English. The exclusion criteria were: a) non-human samples; b) studies combining physical-training treatments and other types of interventions different than usual care (e.g., a surgical intervention, nutritional supplementation, pulmonary/breathing physical therapy protocols, yoga); c) descriptive studies or qualitative studies; d) studies comprising patients without a history of cancer.

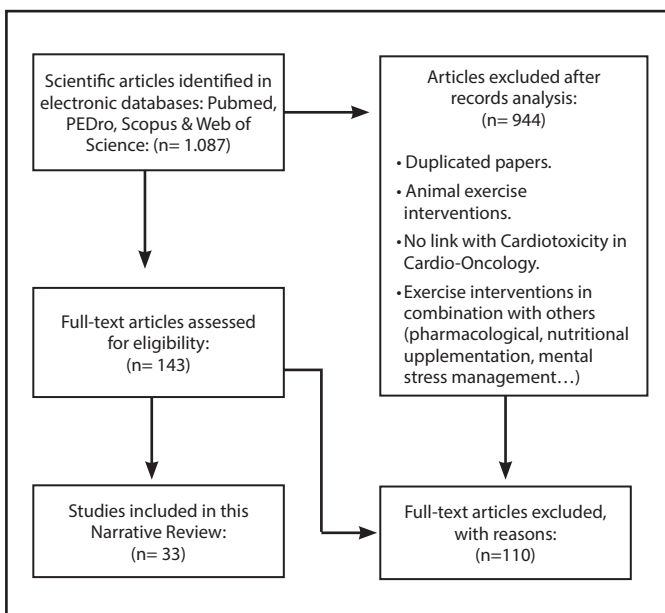
Data extraction and quality assessment

Articles were screened for a reviewer on an initial review of title, abstract, and keywords. Pre-selected papers were fully read to ratify the selection. An independent peer reviewer confirmed the appropriateness of every paper to be included in this study. Discrepancies on paper selection were resolved by discussion.

Relevant data was extracted using a coding manual. An independent reviewer supervised data entered in the data collection form. Data collected from every study were: a) sample size and composition (i.e., type of cancer participants, cancer stage); b) age range; c) country of recruitment; d) study design; e) VO_2 peak and/or cardiac outcome; f) type of exercise training intervention (i.e., aerobic, resistance training, and combined); g) treatment duration and number of sessions; h) intensity of training; i) results of the intervention; j) side effects derived from the interventions; k) and quality of studies based in four criteria described below.

1087 studies were identified through database searching. Studies excluded after screening titles and abstracts (n=944). Titles and abstracts identified (n=143). Studies included in narrative review (n=33) (Figure 2).

Figure 2. Flow Diagram.



Quality of studies was assessed by four criteria: a) type of study design (according to, cohort studies or randomized controlled trial show a higher level of evidence, than case- controlled studies or descriptive ones); b) random assignation to interventions; c) confounding control (control of potential confounders); d) repeated measures (whether the study had pre-post tests assessments and follow-up). Two reviewers independently assessed all the studies included in this review. Discrepancies were resolved by discussion.

Results

Intervention programs by means of physical exercise in cancer patients

Thirty-three studies were included in this review (n=2778 patients). Table 1 displays the main features of these studies. Mean age of participants was 47.1 years, and the most common diagnosis was breast cancer. Sample size of the studies was 84.18 patients on average. Most of studies was based in North America (15 from EEUU and 10 from Canada); 6 from Europe, and 2 from the rest of the world. Regarding study design, interventions during treatment vs. survivors vs. both; Exercise during treatment: 16 studies. Exercise design in survivors: 15. Both: 2 studies.

Most studies were randomized controlled trials (72.72% of articles); 45.45% of them controlled for confounding factors (mainly type of oncology treatment, age and free- cancer time) in randomization or data analysis. On the other hand, most of articles assessed outcomes pre-post tests (60.61% of manuscripts) and 39.39% included follow- up. In terms of type of exercise programs, the bulk of studies used cardiovascular training. Four studies delivered programs integrating cardiovascular and strength modalities (intervention exercise group). Finally, there was a trend towards 3 days/week exercise sessions (45-50 mints. per session): 20 studies. With these 3 weekly exercise sessions, the 150 mints/week, cardiovascular exercise recommendations of American and Australian oncological Societies are fulfilled^{25,26}.

Cardiovascular training in human

The intervention by means of physical exercise in humans extrapolates the type of cardiovascular physical exercise, times and intensities used in the research carried out on rodents²⁷⁻³¹.

In the study of Kirkham *et al*³², the intensity of the exercise to try to diminish the cardiotoxicity associated with the use of doxorubicin was 70% of the cardiac frequency of reserve of each patient, similar in exercise intervention: Acute (1 single bout) & Intensity seen in rat model³⁰.

Haykowsky *et al*³³ shows that initiation of trastuzumab is associated with left ventricular cavity dilation and reduced ejection fraction despite aerobic training. Although this important study doesn't count with a control non-exercise group.

Resistance training (strength) in human

Nowadays, there are no exclusive strength interventions in humans trying to reduce CTC in oncological patients (measuring specifically cardiac biomarkers). This could provide new research opportunities.

Table 1. Main features of studies selected in this review.

Study	Sample size	Mean age	Cancer site	Severity	Type of intervention	Intervention particularities	Outcome	Results
Patient samples								
Courneya <i>et al</i>	242	49.2	Breast	I-III A	CV vs. ST	Aerobic Exercise Group: 3 days/w; intensity: 60-80% from maximal VO ₂ per 15-45 min. Resistance Training: 3days/w + 9 exercises x 2 sets of 8-12 rep.; intensity: 60-80% (one repetition maximum).	VO ₂ Peak.	VO ₂ peak increased by 0.2% in aerobic exercise group and decreased by 5% in the resistance training group.
Courneya <i>et al</i>	122	53.2	Lymphoma	All stages	CV	Three days/w with 12 weekly sessions, 15-45 min a session.	VO ₂ Peak	VO ₂ peak increased by 17% in the exercise group.
Courneya <i>et al</i>	301	50	Breast	I-IIIC	CV vs. combined	Standard Aerobic Exercise: 3 days/w x 25-30 min; intensity: 55-75% from VO ₂ max. High Aerobic Exercise Group: 3 days/w x 50-60 min; intensity: 55-75% from VO ₂ peak. Combined Exercise: 3 days/w of CV training with sessions of 25-30 min (intensity: 55-75% from VO ₂ peak) + 2 sets x 10-12 rep (intensity: 60-75% one-repetition maximum).	VO ₂ Peak	VO ₂ peak decreased by 12% in the standard aerobic exercise group, 9% in the high aerobic exercise group, and by 13% in the combined exercise group.
Dolan <i>et al</i>	242	49.2	Breast	II-III A	CV vs. ST	Aerobic Exercise Group: 3 days/w, with sessions of 15-45 min (intensity: 60-80% from VO ₂ peak). Resistance Training Group: 3 days/w x 2 sets of 8-12 rep and 9 exercises (intensity: 60-70% of one-repetition maximum).	VO ₂ Peak.	The resistance training (and the usual care group) showed increase in VO ₂ peak. Both exercise groups showed moderate correlation between VO ₂ peak change and hemoglobin.
Haykowsky <i>et al</i>	17	53	Breast with HER2	All stages	CV	Three days/w x 16 weeks x 30-60 min (intensity: 60-90% from VO ₂ peak).	VO ₂ Peak. LV volume and LVEF. HR. BP.	VO ₂ peak positively correlated with exercise adherence. Intervention led to resting BP volume increase and ejection function decrease.
Hornsby <i>et al</i>	20	48.5	Breast	IIB-IIIC	CV	Three days/w and sessions of 15-45 min (intensity: 60-100% from VO ₂ peak). The program lasted 12 weeks (last two with higher intensity: 100% from VO ₂ peak).	VO ₂ Peak. HR. BP. LVEF.	VO ₂ peak increased by 13% in the exercise group. No significant between-group differences in terms of HR, BP and LVEF.
Jones <i>et al</i>	20	48.5	Breast	II-IIIC	CV	Aerobic Exercise Group: 3 days/w x 12 weeks x 30-45 min (intensity: 60-100 from VO ₂ peak).	VO ₂ Peak. Brachial artery flow-mediated dilation. Circulating endothelial progenitor cell count (VEGFR-2, CD-133/VEGFR-2, ALDH ^{br}).	VO ₂ peak increased by 13% in the exercise group. Higher levels of circulating progenitor cell in the exercise group in comparison to controls, as well as greater brachial dilation.

(Continued)

Study	Sample size	Mean age	Cancer site	Severity	Type of intervention	Intervention particularities	Outcome	Results
Kim <i>et al</i>	41	49.8	Breast	I-III	CV	Three days/w and sessions of 30 min (intensity: 60-70% from VO ₂ peak or HR reserve).	VO ₂ Peak. HR. BP.	The exercise group showed significant increases in maximum systolic BP volume and VO ₂ peak, as well as decreases in resting HR and resting systolic BP.
Kirkham <i>et al</i>	24	50.5	Breast	I-III	CV	A single session of 45-min treadmill exercise (intensity: 70% from HR reserve).	Cardiac biomarkers (NT-proBNP, cTnT). HR. Systemic vascular resistance. LV volume and LVEF.	VO ₂ peak increased by 15% in the exercise group. Higher levels of cardiac biomarkers in the exercise group. LVEF increased by 3% after intervention in the exercise group.
Kolden <i>et al</i>	40	55.3	Breast	I-III	Combined + stretching	Three days/w with 20-min aerobic exercise (intensity: 40-70 from VO ₂ peak) + 20-min strength training (not reported intensity) + Stretching.	VO ₂ Peak. Resting HR and BP.	VO ₂ Peak increased at post-intervention assessment and follow-up. Resting systolic BP across assessment points.
Ligibel <i>et al</i>	41	47	Breast	I-III	CV	An aerobic exercise program with sessions of 150 min/w.	VO ₂ Peak.	VO ₂ peak increased by 4% in the exercise group.
MacVicar	45	45.1	Breast	II	CV	Usual Care + Stretching + cardiovascular training (3sessions/w; intensity: 60-85% from resting HR).	VO ₂ Peak	IG increased 40% of functional capacity and maximum workload.
Scott <i>et al</i>	65	54	Breast	IV (metastatic)	CV vs. Others	Aerobic Exercise Group: 3 days/w x 20-45 min (intensity: 55-80 from VO ₂ peak). Stretching Group: 3 days/w x 20-45 min (12-20 positions).	VO ₂ Peak. BP.	No significant differences between groups.
Segal <i>et al</i>	123	50.9	Breast	I-II	CV	Supervised Group: 3 days/w + 2 days/w at home during 26 weeks. Home Based Group: 5 days/w of exercise at home (26 weeks).	VO ₂ Peak.	VO ₂ peak increased by 3.5% in supervised exercise group and 2.4% in the home-based group.
Segal <i>et al</i>	121	66.3	Prostate	All stages	CV vs. ST	Aerobic Exercise Group: 3 days/w x 15-45 min sessions during 24 weeks (intensity: 50-75% from VO ₂ peak). Resistance Training: 3 days/w with 10 exercises of 8-12 rep.; intensity: 60-70% from VO ₂ peak (one repetition maximum).	VO ₂ Peak	VO ₂ peak increased by 0.1% in the aerobic exercise group and 0.5% in the resistance training group.
Van Waart <i>et al</i>	230	50.7	Breast & colon	II-III	CV vs. combined	Onco Move Group (CV program): 5 days/w x 30 min/day; intensity: BORG Scale of 12-14. On Track Group (combined program): 3 days/w x 30 min (intensity: 50-80% based on Steep Ramp Test) + 2 days/w x 20 min x 2 sets x 8 rep. x 80% of one-repetition maximum.	VO ₂ Peak	VO ₂ peak decreased by 18% in the Onco Move group and by 12% in the On Track group.
Vincent <i>et al</i>	34	49	Breast	I-III	CV	Home-based walking aerobic exercise (3 days/w of 30-40 min sessions, with 50-60% from HR max intensity).	VO ₂ Peak. Resting HR. Resting BP	VO ₂ peak increased by 11% in the exercise group. No significant between-group differences in terms of HR and BP.

(Continued)

Study	Sample size	Mean age	Cancer site	Severity	Type of intervention	Intervention particularities	Outcome	Results
Survivor samples								
Adams <i>et al</i>	63	43.7	Testicular	Not reported	CV	Supervised treadmill program consisted of 3 days/w x 12 weeks, 35-min sessions and interval training (Ventilatory Threshold +4x4 min and intensity 75-95% from VO ₂ peak).	VO ₂ Peak. HR. BP. Cardiovascular disease risk. Carotid arteria morphology. Brachial arteria flow-mediated dilation	VO ₂ peak increased by 11% in the exercise group. The exercise group showed higher carotid distensibility and brachial arteria diameter, and lower carotid intima-media thickness.
Brdareski <i>et al</i>	18	50.5	Breast	I-III A	CV	Group 1: Two days/w x 3 weeks and 15-min sessions (intensity: 45-65% VO ₂ max). Group 2: Two days/w x 3 weeks and 15-min sessions (intensity: Borg Scale scores between 4-6).	VO ₂ Peak.	VO ₂ peak increased by 11% in the Group 1 and 18% in the Group 2.
Courneya <i>et al</i>	53	59	Breast	All stages	CV	Three days/w x 15-35 min (intensity: 70-75% from VO ₂ peak).	VO ₂ Peak.	VO ₂ peak increased by 15% in the exercise group.
Herrero <i>et al</i>	16	50.5	Breast	I-II	Combined	Aerobic training: 3 days/w (intensity: 70-80% from HR max). Resistance Training: 3 days/w x 1-3 sets of 11 exercises and 8-15 rep. (intensity: 8-15 one-repetition maximum).	VO ₂ Peak.	VO ₂ peak increased by 8% in the exercise group.
Herrero <i>et al</i>	11	47	Breast	I-II	Combined	Training period: 3 days/w during eight w, 90-min sessions. After the intervention, participants were instructed to return following their sedentary lifestyle.	VO ₂ Peak.	VO ₂ peak decreased significantly after returning to sedentary lifestyle routines.
Hsieh <i>et al</i>	96	57.9	Breast	All	Combined	A program consisted of 2-3 weekly sessions of 60 min (intensity: 45-75% from HR reserve; not specified for resistance training).	VO ₂ Peak. HR. BP.	The exercise group showed increases in VO ₂ volume (over 16%) and resting HR.
Hutnick <i>et al</i>	49	50.4	Breast	All	Combined	Three days/w of 40-90 min. sessions. Aerobic Exercise: 10-20 min with intensity 60-70% from functioning capacity. Resistance training: Four upper & lower exercise x 1-3 sets of 8-12 rep.	HR peak.	HR peak increased in the exercise group from the 3-month follow-up after the intervention.
Jones <i>et al</i>	90	66	All (Cancer patients with heart failure)	II-IV	CV	A 3-Month program comprising supervised Exercise + home Sessions until 12 months. 3 days/w x 20-45 min (intensity: 60-70% from HR reserve).	VO ₂ Peak. Cardiovascular risk profile.	VO ₂ peak increased by 9% in the exercise group. No between-group differences in cardiovascular risk profile.
Jones <i>et al</i>	50	Not reported	Prostate	I-II	CV	Aerobic walking Exercise of 5 days/w x 30-45 min, a session (intensity: 55-100 from VO ₂ peak).	VO ₂ Peak. Brachial artery flow mediated dilation.	VO ₂ peak increased by 9% in the exercise group. Higher brachial arterial diameter after the intervention only in the exercise group.

(Continued)

Study	Sample size	Mean age	Cancer site	Severity	Type of intervention	Intervention particularities	Outcome	Results
Musanti <i>et al</i>	42	50.5	Breast	I-IIIB	CV vs. ST vs. Combined vs. Others	Aerobic exercise Group: 3 days/w (intensity: 40-85% from HR reserve). Resistance Training Group: 3 days/w x 1 set of 10-12 rep (intensity: 3-8 from one-repetition maximum). Combined Exercise Group: 4-5 days/w aerobic training + 2 days/w resistance training.	VO ₂ Peak.	No significant between-group differences reported.
Pinto <i>et al</i>	46	57.3	Colorectal	I-III	CV	12-week home-based physical activity counselling (2-5 days/w x 10-30 min, with intensity 64-76% from maximal HR).	VO ₂ peak.	VO ₂ peak: Control Group =Increased 15%. Exercise Group =Increased 32%
Rahnama <i>et al</i>	29	Range: 50-65 years old	Breast	I-IIIB	Combined	Aerobic Exercise: 2 days/w x 25-45 min sessions (intensity: 45-65% from HR maximum) + Resistance training: 2 days/w consisting of 3 sets x 10-14 rep. x 9 exercises.	VO ₂ Peak. Resting HR. BP.	VO ₂ peak increased by 15% in the exercise group. The exercise group showed significant decrease in resting HR and resting BP after intervention.
Rogers <i>et al</i>	41	53	Breast	I-IIIA	CV	Combined individual and collective group aerobic exercise group.	VO ₂ Peak.	No significant between-group differences reported.
Rogers <i>et al</i>	222	54.4	Ductal Carcinoma & breast	I-IIIA	CV	Twelve sessions of supervised Exercise + 6 group discussion and individual Sessions. 3-5 days/w x 15-50 min.	VO ₂ Peak.	VO ₂ peak increased by 12% in the exercise group.
Schneider <i>et al</i>	113	55.9	Breast	Not reported	Combined	Combined individual aerobic + resistance exercise: 2-3 days/w of 60-min sessions. Aerobic exercise lasted 40 min (intensity: 40-75% from HR reserve). Resistance training lasted 10 min (intensity not specified).	VO ₂ Peak. BP. Resting HR.	BP decreased while exercise intervention was delivered. Resting HR and BP decreased at post-intervention. Also, VO ₂ peak increased by 13% in this condition.
Thorsen <i>et al</i>	111	39.1	Lymphoma, testicular, breast and other gynecologic Cancers	All stages	CV	Home-based program: 2 days/w x 30 min (13-15 based on BORG Scale).	VO ₂ Peak	VO ₂ peak: Control Group =Increased 3,1 ml/kg/min. Home Exercise Group =Increased 6,4 ml/kg/min

Note: The 33 bibliographic references included in Table 1 can be found online in Annex 1.

CV: cardiovascular training; ST: Strength; HR: heart rate; w: weeks; rep: repetitions; VO₂: Volume of oxygen consumed; BP: Blood pressure; LV: Left ventricle; LVEF: left ventricular ejection function; NT-proBNP: B-type natriuretic peptide; cTnT: Cardiac Troponin T.

Discussion

Our narrative review aimed to fill the research gap on how physical exercise may contribute to reduce cardiotoxicities associated with oncological treatments (chemotherapy, radiotherapy, hormone therapy and / or immunotherapy).

Current diagnostic techniques are important to keep in mind when talking about cardiotoxicity: Diagnostic imaging and Biomarkers in cardio-oncology. Traditionally, left ventricular ejection fraction (LVEF)

has been used (i.e., a 2D echocardiogram) to quantify cardiotoxicity (Figure 3). However, a cardiac injury may exist underlying an apparently 'normal' heart's ejection (i.e., without a decrease in the LVEF), as some authors have demonstrated significant false-positive rates of LVEF-based tools³⁴. Cardiac Magnetic Resonance Imaging is considered as the gold standard for the assessment of systolic and diastolic cardiac function and allows for direct imaging of the myocardium⁷ (Figure 4). Lately, cardiac biomarkers (e.g., troponin I, natriuretic peptide B-type) have emerged as a promising alternative to study cardiotoxicity.

However, inconsistent evidence and limited predictive value have found so far⁷. More recently, Galán-Arriola *et al.*,³⁵ have identified by serial multiparametric cardiac Magnetic Resonance, intracardiomyocyte edema in T2 mapping as the earliest marker of anthracycline cardiotoxicity, in the absence of T1 mapping, extracellular volume or left ventricular motion defects.

It seems to be that key elements behind any carcinogenic process is the dysregulation of signs controlling the proliferation of cellular division and inflammation³⁶. By means of the regulation of certain proteins and hormonal levels in the bloodstream, physical exercise might prevent some chemical signs associated with cancer.

Reviewing the available evidence, it becomes evident that the etiology of cardiotoxicity is multifactorial. Nevertheless, it is clear that in the scientific literature, the following mechanisms related to molecular and cellular biology are repeated:

- Disorder and dysfunction of the Ryanodine receptors (RyR)^{16,37}.
- Disorder and dysfunction, both at a structural and contractile level, of the Myosin heavy chain (MHC)^{24,38,39}.
- Disorder and Dysfunction in the Tyrosine Kinase protein^{40,41}.
- Excess of production of Reactive Oxygen Species (ROS) and Reactive Nitrogen Species (RNS)^{18,19}.
- Deficiency and mitochondrial dysfunction^{17,42,43}.

Figure 3. 2D Echocardiography showing aberrant movement and hypokinesia of inferior wall and septum in a patient diagnosed of dilated cardiomyopathy as a consequence of doxorubicin, trastuzumab and radiotherapy treatment for breast cancer.

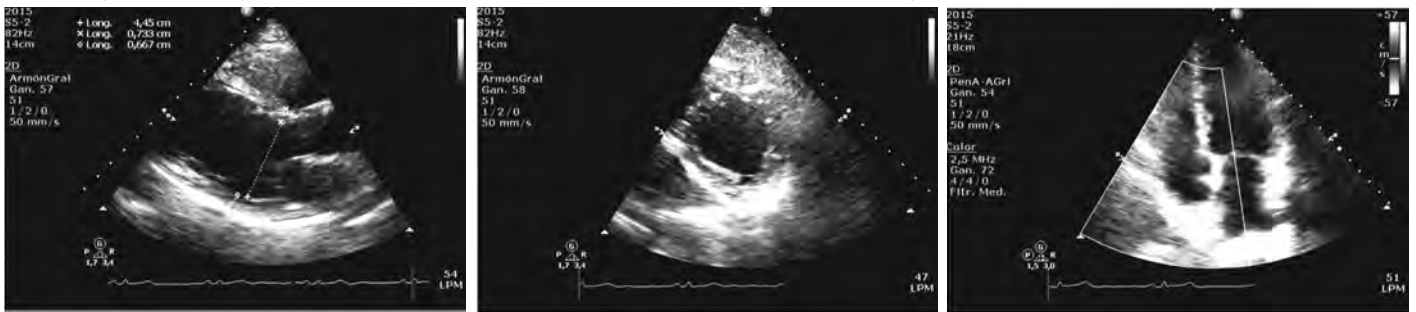
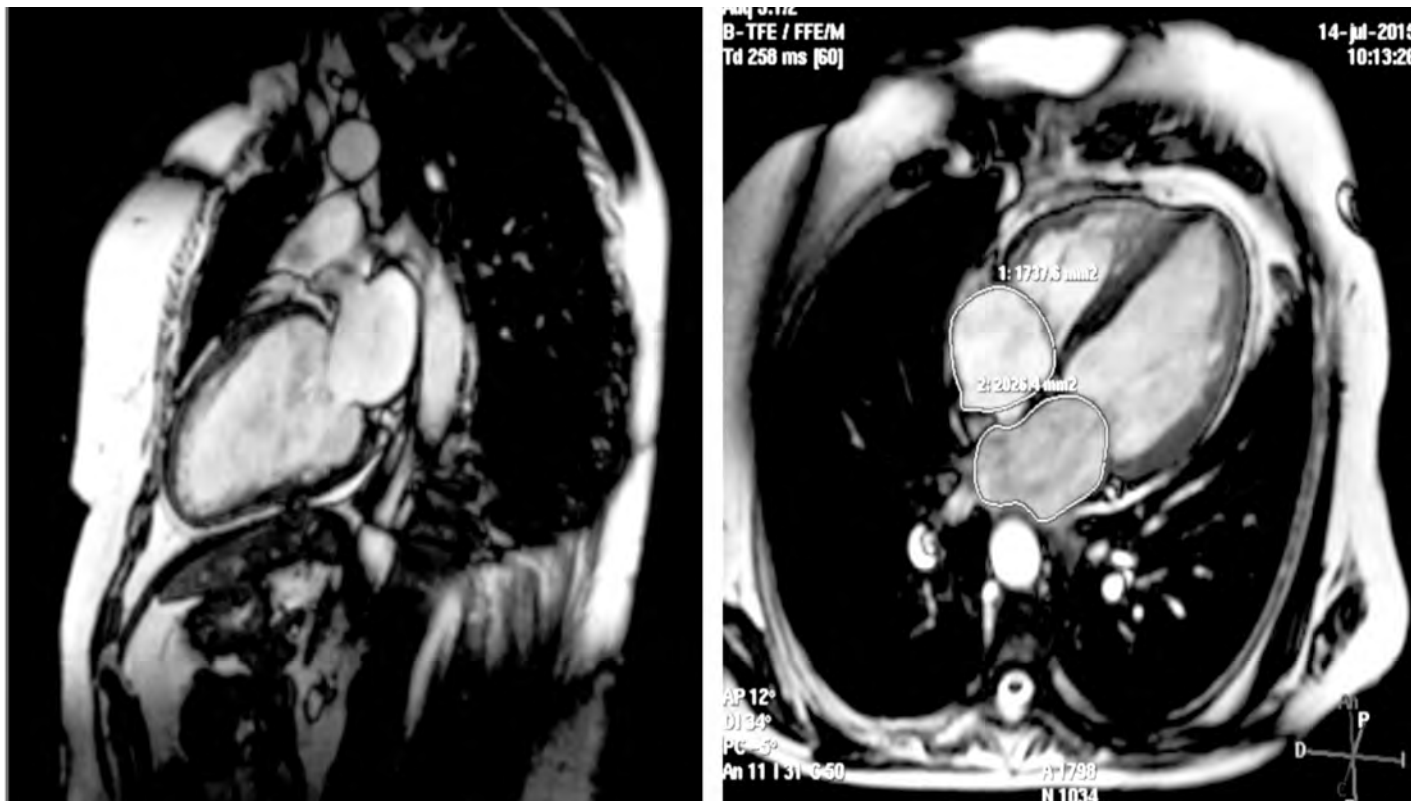


Figure 4. Cardiac Magnetic Resonance Imaging to evaluate function, morphology and viability.



Left ventricle lightly dilated and global hypokinesia with LVEF 31%, in a patient diagnosed with Hodgkin lymphoma 30 years before treated with radiotherapy.

The improvement of the vascularization tissue seems to improve not only the tissue oxygenation but also the action of the antitumor treatments. In the case of treatment with anthracyclines, physical exercise lightens these products in order to not be stored in the organism and generate toxic effects in the cardiovascular system^{44,45}.

It is important to emphasize the role accumulation of doxorubicin in muscular tissues of rats. This accumulation would explain the dysfunctions associated not only with the cardiovascular system, but also with the skeletal muscle system. Research literature found a reduction in the tumor size linked to exercise. Through physical exercise, the bioavailability of anthracyclines may improve, as well as the efficiency of the drug in its antitumor aspect.

Moreover, Pedersen *et al.*⁴⁶, demonstrated the immunological protective effect of exercise in mice. The interaction between epinephrine, muscular interleukin 6 and Natural Killer cells generated marked reductions in tumor incidence, growth and metastasis.

Exercise improves the vessel reactivity before the treatment of anthracyclines. In the group where physical exercise was carried out, vasoreactivity obtained values significantly better than the sedentary group.

Exercise interventions have been obtained results of improvement in cardiac function and cardiac damage markers during treatments with anthracyclines^{30,32}. Perhaps with the knowledge that is currently available, said cardiac dysfunction may have been reduced or prevented by physical exercise before or during anthracycline treatments.

There are no exclusive strength interventions in humans trying to reduce CTC in oncological patients.

The fact to do a special mention of the strength training in this article, is related with the tumoral disease and with the consequences with respect to the organ we have focused: the heart. In cardiotoxicity with oncological origin 2 types of patients could be found from a medical point of view: one will be seen from the oncology focus, and the other from the pathology and functionality of cardiology.

The studies by Bredahl *et al.*²³ and Pfannenstiel *et al.*²⁴ focused on interventions using resistance exercise on Sprague-Dawley rats which cardiotoxicity were induced by doxorubicin. The intervention through physical exercise is done prior to the administration of doxorubicin. The resistance exercise allows to maintain levels of strength and prevent muscle mass loss induced by doxorubicin; one of the most common side effects in chemotherapy. Pfannenstiel *et al.*²⁴, shows that this muscle- protective effect could not only be quantified with respect to a greater muscle mass, but also in a lower mortality rate: 13% mortality in the strength group vs 27% sedentary group. The strength group also had a cardioprotective effect with respect to heart mass and function.

Although Cardiac Rehabilitation Units (CRU) are doing an excellent work, we based our proposal of strength training in Cardio-Oncology on 2 aspects:

- The levels of strength developed by the patients outside the CRU are higher to those developed inside the hospital units⁴⁷. Thus, the goal of minimize the risk of accident by performing the higher intensity strength work into the CRU is questioned and encourages us to promote individualized exercise units that include strength exercise in cancer patients.

- Defining Repetition Maximum (RM) as the maximal weight that can be lifted once with correct lifting technique⁴⁸. It is also considered the gold standard for assessing muscle strength in non-laboratory situations⁴⁸. There are some examples in the literature in patients with heart disease in which the strength training was performed at intensities of 80-90% of 1 Repetition Maximum (1RM), in coronary patients⁴⁹⁻⁵¹, intensities up to 60% 1RM in bilateral work (both members), and up to 80% 1RM in unilateral work, in patients with heart failure with an ejection fractions of 20% according to NYHA Classification (New York Heart Association)⁵². This could be extrapolated to oncological patients with risk of CTC due to the treatments.

The World Health Organization⁵³ included specific strength work in its guides on Global Recommendations on Physical Activity for Health.

Traditionally, cardiovascular training has been considered as the most protective physical exercise applied in medicine. In the 80s of the twentieth century, exercise- based interventions in oncological patients have already been used⁵⁴. Later on, the first guide that linked physical exercise and oncology was developed⁵⁴. More recently, the experts in the delivery of exercise-based interventions in cancer patients recommend combined interventions, comprising cardiovascular and strength training⁵⁵.

Strength training components may yield very beneficial effects in cancer patients⁵⁶⁻⁵⁸ improvements in cardiovascular function, increases in VO₂ peak, a decrease in fatigue levels, increases in muscular strength and density of osseous mass, improvement in the quality of life, prevention of sarcopenia and dynapenia, and a decrease in the percentages of fat mass.

From early studies in exercise oncology until today, many advances linked to the clinical exercise physiology have been made. It has even been discovered that the skeletal muscle is an endocrine, exocrine and paracrine organ⁵⁹, and produced proteins (including different cytokines and peptides) are known as myokines.

At present, it is starting to be considered that physical exercise might generate, in each training session, peaks of chemical components, which could be used not only as co-adjuvant anticarcinogenic treatment⁶⁰, but also for 26 different chronic diseases⁶¹. We propose combined exercise interventions to reduce the risks of Cardiotoxicity in cancer patients as co-adjuvant treatment: Cardiovascular Training in combination with Strength Training. Recently, the AHA has confirmed this combined tailored exercise in his Cardio-Oncology Rehabilitation Statement¹⁵.

Conclusions

Cancer treatments cause dysfunction in muscular tissue (cardiac, skeletal and smooth muscle) and loss of muscular strength. Physical exercise can offset the side effects of cancer treatments. There are biological reasons (cellular, molecular and biochemical release) that explain the cardiovascular and muscular protective effect of exercise in Exercise Oncology. It is advisable to introduce intervention programs with personalized physical exercise in cancer patients for the protective effects that it generates. Training interventions should comprise cardiovascular and muscular strength exercise with personalized frequencies, intensities

and specific durations for every patient. It is necessary to avoid physical inactivity in patients with cancer.

References

- Velásquez CA, González M, Berrouet MC, Jaramillo N. Cardiotoxicidad inducida por la quimioterapia desde las bases moleculares hasta la perspectiva clínica. *Rev Colomb Cardiol*. 2016;23:104-11.
- Daher IN, Daigle TR, Bhatia N, Durand JB. The prevention of cardiovascular disease in cancer survivors. *Tex Hear Inst J*. 2012;39:190-8.
- Shah CP, Moreb JS. Cardiotoxicity due to targeted anticancer agents: A growing challenge. *Ther Adv Cardiovasc Dis*. 2019; 13:1753944719843435.
- Conway A, McCarthy AL, Lawrence P, Clark RA. The prevention, detection and management of cancer treatment-induced cardiotoxicity: A meta-review. *BMC Cancer*. 2015;15:366.
- Coumbe BGT, Groarke JD. Cardiovascular autonomic dysfunction in patients with cancer. *Curr Cardiol Rep*. 2018;20:69.
- Han X, Zhou Y, Liu W. Precision cardio-oncology: Understanding the cardiotoxicity of cancer therapy. *NPJ Precis Oncol*. 2017;1:31.
- Levis BE, Binkley PF, Shapiro CL. Cardiotoxic effects of anthracycline-based therapy: What is the evidence and what are the potential harms? *Lancet Oncol*. 2017;18:e445-e456.
- Valachis A, Nilsson C. Cardiac risk in the treatment of breast cancer: Assessment and management. *Breast Cancer Targets Ther*. 2015;7:21-35.
- Heidenreich PA, Kapoor JR. Radiation induced heart disease. *Heart*. 2009;95:252-8.
- Filipei J, Frishman W. Radiation-induced heart disease. *Cardiol Rev*. 2012;20:184-8.
- Campia U, Barac A. Exercise and aerobic fitness to reduce cancer-related cardiovascular toxicity. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*. 2016;18:44.
- Sandercock G, Hurtado V, Cardoso F. Changes in cardiorespiratory fitness in cardiac rehabilitation patients: A meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2013;167:894-902.
- Van Deel ED, Octavia Y, de Waard MC, de Boer M, Duncker DJ. Exercise training has contrasting effects in myocardial infarction and pressure overload due to divergent endothelial nitric oxide synthase regulation. *Int J Mol Sci*. 2018;19.
- Armenian S, Bhatia S. Predicting and preventing anthracycline-related cardiotoxicity. *Am Soc Clin Oncol Educ Book*. 2018;38:3-12.
- Gilchrist SC, Barac A, Ades PA, Alfano CM, Franklin BA, Jones LW, et al. Cardio-oncology rehabilitation to manage cardiovascular outcomes in cancer patients and survivors: A scientific statement from the American heart association. *Circulation*. 2019; 139:e997-e1012.
- Lu L, Mei DF, Gu AG, Wang S, Lentzner B, Gutstein DE, et al. Exercise training normalizes altered calcium-handling proteins during development of heart failure. *J Appl Physiol*. 2002;92:1524-30.
- Marques-Aleixo I, Santos-Alves E, Torrella JR, Oliveira PJ, Magalhaes J, Ascensao A. Exercise and doxorubicin treatment modulate cardiac mitochondrial quality control signaling. *Cardiovasc Toxicol*. 2018;18:43-55.
- Roy K, Wu Y, Meitzler JL, Juhasz A, Liu H, Jiang G, et al. NADPH oxidases and cancer. *Clin Sci*. 2015;128:863-75.
- Szatrowski TP, Nathan CF. Production of large amounts of hydrogen peroxide by human tumor cells. *Cancer Res*. 1991;51:794-8.
- Scott JM, Khakoo A, MacKey JR, Haykowsky MJ, Douglas PS, Jones LW. Modulation of anthracycline-induced cardiotoxicity by aerobic exercise in breast cancer: Current evidence and underlying mechanisms. *Circulation*. 2011;124:642-50.
- Chen JJ, Wu PT, Middlekauff HR, Nguyen KL. Aerobic exercise in anthracycline-induced cardiotoxicity: A systematic review of current evidence and future directions. *Am J Physiol Circ Physiol*. 2016;312:H213-H222.
- Scott JM, Nilsen TS, Gupta D, Jones LW. Exercise therapy and cardiovascular toxicity in cancer. *Circulation*. 2018;137:1176-91.
- Bredahl EC, Pfannenstiel KB, Quinn CJ, Hayward R, Hydock DS. Effects of Exercise on doxorubicin-induced skeletal muscle dysfunction. *Med Sci Sport Exerc*. 2016;48:1468-73.
- Pfannenstiel K, Hayward R. Effects of resistance exercise training on doxorubicin-induced cardiotoxicity. *J Cardiovasc Pharmacol*. 2018;71:332-9.
- Rock CL, Doyle C, Demark-Wahnefried W, Meyerhardt J, Courneya KS, Schwartz AL, et al. Nutrition and physical activity guidelines for cancer survivors. *CA Cancer J Clin*. 2012;62:242-74.
- Cormie P, Atkinson M, Bucci L, Cust A, Eakin E, Hayes S, et al. Clinical oncology society of australia position statement on exercise in cancer care. *Med J Aust*. 2018;209:184-7.
- Ascensao A, Magalhaes J, Soares JM, Ferreira R, Neuparth MJ, Marques F, et al. Moderate endurance training prevents doxorubicin-induced in vivo mitochondriopathy and reduces the development of cardiac apoptosis. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2005;289:H722-H731.
- Chicco AJ, Schneider CM, Hayward R. Exercise training attenuates acute doxorubicin-induced cardiac dysfunction. *J Cardiovasc Pharmacol*. 2006;47:182-9.
- Smuder AJ, Kavazis AN, Min K, Powers SK. Doxorubicin-induced markers of myocardial autophagic signaling in sedentary and exercise trained animals. *J Appl Physiol*. 2013;115:176-85.
- Wonders KY, Hydock DS, Schneider CM, Hayward R. Acute exercise protects against doxorubicin cardiotoxicity. *Integr Cancer Ther*. 2008;7:147-54.
- Jacquintot Q, Meneveau N, Chatot M, Bonnetain F, Degano B, Bouhaddi M, et al. A phase 2 randomized trial to evaluate the impact of a supervised exercise program on cardiotoxicity at 3 months in patients with her2 overexpressing breast cancer undergoing adjuvant treatment by trastuzumab: Design of the cardapac study. *BMC Cancer*. 2017;17:425.
- Kirkham AA, Shave RE, Bland KA, Bovard JM, Eves ND, Gelmon KA, et al. Protective effects of acute exercise prior to doxorubicin on cardiac function of breast cancer patients: A proof-of-concept rct. *Int J Cardiol*. 2017;245:263-70.
- Haykowsky MJ, Mackey JR, Thompson RB, Jones LW, Paterson DI. Adjuvant trastuzumab induces ventricular remodeling despite aerobic exercise training. *Clin Cancer Res*. 2009;15:4963-7.
- Todaro MC, Oretto L, Qamar R, Paterick TE, Carerj S, Khandheria BK. Cardioncology: State of the heart. *Int J Cardiol*. 2013;168:680-7.
- Galán-Arriola C, Lobo M, Vilchez-Tschischke JP, López GJ, de Molina-Iracheta A, Pérez-Martínez C, et al. Serial magnetic resonance imaging to identify early stages of anthracycline-induced cardiotoxicity. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73:779-91.
- Ruiz-Casado A, Martín-Ruiz A, Pérez LM, Provencio M, Fiuza-Luces C, Lucia A. Exercise and the hallmarks of cancer. *Trends in Cancer*. 2017;3:423-41.
- Hanna AD, Lam A, Tham S, Dulhunty AF, Beard NA. Adverse effects of doxorubicin and its metabolic product on cardiac r y r2 and serca2a. *Mol Pharmacol*. 2014; 86: 438-49.
- Hydock DS, Lien C-Y, Schneider CM, Hayward R. Effects of voluntary wheel running on cardiac function and myosin heavy chain in chemically gonadectomized rats. *Am J Physiol Circ Physiol*. 2007;293:H3254-H3264.
- Hydock DS, Lien CY, Schneider CM, Hayward R. Exercise preconditioning protects against doxorubicin-induced cardiac dysfunction. *Med Sci Sport Exerc*. 2008;40:808-17.
- Orphanos GS, Ioannidis GN, Ardavanis AG. Cardiotoxicity induced by tyrosine kinase inhibitors. *Acta Oncol Madr*. 2009;48:964-70.
- Vermaete N, Wolter P, Verhoef G, Gosselink R. Physical activity, physical fitness and the effect of exercise training interventions in lymphoma patients: A systematic review. *Ann Hematol*. 2013;92:1007-21.
- Zhou S, Starkov A, Froberg MK, Leino RL, Wallace KB. Cumulative and irreversible cardiac mitochondrial dysfunction induced by doxorubicin. *Cancer Res*. 2001;61:771-7.
- Wallace KB. Adriamycin-induced interference with cardiac mitochondrial calcium homeostasis. *Cardiovasc Toxicol*. 2007;7:101-7.
- Gibson NM, Greufe SE, Hydock DS, Hayward R. Doxorubicin-induced vascular dysfunction and its attenuation by exercise preconditioning. *J Cardiovasc Pharmacol*. 2013;62:355-60.
- Jensen BT, Lien CY, Hydock DS, Schneider CM, Hayward R. Exercise mitigates cardiac doxorubicin accumulation and preserves function in the rat. *J Cardiovasc Pharmacol*. 2013;62:263-9.
- Pedersen L, Idorn M, Olofsson GH, Lauenborg B, Nookaew I, Hansen RH, et al. Voluntary running suppresses tumor growth through epinephrine- and il-6-dependent nk cell mobilization and redistribution. *Cell Metab*. 2016;23:554-62.
- Adams J, Cline M, Reed M, Masters A, Ehlke K, Hartman J. Importance of resistance training for patients after a cardiac event. *Proc Bayl Univ Med Cent*. 2006;19:246-8.
- Seo DI, Kim E, Fahs CA, Rossow L, Young K, Ferguson SL, et al. Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *J Sports Sci Med*. 2012;11:221-5.
- Crozier Ghilarducci LE, Holly RG, Amsterdam EA. Effects of high resistance training in coronary artery disease. *Am J Cardiol*. 1989;64:866-70.
- Beniamini Y, Rubenstein JJ, Zaichkowsky LD, Crim MC. Effects of high-intensity strength training on quality-of-life parameters in cardiac rehabilitation patients. *Am J Cardiol*. 1997;80:841-6.
- Karlsen T, Helgerud J, Støylen A, Lautitsen N, Hoff J. Maximal strength training restores walking mechanical efficiency in heart patients. *Int J Sport Med*. 2009;30:337-42.
- Volaklis KA, Tokmakidis SP. Resistance Exercise training in patients with heart failure. *Sport Med*. 2005;35:1085-103.

53. World Health Organization. World recommendations on physical activity for health. 2010.
54. Winingham ML, MacVicar MG, Burke CA. Exercise for cancer patients: guidelines and precautions. *Phys Sportsmed*. 1986;14:125-34.
55. De Backer IC, Schep G, Backx FJ, Vreugdenhil G, Kuipers H. Resistance training in cancer survivors: A systematic review. *Int J Sport Med*. 2009;30:703-12.
56. Volaklis KA, Halle M, Meisinger C. Muscular strength as a strong predictor of mortality: A narrative review. *Eur J Intern Med*. 2015;26:303-10.
57. Strasser B, Steindorf K, Wiskemann J, Ulrich CM. Impact of resistance training in cancer survivors: A meta-analysis. *Med Sci Sport Exerc*. 2013;45:2080-90.
58. Serra MC, Ryan AS, Ortmeyer HK, Addison O, Goldberg AP. Resistance training reduces inflammation and fatigue and improves physical function in older breast cancer survivors. *Menopause*. 2018;25:211-6.
59. Giudice J, Taylor JM. Muscle as a paracrine and endocrine organ. *Curr Opin Pharmacol*. 2017;34:49-55.
60. Dethlefsen C, Pedersen KS, Hojman P. Every exercise bout matters: Linking systemic exercise responses to breast cancer control. *Breast Cancer Res Treat*. 2017;162:399-408.
61. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine – Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25:1-72.

Annex 1. List of 33 studies references included in the Narrative Review.

- MacVicar MG, Winingham ML, Nickel JL. Effects of aerobic interval training on cancer patient's functional capacity. *Nurs Res*. 1989;38(6):348-51.
- Segal R, Evans W, Johnson D, Smith J, Colletta S, Gayton J, et al. Structured exercise improves physical functioning in women with stages I and II breast cancer: Results of a randomized controlled trial. *J Clin Oncol*. 2001;19(3):657-65.
- Courneya KS, Segal RJ, Mackey JR, Gelmon K, Reid RD, Friedenreich CM, et al. Effects of aerobic and resistance exercise in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy: A multicenter randomized controlled trial. *J Clin Oncol*. 2007;25(28):4396-404.
- Courneya KS, Sellar CM, Stevinson C, McNeely ML, Peddle CJ, Friedenreich CM, et al. Randomized controlled trial of the effects of aerobic exercise on physical functioning and quality of life in lymphoma patients. *J Clin Oncol*. 2009;27(27):4605-12.
- Segal RJ, Reid RD, Courneya KS, Sigal RJ, Kenny GP, Prud'Homme DG, et al. Randomized controlled trial of resistance or aerobic exercise in men receiving radiation therapy for prostate cancer. *J Clin Oncol*. 2009;27(3):344-51.
- Courneya KS, McKenzie DJ, Mackey JR, Gelmon K, Friedenreich CM, Yasui Y, et al. Effects of exercise dose and type during breast cancer chemotherapy: Multicenter randomized trial. *J Natl Cancer Inst*. 2013;105(23):1821-32.
- Jones LW, Fels DR, West M, Allen JD, Broadwater G, Barry WT, et al. Modulation of circulating angiogenic factors and tumor biology by aerobic training in breast cancer patients receiving neoadjuvant chemotherapy. *Cancer Prev Res (Phila)*. 2013;6(9):925-37.
- Van Waart H, Stuijver MM, Van Harten WH, Geleijn J, Kieffer JM, Buffart LM, et al. Effect of low-intensity physical activity and moderate- to high-intensity physical exercise during adjuvant chemotherapy completion rates: Results of the paces randomized clinical trial. *J Clin Oncol*. 2015;33(17):1918-27.
- Scott JM, Nilsen TS, Gupta D, Jones LW. Exercise therapy and cardiovascular toxicity in cancer. *Circulation*. 2018;137(11):1176-1191.
- Kirkham AA, Shave RE, Bland KA, Bovard JM, Eves ND, Gelmon KA, et al. Protective effects of acute exercise prior to doxorubicin on cardiac function of breast cancer patients: A proof of concept RCT. *Int J Cardiol*. 2017;245:263-270.
- Courneya KS, Mackey JR, Bell GJ, Jones LW, Field CJ, Fairey AS. Randomized controlled trial of exercise training in postmenopausal breast cancer survivors: Cardiopulmonary and quality of life outcomes. *J Clin Oncol*. 2003;21(9):1660-8.
- Thorsen L, Skovlund E, Stromme SB, Hornslien K, Dahl AA, Fossa SD. Effectiveness of physical activity on cardiorespiratory fitness and health-related quality of life in young and middle-aged cancer patients shortly after chemotherapy. *J Clin Oncol*. 2005;23(10):2378-88.
- Pinto BM, Papandonatos GD, Goldstein MG, Marcus BH, Farrell N. Home-based physical activity intervention for colorectal cancer survivors. *Psychooncology*. 2013;22(1):54-64.
- Jones LW, Douglas PS, Khouri MG, Mackey JR, Wojdyla D, Kraus WE, et al. Safety and efficacy of aerobic training in patients with cancer who have heart failure: An analysis of the hf-action randomized trial. *J Clin Oncol*. 2014;32(23):2496-502.
- Jones LW, Hornsby WE, Freedland SJ, Lane A, West MJ, Moul JW, et al. Effects of nonlinear aerobic training on erectile dysfunction and cardiovascular function following radical prostatectomy for clinically localized prostate cancer. *Eur Urol*. 2014;65(5):852-5.
- Rogers LQ, Courneya KS, Anton PM, Hopkins-Price P, Verhulst S, Vicari SK, et al. Effects of the BEAT cancer physical activity behavior change intervention on physical activity, aerobic fitness, and quality of life in breast cancer survivors: A multicenter randomized controlled trial. *Breast Cancer Res Treat*. 2015;149(1):109-19.
- Adams SC, Delorey DS, Davenport MH, Stickland MK, Fairey AS, North S, et al. Effects of high-intensity aerobic interval training on cardiovascular disease risk in testicular cancer survivors: A phase 2 randomized controlled trial. *Cancer*. 2017;123(20):4057-4065.
- Haykowsky MJ, Mackey JR, Thompson RB, Jones LW, Paterson DI. Adjuvant trastuzumab induces ventricular remodeling despite aerobic exercise training. *Clin Cancer Res*. 2009;15(15):4963-7.
- Hornsby WE, Douglas PS, West MJ, Kenjale AA, Lane AR, Schwitzer ER, et al. Safety and efficacy of aerobic training in operable breast cancer patients receiving neoadjuvant chemotherapy: A phase II randomized trial. *Acta Oncol*. 2014;53(1):65-74.
- Kim CJ, Kang DH, Smith BA, Landers KA. Cardiopulmonary responses and adherence to exercise in women newly diagnosed with breast cancer undergoing adjuvant therapy. *Cancer Nurs*. 2006;29(2):156-65.
- Brdaeski Z, Djurovic A, Susnjari S, Zivotic-Vanovic M, Ristic A, Konstantinovic L, et al. Effects of a short-term differently dosed aerobic exercise on maximum aerobic capacity in breast cancer survivors: A pilot study. *Vojnosanit Pregl*. 2012;69(3):237-42.
- Dolan LB, Gelmon K, Courneya KS, Mackey JR, Segal RJ, Lane K, et al. Hemoglobin and aerobic fitness changes with supervised exercise training in breast cancer patients receiving chemotherapy. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2010;19(11):2826-32.
- Herrero F, San Juan AF, Fleck SJ, Balmer J, Pérez M, Cañete S, et al. Combined aerobic and resistance training in breast cancer survivors: A randomized, controlled pilot trial. *Int J Sports Med*. 2006;27(7):573-80.
- Herrero F, San Juan AF, Fleck SJ, Foster C, Lucía A. Effects of detraining on the functional capacity of previously trained breast cancer survivors. *Int J Sports Med*. 2007;28(3):257-64.
- Hsieh CC, Sprod LK, Hydock DS, Carter SD, Hayward R, Schneider CM. Effects of a supervised exercise intervention on recovery from treatment regimens in breast cancer survivors. *Oncol Nurs Forum*. 2008;35(6):909-15.
- Hutnick NA, Williams NI, Kraemer WJ, Orsega-Smith E, Dixon RH, Bleznak AD, et al. Exercise and lymphocyte activation following chemotherapy for breast cancer. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(11):1827-35.
- Kolden GG, Strauman TJ, Ward A, Kuta J, Woods TE, Schneider KL, et al. A pilot study of group exercise training (GET) for women with primary breast cancer: Feasibility and Health benefits. *Psychooncology*. 2002;11(5):447-56.
- Ligibel JA, Partridge A, Giobbie-Hurder A, Campbell N, Shockro L, Salinardi T, et al. Physical and psychological outcomes among women in a telephone-based exercise intervention during adjuvant therapy for early stage breast cancer. *J Womens Health (Larchmt)*. 2010;19(8):1553-9.
- Musanti R. A study of exercise modality and physical self-esteem in breast cancer survivors. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(2):352-61.
- Rahnama N, Nouri R, Rahmaniya F, Damirchi A, Emami H. The effects of exercise training on maximum aerobic capacity, resting heart rate, blood pressure and anthropometric variables of postmenopausal women with breast cancer. *J Res Med Sci*. 2010;15(2):78-83.
- Rogers LQ, Hopkins-Price P, Vicari S, Pamentier R, Courneya KS, Markwell S, et al. A randomized trial to increase physical activity in breast cancer survivors. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(4):935-46.
- Schneider CM, Hsieh CC, Sprod LK, Carter SD, Hayward R. Effects of supervised exercise training on cardiopulmonary function and fatigue in breast cancer survivors during and after treatment. *Cancer*. 2007;110(4):918-25.
- Vincent F, Labourey JL, Leobon S, Antonini NT, Lavau-Denes S, Tubiana-Mathieu N. Effects of a home-based walking training program in cardiorespiratory fitness in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy: A pilot study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2013;49(3):319-29.



Sociedad Española de Medicina del Deporte



UNIVERSIDAD CATÓLICA
SAN ANTONIO



XVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE

UNIVERSIDAD, CIENCIA Y MEDICINA AL SERVICIO DEL DEPORTE



Nueva fecha
25-27 de noviembre de 2021

UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA (UCAM)
26-28 DE NOVIEMBRE DE 2020

UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA
CAMPUS DE LOS JERÓNIMOS, GUADALUPE 30107
(MURCIA) - ESPAÑA

XVIII Congreso Internacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

Fecha

25-27 de Noviembre de 2021

Lugar

Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM)
Campus de los Jerónimos
30107 Guadalupe (Murcia)
Página web: <https://www.ucam.edu/>

Secretaría Científica

Sociedad Española de Medicina del Deporte
Dirección: C/ Cánovas nº 7, bajo
50004 Zaragoza
Teléfono: +34 976 02 45 09
Correo electrónico: congresos@femede.es
Página web: <http://www.femede.es/congresomurcia2020>

Secretaría Técnica

Viajes El Corte Inglés S.A.
División Eventos Deportivos
C/ Tarifa, nº 8. 41002 Sevilla
Teléfono: + 34 954 50 66 23
Correo electrónico: areaeventos@viajeseeci.es
Personas de contacto: Marisa Sirodey y Silvia Herreros

SESIONES PLENARIAS Y PONENCIAS OFICIALES

- Síndrome compartimental en el deporte.
- Síndrome compartimental en el deporte.
- Aplicación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca al entrenamiento deportivo.
- Sistemas complejos y deportes de equipo.
- Respuestas fisiológicas y patológicas de la frecuencia cardíaca y de la tensión arterial en la ergometría.
- Sistemas de sponsorización deportiva
- Medicina biológica. Células madre.
- Entrenamiento en deportistas de superélite.

Idioma oficial

El lenguaje oficial del Congreso es el español.
Traducción simultánea de sesiones plenarias y ponencias.

Agenda

2020		
2nd China International Sports Health Exhibition 2020	28-30 Abril Beijín (China)	web: www.sportandhealth.com.cn
II Congreso Internacional de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Psicología de la Actividad Física y del Deporte (SOLCPAD)	7-9 Mayo Córdoba (Argentina)	web: www.solcpad.com
I Congreso Internacional Online Ortobiología. Medicina Regenerativa Musculo-esquelética	8-13 Junio Online	web: www.ortobiologia.com
25th Annual Congress of the European College of Sport Science	1-4 Julio Sevilla	E-mail: office@sport-science.org
32nd FIEP World Congress / 12th International Seminar for Physical Education Teachers /15th FIEP European Congress	2-8 Agosto Jyväskylä (Finlandia)	Información: Branislav Antala E-mail: antala@fsport.uniba.sk
2020 Yokohama Sport Conference	8-12 Septiembre Yokohama (Japón)	web http://yokohama2020.jp/overview.html
International Congress of Dietetics	15-18 Septiembre Cape Town (Sudáfrica)	web: http://www.icda2020.com/
XXXVI Congreso Mundial de Medicina del Deporte	24-27 Septiembre Atenas (Grecia)	www.globalevents.gr
VIII Congreso HISPAMEF	15-17 Octubre Cartagena de Indias (Colombia)	web: http://hispacef.com/viii-congreso-hispacef-15-17-de-2020/
XXIX Isokinetic Medical Group Conference: Football Medicine	24-26 Octubre Lyon (Francia)	web: www.footballmedicinestrategies.com
26th TAFISA World Congress	13-17 Noviembre Tokyo (Japón)	web: www.icsspe.org/sites/default/files/e9_TAFISA%20World%20Congress%202019_Flyer.pdf
2021		
Congreso Mundial de Psicología del Deporte	1-5 Julio Taipei (Taiwan)	web: https://www.issponline.org/index.php/events/next-world-congress
26th Annual Congress of the European College of Sport Science	7-10 Julio Glasgow (Reino Unido)	E-mail: office@sport-science.org
22nd International Congress of Nutrition (ICN)	14-19 Septiembre Tokyo (Japón)	web: http://icn2021.org/
European Federation of Sports Medicine Associations (EFSMA) Conference 2021	28-30 Octubre Budapest (Hungria)	web: http://efsma.eu/
Congreso Mundial de Podología	Barcelona	web: www.fip-ifp.org
XVIII Congreso Internacional SEMED-FEMEDE	25-27 Noviembre Murcia	web: www.femede.es
2022		
8th IWG World Conference on Women and Sport	5-8 Mayo Auckland (N. Zelanda)	web: http://iwgwomenandsport.org/world-conference/
XXXVII Congreso Mundial de Medicina del Deporte FIMS	Septiembre Guadalajara (México)	web: www.femede.com.mx

Cursos on-line SEMED-FEMEDE

Curso "ANTROPOMETRÍA PARA TITULADOS EN CIENCIAS DEL DEPORTE. ASPECTOS TEÓRICOS"

Curso dirigido a los titulados en Ciencias del Deporte destinado a facilitar a los alumnos del curso los conocimientos necesarios para conocer los fundamentos de la antropometría (puntos anatómicos de referencia, material antropométrico, protocolo de medición, error de medición, composición corporal, somatotipo, proporcionalidad) y la relación entre la antropometría, la salud y el rendimiento deportivo.

Curso "ANTROPOMETRÍA PARA SANITARIOS. ASPECTOS TEÓRICOS"

Curso dirigido a sanitarios destinado a facilitar los conocimientos necesarios para conocer los fundamentos de la antropometría (puntos anatómicos de referencia, material antropométrico, protocolo de medición, error de medición, composición corporal, somatotipo, proporcionalidad) y la relación entre la antropometría y la salud.

Curso "PREVENCIÓN DEL DOPAJE PARA MÉDICOS"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar os conocimientos específicos sobre el dopaje, sobre las sustancias y métodos de dopaje, sus efectos, sus consecuencias, saber el riesgo que corren los deportistas en caso de que se les detecten esas sustancias, cómo pueden utilizar la medicación que está prohibida y conocer las estrategias de prevención del dopaje.

Curso "PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO PARA PACIENTES CRÓNICOS"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos sobre los riesgos ligados al sedentarismo y las patologías crónicas que se benefician del ejercicio físico, los conceptos básicos sobre el ejercicio físico relacionado con la salud, el diagnóstico y evaluación como base para la prescripción del ejercicio físico, los principios de la prescripción del ejercicio físico, además de describir las evidencias científicas sobre los efectos beneficiosos y útiles del ejercicio físico.

Curso "ENTRENAMIENTO, RENDIMIENTO, PREVENCIÓN Y PATOLOGÍA DEL CICLISMO"

Curso dirigido a los titulados de las diferentes profesiones sanitarias y a los titulados en ciencias de la actividad física y el deporte, destinado al conocimiento de las prestaciones y rendimiento del deportista, para que cumpla con sus expectativas competitivas y de prolongación de su práctica deportiva, y para que la práctica deportiva minimice las consecuencias que puede tener para su salud, tanto desde el punto de vista médico como lesional.

Curso "FISIOLOGÍA Y VALORACIÓN FUNCIONAL EN EL CICLISMO"

Curso dirigido a los titulados de las diferentes profesiones sanitarias y a los titulados en ciencias de la actividad física y el deporte, destinado al conocimiento profundo de los aspectos fisiológicos y de valoración funcional del ciclismo.

Curso "CARDIOLOGÍA DEL DEPORTE"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos para el estudio del sistema cardiocirculatorio desde el punto de vista de la actividad física y deportiva, para diagnosticar los problemas cardiovasculares que pueden afectar al deportista, conocer la aptitud cardiológica para la práctica deportiva, realizar la prescripción de ejercicio y conocer y diagnosticar las enfermedades cardiovasculares susceptibles de provocar la muerte súbita del deportista y prevenir su aparición.

Curso "ELECTROCARDIOGRAFÍA PARA MEDICINA DEL DEPORTE"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos para el estudio del sistema cardiocirculatorio desde el punto de vista del electrocardiograma (ECG).

Curso "AYUDAS ERGOGÉNICAS"

Curso abierto a todos los interesados en el tema que quieren conocer las ayudas ergogénicas y su utilización en el deporte.

Curso "ALIMENTACIÓN, NUTRICIÓN E HIDRATACIÓN EN EL DEPORTE"

Curso dirigido a médicos destinado a facilitar al médico relacionado con la actividad física y el deporte la formación precisa para conocer los elementos necesarios para la obtención de los elementos energéticos necesarios para el esfuerzo físico y para prescribir una adecuada alimentación del deportista.

Curso "ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL DEPORTE"

Curso dirigido a los titulados de las diferentes profesiones sanitarias (existe un curso específico para médicos) y para los titulados en ciencias de la actividad física y el deporte, dirigido a facilitar a los profesionales relacionados con la actividad física y el deporte la formación precisa para conocer los elementos necesarios para la obtención de los elementos energéticos necesarios para el esfuerzo físico y para conocer la adecuada alimentación del deportista.

Curso "ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL DEPORTE" Para Diplomados y Graduados en Enfermería.

Curso dirigido a facilitar a los Diplomados y Graduados en Enfermería la formación precisa para conocer los elementos necesarios para la obtención de los elementos energéticos necesarios para el esfuerzo físico y para conocer la adecuada alimentación del deportista.

Más información:
www.femede.es

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: Balius 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 0501/2004).
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 2020

Nombre Apellidos DNI

Calle Nº 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 Nº

Población Provincia C.P.

Firma titular	
Fecha	

El ruego cargue anualmente en mi cuenta Nº

_ _ _	_ _ _	_	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
Entidad	Oficina	D.C.	Nº 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 nº 7, bajo. 50004 Zaragoza Teléfono: 976 02 45 09

Hoja de suscripción a Archivos de Medicina del Deporte 2020

- Importe suscripción (Dto. librerías 20%)**
- 100€ España (IVA incluido) 150€ Ultramar por barco Deseo recibir un ejemplar de muestra sin cargo
- 110€ Europa 200€ Ultramar aéreo
- Para suscripciones institucionales consultar precios

Dirección de envío

Nombre Apellidos DNI

Calle Nº Piso C.P.

Población Provincia País

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

Forma de pago

- Adjunto cheque nº a nombre de Esmon Publicidad por euros.
- Transferencia bancaria Domiciliación bancaria

Titular DNI

Firma titular	
Fecha	

_ _ _	_ _ _	_	_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
Entidad	Oficina	D.C.	Nº 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 2º. 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.



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



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA