

ACTIVIDAD FÍSICA Y

# DEPORTE

Medio de comunicación de los profesionales y estudiantes de la actividad física y el deporte



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
APLICADAS Y AMBIENTALES

Facultad de Ciencias  
de la Salud

Publicación Oficial de la  
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.  
Bogotá, D.C. - Colombia  
Julio - Diciembre 2017

REVISTA DIGITAL:  
**ACTIVIDAD FÍSICA  
Y DEPORTE**

---

COMITÉ DE PUBLICACIONES

---

GERMÁN ANZOLA MONTERO Rector	NÉSTOR ORDÓÑEZ SAAVEDRA Director de Ciencias del Deporte
JUAN PABLO PARRA ROJAS Vicerrector de Proyección Social	DIEGO ALONSO SÁNCHEZ RODRÍGUEZ Delegado de Docentes
ÁLVARO JOSÉ GRACIA DÍAZ Editor	LUCAS BENJAMÍN STUKY Delegado Estudiantes Último Semestre
NORELLA CASTRO ROJAS Coordinadora de Oficina de Publicaciones	

---

COMITÉ EDITORIAL

---

ÁLVARO JOSÉ GRACIA DÍAZ Dr. (Ph.D.): En Pedagogía y Didáctica de la Educación Física en Kiev (Ucrania).	DANIEL OLIVEROS WILCHES Dr. (Ph.D): En Ciencias del Deporte y Actividad Física en León (España).
YUBISAY NOIRALY MEJÍAS PEÑA Dra. (Ph.D.): En Ciencias de la Actividad Física y el Deporte en León (España).	YENIS GONZÁLEZ DE LOS REYES Dra. (Ph.D): En Ciencias del Deporte y Actividad Física en León (España).
JAIRO ALEJANDRO FERNÁNDEZ Dr. (Ph.D): En Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.	

---

COMITÉ CIENTÍFICO

---

SANTIAGO RAMOS Universidad de Caldas.	DANIEL OLIVEROS WILCHES Universidad U.D.C.A.
MISAEEL RIVERA Universidad del Valle.	NELSON CASTILLO HERNÁNDEZ Universidad de Chile
ALEX BRANCO FRAGA Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Brasil	WANDERLEY MARCHI JUNIOR Universidad Federal do Paraná, Brasil

*Categorías para la elaboración de artículos: 1. Artículos Científicos y de Desarrollo Tecnológico, 2. Artículos de Revisión, 3. Artículos de reflexiones Originales, 4. Reportes de Caso y Nota Técnica. Con las temáticas: 1. Entrenamiento deportivo, 2. Administración deportiva y 3. Actividad Física.*

*Los artículos publicados en la Revista del programa: Ciencias del Deporte de la Facultad de Ciencias de la Salud de divulgación científica son responsabilidad exclusiva de los autores.*

*Ninguna publicación, nacional o extranjera podrá reproducir ni traducir sus artículos o sus resúmenes, sin previa autorización escrita del editor. Los Interesados en poseer un impreso puede solicitarlo al autor, cuya dirección aparece en el pie del artículo.*



# REVISTA DIGITAL: ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE.

PROGRAMA CIENCIAS DEL DEPORTE.

## **PRESENTACIÓN, MISIÓN, VISIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PÚBLICO AL QUE SE DIRIGE LA REVISTA DIGITAL: ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE.**

---

La revista digital: Actividad Física y Deporte, es una publicación semestral del Programa Ciencias del Deporte de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A.), que se edita a partir del primer período académico de 2015. La revista es un medio para la publicación de la producción académica de los estudiantes (con la asesoría de sus tutores-maestros) y de los profesores del programa.

La revista digital: Actividad Física y Deporte se propone fortalecer el reconocimiento del Programa de Ciencias del Deporte, ante la comunidad deportiva nacional e internacional, por el rigor académico de sus publicaciones que demuestran su alto nivel de responsabilidad y compromiso en el cumplimiento de sus propósitos, objetivos y metas, a través de los excelentes resultados alcanzados mediante la investigación, docencia y extensión.

La revista digital: Actividad Física y Deporte se proyecta como un medio para socializar los resultados de las investigaciones adelantadas por estudiantes y maestros, desde sus espacios de encuentro académico, con la finalidad de contribuir a la solución de problemas de la administración, del deporte y la actividad física, mediante el diseño y ejecución de políticas, planes, programas y proyectos en el campo del deporte.

La revista digital: Actividad Física y Deporte busca aportar de manera significativa a la cualificación de los procesos de entrenamiento deportivo mediante el desarrollo de las Ciencias Aplicadas al deporte, en los procesos iniciación, formación, especialización, perfeccionamiento, rendimiento y maestría deportiva. Además, se quiere argumentar mediante las publicaciones, que la masificación del deporte es fundamental, porque es un medio privilegiado para la prevención de problemas sociales, culturales, políticos, económicos y de salud.

### **ÁLVARO JOSÉ GRACIA DÍAZ**

Editor de la Revista Digital: ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE.

---

"Con las piedras que con duro intento los críticos te lanzan, bien puedes erigirte un monumento" (Immanuel Kant, filósofo alemán, 1724-1804).

## EDITORIAL

Teniendo en cuenta, la actualidad que vivimos, en un mundo invadido por la corrupción política y por otra parte; el dopaje en el deporte, facilitan argumentos significativos para la elaboración de este editorial. Los factores que afectan el olimpismo, como una filosofía de vida que incorpora la responsabilidad social y el respeto por los principios éticos fundamentales, por tal razón, se debe tener presente la legitimidad como principio de gobernanza en todas las organizaciones deportivas (Ordóñez, N., 2017), que interpreta que debe ser analizada desde los valores de las organizaciones deportivas, tanto del sector asociado como del privado. Por tal razón, se considera pertinente precisar las formas de legitimidad, por lo tanto, hay que plantear alternativas de solución en favor del olimpismo y de la práctica de los deportes (International Olympic Academy, 14th international session for presidents or directors of national olympic academies. Olympia, Greece).

Se puede contextualizar la gobernanza como una acción orientadora, enmarcada en una actitud de posturas de honestidad, que armoniza con principios, que favorecen una adecuada y pertinente gobernanza, que corresponda a factores como: Equidad, igualdad, transparencia, eficacia, eficiencia, efectividad, celeridad, buena fe, publicidad, responsabilidad social, coherencia y congruencia (Ordóñez, N., 2017). Ante tal planteamiento, las tareas a implementar y desarrollar, corresponden a establecer unos objetivos mutuos, para poder producir unos resultados que en ningún momento deben atentar contra la integridad y la dignidad del ser humano, ni tampoco que vayan en dirección contraria al juego limpio y el Olimpismo.

En algunos éxitos deportivos, pueden estar presentes actos de corrupción, estrechamente correlacionados con hechos reprochables como el dopaje, la violencia, la discriminación, el arreglo de resultados, la compra de votos, sedes y partidos, la imposición de patrocinadores, la especialización temprana en niños, la contaminación ambiental y el derroche de recursos públicos y privados (Ordóñez, N., 2017). Además, en los procesos electorales, aún existen lúgubres y lamentables prácticas como: La compra de votos, la perpetuidad en el poder, el nepotismo, entre otros.

El Dr. Germán Anzola Montero, en la publicación de la Revista Olímpica No. 53 de 2017, plantea que: Formar dirigentes deportivos: Es un gran desafío para la universidad y escribe la siguiente premisa: En el proceso de formación de un profesional universitario intervienen necesariamente dos actores y dos elementos, así; estudiantes y profesores y currículo y ambiente de aprendizaje. De lo que surgen dos preguntas: 1.- ¿Cuál debe ser el perfil de ingreso de este futuro dirigente deportivo? y 2.- ¿Dónde y cómo formar un dirigente deportivo?

La conclusión que se plantea es: Colombia necesita dirigentes deportivos con formación universitaria, con apropiación del conocimiento de las Ciencias del Deporte, en coherencia con los procesos de gestión del deporte y la preparación física deportiva, con formación de habilidades gerenciales, siendo fiel a los principios de ética y del olimpismo, con filosofía de vida y siendo un ejemplo para la sociedad.

**ÁLVARO JOSÉ GRACIA DÍAZ**

Editor

# TABLA DE CONTENIDOS

## Artículos de investigación científica y tecnológica.

---

PERFIL DE LAS CARACTERÍSTICAS DERMATOGLÍFICAS DACTILARES, DE COMPOSICIÓN CULTURAL Y DEL NIVEL DE FUERZA EXPLOSIVA DE ATLETAS DE SEMIFONDO. 5

Diego Alonso Sánchez Rodríguez y Alonso Rodríguez Buitrago.

ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE LA EVOLUCIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA POTENCIA EN EL TREN INFERIOR. 16

Hernán Darío Valero y Jorge Mario Suárez Muñoz.

## Artículos de Revisión.

---

LA LEUCINA EN EL DESEMPEÑO DEPORTIVO: EJERCICIOS AERÓBICOS Y ANAERÓBICOS. 34

*Yudi Alexandra González Álvarez y Yubisay Noiraly Mejías.*

ADAPTACIONES AL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EN ADULTOS MAYORES UNA REVISIÓN SISTE MÁTICA. 48

*Diana Carolina Bustos Rodríguez y Yubisay Noiraly Mejías.*

DOPAJE EN EL CICLISMO: MÉTODOS, SUSTANCIAS Y CONTROLES. UNA MIRADA ACTUAL. 60

*Hernán Andrés Arévalo y Yubisay Noiraly Mejías.*

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON LOS EFECTOS DE LAS RESPUESTAS AGUDAS DEL EJERCICIO AERÓBICO EN EL ENTRENAMIENTO DE TIRO DEPORTIVO. 77

*Iván Camilo López Gasca.*

LA FATIGA, TIPOS, CAUSAS Y EFECTOS. 87

*Jorge Enrique Moreno Quinchanequa.*

## Artículos de Reflexiones Originales.

---

EXIGENCIA COMPETITIVA EN FÚTBOL Y JUEGOS REDUCIDOS. 96

*Diego Andrés Rada y Yubisay Noiraly Mejías.*

ENTRENAMIENTO DEL CAPOEIRA EN NIÑOS Y JÓVENES COMO HERRAMIENTA PARA DESARROLLAR CAPACIDADES COGNITIVAS, FÍSICAS Y SOCIALES. 105

*Nubia Érica Cárdenas Rodríguez y Daniel Oliveros Wilches.*

ÁRBITROS DE LA REVISTA 118

ORIENTACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS. 119



# PERFIL DE LAS CARACTERÍSTICA DERMATOGLIFIAS DACTILARES, DE COMPOSICIÓN CORPORAL Y DEL NIVEL DE FUERZA EXPLOSIVA DE ATLETAS DE SEMIFONDO.

CHARACTERISTICS PROFILE OF FINGERPRINTS DERMATOGLYPHICS, BODY COMPOSITION AND POWER LEVEL IN DISTANCE RUNNERS

## **Diego Alonso Sánchez Rodríguez.**

*Licenciado en educación física por la Universidad Pedagógica Nacional. Master en metodología del Entrenamiento deportivo por la universidad de la cultura física y del deporte ISCF, Cuba.*

*Docente- Investigador, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, U.D.C.A.*

*E-Mail: disanchez@udca.edu.co*

## **Alonso Rodríguez Buitrago**

*Profesional en Ciencias del Deporte. Magister en Pedagogía de la Cultura Física. Especialista en Biometodología del Entrenamiento Deportivo.*

*Docente- Investigador, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, U.D.C.A.*

*Director Especialización en Entrenamiento Deportivo, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, UDCA.*

*E-Mail: alonsor@udca.edu.co*

nacional e internacional, dividido por sexo. La determinación de la genética externa (dermatoglífa dactilar) se efectuó con el protocolo de Cummins – Midhlo. Para la determinación de la composición corporal se empleó el método de Roos y Gimaraes (6 pliegues Yuhaz) identificando un somatotipo antropométrico establecido por el modelo Hearsh- Carter. En la determinación del nivel de fuerza explosiva del tren inferior su valoración fue realizada por el Test de Abalakov en plataforma de salto electrónica (Axon modelo T). Dicho análisis, permitió clasificar y orientar los perfiles dermatoglíficos dactilares, composición corporal y nivel de potencia para las especialidades del atletismo (medio fondo). Uno de los resultados encontrados con esta investigación permite evidenciar la escasa cobertura y desarrollo de este deporte en Bogotá, D.C., así como el nivel de preparación de los deportistas evaluados, se concluye que no es posible generalizar los datos hasta no realizar mediciones con muestras más amplias, cabe anotar que de este estudio inicial, se han perfeccionado protocolos y parámetros para futuros estudios.

**Palabras Clave:** selección del talento, marcadores genéticos externos, atletismo.

## RESUMEN

---

La determinación de las características dermatoglíficas dactilares, la composición corporal y el nivel de potencia en atletas Bogotanos, se convierten en un importante factor como medio para la orientación de las reservas deportivas y el talento del deporte, en la presente investigación, dirigida al atletismo. La muestra estuvo constituida por un total de 27 deportistas, de nivel distrital,

## ABSTRACT

---

The determination of the characteristics dermatoglyphic fingerprints, body composition and power in athletes Bogotano, become an important factor as a means of targeting sports bookings and talent of sport, in this research, led to athletics . The sample consisted of a total of 27 athletes, at district, national and international, divided by sex. The genetic determination of external (fingerprint dermatoglyphics) was performed using the protocol Cummins - Midhlo. For determination of body composition method was used and Gimaraes Roos, (6 folds Yuhaz) anthropometric somatotype throwing a model established by the Hearth-Carter. In determining the level of the lower explosive force their assessment was performed by the test platform jump Abalakov in electronic (Axon Model T). This analysis allowed the classification and guide dermatoglyphics fingerprinting profiles, body composition and explosive strength level for the specialties of athletics (middle distance and background). One of the findings from this research makes evident the low coverage and development of the sport in Bogota, as well as the preparedness of the athletes tested, it is concluded that it is not possible to generalize the data until no measurements with larger samples, should be noted that this initial study protocols have been developed and parameters for future studies.

**Key Words:** selection of talented, external genetic markers, athletics.

## INTRODUCCIÓN

---

El impacto de este trabajo radica en identificar y establecer la clasificación de las características genéticas externas de los deportistas (dermatoglífa dactilar), corroborado con lo condicional y el somatotipo, para establecer a futuro un perfil como elemento seleccionador y orientador de la reservas deportivas.

Los requerimientos del deporte contemporáneo demanda, la escogencia de los mejores individuos y de una adecuada preparación, es así, como se ha identificado la necesidad de detectar y seleccionar a estos individuos con métodos científicos, empleando recursos tecnológicos disponibles y alcanzables, que permitan hallar ciertas características físicas, psicológicas y genéticas ideales, para que al deportista se oriente y pueda desempeñarse con la mayor eficiencia según las demandas de cada deporte.

En este sentido Fernandes (2012) defiende que la utilización del conocimiento previo de las capacidades y tendencias genéticas, junto con la contribución fenotípica, puede aportar significativamente, no sólo a la determinación del talento, sino también, a su desarrollo. Por ello, el principal objetivo de la detección del talento es reconocer y seleccionar a los atletas que tienen mayor capacidad para un determinado deporte.

Por tanto, esta investigación tuvo como objetivo determinar el perfil dermatoglífico dactilar, y el somatotipo de corredores de semifondo , lo que hará parte de un modelo inicial que será referencia, para adelantar procesos de detección y selección de talentos deportivos en esta modalidad.

Las exigencias propias del sistema deportivo contemporáneo, han modificado, las estructuras en la preparación del deportista, dando un valor relevante a los procesos de predicción del talento deportivo y la orientación de dichas reservas. Problemática identificada y desarrollada, en un principio, por países de Europa del este a finales del siglo XX, quienes hicieron los hallazgos más relevantes sobre el tema (Leyva, 2003), en Suramérica aparece Brasil como el país abanderado, generando resultados deportivos notorios en el contexto internacional. Es por esta razón, que surge una gran necesidad de optimizar y racionalizar los recursos que el estado invierte en la preparación de sus deportistas, combatir de forma real, el uso indiscriminado y peligroso de sustancias dopantes, que mejoren el rendimiento es, entonces, la selección deportiva el mecanismo ideal para garantizar la presencia de los mejores dotados que soportarán los rigores de las altas cargas de entrenamiento y competencias propias de la modernidad contemporánea (Leiva, 2010).

Es, por esta razón, que la importancia e impacto de esta investigación radica en identificar los procesos de predicción y orientación de las reservas del atletismo colombiano y establecer la clasificación de las características genéticas externas de los deportistas (dermatoglífa dactilar), corroborado con los aspectos condicionales y de somatotipo, que permitan establecer a futuro, un perfil genético y condicional que sirva como elemento seleccionador y orientador de dichas reservas deportivas. Vale la pena destacar los logros alcanzados por los deportistas colombianos en los últimos juegos olímpicos realizados en Río en el año 2016, para afianzar y fortalecer el desarrollo de investigaciones de este tipo que

garanticen la continuidad y el aumento del nivel deportivo demostrado en dichas justas internacionales.

El atletismo considerado para muchos como el deporte rey por ser el más antiguo en su práctica y se ha convertido en la base de muchos deportes, está constituido por una serie de habilidades y destrezas básicas originados en los movimientos del ser humano como marchar, saltar, lanzar y correr.

Según la Federación Internacional de Atletismo (IAAF, 2012) este deporte está dividido en áreas que corresponden a: carreras, marcha, saltos y lanzamientos. En otra clasificación se plantea áreas de velocidad, semifondo, fondo, saltos (pruebas de pista), lanzamientos y saltos (pruebas de campo).

Las pruebas de semifondo y fondo hacen referencia a una serie de pruebas, donde la resistencia juega un papel determinante al momento de calificar los resultados. Debido a que el atletismo es un conjunto de variadas prácticas deportivas o ejercicios físicos basados en movimiento fundamentales como correr, saltar, lanzar, marchar y girar.

Se observa una variación en la composición corporal y somatotipo de cada deportista, dependiendo la especialidad por tanto se exponen claramente la necesidad de realizar dichas evaluaciones, como medio para detectar y seleccionar talentos deportivos en estas especialidades, que requieren de características somatotípicas ideales para hacer eficiente y óptimo el desempeño de los atletas en las diferentes pruebas.

Un estudio realizado a deportistas de semifondo y fondo. Sánchez y Cols. (2003) demostró que en corredores masculinos, el peso corporal se encuentra entre (54,49 y 62,70 Kg) y tallas de (177,71 y 176,08 Cm) y en



mujeres pesos de (54,49 y 53, 66 Kg) y tallas de (165.40 y 163.32 cm), los valores obtenidos en cada uno de los estudios demostró que los hombres, presentan un somatotipo meso-ectomorfo. En el caso de las mujeres, un somatotipo central (proporcionalidad corporal).

Al tratar de definir El Talento tan empleado en el argot deportivo es una tarea compleja, Hann (1988) refiere como: "la disposición por encima de lo normal de poder y querer realizar unos rendimientos elevados en el campo del deporte". Otros autores abarcan el tema con un proceso definido como detección de talentos considerando: "Una predicción a largo plazo en cuanto a las posibilidades que puede tener un individuo de desarrollar sus capacidades y presentar atributos necesarios para alcanzar un rendimiento óptimo en un deporte determinado", Salmera y Reignier (1983).

Es así, como se evidencian dos procesos para la detección de talentos, uno de forma natural, que está enmarcado por la observación en la evolución y rendimiento de estos jóvenes deportistas y el segundo guiado por el método científico, que permite realizar una predicción de las capacidades y/o cualidades que posee el deportista y que son transmitidas de forma genética por sus progenitores.

Los resultados deportivos obtenidos por algunos países catalogados como élites a nivel internacional, han cimentado sus procesos de rendimiento en modelos científicos, en la detección y orientación de sus reservas deportivas, empleando para ello, la genética externa como medio para obtener información única, perenne e inmodificable de las características de sus deportistas (Leiva, 2010).

La aproximación a un proceso de rendimiento se condiciona por variados

factores internos como externos, por tanto observamos que los factores están determinados por la heredabilidad de carácter individual (Minuesa Ferrero y Cols., 2011), se hace necesario entonces, determinar las características modelo de cada especialidad deportiva, la aplicación de marcadores genéticos al deporte hace parte de un proceso que intenta identificar talentos de manera económica y con el control de variables que permitan minimizar errores de la selección, por tanto, en el ámbito del entrenamiento se pone de manifiesto la aplicación de modelos genéticos al entrenamiento, donde el conocimiento de estas características permite la individualización del proceso y la orientación eficaz hacia una modalidad deportiva.

En teoría, la posibilidad de determinar las características genéticas hace parte de un modelo de entrenamiento moderno, porque la aplicación de test deportivos, físicos y generales, han de ser complementados con este tipo de orientaciones. La identificación de marcadores internos y externos hace parte de un conocimiento científico particular al proceso de rendimiento, por tanto, encontramos polimorfismos genéticos asociados a rasgos fenotípicos del rendimiento físico (fuerza,  $VO_2$  máx., entre otros), asociado a adaptaciones del ambiente desde lo étnico y geográfico, genes asociado a diferentes adaptaciones encontramos ACTN3, ECA, HFE, AGT, CMM, entre otros, (Minuesa, Ferrero y Cols., 2011). No obstante este tipo de estudios demanda diferentes esfuerzos de especialistas altamente calificados.

En cuanto a marcadores genéticos externos para el rendimiento encontramos la talla, las proporciones corporales y la dermatoglifia.

Entendemos como dermatoglia dactilar, consiste en la validación de las impresiones digitales encontradas en los diez dedos de la mano del individuo se trata de un procedimiento capaz de identificar lagunas características genéticas externas del individuo, para determinar la predisposición en cuanto a las cualidades físicas inherentes al mismo (Toledo y Cols., 2008)

En estudios realizados en torno las modalidades deportivas por primera vez se ha demostrado que una variedad de deportes difieren en la expresión de dedo características dermatoglifos, y estas diferencias no son aleatorias. Abramova, T. y cols. (2007), nos hacen referencia a que las tendencias de las distintas expresiones dactilares aparecen en las diferentes cualidades deportivas. Clasificación del conjunto de los índices dermatoglíficos y de los índices somático-funcionales entre atletas de alta calificación:

Clase	Huellas digitales		Somático- funcionales	
	D10	SQTL	Mínimo	Máximo
I	5,5	26,5	Altura Fuerza (absoluta) Resistencia Coordinación	Fuerza (relativa)
II	9,0	47,7	Coordinación	Fuerza
III	11,6	126,4	Fuerza (relativa)	Altura Fuerza (absoluta)
IV	13,1	134,2	Altura Fuerza (absoluta)	Resistencia Coordinación
V	17,	162,8	Fuerza (relativa)	Coordinación

*Abramova, T. y cols., 1995*

Fernandes Filho (2010), nos presenta una tendencia en cuanto al predominio de las morfologías dactilares:

**Predominio de Arcos (A):**

Fuerza Pura y Baja coordinación;

- No está presente en el Alto rendimiento deportivo;
- Relacionada con la maduración precoz;
- Predisposición al bajo rendimiento deportivo;
- Son personas genéticamente limitadas;
- Coordinación motora fina baja;
- Mayor presencia en las mujeres;
- Los niños deben ser estimulados hasta la maduración para desenvolverse mejor, después al término de la maduración predomina la genética de los padres.

**Predominio de Presillas (L):**

Velocidad de la Fuerza Explosiva;

Facilidad para la Hipertrofia Muscular; Baja Coordinación.

**Predominio de Verticilos (W):**

Está relacionado a la Coordinación intra e inter muscular.

Alta capacidad coordinativa;

Alta resistencia (capacidad aeróbica);

Baja predisposición para la hipertrofia muscular.

Cualidades Físicas	A	L	W	SQTL	D10
Anaeróbico, velocidad y fuerza:	+	+	-	-	-
Aeróbico, coordinación y resistencia:	-	-	+	+	+

*Adaptado Fernandes Filho (2010).*

Deportistas que están clasificados entre los mejores en olimpiadas y mundiales tiene un perfil de ausencia de arcos (A), mucha presencia de presillas (L), así, como de

verticilos (W), y un conteo de líneas alto (SQTL) (Fernandes Filho 2010).

El mismo Fernandes Filho (1997) hace hincapié en que la importancia de la determinación de este perfil sólo se centra en el descubrimiento de talentos, pero también, ponen de relieve que esta estrategia incluye la calidad y longevidad de la carrera del atleta.

## DESARROLLO METODOLÓGICO

La muestra del estudio descriptivo se conformó por hombres (n=14) y mujeres (n=13) atletas de altos logros de las pruebas de semifondo del atletismo con una edad media en hombres de 25,3 ( $\pm 4,2$ ) años, y en mujeres de 24,0 ( $\pm 4,0$ ) una talla media en hombres de 1,7 ( $\pm 0,2$ ) mts, y en mujeres de 1,62 ( $\pm 0,1$ ) mts y un peso medio en hombres de 62,4 ( $\pm 6,1$ ) Kg. y en mujeres de 55,4 ( $\pm 2,3$ ) Kg. El estudio determinó como criterios de inclusión para participación en el estudio la actuación y/o presencia en juegos, distritales y nacionales, así como la vida deportiva no menor de 6 años; se obtuvo una participación voluntaria a partir del diligenciamiento de un Consentimiento Informado, aceptando que la recolección de datos estarán bajo la protección de identidad y con fines científicos.

### PROTOCOLOS APLICADOS:

Para verificaron de las características dermatoglíficas Dactilares fue utilizado el método de Cummins y Midlo (1961), la recolección de impresiones digitales se realizó cubriendo de tinta las falanges distales, haciendo una rodada uniforme en las planillas diseñadas para este proceso. Después de la recolección de impresiones

digitales se llevó acabo el siguiente procedimiento para su formulación:

Se estructuró una tabla de registro con las diferentes nomenclaturas de morfología, "A"; Arcos, "L"; presillas; "W", verticilos.

La cantidad de diseños en los dedos de las manos, derecha e izquierda.

Complejidad en los diseños de los diez dedos de las manos (D10), calculada por la ecuación:

$$D10 = \sum L + 2 \sum W$$

Dónde:

*Arcos (A) 0 puntos, por ello, no aparecen en la ecuación.*

*Presillas (L) 1 punto.*

*Verticilos (W) 2 puntos.*

**Cantidad de líneas.** Se cuenta cada cresta que cruza o toca la línea imaginaria trazada desde el delta hasta el núcleo, sin incluir la cuenta del delta o del núcleo. Con base a la cantidad de líneas de todos los dedos de las manos se calcula SQTL, que es la sumatoria de la cantidad de líneas de los dedos de las dos manos.

Porcentaje de los tipos de fórmulas digitales:

**AL** Presencia de arcos y presillas en cualquier combinación.

**ALW** Presencia de arcos, presillas y verticilos en cualquier combinación.

**10L** Presencia de presillas.

**LW** Presencia de presillas y verticilos con la condición de que el número de presillas sea mayor o igual a cinco.

**WL** Presencia de verticilos y presillas con la condición de que el número de verticilos sea mayor de cinco.



Las medidas de somatotipo fueron obtenidas a través de las técnicas utilizadas para medidas de los pliegues cutáneos, de las circunferencias y de los diámetros óseos, según las recomendaciones del método de Carter y Heath (1990).

Para determinación de las medidas que componen el somatotipo, fueron tenidos en cuenta los pliegues cutáneos medidos: pliegue subescapular, tricipital y supraespinal, utilizando el calibrador de pliegues Harpeden. La medición de diámetros óseos: bicondilo humeral (codo) y bicondilo femoral (rodilla), utilizando un Pie de Rey genérico, para los perímetros del brazo, la pantorrilla una cinta métrica genérica. El peso corporal fue por medio de una báscula digital, marca TANITA modelo: BC-558 y la talla con un estadiómetro de pared.

**Protocolo:** (Mejía, G., Villa, D., 2006, p. 60).

Todas las mediciones se tomaran en el lado derecho.

Identificar los seis pliegues a medir:

Pliegue Tricipital.

Pliegue Subescapular.

Pliegue Suprailíaco.

Pliegue Abdominal.

Pliegue Del Muslo.

Pliegue De La Pantorrilla.

Se determinó el % de grasa corporal con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Hombres \% de Grasa} = 6 PC \times 1.051 + 2.59$$

$$\text{Mujeres \% de Grasa} = 6 PC \times 0.1548 + 3.58$$

En donde los perímetros se tratan de medidas lineales realizadas circunferencialmente a distintos segmentos corporales como: Muslo, Pantorrilla, Antebrazo, Brazo, Cintura, Cadera, y Abdomen, y los diámetros son las medidas corporales tomadas se sentido horizontal,

para las cuales se utiliza un antropómetro, pie de rey para tomar las medias. Los principales diámetros antropométricos son:

- Biacromial.
- Bicrestal.
- Biestiloideo.
- Biepicondílar del húmero.
- Biepicondílar del fémur.
- Bimaleolar.

### **Para la medición de la fuerza explosiva en tren inferior:**

*Aplicación del test de Abalakov.*

Su principal objetivo es valorar la fuerza explosiva de las piernas. Por medio de una ejecución específica para valorar la capacidad de salto del ejecutante.

### **EJECUCIÓN.**

El ejecutante se colocará sobre la plataforma de contacto, estará situado de pie, con las piernas ligeramente separadas a una distancia de 15 a 20 centímetros. El ejecutante flexionará las piernas tanto como desee, y realizará una flexión máxima del tren inferior, pudiendo ayudarse durante el salto con el impulso de sus brazos.

Durante la fase de vuelo, el cuerpo permanecerá extendido y la caída se producirá en el mismo lugar de batida. Las variables analizadas por esta prueba fueron altura expresada en centímetros y tiempo de vuelo.

Se realizaron tres intentos.



Gráfica No. 1: Ejecución del salto Abalakov.

Según Beuker (1976) esta prueba tiene una validez factorial atendiendo al “factor de dominancia de velocidad” , de 0.75 en hombres y 0.58 en mujeres.

Para esta medición se utilizó plataforma de salto electrónica AXON JAMP SERIE T, es una alfombra de contactos comandada por un software de 2.1. Está diseñado para la evaluación y entrenamiento de distintas capacidades mecánicas en deportistas. El sistema funciona conectado a un computador con Windows (XP, Vista, Win7, capacidad de 32bit). Es una plataforma semi-rígida, plegable y portátil.

## RESULTADOS

Dentro de los procesos de medición y de acuerdo a los datos obtenidos se presentan a continuación los resultados de las diferentes pruebas en atletismo de pista, con deportistas pertenecientes a la liga de Bogotá, D.C., (hombre y mujeres), determinando la características dermatoglíficas dactilares y su perfil antropométrico, además del estado de la capacidad condicional fuerza explosiva.

Se presentan resultados de acuerdo con la agrupación de pruebas por género, así: Corredores de 800, 1500 y 3000 metros planos.

	Mujeres		Hombres	
	Media	Desviación	Media	Desviación
Edad:	24,0	4,0	25,3	4,2
Estatura:	1,62	0,1	1,7	0,2
Peso:	55,4	2,3	62,4	6,1
% Grasa:	13,4	0,9	9,0	2,3
Ectomorfia:	3,13	0,48	3,87	0,97
Mesomorfia:	2,95	0,71	3,51	0,88
Endomorfia:	3,3	0,6	1,84	0,49
Arco:	1,4	0,8	0,3	0,1
Presilla:	6,7	1,4	5,5	1,6
Verticilo:	3,3	4,1	2,1	1,3
D10:	11,2	2,3	11,0	2,1
SQTL:	128,4	31,2	63,37	17,2
Abalakov:	29,3	3,1	38,6	4,0

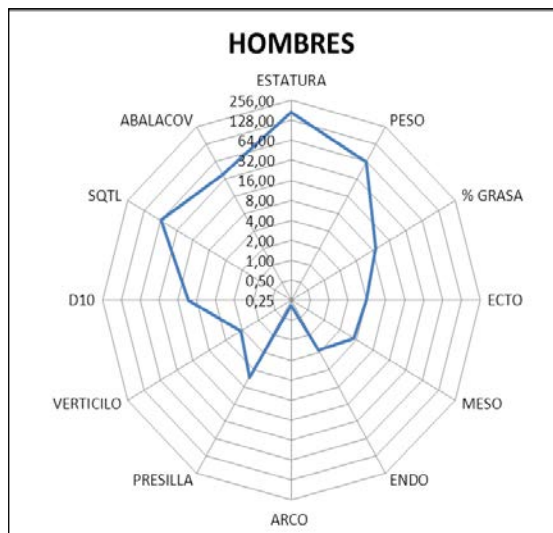
Esta investigación se desarrolló con una población de 13 mujeres y 14 hombres pertenecientes a la Liga de Bogotá y Cundinamarca en la especialidad de pruebas de semifondo, que cumplieran con los requisitos de inclusión y exclusión prevista, a quienes se le aplicaron las diferentes pruebas obteniendo los siguientes resultados, el promedio de la edad en las mujeres es de 24 años  $\pm$  4.0, la estatura promedio fue de 1.62 m.  $\pm$  0.1, con ésto se puede determinar que la talla de nuestras deportistas es baja en relación a los estándares internacionales que se encuentra en promedio de 1,76.m  $\pm$  5.61.

El promedio del peso que se obtuvo es de 55.4 Kg  $\pm$  2.3, el porcentaje de grasa tuvo una media de 13.4  $\pm$  0.9, el promedio de los valores obtenidos en la determinación de la composición corporal son: Ectomorfo: 3.13, Mesomorfo: 2.95, Endomorfo: 3.3, estos resultados demuestran un desarrollo acorde a la composición corporal de las deportistas, al realizar el análisis dermatoglífico se encontró que el género femenino cuenta un

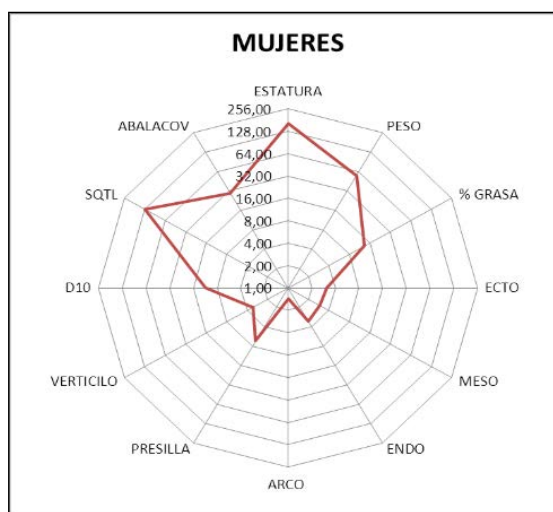
total de  $1,4 \pm 0,8$ , el diseño de Presilla tuvo una media de  $6,7 \pm 1,4$ , mientras el de Verticilo tuvo el promedio en  $3,3 \pm 4,1$ , estas cifras orientan a la realización de esfuerzos de carácter de resistencia en segmentos medios y cortos, el D10 tuvo una media de  $11,2 \pm 2,3$ , mientras que el SQTl tuvo su promedio en  $128,4 \pm 31,2$ , el resultado en el test de Abalakov utilizado para determinar la fuerza explosiva mostró una media de  $29,3 \pm 3,1$ , en el género masculino se determinó que el promedio de edad era de  $25,3 \pm 4,2$ , la media de la talla fue  $1,70 \text{ m} \pm 0,2 \text{ cm}$ , el peso promedio fue de  $62,4 \pm 6,1$ , el porcentaje de grasa tuvo una media de  $9 \pm 2,3$  el promedio de los valores obtenidos en la determinación de la composición corporal son: Ectomorfo: 3,87, Mesomorfo: 3,51, Endomorfo: 1,84, basados en estos resultados el somatotipo predominante en la muestra es mesoectomorfismo.

Al realizar el análisis dermatoglífico se encontró que el género masculino cuenta con una escasa aparición del diseño de tipo arco, mostrando una media de  $0,3 \pm 1$ , el diseño de Presilla tuvo una media de  $5,5 \pm 1,6$ , mientras el de Verticilo tuvo el promedio en  $2,1 \pm 1,3$ , el D10 tuvo una media de  $11 \pm 2,1$ , mientras que el SQTl tuvo su promedio en  $63,37 \pm 17,2$ , el resultado en el test de Abalakov utilizado para determinar la fuerza explosiva mostró una media de  $38,6 \pm 4$ .

Con base en los resultados obtenidos en el estudio, fue posible determinar algunas características genéticas y condicionales de corredores de semifondo del atletismo perteneciente a la capital del país, y se determinó el siguiente perfil (deportograma):



Gráfica No. 1. Deportograma perfil semifondo hombres.



Gráfica No. 2. Deportograma perfil fondo Mujeres.

## DISCUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos en el estudio, fue posible determinar las características Dermatoglifo dactilar de corredores de rendimiento del área de semifondo en la capital del país, se



determinó un perfil (deportograma), donde se evidencian las características genéticas observables, la composición corporal y el estado de la capacidad condicional de fuerza, para damas y varones seleccionados.

En cuanto a los aspectos de la composición corporal, su talla y peso están dentro de los rangos de estudios similares realizados por Sánchez y Cols. (2003), su porcentaje de grasa es el adecuado respecto a parámetros internacionales utilizados para esta modalidad, por tanto, en la composición corporal se evidencia una tendencia a la ectomorfia, característica normal debido a la exigencia de la modalidad, la característica condicional de fuerza, en los resultados obtenidos con la prueba de Abalakov, que evalúa la fuerza explosiva del tren inferior muestra que el nivel del grupo de corredores es inferior, tanto en damas ( $D= 29,3 \pm 3,1$ ) como en varones ( $V=38,6 \pm 4,0$ ), en comparación con estudios similares (Serrato, 2004). Por lo anterior, la variable de fuerza explosiva presenta un desarrollo muy bajo, que puede demostrar la escasa preparación de esta capacidad en corredores de larga y media duración, a pesar que las características deportivas de esta modalidad, no da preferencia a la explosividad, se debe orientar el entrenamiento en estas direcciones, debido a que en episodios críticos de la competencia se pondrá de manifiesto esta capacidad.

Se observa en el perfil dermatoglífico producto de este estudio, en que, existe menor presencia de arcos, una elevada presencia de presillas y una baja en verticilos, tanto, en damas como en varones, se evidencia según estudios de Fernandes (2010) la predisposición para deportes que se soportan en lo funcional, es así, que de acuerdo a la revisión bibliográfica la presencia de arcos en estudios dermatoglíficos, resalta

que no es un indicador de rendimiento (Fernández, F., 2008).

Además, que la presencia de presillas predispone a deportes en los que capacidades como la velocidad, fuerza - Explosiva, además de la facilidad para la hipertrofia muscular y la baja coordinación, se hacen presentes (Fernández, F., 2010), por tanto, el estudio identifica que los atletas evaluados desde sus marcadores genéticos externos no están dentro de los rangos de diseños dactilares para deportes de resistencia, sumado a lo anterior, los atletas en promedio mantiene un total de  $128,4 \pm 31,2$  (Damas) líneas y  $63,37 \pm 17,2$  (Varones) líneas; frente al conteo de líneas (SQTL), Abramova, T. y cols. (2007), nos demuestra que atletas con conteos promedio entre los 47,7 y 126.4 están en predisposición para deportes de fuerza y coordinación.

## CONCLUSIONES

---

Los valores estudiados en el grupo de atletas de sus características dermatoglíficas, presentan en promedio los atletas observados que no estaban dentro de los límites para deportes de resistencia.

Que los valores encontrados en la composición corporal están dentro de los parámetros promedio de atletas de semifondo.

Los resultados hallados en el estado de fuerza explosiva no aportan al proceso deportivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Bompa, T. (1987). La selección de atletas con talento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*. I, 2, pp. 46-54.
- Hahn, E. (1988). *Entrenamiento con niños*. Barcelona: Martínez Roca, p. 165.
- Jauregui, G. y Ordóñez, O. (1993). *Aptitud física: Pruebas estandarizadas en Colombia. Manual de procedimiento*. Bogotá: Nueva ley, 121 p.
- García, J. (2003). *El talento deportivo: formación de élites deportivas*. Editorial Gymnos, S.L.
- Leiva, J. (2010). *Selección y orientación de Talentos Deportivos, Ed.1 Armenia (Colombia): Editorial Kinesis*.
- Alba, L. (2005). *Test Funcionales cineantropometría y prescripción del entrenamiento en el deporte y la actividad física Ed.2 Armenia (Colombia): Editorial Kinesis*, p. 165.
- Minuesa, C. y Cols. (2010). *Genética y Deporte, Ed, 1, Colección ICD, Madrid*.
- Leiva de Antonio, J. (2011). *Dermatoglifia Dactilar, orientación y selección Deportiva. Revista Científica General José María Córdova. Volumen 9, p. 287*.
- Sánchez, C. (2007). *Determinación del perfil antropométrico de jóvenes corredores de medio fondo de élite*.

## WEBGRAFÍA

---

- Abramova, T. et al. (s.f.). *Dermatoglifia dactilar, especialización deportiva, cualidades físicas, potencial energético en línea*, consultado el 28 septiembre de 2012. Disponible en <http://lib.sportedu.ru/GetText.idc?TxtID=488>

# ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE POTENCIA EN TREN INFERIOR: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

ANALYSIS OF LOWER TRAIN POWER ASSESSMENT: A SYSTEMATIC REVIEW

## **Hernán Darío Valero**

*Profesional en Cultura Física Universidad INCCA de Colombia*

*Deportista activo de Triatlón de Bogotá actual.*

## **Jorge Mario Suárez Muñoz**

*Profesional en Ciencias del Deporte Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A*

*Entrenador de Patinaje Afiliado a Liga de Patinaje de Bogotá actual.*

fuerza, Efectos del entrenamiento y Teoría. Una de las conclusiones que se tiene es que los trabajos de potencia tienen resultados en programas 6 a 8 semanas y se recomienda realizar saltos con pesas, pero no superar los 20 cm de altura para el trabajo de potencia.

**Palabras claves:** potencia, test, evaluación, deporte y tren inferior.

## RESUMEN

En la presente revisión sistémica tiene como objetivo identificar cuáles son los test más usados para la evaluación de la potencia específicamente en tren inferior, que se realizó en las siguientes bases de datos SPORTDISCUS, PROQUEST, DIALNET, SCIELO, PAGINA G-SE y NAVEGADOR GOOGLE utilizando las palabras clave como: potencia, test, evaluación, deporte y tren inferior, que identificó un gran número de artículos y se eligieron varios artículos para la revisión. Se encuentran perspectivas centradas en saltos y levantamiento de pesas. Sin embargo, existe una nueva propuesta, que plantea que se debe entrenar la fuerza bajo diferentes porcentajes de 1 RM para estar en las zonas que realmente se quieren entrenar como en el caso de la potencia con beneficio a la velocidad y una relación directa a la velocidad de ejecución de movimiento denominada RFD producción de fuerza en unidad de tiempo. Después del respectivo análisis se generaron tres categorías: Evaluación de la

## ABSTRACT

The present systemic review aims to identify which are the most used tests for the evaluation of the power specifically in the lower train, which was carried out in the following databases SPORTDISCUS, PROQUEST, DIALNET, SCIELO, G-SE PAGE and GOOGLE BROWSER Using keywords such as: power, test, evaluation, sport and lower train, which identified a large number of articles and selected several articles for review. There are perspectives focused on jumping and lifting weights. However, there is a new proposal, which states that you must train the force under different percentages of 1 RM to be in the areas that you really want to train as in the case of power with benefit to speed and a direct relationship to the Speed of execution of movement denominated RFD production of force in unit of time. After the analysis, three categories were generated: Strength evaluation, Training effects and Theory. One of the conclusions is that the power works have results in programs 6 to 8 weeks and it

is recommended to make jumps with weights, but not to exceed 20 cm in height for power work.

**Key words:** power, test, evaluation, sport and lower train.

## INTRODUCCIÓN

---

Para los entrenadores es de gran interés poder contar con herramientas que permitan evaluar la fuerza, velocidad y potencia que son conceptos que están ligados a la parte de la preparación física siendo el apoyo para el rendimiento deportivo, la fuerza no se manifiesta en los distintos deportes bajo una forma pura, sino que es una combinación de factores que condicionan el rendimiento (Elizondo, 2003).

El entrenamiento deportivo se caracteriza por la continua mejora de las marcas obtenidas por deportistas y el continuo ajuste de cargas de acuerdo a sus competencias, estando condicionado a la aplicación de diferentes cargas de trabajo y control continuo para la optimización del entrenamiento deportivo, teniendo en cuenta, que la carga del entrenamiento está determinada por la intensidad, volumen y frecuencia, que permiten una adaptación en el organismo del deportista (Jiménez, P., & González, J., 2010).

En muchos deportes la capacidad de potencia es esencial para un buen desarrollo del gesto propio de cada deporte. Por esto, es necesario conocer en que rangos de fuerza potencia se encuentran los deportistas en un momento dado. Las evaluaciones o test deportivos son una herramienta en la planificación deportiva, que nos permite tener un panorama más acertado al momento de planificar o proponer cambios al

plan de entrenamiento y competencia. Es importante el control constante del entrenamiento y las evaluaciones deben ser tomadas como el punto de apoyo sobre el que los controles se sustentan.

Dentro de las capacidades físicas encontramos la fuerza y al momento de evaluarla disponemos de una variedad de pruebas como salto vertical, horizontal, presión manual como instrumentos para la evaluación en las etapas de formación deportiva, pero, generalmente, se evalúa la fuerza por medio de salto o dinamometría manual. Siendo métodos de uso general (López, Lara, Espejo, & Cachón, 2015).

La potencia hace parte de la fuerza, que es la capacidad física que permite optimizar el rendimiento en las acciones explosivas y rápidas de corta duración, que necesitan una gran potencia muscular que permite aplicar gran cantidad de fuerza en acciones deportivas (Hernández & García, 2012).

La potencia es el producto de la fuerza y la velocidad, por lo que un mismo valor de potencia puede alcanzarse con dos cargas diferentes. Por ello, lo relevante para mejorar el rendimiento físico es aumentar la potencia ante una misma carga, o lo que es lo mismo, incrementar la velocidad de ejecución (Balsalobre, C. & Jiménez, P., sf).

La fuerza es fundamental para la producción de potencia, debido a que es el producto de la fuerza y de la velocidad, por lo tanto, un aumento de una repetición máxima (1 RM) está relacionado con la potencia y tenemos un gran número de protocolos que se usan para desarrollar la fuerza y potencia desde cargas altas, salto y Sprint (Izquierdo, y otros, 2015).

La aplicación de la fuerza al desarrollo de la velocidad máxima posible, se determina por los niveles de potencia muscular, que permite tener el indicador clave de la



intensidad de los esfuerzos físicos que determina una relación entre fuerza y velocidad en los ejercicios que se desarrollan generando un efecto en el entrenamiento (Naclerio, Rodríguez, & Forte, 2008).

El desarrollo de la fuerza por medio de la ejecución de los saltos se debe a una movilización de unidades motoras a una rápida velocidad, que permite una sincronización de la actividad de las motoneuronas generando el impulso explosivo de la fuerza (Hernández & García, 2015).

Para el trabajo de la potencia se tienen diferentes formas de entrenamiento, en que se buscan un resultado que mejore la potencia utilizando las manifestaciones de la fuerza, bajo repeticiones máximas de fuerza denominadas las RM desde pesos altos a pesos ligeros con los ejercicios de cadena cerrada que incluyen velocidad, fuerza y potencia (Naclerio y Jiménez, 2007). Cada entrenador desarrolla la potencia de acuerdo a métodos, pero se debe tener claro cuáles son los porcentajes que favorecen a la velocidad y no la afectan para generar resultados adecuados y pertinentes, a medida que se desarrolla el plan de entrenamiento.

La potencia en el caso específico del voleibol, se conoce por desarrollo de movimientos explosivos como lo son los saltos, golpes y desplazamientos cortos, a su vez una fuerza muscular desarrollada. Se debe trabajar el salto vertical como elemento fundamental, debido a que marca una diferencia específica en el deporte (García, Sánchez, & González Badillo, 2016).

Balsalobre y Jiménez mencionan: que la fuerza explosiva se utiliza erróneamente, porque, tradicionalmente, se refiere a acciones deportivas sin carga (o casi) y a muy altas velocidades, como saltos verticales o aceleraciones. Además, analicemos el

término. Según la Real Academia Española, “explosivo” hace referencia a un “desarrollo repentino y violento de algo”. Es decir, por “fuerza explosiva” entenderíamos aquellas acciones en las que se produce fuerza de una manera muy rápida. De hecho los autores no quieren decir, que los saltos o las aceleraciones no son acciones explosivas, porque efectivamente lo son.

Sin embargo, en la literatura científica existe un término biomecánico que representa precisamente la rapidez con la que se genera una determinada cantidad de fuerza la **Rate of force Development (RFD)**, o producción de fuerza en la unidad de tiempo. La RFD es la derivada de la fuerza respecto al tiempo, o lo que es lo mismo, representa el incremento en la producción de fuerza en un intervalo de tiempo determinado. Es decir, la RFD representa la fuerza explosiva. Su valor máximo, la RFD máxima, es la cantidad de fuerza alcanzada más alta en el menor tiempo, y en la curva fuerza-velocidad, corresponde con la máxima pendiente en el incremento de la producción de fuerza (Balsalobre & Jiménez, sf).

Para González Badillo (2013) la “fuerza explosiva” es la **RFD**, esto es la producción de fuerza en unidad de tiempo, es decir, la pendiente de la curva, para que se produzca la máxima pendiente no es necesario que haya desplazamiento, porque realmente de lo que se trata es que en la medida que aplicamos fuerza en relación con el tiempo (fuerza aplicada en la unidad de tiempo).

## Objetivo

La siguiente revisión sistemática tiene como objetivo principal realizar una búsqueda de información válida, que se pueda determinar, cuál es el test más

adecuado para el control del entrenamiento de la potencia en tren inferior desde la parte práctica y poder examinar que tendencias se usan para el entrenamiento de la potencia con cargas altas y bajas.

## METODOLOGÍA

Las fuentes para adquirir la información del artículo fueron las bases de datos de SPORT DISCUS, PROQUEST, DIALNET, SCIELO PÁGINA G-SE y NAVEGADOR GOOGLE.

Se buscaron en la base de datos SPORT DISCUS los artículos, usando palabras clave como capacidad, salto vertical y horizontal, potencia, realizando filtros de texto completo. En español que se encontraron 87 artículos, que se eligieron para tenerlos como referencia 24 y entre ellos 4 artículos en inglés que están para posible revisión. Finalmente, se leyeron 19 artículos y a cada uno se elaboró su respectivo resumen en español.

Base de datos PROQUEST: se ingresa por salud y medicina con los criterios de búsqueda de deporte y potencia generando

180 artículos, de los que se eligen 2 artículos en español.

En la base de datos DIALNET se usaron las palabras deporte y potencia con los filtros de artículos en español, completos y subtemas educación física, dando como resultado 26 artículos y en ellos a 4 artículos que ya se tenían, se eligen para posible análisis 14 artículos.

En la base de datos SCIELO busca con las palabras de potencia y patinaje resultando 65 artículos y se elige uno para posible revisión.

En la PÁGINA G-SE.COM se eligen 16 artículos y se ingresan tres al cuadro general RAE. La búsqueda se realizó con las palabras capacidades físicas, fuerza y potencia, aparecen 65 páginas que en total contiene 300 artículos y se eligen por título los relacionados a potencia, velocidad, deporte y fuerza explosiva.

En el navegador Google se busca el tema el hoy de la fuerza específicamente, ese tema de González Badillo (2016).

Toda esta revisión de bases de datos empezó desde el 23 de abril del 2016 y hasta el 4 octubre del año 2016.

TABLA # 1 REVISIÓN DE ARTÍCULOS				
BASE DE DATOS	ENCONTRADOS	No. IDIOMA	DESCARGADOS	ANALIZADOS
SPORT DISCUS:	87	20 en español 4 en inglés	24	19
PROQUEST:	180	2 en español	2	2
DIALNET:	26	14 en español	14	2
G-SE:	300	14 en español	16	2
SCIELO:	65	1 en español	1	
GOOGLE:	2	1 en español	1	1
ENCONTRADOS:	660	Total Descargados	58	26

*(Síntesis de los artículos encontrados y revisados)*

## REVISIÓN SISTÉMICA

---

A continuación se presenta una descripción de los artículos relacionados con la potencia en el deporte de acuerdo a las categorías: Efectos del entrenamiento, Evaluación de fuerza y Teoría del entrenamiento de la potencia.

### **Primera Categoría: Evaluación de fuerza**

López y col. (2015) realizaron un estudio para evaluar la fuerza explosiva de la extensión de las extremidades inferiores en escolares.

El objetivo de su investigación fue evaluar la capacidad de fuerza explosiva de extensión de extremidades inferiores en escolares de educación primaria y analizar las diferencias que puedan existir, tanto en capacidad de la fuerza explosiva de extremidades inferiores, como en composición corporal en función del sexo.

La muestra fue conformada por 90 estudiantes (54 niños - 36 niñas) de educación primaria de un centro educativo urbano de la provincia de Jaén. La media de la edad de los sujetos es de  $11,1 \pm 0,7$  años. La evaluación de la composición corporal se llevó a cabo mediante la plataforma INBODY 230 (Microkaya, Spain), la evaluación de la capacidad de fuerza explosiva de extremidades inferiores mediante salto vertical y para medir las variables de los saltos se utilizó una plataforma de fuerzas Quattro Jump (Kistler, Suiza) y se realizaron los test de salto CMJ y ABK.

La conclusión de los autores fue que los resultados obtenidos en las variables de los test de salto por los participantes se encuentran entre los valores de referencia

para sujetos de su edad. Las chicas poseen mayores picos de potencia y de fuerza que los chicos, mientras que estos poseen mayores alturas de vuelo en los saltos. En la impedancia los chicos obtienen mayores porcentajes de músculo y las chicas de mayor masa y mayores porcentajes de grasa. García, Ruíz y Latorre (2015) investigaron la influencia del puesto específico en la potencia y agilidad de jóvenes futbolistas.

El objetivo de este estudio fue analizar la influencia del puesto específico desarrollado en el terreno de juego por jóvenes futbolistas en la capacidad de salto, sprint, agilidad y velocidad de golpeo. En la investigación participaron 36 jugadores de nivel sub-élite provenientes de las categorías inferiores (cadete y juvenil) de equipos de fútbol andaluces (edad:  $15.87 \pm 1,43$  años; masa corporal:  $65.38 \pm 10,84$  kg; altura:  $1.71 \pm .06$  m). Se evaluaron las siguientes directrices composición corporal, el rendimiento en salto vertical (CMJ), la agilidad mediante el test de Balsom, velocidad de sprint en 5, 10, 20 y 30 metros, y la velocidad de golpeo con ambas piernas.

Para la evaluación del salto vertical, los sujetos realizaron saltos con contra movimiento (CMJ). Dicha prueba consiste en saltar lo más alto posible partiendo de una posición estandarizada, sin movilizar los brazos. Se utilizó para tomar el registro un dispositivo FreePower Jump Sensorize (Biocorp, Italy), que aporta los siguientes parámetros: la máxima altura de salto (cm), velocidad pico (m/s), tiempo de vuelo (s), pico de fuerza (N/kg), pico de potencia (W/kg), trabajo excéntrico (J/kg) y trabajo concéntrico (J/kg). Para este trabajo, utilizamos la máxima altura de salto (m), pico de fuerza (Fpico; N·kg<sup>-1</sup>) y pico de potencia (Ppico; W·kg<sup>-1</sup>).

Los sujetos ejecutaron tres intentos con 30 segundos de recuperación entre ellos. El

promedio de los tres saltos fue utilizado para el análisis. La velocidad de golpeo fue medida en términos de velocidad del balón ( $m \cdot s^{-1}$ ). Se colocaron unos marcadores a uno y a dos metros de la posición inicial del balón. Se grabaron los lanzamientos desde visión lateral, mediante un video cámara de alta velocidad (Casio Exilim EXZR- 10 high speed camera, Dover, NJ, USA) a una frecuencia de fotogramas por segundo (fps) de 480 Hz. Los videos fueron digitalizados mediante: Fotogrametría 2D, a través del software Video Speed (vs.1.38, ErgoSport, Granada, Spain). Esta metodología ha sido utilizada previamente en otros estudios para el cálculo de eventos temporales, como los que nos ocupan en el presente estudio (García, Martínez, Contreras, Martínez & Latorre, 2014).

Se utilizó un balón de características de acuerdo a la normativa de la Federación Internacional de Football Association (FIFA). Cada participante ejecutó tres intentos con cada pierna, con orden aleatorio. El mejor de los intentos con cada pierna, fue utilizado para el análisis estadístico. La recuperación entre intentos fue de 40 segundos.

Los autores concluyen que durante la etapa de formación del futbolista, en este caso adolescencia, el nivel de especialización de los mismos no es alto y en consecuencia, su condición física no presenta unos rasgos marcados, específicos de una determinada posición en el campo, probablemente debido a que en estas edades y niveles, se persigue una formación integral del deportista y un desarrollo lo más amplio posible, tanto a nivel físico como técnico-táctico.

Los resultados obtenidos en el estudio sugieren que durante la etapa de formación del futbolista, en este caso la adolescencia, el nivel de especialización de los mismos no es alto. En consecuencia, su condición física no

presenta unos rasgos marcados, específicos de una determinada posición en el campo. En estas edades se busca una formación integral del deportista y un desarrollo lo más amplio posible, tanto a nivel físico como técnico-táctico.

Hernández (2003) investigó sobre la relación entre las diferentes pruebas de campo en fuerza, potencia y velocidad.

El objetivo de la investigación tuvo como propósito principal encontrar por medio de pruebas en las variables de fuerza, potencia y velocidad, la relación matemática existente entre estos tres constructos. En el estudio Participaron 56 sujetos varones con edades entre 18 y 25 años. Con el fin de responder al objetivo del estudio, se les aplicaron pruebas de campo de fuerza (1RM de sentadilla completa y repeticiones máximas al 80%, 60%, 40% y 20%), de velocidad (30 metros lanzados y 30 metros sin impulso), y de potencia (salto vertical con contra-movimiento SVCM, salto vertical sin impulso SVSI y salto vertical con caída SVCC), para correlacionar las diferentes pruebas entre sí.

Para la realización de los test cada sujeto se midió en forma individual en cada una de las pruebas, con tres intentos en las pruebas de velocidad y potencia. Las pruebas fueron aplicadas en cuatro días diferentes con una semana entre cada prueba. Los sujetos descansaron durante 30 minutos entre prueba y prueba. El primer día, los sujetos realizaron la prueba de 1RM de sentadilla completa y las repeticiones máximas al 80% de 1RM. El segundo día se llevaron a cabo las pruebas de fuerza en los porcentajes de 60%, 40% y 20% de 1 RM; el tercer día de medición los sujetos realizaron las pruebas de velocidad y el cuarto día, las pruebas de potencia. En cada sesión se realizó un calentamiento general y uno específico, según las pruebas que correspondían.

Después de obtener los datos se realizó un análisis estadístico para obtener los promedios de los intentos de casa sujeto y la relación directa de las pruebas.

Uno de los resultados indica que se demuestra claramente que entre los constructos de fuerza y de potencia, existe un porcentaje de relación de tan sólo un 2,1% ( $R_c = 0.14$ ), para los constructos de fuerza y velocidad la relación sigue siendo no significativa ( $R_c = 0.22$ ), debido a que el porcentaje de varianza explicada es de 5,1%. Sin embargo, la relación potencia-velocidad es altamente significativa siendo ésta de un 62% ( $R_c = 0.79$ ).

Como conclusión se sabe que existen estudios que reportan altas relaciones entre los constructos de fuerza-potencia y velocidad, los resultados han sido recolectados bajo condiciones de laboratorio y con alta tecnología, medios que no poseemos en la práctica real, y que a su vez no se ajustan a las características reales de entrenamiento o competición, que viven los atletas diariamente, por lo que estudios como el presente representan una fuente de información más accesible a los entrenadores y personas que están directamente relacionadas con los deportistas.

Jiménez y González (2010), reliazaron un trabajo de control de carga, a través del CMJ en pruebas de velocidad y saltos para optimizar el rendimiento deportivo en atletismo, los estudios de dosificación de carga siempre ha suscitado controversias y no está resuelta cuál es la carga óptima de entrenamiento para alcanzar el mayor rendimiento. La mayoría de estudios analizan los efectos del entrenamiento y las relaciones entre las variables del entrenamiento de manera sincrónica, sin que exista, en muchos casos, una evidencia científica sobre las

cargas más adecuadas y su efecto en el rendimiento.

Nuestro objetivo fue proporcionar una información relevante y útil para poder controlar y organizar el entrenamiento de manera racional en atletismo, obteniendo una información más completa y real de los efectos del proceso de entrenamiento.

En el estudio se evaluaron 24 sujetos que realizaron un seguimiento del control del entrenamiento a través del "Salto con Contra movimiento" (CMJ) y la carga de entrenamiento durante 71 semanas. Destacamos la evolución del CMJ y la carga de entrenamiento en las cuatro semanas previas a la competición en la que se obtenía el mejor rendimiento durante las 71 semanas de seguimiento. En conclusión, si se realiza un exhaustivo control de la carga de entrenamiento y su relación con el rendimiento físico y deportivo, permitiría ajustar las cargas de entrenamiento adecuadamente, proporcionando una información relevante y útil para poder organizar el entrenamiento de manera racional.

Naclerio, Rodríguez y Forte, (2008) se interesaron en las zonas de entrenamieto de la fuerza explosiva y potencia por medio de test de saltos con pesos crecientes. El objetivo buscado por los autores se enfoco en analizar las diferencias entre las alturas o potencias producidas en un test de saltos con pesos crecientes utilizando distintos porcentajes de la 1 MR y lograr identificar las zonas de pesos, en donde se alcanzan las potencias altas y aquellas en donde no es posible saltar.

La muestra estuvo conformada por 14 varones con edades promedio de 28 años, pesos de 76 kilos y una talla de 177.9. Los cuales aceptaron participar voluntariamente y realizaban diferentes actividades deportivas. Todos los sujetos declararon no



estar tomando ninguna sustancia dopante durante los 6 meses anteriores al estudio, estar entrenando sistemáticamente la fuerza y utilizar la sentadilla como ejercicio habitual.

Los 14 deportistas de diferentes especialidades realizaron un test de saltos con pesos crecientes, determinando el nivel de sobrecarga son base al valor de la 1 MR, medido previamente en el ejercicio de sentadilla con barra libre. En el cual solo 4 de los sujetos fueron excluidos del análisis, debido a que su bajo nivel de fuerza máxima determinaba que su propio peso corporal representará una sobrecarga superior al primer rango porcentual evaluado (<40%). Los resultados que se obtuvieron en los 10 sujetos restantes indicaron que al saltar con porcentajes <40% se logran las mayores alturas y potencias, siendo significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) de las producidas con porcentajes >60% de la 1 MR. Además, al saltar con los pesos comprendidos entre el 41-50% y 51- 60% de la 1 MR, aunque no se observan diferencias significativas, sí se determinan pérdidas de potencia superiores al 10% y al 20% respectivamente.

La conclusión que se genera por parte de los autores es que al realizar el test de saltos con pesos crecientes, las alturas y potencias más altas se logran con los pesos más bajos (<40%-60% de la 1 MR) y, a medida que el peso se incrementa (>60%), los niveles de fuerza necesarios para movilizar la carga van siendo significativamente más elevados y se necesita más tiempo para lograrlos.

De este modo, el gesto se hace más lento y se reduce la altura y la potencia producida. Por otro lado, con pesos muy altos (>90% de la 1 MR) se pierde la capacidad de saltar o realizar una acción balística. En consecuencia, al hacer ejercicios movilizando pesos en un amplio rango (~30%-100% de la 1 MR) con la mayor velocidad posible, la interacción entre

fuerza, velocidad y potencia permite identificar tres zonas. La Zona 1, integrada por pesos bajos (~30% al 60%), en donde predomina la velocidad o explosividad. La Zona 2, o de pesos medios (>60% al 90%), en la que predomina la fuerza, pero aún se conserva la posibilidad de realizar gestos balísticos y la Zona 3, o de pesos máximos (>90%).

### **Segunda categoría: efectos del entrenamiento.**

Hernández y García (2015) realizaron un estudio de los efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la potencia en el salto.

El estudio realizado por ellos pretende comprobar los efectos de un entrenamiento específico de potencia, sobre la potencia de salto en jóvenes futbolistas, y lograr conocer, sí, la asociación de trabajos con cargas y pliometría está indicado para mejorar la potencia de salto.

La población de estudio que se intervino para la investigación contó con 49 de futbolistas de la categoría juvenil de segundo año y tercer año con una edad de 17 años en los torneos de 2010 y 2011 con experiencia en trabajo de pesas y máquinas de musculación.

El grupo se dividió de la siguiente manera GEX 22 sujetos realizando trabajo de potencia dos veces por semana, GC 27 jugadores con su entrenamiento habitual de 4 sesiones a la semana y partido el fin de semana en los dos grupos.

La valoración que se realizó estaba constituida por dos test adaptados para evaluar la potencia de salto. El Test CMJ realizado por los jugadores consistió en ubicarse sobre la plataforma de salto

Winlaborat 4.10 con las piernas ligeramente separadas (15-20 cm de distancia entre ellas), el deportista flexiona las piernas (en un ángulo cualquiera) y salta haciendo uso de sus brazos con la toma de impulso que más le guste, lo más alto que pueda estirando el cuerpo lo que más pueda, realizan tres intentos y los test de pesos crecientes para evaluar potencia de salto, el isocontrol, saltos sentadillas para buscar potencia media en el grupo control. Realizando trabajos específicos de fútbol durante 8 semanas.

Los autores muestran que los resultados de un entrenamiento específico de potencia asociado al entrenamiento habitual en el fútbol en jugadores juveniles, mejora significativamente la potencia de salto con y sin carga.

Estos cambios son visibles a las ocho semanas de entrenamiento con pesos óptimos, que manifiestan la mejor potencia media en cinco repeticiones y saltos, mejora la potencia generada en los saltos con y sin carga en jugadores de fútbol juveniles.

Hernández y García (2012) realizaron un estudio sobre los Efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la velocidad lineal

En la investigación los autores tienen como objetivo comprobar, qué efectos tiene sobre la velocidad lineal, un entrenamiento específico de potencia, compuesto por la asociación de trabajos con cargas individualizadas y saltos pliométricos al aplicarlo en jóvenes futbolistas.

La población, objeto de estudio, estuvo compuesta por cuarenta y nueve jugadores juveniles de segundo y tercer año con una edad de 17 años del club Rozas fútbol que compitieron en el 2010 y 2011. Con experiencia en trabajos de pesas con máquinas de musculación. Se organizaron

tres equipos de la siguiente manera: 22 juvenil B, 12 juveniles C y 15 juvenil D. El grupo B fue el grupo que trabajó potencia dos veces por semana, los dos otros grupos fueron el grupo control con sus trabajos habituales. Se realizaron test y post test y el plan duró 8 semanas.

1. Test de velocidad lineal 10 - 20 m (V10-V20)  
El jugador, debe realizar un sprint máximo de 20 m., de forma lineal, en un terreno plano y sin obstáculos, que en esta oportunidad será césped artificial; todos los jugadores ejecutarán el test, utilizando botas de fútbol. La salida será en posición de pie y un metro atrás del punto cero.
2. Test con pesos crecientes desarrollado por el grupo experimental. Se realizó un test incremental en los ejercicios: salto cargado, cargada colgado y media sentadilla, en búsqueda del peso óptimo, donde se encuentra el mejor valor de potencia media, utilizando para la evaluación el software y el encoder rotatorio Isocontrol 5.2, realizando el ejercicio con cada carga, en series de cinco repeticiones según Baker y col. (2001).

Los autores al aplicar la prueba de normalidad, se comprobaron que no existen diferencias significativas, entre los sujetos de cada grupo, por lo que la muestra es normal en cada caso. Los resultados obtenidos, en las evaluaciones pre y post test. Los estadísticos descriptivos, revelan que el grupo GC reduce su rendimiento en la V10 en 0.143 m/s, que es el 2.38%, 0.05 m/s en V20 m que es el 0.72%, por su parte en el grupo GEX mejoró la V10 en 0.081 m/s lo que representa el 1.34%, en V20 mejoró 0.002 m/s que es el 0,3%.

Los autores determinan que el entrenamiento propuesto mejora las prestaciones explosivas, relacionadas con la velocidad lineal en distancias cortas de 10 m.

García, Sánchez, y González Badillo (2016) realizan una investigación sobre el entrenamiento combinado de la fuerza y ejercicios de saltos y los posibles efectos sobre el rendimiento en el salto vertical en un grupo de alto nivel de jugadores de voleibol durante una temporada completa de competición.

Para los autores, el objetivo del estudio fue examinar los efectos de un entrenamiento de fuerza realizado durante la temporada de competición caracterizada por el uso de cargas moderadas y un número de repeticiones bajo por serie, combinado con ejercicios pliométricos sobre la capacidad de SV, saltos con cargas, y la fuerza del miembro inferior en jugadores élite de voleibol.

La muestra se conformó por 12 jugadores varones con edades 27, altura: 1.86 peso corporal: 78 a 74 kilos pertenecientes a un equipo que militaba en la primera liga nacional española, que no mostraron ningún tipo de lesión o limitación del músculo esquelético que pudiera afectar a los test, en cuanto a la participación en este estudio. Todos los jugadores fueron informados sobre los objetivos y factores de riesgo de este estudio, y estuvieron de acuerdo a participar en él después de explicar el proceso experimental.

El protocolo que se utilizó para el entrenamiento de fuerza consistió en 16 semanas divididas en 2 ciclos con un descanso de una semana por ciclo, se desarrollaron 2 sesiones de entrenamiento a la semana (martes y jueves) con una duración de aproximadamente 45 minutos.

Los entrenamientos fueron realizados previamente al entrenamiento técnico-táctico y fueron supervisados por un miembro del grupo de investigación. Los ejercicios de entrenamientos fueron: sentadilla completa (FS), 3-4 series / 4-6 repeticiones, con una

carga del 50% al 65% de 1 RM; cargada de fuerza, 3 series / 4-6 repeticiones, con la máxima carga que permitía una ejecución técnica correcta; saltos con carga, 3-4 series / 4- 5 repeticiones, con 50%-80% de la carga en que alcanzaron una altura de unos 20 cm.; salto sin carga, 3-4 series / 5 repeticiones.

El principal resultado de este estudio fue que la capacidad de salto vertical se incrementó significativamente ( $p < .01$ ) un 7.1% durante el periodo competitivo tras la realización de un entrenamiento de fuerza con cargas moderadas y un número de repeticiones bajo por serie.

La conclusión de los resultados sugieren que el uso de cargas moderadas podría ser suficiente para mejorar el rendimiento del salto vertical, debido a que en nuestro estudio no fue superado por una carga equivalente al 65% de 1 RM en el FS, y los ejercicios de saltos con cargas fueron realizadas con cargas moderadas. De ello se podría desprender que no es necesario realizar una fase de altas cargas (velocidad media-baja) antes de aplicar cargas ligeras (alta velocidad) para conseguir mejoras en fuerza y velocidad en ejercicios realizados a alta velocidad, tal como se ha venido aplicando tradicionalmente en sujetos altamente entrenados. Estos resultados parecen indicar que la especificidad del entrenamiento, que en este caso se manifiesta por la proximidad de la velocidad de los ejercicios de entrenamiento a la velocidad de ejecución del salto vertical, es determinante en el rendimiento (García, Sánchez, & González Badillo, 2016).

Izquierdo y col. (2015) realizaron un estudio que buscó los efectos de dos tipos de entrenamiento complejo en fuerza máxima y potencia en jugadores jóvenes de deportes colectivos.

El objetivo fundamental del estudio realizado fue establecer y valorar los efectos

de dos tipos de entrenamiento complejo de 6 semanas de duración sobre diferentes factores de fuerza máxima y potencia, en diferentes jugadores de categoría juvenil de deportes colectivos: fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol.

El tipo de estudio que se realizó fue de enfoque experimental del problema con una población de 148 jugadores jóvenes de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol que participaron en este estudio.

La muestra antes del comienzo de la intervención, los entrenadores y los jugadores fueron plenamente informados de los objetivos del estudio y firmaron la Declaración de Consentimiento Libre e Informado. Todos los procedimientos descritos en este estudio fueron aprobados por el Comité de Ética de la Universidad de León, España.

En total ciento cuarenta y ocho jugadores federados y sanos de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol participaron en este estudio. Todos ellos asistieron a todas las sesiones durante el periodo de investigación.

Se dividieron en tres grupos de la siguiente manera:

- GC: 48 jugadores (16 jugadores de fútbol, 12 jugadores de baloncesto, 10 jugadores de balonmano y 10 jugadores de voleibol) (edad  $16,81 \pm 0,84$  años, peso  $77,66 \pm 7,28$  kg., altura  $181,79 \pm 6,86$  cm.). Con ocho horas de entrenamiento y un partido a la semana.
- TG1: 50 jugadores (15 jugadores de fútbol, 12 jugadores de baloncesto, 11 jugadores de balonmano y 12 jugadores de voleibol) (edad  $16,82 \pm 0,69$  años, peso  $77,95 \pm 7,39$  kg., altura  $183,10 \pm 6,30$  cm). Con ocho horas de entrenamiento y un partido a la semana.
- TG2: 50 jugadores (15 jugadores de fútbol, 12 jugadores de baloncesto, 11 jugadores

de balonmano y 12 jugadores de voleibol) (edad  $16,96 \pm 0,69$  años, peso  $78,74 \pm 7,34$  kg, altura  $182,07 \pm 6,95$  cm). Con ocho horas de entrenamiento y un partido a la semana.

La variable independiente fue el efecto de dos entrenamientos de fuerza complejos (sobrecarga y carga baja) en 6 semanas, afectando a las extremidades inferior y superior. Las variables dependientes fueron una repetición máxima en media sentadilla (1RMHS), salto con contra movimiento (CMJ), salto de caída (DJ) y salto vertical con brazos libres (ABK) para la extremidad inferior, y una repetición máxima en press de pecho (1RMBP) y potencia máxima en press de pecho (PPBP) para la extremidad superior.

La intervención del programa de entrenamiento se llevó a cabo en el periodo competitivo, durante los meses de octubre y noviembre, después del periodo preparatorio (agosto-septiembre). Durante el periodo de intervención, todos los equipos entrenaban la fuerza con los ejercicios planteados en este estudio, dos días a la semana no consecutivos.

En cada sesión de entrenamiento, los 3 grupos realizaban el calentamiento, técnica y táctica juntos (además del resto de sesiones en los que no entrenaban fuerza y el partido de competición del fin de semana). El acondicionamiento físico del programa fue diferente para los 3 grupos. GC siguió con el programa regular de acondicionamiento físico en fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol. Este programa fue sustituido por un programa de fuerza máxima y fuerza explosiva en las extremidades inferior y superior en los TG1 y TG2.

Sobre la base de los resultados del presente estudio, se podría concluir que con 6 semanas de entrenamiento complejo puede mejorar la fuerza máxima y explosiva

de los jugadores jóvenes de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol.

Trabajar con diferentes métodos en los que los ejercicios de carga alta y carga baja se aplican en la misma serie o en distinta serie no tiene efectos cuantitativos sobre los jugadores jóvenes de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol, de esta forma, el entrenador podrá utilizar estos métodos aplicando el principio de versatilidad de la carga, pero, siempre, empleando cargas ajustadas a las características individuales de cada jugador.

Además, el entrenador debe tener en cuenta las acciones específicas dentro del deporte para adaptar en la medida de lo posible las acciones más explosivas de fuerza a los gestos técnicos.

### **Tercera Categoría: Teoría del entrenamiento**

Naclerio y Jiménez (2007) proponen que el trabajo de potencia con resistencias entre el 25% y 75% de la RM y cómo determinar las zonas de entrenamiento.

El artículo propone una metodología de entrenamiento de los diferentes tipos de fuerza, basados en las magnitudes de los pesos movilizados, en la velocidad alcanzada y potencia mecánica producida por la acción del movimiento.

Para ello, proponen un nuevo esquema en el que se muestran las diferentes manifestaciones de la fuerza, respecto al

porcentaje de fuerza máxima, estimado por el valor de 1 RM, el nivel de velocidad o potencia alcanzado con cada porcentaje de peso utilizado y la evolución de la potencia mecánica desde los pesos más bajos hasta los máximos, considerando la mecánica de ejecución de tres ejercicios.

Los autores plantean un nuevo esquema, en el que se muestran las diferentes manifestaciones de la fuerza, respecto al porcentaje de fuerza máxima, estimado por el valor de 1 MR, el nivel de velocidad o potencia alcanzado con cada porcentaje de peso utilizado y la evolución de la potencia mecánica desde los pesos más bajos hasta los máximos, considerando la mecánica de ejecución de tres ejercicios.

El diseño de los programas de entrenamiento de fuerza, requiere considerar los objetivos específicos perseguidos en cada caso, que podrán ser abordados con éxito, si se conocen con certeza las adaptaciones causadas por el entrenamiento específico de la fuerza – potencia.

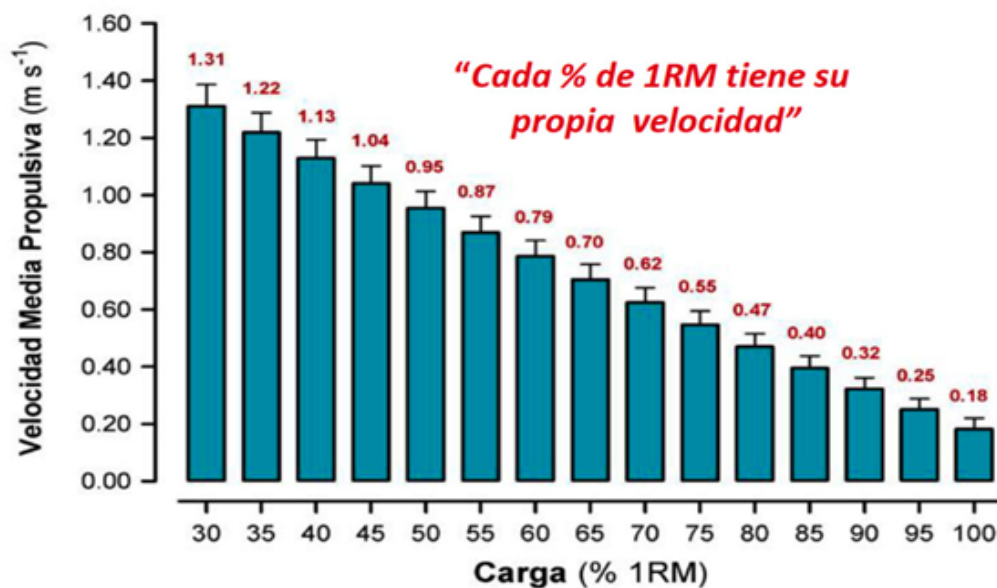
Badillo (2013) propone desde la parte práctica que el entrenamiento de la “fuerza explosiva” es la **RFD**, esto es la producción de fuerza en unidad de tiempo y se debe entrenar la ejecución de los movimientos de acuerdo a los porcentajes de velocidad que se relacionan directamente con los pesos alzados, porque el porcentaje de la RM es cambiante y usualmente no se mide bien y genera un riesgo al deportista. De acuerdo a esto el entrenamiento se puede guiar por la velocidad del movimiento (gráfica 1).



Gráfica No. 1

## Velocidad de ejecución como indicador de la Intensidad

- **Hallazgo Principal:** la **velocidad media** conseguida ante un carga absoluta (peso) "X" puede usarse como **muy buen estimador** de la carga relativa (% 1RM) que dicho peso representa.



(González, J., Sánchez, L., 2010, *Journal Sports Med*).

Se debe tener claro que las progresiones y ejercicios que se van a realizar, para que se cumpla una mejora de la potencia o fuerza sin necesidad de trabajar con el TEST de la RM,

que resulta por forma de ejecución como una sesión de entrenamiento.

En el siguiente cuadro podemos observar los artículos discriminados por categoría y test realizados.

TABLA # 2 REVISIÓN SISTEMÁTICA

No.	CATEGORÍA	NOMBRE	CIUDAD Y AÑO	MUESTRA	TEST
1	Evaluación.	EVALUACIÓN DE FUERZA EXPLOSIVA DE LA EXTENCIÓN DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES EN ESCOLARES. López, F., Lara, A., Espejo, N. & Cachón, J.	España - Provincia Jaen 2015	54 niños, 36 niñas escolares.	Salto vertical La evaluación de la composición corporal se llevó a cabo mediante la plataforma INBODY 230 (Microcaya, Spain). Para medir las variables de los saltos se utilizó una plataforma de fuerzas Quattro Jump (Kistler, Suiza) y se realizaron los test de salto CMJ y ABK.
		INFLUENCIA DEL PUESTO ESPECIFICO EN LA POTENCIA Y AGILIDAD DE JÓVENES FUTBOLISTAS. García, F, Ruiz, A. & Latorre, P.	España 2015	36 jugadores de nivel sub-élite provenientes de las categorías inferiores (cadete y juvenil) de equipos de futbol andaluces.	Salto vertical, velocidad sprint, golpeo de piernas, balsom, composición c.
		RELACION ENTRE DIFERENTES PRUEBAS DE CAMPO: FUERZA, POTENCIA Y VELOCIDAD. Hernández, J.	2003 Costa Rica	Participaron 56 sujetos varones con edades entre 18 y 25 años.	Aplicaron pruebas de campo de fuerza (1RM de sentadilla completa y repeticiones máximas al 80%, 60%, 40% y 20%) de velocidad (30 metros lanzados y 30 metros sin impulso), y de potencia (salto vertical con contra-movimiento SVMC, salto vertical sin impulso SVSI y salto vertical con caída SVCC), para correlacionar las diferentes pruebas entre si.
		CONTROL DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO A TRAVÉS DEL CMJ EN PRUEBAS DE VELOCIDAD Y saltos PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DEPORTIVO EN EL ATLETISMO. Jiménez Reyes, González Badillo.	2010 España	Participaron 24 sujetos.	1 "Salto con Contramovimiento" (CMJ).
		DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA EXLOSIVA Y POTENCIA POR MEDIO DE UN TEST DE saltos CON PESOS CRECIENTES. Nacleiro, F., Rodríguez, G., Forte, D.	2008 España	14 deportistas.	Realizaron un test de saltos con pesos crecientes, determinando el nivel de sobrecarga en base al valor de la 1 MR, medido previamente en el ejercicio de sentadilla con barra libre.
2	Efectos de entrenamiento	ENTRENAMIENTO COMBINADO DE FUERZA Y EJERCICIOS DE saltos, EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL SALTO VERTICAL EN UN GRUPO DE ALTO NIVEL DE JUGADORES DE voleibol DURANTE UNA TEMPORADA COMPLETA DE COMPETICIÓN ENTRENAMIENTO COMBINADO DE FUERZA Y EJERCICIOS DE saltos, EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL SALTO VERTICAL EN UN GRUPO DE ALTO NIVEL DE JUGADORES DE voleibol DURANTE UNA TEMPORADA COMPLETA DE COMPETICIÓN. García, C., Sánchez, M., González Badillo, J.	2016 España	12 jugadores profesionales de voleibol.	El rendimiento se midió mediante la altura (cm) del salto sin carga (CMJ), y por la velocidad de desplazamiento en fase concéntrica de la sentadilla completa (FS) (m/s).
		EFECTOS DE DOS TIPOS DE ENTRENAMIENTO COMPLEJO EN FUERZA MÁXIMA Y POTENCIA EN JUGADORES JÓVENES DE DEPORTES COLECTIVOS. Redondo Casta, J., Oliveira da Silva, L., Mateo López, L., Marcolin, E., Campo Sedano, S.	2015 Brasil	148 jugadores jóvenes de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol participaron en este estudio. Se dividieron en 3 grupos acorde con el programa de entrenamiento:	Repeticiones, con máxima carga que permite ejecución técnica correcta: saltos con carga, 3-4 series / 4-5 repeticiones, 50%-80% carga con la que
		EFECTOS DE UN ENTRENAMIENTO ESPECIFICO DE POTENCIA APLICADO A FUTBOLISTAS JUVENILES PARA LA MEJORA DE LA POTENCIA EN EL SALTO. Hernández, Y., García, J.	España - Toledo 2015	49 jugadores de fútbol juveniles de tercer y segundo año. Participantes de federación madrileña.	Alcanzaron una altura de unos 20 cm.; salto sin carga, 3-4 series / 5 repeticiones. Hubo un aumento significativo en CMJ y CMJloaded (7.12% y 9.78%; p<.01; respectivamente). No se observaron cambios significativos en FS (1.66%; p>.05).
		EFECTOS DE UN ENTRENAMIENTO ESPECIFICO DE POTENCIA APLICADO A FUTBOLISTAS JUVENILES PARA LA MEJORA DE LA VELOCIDAD LINEAL Hernández Y., García, J.	España 2012	49 jugadores de fútbol juveniles de las Rosas Club, participantes en el 2011 de torneos de federación madrileña.	Isocontrol, salto cargado, saltos continuos en 40 y 50 cm, velocidad lineal, media sentadilla
3	Teoría	ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA CONTRA RESISTENCIAS: CÓMO DETERNIENAR LAS ZONAS DE ENTRENAMIENTO. Nacleiro, F. & Jiménez, A.	España- Madrid 2007	De acuerdo a la literatura y estudios del tema se genera una ruga para trabajar la fuerza de acuerdo a porcentaje de peso.	Ejercicios en máquinas y pesas, sentadillas % de peso por zonas.
		EL HOY DE LA FUERZA. González, B.	España 2013	La producción de fuerza en la unidad de tiempo (RFD) "Rate of force development". En esta relación que todos conocéis, el impulso es igual al movimiento lineal o cantidad de movimiento.	No se recomienda el uso de la rm ya que varía muy rápido por la adaptación del deportista.

En el cuadro de revisión sistémica podemos observar que los artículos se dividen de la siguiente manera: dos artículo de teoría, cinco artículos de evaluación y cuatro de efectos para un total de once artículos que están publicados entre 2003 a 2015 siendo estudios actualizados publicados en los países de España, Chile y Brasil, en los que se usaron como muestra deportistas, estudiantes y revisión teórica generando como objeto común algunos test : salto vertical, sprint composición corporal y en palabras clave: potencia, test de salto, fuerza, RDM, siendo artículos que tiene una relación en su información a su objeto de estudio realizado.

## CONCLUSIONES

---

Los artículos anteriormente mencionados dan una mirada al trabajo y evaluación de la potencia específica de tren inferior. Trabajo fundamental en el deporte de rendimiento para poder alcanzar un nivel competitivo idóneo.

Después del respectivo análisis se puede decir, que cada una de las categorías que se establecieron tienen un objetivo común que permite afirmar que para los artículos de la categoría evaluación se usaron en

deportistas, y al menos en un artículo que se realizó con niño y niñas (90 niños).

Los otros estudios tuvieron un total general de participantes deportistas de 130 deportistas y en total 180 evaluados que usaron evaluación los siguientes test: salto contra movimiento, salto vertical, sprint, RM, saltos de pesos crecientes.

Pasando a los artículos de efectos, se pueden encontrar 272 deportistas que participaron para lograr la ejecución de los artículos, medios de evaluación, saltos de altura, sentadillas, velocidad lineal, plataforma isocontrol.

Los 9 artículos, que tienen las dos categorías mencionadas, muestran que los ejercicios con pesas entre 50% y 80% de la RM permiten generar adaptaciones tanto en los sprints como en los saltos en un tiempo no menor a 7 y 8 semanas de entrenamiento centrándose en la potencia (RFD).

Los dos últimos artículos son teóricos que tienen gran valor y logran verificar la teoría con la práctica.

Naclerio y Jiménez (2007) proponen una forma de entrenamiento de los diferentes tipos de fuerza, basados en la magnitud de los pesos movilizados con relación a la velocidad alcanzada y la potencia. El esquema propuesto utiliza una combinación entre tipos de fuerza y la velocidad de ejecución para poder realizar un trabajo específico de acuerdo al % de la RM.

Tipo de fuerza	% de 1MR	% PM o PP con el peso utilizado	Rep o duración de la Sr.	Serios por grupo. Muscular**	Pausas o macropausas entre Sr.	Micropausas dentro de la serie	RPE*	Adaptaciones Orgánicas principales
Fuerza Máxima	>80-100% >100% (Forzadas)	90-100% No hay capacidad de controlar la velocidad	1 a 6 3" a 30" Según el ejercicio	1 a 8 máximo 9	3 - 5 - 7 min Mac + de 5 a 15 min	1"-2" entre cada rep. 5"-30" entre grupos de rep.	8 - 10	Hip FTF 2a ↑ reclut. UM
Resistencia de fuerza máxima	>80-100% >100% (Forzadas)	80%± 10%	2 a 8 5" a 60" según el ejercicio	6 a 9- máximo 12	3 - 5 - 7 min Mac + de 5 a 15 min	1"-2" entre cada rep. 5"-20" entre grupos de rep.	8 - 10	Hip. FTF2a ↑ Reclut. UM
Resistencia de fuerza pesos altos corta duración	70- 80%	80%± 5% Al Fallo muscular sin límite de P	6 a 12 30" a 60" según el ejercicio	6 a 8, máximo 12	1-3 a 5 min Mac + de 5 min	5"-15" entre grupos de rep.	6 - 10	Hip. gral Prevalente de F2a Mutación F2b hacia F2a
Resistencia de fuerza pesos medios media duración	60 al 70%	70%±10* Al Fallo muscular sin límite w	7 a 15 25" a 90" según el ejercicio	6 a 8 máximo 12	1- 2 a 5 min Mac + de 5 min	1"-2" entre cada rep 5"-10" entre grupos de rep.	4 a 6	Hip gral Prevalente de F2a Coord. AA Exp Cel y Cap.
Resistencia de fuerza pesos bajos larga duración	30 al 55-60%	70%±10* Al fallo muscular sin límite P	+ 12 R 30"- 60" + 60"	3 a 8 o 9	1-2 a 5 min	1"-2" entre cada rep 5"-30" entre grupos de rep.	2 a 3	Hip gral Prevalente de F2ac- 2c - Fts Coord. AA Exp Cel, y Cap.
Fuerza-Rápida Explosiva Potencia	20-55% +55-75-80%	+ 98% ±2 tolerancia 94%	1 a 5 R 1" a 6"	3 a 6 según capacidad para mantener la intensidad	2-3 a 5 min Mac + de 5 min	1"-10" entre cada rep. 5"-30" entre grupos de rep.	2 -3 4 a 5	C. Interm aumento activación neural y velocidad de desarrollo de fuerza Hip F2 b y FAb Hip F2b ab
Resistencia de Fuerza-Rápida Explosiva Potencia	Exp:25-50% Pot:+55-75%	+ 92%	5 a 10 R 10" a 20" Biofeed	3 a 8 o 9 según capacidad para mantener intensidad	1-2 a 5 m Mac + de 5 min	1"- 5" entre cada rep 5"-30" entre grupos de rep.	2/3-5 5 a 7	C. Interm. Mantenimiento de la activación neural y velocidad de desarrollo de fuerza

Tabla 1. Orientaciones para planificar el entrenamiento de fuerza con pesos, adaptado de Naclerio, F., Jiménez, A., Hum, J., 2007, Sport Exerc. 2.

Badillo (2013) propone que la ejecución del movimiento se debe medir por tiempo, debido a que la RM si es medida mal, los procesos de entrenamiento estarán mal direccionados y hace su propuesta de los % de movimiento y velocidad de acuerdo al peso movilizado, dejando un punto de vista que realmente no se entrena bien y debemos plantear progresiones para mejorar la potencia en los ejercicios de acuerdo a la modalidad deportiva.

En el entrenamiento de potencia debemos tener claro que los porcentajes de trabajo para generar los cambios pertinentes que favorezcan y ayuden a buscar objetivos a largo plazo. Se trata de trabajos con cargas del 25% al 75 % de la RM, que generan un incremento positivo con un tiempo mínimo de 8 semanas.

Los test más utilizados para evaluar la potencia de tren inferior son los saltos, salto vertical, salto contra movimiento, salto

cargado, plataformas y las RM, pero, los más aplicados en campo, teniendo en cuenta, el tiempo del entrenador, son el salto vertical y horizontal por la forma práctica para evaluarlos.

Se recomienda realizar los test y evaluaciones de potencia siguiendo el protocolo en todas las mediciones que se ejecuten. Con esto se aumenta el grado de confiabilidad de los resultados.

Las evaluaciones de potencia de tren inferior deben tener una alta correlación al

gesto deportivo del grupo que se está evaluando. Y de ser necesario implementar modificaciones que permitan acercar la ejecución de la evaluación de potencia al gesto deportivo.

Se plantea la ejecución de movimiento de acuerdo a la velocidad y no al RM.

Sí, se conoce la velocidad con la que se hace cada porcentaje podemos, evaluar la fuerza de un sujeto sin necesidad de hacer en ningún momento un test, y por supuesto, una RM.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Balsalobre, C., & Jiménez, P. (s.f.). Entrenamiento de la fuerza nuevas perspectivas metodológicas. Madrid, España.
- Elizondo, J. (2003). Relación entre las diferentes pruebas de campo: fuerza, potencia y velocidad. *Revista de ciencias del ejercicio y la salud*.
- García, C., Sánchez, M., & González, J. (2016). Entrenamiento combinado de fuerza y ejercicios de saltos, efectos sobre el rendimiento en el salto vertical en un grupo de alto nivel de jugadores de voleibol durante una temporada completa de competición. *FEADEF*, pp. 140-143.
- Hernández, Y., & García, J. (2012). Efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la velocidad lineal. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, Sin mes, pp. 125-144.
- Hernández, Y., & García, J. (2015). Efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la potencia en el salto. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.*, pp. 28-41.
- Izquierdo, J., Redondo, J., Oliveira da Silva, L., Mateo, L., Marcolin, E., & Sedano, S. (2015). Efectos de dos tipos de entrenamiento complejo en fuerza máxima y potencia en jugadores Jóvenes de deportes colectivos. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, pp. 290-302.
- Jiménez, P., & González, J. (2010). Control de la carga de entrenamiento, a través del CMJ en pruebas de velocidad y saltos para optimizar el rendimiento deportivo en el atletismo. *CDC deporte*, pp. 207-217.
- López, F., Lara, A., Espejo, N., & Cachón, J. (2015). Evaluación de la fuerza explosiva de extensión. *Apuntes. Educación Física y Deportes*. 2015, n.º 122. 4.º, pp. 44- 51.
- Naclerio, F., & Jiménez, A. (2007). Entrenamiento de la fuerza contra resistencias: cómo. *Journal of Human Sport and Exercise online*, pp. 42- 52.



- Naclerio, F., Rodríguez, G., & Forte, D. (2008). Determinación de las zonas de entrenamiento de fuerza explosiva y potencia por medio de un test de salto con pesos crecientes. *Cronos rendimiento en el deporte*, pp. 53-58.
- Pinillosa, F., Ruíz, A., & Latorre, P. (2015). Influencia del puesto específico en la potencia y agilidad de jóvenes futbolistas. *Federación Española de Asociaciones de Docentes de Educación Física (FEADEF)*, pp. 58-61.

# LA LEUCINA EN EL DESEMPEÑO DEPORTIVO: EJERCICIOS AERÓBICOS Y ANAERÓBICOS

LEUCINE IN SPORTS PERFORMANCE: AEROBIC AND ANAEROBIC EXERCISES

**Yudi Alexandra González Álvarez**

*Maestrante en Ciencias del Deporte, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA).*

**Yubisay Noiraly Mejías Peña**

*Dra. (Ph. D) Docente e investigadora, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA).*

## RESUMEN

---

La leucina es un aminoácido utilizado por las células para la síntesis de proteínas, juega un rol importante en el rendimiento físico de los deportistas, en la degradación del tejido muscular por el envejecimiento natural y el anabolismo muscular, por ende, es importante conocer las principales diferencias de su uso como suplemento dietético en los ejercicios aeróbicos y anaeróbicos, porque, estos demandan un desarrollo muscular y un suministro de energía diferente por parte de los sistemas energéticos. Se identificaron las diferencias en la síntesis muscular en los ejercicios aeróbicos y anaeróbicos con una dieta rica en leucina, el impacto en el rendimiento muscular tras una ingesta de leucina, límite del cuerpo humano en el metabolismo de la leucina y los efectos adversos de una ingesta incrementada del aminoácido antes mencionado. Se recopiló diversos artículos de investigación que permitieron identificar esta información y se procedió a un análisis y comparación de resultados. Se concluyó que la leucina, como aminoácido

esencial, debe ser suministrado a través de la dieta, y su consumo, debe ser paralelo a una dieta rica en proteínas. La leucina ofrece mejoras leves al rendimiento deportivo, pero, ayuda en la recuperación luego de ejercicios de gran intensidad, donde haya daño muscular, posiblemente limitando su efectividad como ayuda ergogénica, y por ende, su principal aplicación radica en el tratamiento de la diabetes tipo 2 y la sarcopenia. La leucina no tiene efectos adversos en su uso, pero se recomienda una dosis máxima de 550mg/kg diarios, principalmente como medida preventiva ante la falta de estudios a largo plazo de la exposición a la leucina en elevadas concentraciones.

**Palabras clave:** Leucina, sarcopenia, aeróbico, anaeróbico, dosis, efectos.

## ABSTRACT

---

Leucine is an amino acid used by cells for protein synthesis, plays an important role in athletes' physical performance, in the degradation of muscle tissue by natural aging and muscular anabolism, therefore, it is important to know the main differences in their use as a dietary supplement in aerobic and anaerobic exercises, as these demand a muscular development and a different energy supply by the energy systems. Differences in muscle synthesis were identified in aerobic

and anaerobic exercises with a leucine-rich diet, the impact on muscle performance after a leucine intake, the human body's limit on leucine metabolism and the adverse effects of an intake of the above-mentioned amino acid. A number of investigative articles were collected to identify this information and the results were analyzed and compared. It was concluded that leucine, as an essential amino acid, must be supplied through the diet and its consumption should be parallel to a high protein diet. Leucine offers slight improvements in sports performance, but it helps in recovery after intense exercise where there is muscle damage, possibly limiting its effectiveness as ergogenic aid, and therefore, its main application lies in the treatment of type 2 diabetes and sarcopenia. Leucine has no adverse effects on its use, but a maximum dose of 550mg/kg daily is recommended, mainly as a preventive measure in the absence of long-term studies of exposure to leucine at high concentrations.

**Key words:** Leucine, sarcopenia, aerobic, anaerobic, dose, effects.

## INTRODUCCIÓN

La leucina como aminoácido esencial del cuerpo cumple una función clave en la biosíntesis de proteínas, siendo principalmente usada por el hígado, el tejido adiposo y el tejido muscular (Rosenthal, Ángel, Farkas, 1974); por ende, juega un rol importante en el rendimiento físico de los deportistas, en la degradación del tejido muscular por el envejecimiento natural y el anabolismo muscular. Debido a que este aminoácido no es sintetizado naturalmente por el cuerpo, depende en gran medida de la dieta y de los suplementos dietarios que

suministren la cantidad necesaria para el funcionamiento normal del cuerpo (Campbell, Wilborn, La Bounty, 2012).

Este análisis pretende enfocarse principalmente en la forma como la leucina interactúa con el cuerpo en la actividad física, y su posterior recuperación tras la ingesta de una dieta rica en leucina. Como parte fundamental del análisis, se comparará la síntesis muscular en la práctica de ejercicios aeróbicos y anaeróbicos, con la finalidad de identificar diferencias en el cuerpo y en la recuperación con base en la intensidad y la naturaleza del ejercicio.

De la misma manera, se busca observar, si la leucina tiene algún efecto en el rendimiento muscular, como la resistencia, la fuerza, la eficiencia y el gasto energético. Es importante mencionar que diversos factores afectan el rendimiento muscular, debido a que la insulina y las proteínas disponible en el cuerpo juegan un papel fundamental en la producción y combustión de energía, así como en la regeneración de los procesos celulares, por consiguiente, no se considerarán los efectos en personas con diabetes o algún desorden metabólico.

Adicionalmente, se analizará si existe algún límite metabólico del cuerpo para asimilar la leucina o si existe un punto de eficiencia máxima en, el que el cuerpo encuentra un punto máximo de síntesis muscular tras la práctica de ejercicio de alta intensidad.

Finalmente, se estudiará si existen efectos adversos en el uso de la leucina como suplemento dietario, y si, existe algún límite de administración, el que considere un uso responsable por parte de todos los involucrados en el deporte, debido a que su uso no se encuentra regulado y se podrían presentar amplios rangos de suministro de la leucina como ayuda ergogénica en la

obtención de mejores resultados en el deporte.

## MÉTODO

Este análisis se realizó con la búsqueda en las bases de datos de Sports Medicine, PubMed, BioMed, Research Gate, US National Library of Medicine, American

Society for Nutrition, Strength & Conditioning Journal, MedLine y Science Direct. Considerando la ausencia de información en español, se realizó una búsqueda principalmente con términos en inglés, tales como: Leucine, Performance, Synthesis, Aerobic, Anaerobic, Metabolism, Resistance, Endurance, Excess y Adverse. Dentro de los resultados, se seleccionaron aquellos artículos donde la población en estudio fueran humanos, de igual manera se tomaron en cuenta algunos estudios en animales que se consideraron relevantes.

Se recopilaron alrededor de 50 artículos con contenido relevante al tema, identificando que los artículos estuviesen oficialmente publicados y que su contenido fuese reciente, filtrando los artículos no mayores a 5 años (2011-2017), con una revisión de las referencias cruzadas encontradas dentro de los mismos. Se procedió a la lectura completa y objetiva de su contenido, tomando la información pertinente a los objetivos de esta revisión. En el desarrollo de este análisis, se tratarán: (1) Diferencias en la síntesis muscular de ejercicios aeróbicos y anaeróbicos, (2) Impacto en el rendimiento muscular, (3) Límites metabólicos de la leucina y (4) Efectos adversos de la ingesta elevada de leucina.

### *Criterios de inclusión*

En los criterios de inclusión se incorporaron artículos que utilizaran las palabras: leucina, sarcopenia, aeróbico, anaeróbico, dosis, efectos, fuerza, resistencia, consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), para la búsqueda, además, se enfocó en artículos publicados en los últimos cinco años, se tomaron en cuenta estudios en animales y seres humanos, por último, se filtró la información por idioma inglés y español.

### *Criterios de exclusión*

Los artículos publicados hace más de cinco años, y donde, no se encontrara relación con la leucina, ni ejercicios aeróbicos y anaeróbicos, fueron excluidos del estudio, además de los artículos publicados en idiomas portugués o francés.

## **Leucina**

La leucina (Leu) es uno de los veinte aminoácidos que utilizan las células para sintetizar proteínas. Junto con la valina y la isoleucina, conforman los aminoácidos de cadena ramificada o (BCAA, Branched-Chain Amino Acids en inglés) y metabólicamente, los BCAA promueven la síntesis y la rotación de proteínas, las vías de señalización y el metabolismo de la glucosa. La combinación de estos tres aminoácidos esenciales, compone casi la tercera parte de los músculos esqueléticos en el cuerpo humano y desempeñan un papel vital en la síntesis de proteínas.

## Diferencias en la síntesis muscular de ejercicios aeróbicos y anaeróbicos

Las fibras musculares son generalmente clasificadas en contracción lenta I (oxidativa lenta), contracción rápida IIA (glicolítica oxidativa rápida) y contracción rápida IIX (glicolítica rápida) (Wilson, 2002). Varios estudios han analizado los tipos de fibra muscular de los atletas de élite, a través de diversos deportes, por lo que se dice, que los individuos no entrenados tienen una relación 50/50 de fibras rápidas (tipo IIA y IIX) a fibras de contracción lenta (tipo I).

En la población atlética los corredores de largas y medianas distancias tienen 60-70% de fibras de contracción lenta, mientras que los velocistas demuestran un 80% de fibras de contracción rápida, por tanto, los levantadores de peso de élite poseen una concentración de fibras de contracción rápida significativamente mayor (60%) que los atletas de resistencia (40%).

Por tanto, los atletas en deportes que requieren las mayores capacidades aeróbicas y de resistencia tienen porcentajes de fibra de contracción lenta de hasta 90-95%, mientras que los atletas en deportes que requieren mayores capacidades anaeróbicas, fuerza y potencia (por ejemplo, levantamiento de peso y sprint) tienen fibras de contracción rápida que van desde 60-80%, por lo que, las relaciones metabólicas son diferentes y la actuación de la leucina puede influir de manera diferente (Costill, et al., 1976).

Por tanto, las fibras de tipo I tienen mayores densidades de volumen de mitocondrias y longitud de contacto de fibra capilar comparadas con fibras tipo II, que está relacionado con la exigencia de los ejercicios en los que se activa esta ruta metabólica. Además, la densidad volumétrica de las mitocondrias está altamente correlacionada

( $r = 0,99$ ) con los coeficientes de difusión de  $O_2$ , que se ve en los estudios, a través de tres grupos musculares diferentes (retractor, sartorio, soleo), lo que sugiere una mayor capacidad aeróbica en fibras de tipo I por el tipo de actividad (Wilson, et al., 2011).

Por otro lado, las fibras tipo IIX y IIA tienen 10 y 6 veces más picos de potencia, respectivamente, que las fibras de tipo I. Además, las fibras de tipo IIX y IIA tienen una velocidad contráctil de 4,4 y 3 veces mayor que las de tipo I, respectivamente. Sin embargo, no existen diferencias en la fuerza específica (área de la fuerza / sección transversal), mientras que, la fuerza absoluta es mayor en las fibras de tipo II, debido a un área de sección transversal (CSA: Cross-Sectional Area) de 39 y 26% mayor en IIX y IIA que las fibras de tipo I, respectivamente, confirmando el uso diferente de fuerzas, y por ende, de utilización de recursos. Se encontró que 12 semanas de entrenamiento de sprint en sprinters masculinos entrenados resultaron en un aumento en la cadena pesada de miosina (MHC) IIA (34,7 a 52,3%) con una disminución concomitante en MHCI (52 a 41%) (Wilson, et al., 2011).

Es importante considerar al evaluar el efecto de la leucina en los ejercicios aeróbicos y anaeróbicos, debido a que la leucina aumenta significativamente el contenido mitocondrial, la expresión de genes relacionados con la biogénesis mitocondrial, la oxidación de ácidos grasos, la actividad SIRT1, que es una enzima que desacetila proteínas que contribuyen a la regulación celular (longevidad) y la expresión génica (Liang, et al., 2014), mientras que, en un tiempo prolongado bajo tensión muscular durante el ejercicio de fuerza no se estimula un aumento inmediato en las tasas de síntesis de la proteína miofibrilar, pero puede desencadenar una estimulación retardada



que es significativa a 24-30 horas de recuperación con un subsiguiente aumento de proteína miofibrilar inducido por la alimentación (Burd, et al., 2012).

### **La leucina en los ejercicios anaeróbicos**

La leucina como aminoácido esencial juega un rol clave en la síntesis de proteína muscular/miofibrilar (MPS), por lo cual se le da importancia al anabolismo en los ejercicios de fuerza y la forma como este se logra con una dieta rica en proteínas (Churchward-Venne, Burd, Phillips, 2012), (Churchward-Venne et al., 2012), (Churchward-Venne et al., 2014) (Wilson, et al., 2013). Debido a esto, tiene un impacto mayor en el rendimiento anaeróbico, estimulando la MPS, debido a que es más efectiva durante el ejercicio que implica daño muscular.

### **La leucina en los ejercicios aeróbicos**

A pesar de que la mayor parte de los estudios demuestran su efectividad en la síntesis muscular, por ende, una mejora anaeróbica, la leucina tiene impactos positivos notables en el ejercicio de actividades aeróbicas. En el ejercicio por intervalos de alta intensidad (HIIT) y cuando es combinado con  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutírico (HMB) un metabolito de la leucina para mejorar la aptitud aeróbica, los resultados muestran que la adición de suplementos de HMB resulta en mayores cambios en el consumo máximo de oxígeno pico ( $VO_2$  peak) y el umbral ventilatorio (VT) que el HIIT solo (Robinson IV, et al., 2014).

### **Impacto en el rendimiento muscular**

La leucina, además de su función como activador de la MPS, interactúa directamente con la insulina, influyendo en el suministro de energía muscular, y por ende, teniendo un efecto en la salida total de energía de los músculos. El papel de la leucina es proporcionar una señal que los aminoácidos estén disponibles, que en combinación con la señal de disposición de energía de la insulina, estimula la síntesis de proteínas musculares (Williams, 2005).

Una dosis muy alta de este aminoácido puede estimular la síntesis de proteínas musculares, un efecto que se potencia con la insulina secretada en respuesta a la dosis de leucina (Williams, 2005). La leucina alta, también, puede inhibir la degradación de proteínas en el músculo esquelético, así como en el hígado. En contraste, a niveles fisiológicos normales, el aumento de la concentración de leucina por infusión estimula la síntesis de proteínas musculares mejorando su sensibilidad a la insulina. Esto se debe a que el rol de la leucina es de proveer una señal que los aminoácidos están disponibles, lo que en combinación con la señal de disponibilidad de la energía de la insulina, estimula la síntesis de proteína muscular (Garlick, 2005).

La leucina además atenúa el daño muscular en la práctica de ejercicios de fuerza y ayuda a disminuir la fatiga muscular (Pinheiro et al., 2011). Sin embargo, este efecto no se evidencia en periodos prolongados de ejercicio, porque después de un daño muscular inducido por el ejercicio, la suplementación con leucina en dosis altas puede ayudar a mantener la producción de fuerza durante las contracciones isométricas, sin embargo, este efecto no se observa en la generación de fuerza requerida para tareas

físicas complejas, limitando así su efectividad ergogénica (Kirby et al., 2014), (Nelson et al., 2012).

Respecto a la relación de los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) y el triptófano libre (fTRYP), se encuentra una relación entre el ejercicio de resistencia aeróbico prolongado, y el glucógeno muscular, debido a que, cuando este se agota en el músculo aumenta su dependencia de BCAA como combustible, disminuyendo la proporción de BCAA: fTRYP en plasma. Debido a que los BCAA compiten con el fTRYP para la entrada en el cerebro, una baja relación BCAA: fTRYP facilita la entrada de fTRYP en el cerebro y la formación de serotonina (Williams, 2005), consiguiendo así, una resistencia neurológica al dolor, y por ende, disminuyendo el efecto percibido de dolor en los músculos. Aún así, la leucina por sí sola puede prevenir la alteración de rendimiento del ejercicio de resistencia en comparación con la mezcla de BCAA en el agotamiento de glucógeno, mejorando el rendimiento muscular (Nissen et al., 2000).

El principal efecto de la leucina en el rendimiento se encuentra presente en el proceso de recuperación muscular, principalmente, a través de la ingesta de leucina luego de la práctica del ejercicio. Frente a la ingesta de este componente y el momento apropiado para lograr la mayor MPS, el consumo de proteínas adecuadas en combinación con el ejercicio de fuerza es el factor clave para maximizar la acumulación de proteínas musculares (Schoenfeld, Aragón y Krieger, 2013) replanteando la creencia sostenida, que en el momento de la ingesta de proteínas en y alrededor de una sesión de entrenamiento, es fundamental para las adaptaciones musculares.

Cuando se combinan 9 g/día de suplementación de BCAA con un

entrenamiento de resistencia crónico durante ocho semanas, la mitad administrada 30 minutos antes y después del ejercicio, no se observan efectos preferenciales sobre la composición corporal y el rendimiento muscular. Esto mismo, es soportado por Spillane, Emerson, Willoughby, donde se considera que la MPS se eleva en seres humanos en un 50%, a las 4 horas después de un entrenamiento de resistencia crónico, en un 109% a las 24 horas después del entrenamiento, y luego disminuye rápidamente de modo que a las 36 horas casi ha vuelto a los niveles basales (MacDougall et al, 1996), por lo que los periodos de recuperación y la utilización de la leucina tienen un efecto sobre el rendimiento y la recuperación (Spillane, Emerson, Willoughby, 2013).

### **Límites metabólicos de la leucina**

La leucina es un aminoácido esencial, que debe ser suministrado a través de la dieta, por lo que hay un límite de síntesis. Para entender la dosificación nos remitiremos a entender que el límite metabólico para oxidar la leucina está entre 550 y 700 mg/kg diarios. Esto se determina por medio de marcadores para monitorizar efectos adversos, incluyendo glucosa, insulina, alanina aminotransferasa y amoníaco (Elango, et al., 2012). Se da un aumento en las concentraciones de amoníaco en la sangre en dosis de leucina superior a 500 mg/kg diarios. Por lo que se estima directamente que el límite de la ingesta de leucina en seres humanos es máximo 550 mg/kg diarios o ~39 g/d (para un peso promedio de 70kg). Por tanto, superar este límite puede ser un riesgo para la salud. Es importante señalar que no hay estudios de ingesta masiva y por tiempos

más prolongados (Pencharz, Elango, Ball, 2012), que es soportado por varios estudios (Cynober, et al., 2012), (Elango, et al., 2012).

Estas dosis son variables, es decir, en la prevención de la sarcopenia, se ha recomendado 1.0 a 1.2 g/kg/día sin exceder 1.6 g/kg/día para evitar los efectos adversos relacionados con deterioro de la función renal, por lo que, para alcanzar la máxima eficacia de síntesis proteica, no se deben aportar fuentes de energía procedentes de aminoácidos no esenciales e hidratos de carbono. El aporte recomendado de leucina, para lograr dicha síntesis proteica, es de 4 g/comida, tres comidas al día; o una mezcla de aminoácidos esenciales de 7.5g dos veces al día (Velásquez, Irigoyen, Delgadillo, 2012).

### **Efectos adversos de la ingesta elevada de leucina**

Dentro del consumo de leucina y sus efectos adversos se debe tener en cuenta que el  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB; también conocido como  $\beta$ hidroxi-isovalerato) es un metabolito del aminoácido ramificado leucina (LEU), que se produce a partir del ácido  $\alpha$ -cetoisocaproico (CIC). La sensibilidad a la insulina producida por la suplementación con HMB afecta a largo plazo, y podría conducir a un mayor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 (Yonamine, et al., 2014).

Por otro lado, se le da importancia al rol de la señalización aumentada del Complejo Mamífero de Objetivo de Rapamicina 1 (mTORC1: Mammalian Target of Rapamycin Complex 1) por la leucina y su relación en la patogénesis de la diabetes tipo 2, considerando que los aminoácidos, especialmente la leucina, estimulan significativamente la actividad de mTORC1, que es importante debido a que el mTORC1

funciona como un sensor de nutrientes/energía/Redox presentes, controlando la síntesis de proteínas.

Por su rol como sensor de energía, se debe prestar atención crítica a los niveles altos de glucosa y de grasa, también, se debe estar atento a la ingesta diaria de proteínas de origen animal, especialmente, la carne rica en leucina y las proteínas lácteas en la prevención de la diabetes (Melnik, 2012).

Por otra parte, se sabe que la ingesta excesiva de leucina causa retraso en el crecimiento y una disminución en el peso relativo del hígado, esta aseveración fue comprobada en estudios con ratas, cuando se incluye en una dieta relativamente baja en proteínas, pero no se da este fenómeno, cuando hay un consumo proteico mayor en la dieta. Esto es consistente frente a las consecuencias de un consumo del 7% de leucina en una dieta de 4% de caseína y 5% de leucina en una dieta de caseína de 6% causa retraso en el crecimiento, pero no en una dieta de caseína de 34% (Imamura, et al., 2013).

La aplicación de leucina como un fármaco nutriente se utiliza para estimular la liberación endógena de insulina, inhibir la descomposición de proteínas musculares y estimular la síntesis de proteínas musculares, como se puede deducir, la leucina tiene numerosas aplicaciones potenciales en la salud y la enfermedad. Hasta ahora, el impacto potencial de la administración de leucina se ha evaluado principalmente en la diabetes tipo 2, la sarcopenia o la práctica deportiva (Van Loon, 2012). En las poblaciones mayores, después de 28 días de suplementación con HMB, ésta aumentó el peso, el índice de masa corporal y la cintura, la cadera y las circunferencias de la pantorrilla. Además, la suplementación de HMB dio lugar a una disminución de la

excreción de nitrógeno, lo que sugiere que el HMB disminuyó la descomposición de proteínas y / o aumentó la síntesis de proteínas (Fitschen, et al., 2013).

Por último, no se detectaron cambios significativos en la concentración sanguínea de bilirrubinas, enzimas (fosfatasa alcalina, LDH, ALT, AST, GGT), hierro, glucosa, ácido úrico, urea, creatinina, electrolitos (Na, K, Cl, P), proteína, albúmina y globulina, ni tampoco en la biometría hemática de los sujetos.

En consecuencia, el HMB, a las dosis previamente publicadas (entre 3 y 6 g/día, hasta 8 semanas), no muestra peligrosidad para su consumo como suplemento nutricional. Nissen y col., analizaron los datos relacionados con la seguridad de la suplementación de HMB de nueve investigaciones en las que se utilizó una dosis de 3 g/día, durante 3 a 8 semanas, en distintas poblaciones (jóvenes y adultos, hombres y mujeres, entrenados y no entrenados) por lo que, frente a este tema se deben profundizar con estas variables, y así, tener evidencia más exacta frente a estas variables (Nissen et al, 2000)(Manjarrez-Montes-de-Oca, et al., 2015).

## Discusión

Estudios reportaron que con la manipulación cuidadosa de las variables del ejercicio, se pueden experimentar cambios temporales de fibras de contracción rápida a fibras de contracción lenta, y viceversa. El porcentaje de fibras de tipo IIX disminuyó (18 a 10,5%) con un aumento en el porcentaje de fibras de tipo IIA. Estos resultados sugirieron una transformación bidireccional de fibras de tipo I y IIX a fibras de tipo IIA con entrenamiento de sprint.

Respecto a las evidencias, se muestra que se ocasiona daño muscular como

consecuencia del ejercicio intenso para que haya síntesis muscular. Debido a esto se obtiene un beneficio mayor de la leucina en la práctica de ejercicios anaeróbicos, ya que estos tienen un impacto fisiológico mayor en el músculo esquelético, y por ende, se verán mayores beneficios en la etapa de recuperación.

Con respecto al rendimiento aeróbico, se encontró que la leucina puede mejorar el consumo máximo de oxígeno pico (pico  $VO_2$ ) y el umbral ventilatorio (VT), así como disminuir la degradación de proteínas y con ello, incrementar la resistencia del deportista.

El principal efecto de la leucina es mejorar la disponibilidad de glucosa muscular. La leucina sola puede prevenir el deterioro en el rendimiento del ejercicio de resistencia en comparación con la mezcla de BCAAs en el agotamiento de glucógeno (Campos-Ferraz, et al., 2013). De igual manera, la leucina ayuda a disminuir la fatiga muscular, sin embargo, este efecto no se evidencia en periodos prolongados de ejercicio, debido a que después de un daño muscular inducido por el ejercicio, la suplementación con leucina en dosis altas puede ayudar a mantener la producción de fuerza durante las contracciones isométricas, sin embargo, no en la generación de fuerza requerida para tareas físicas complejas, posiblemente limitando su efectividad ergogénica (Kirby, et al., 2012).

Cabe resaltar que los efectos beneficiosos como la reducción del dolor muscular y los marcadores de daño muscular se hacen más evidentes cuando la proteína suplementaria se consume después de las sesiones diarias de entrenamiento (Pasiakos, Lieberman, McLellan, 2014), confirmando que el consumo de proteínas adecuadas en combinación con el ejercicio de resistencia es el factor clave para maximizar la acumulación

de proteínas musculares en vez de un intervalo específico de tiempo para consumirla.

Intensidades tan bajas como el 30% de la fuerza máxima, cuando se elevan al punto máximo de fatiga, son igualmente eficaces para estimular las tasas de síntesis de proteínas musculares durante la recuperación del ejercicio de resistencia (Burd, et al., 2012). En el período postprandial, las tasas de MPS se incrementaron por encima de la línea de base en 0-1,5 h en todos los tratamientos. Un efecto mejorado de la alimentación de proteínas durante la recuperación del ejercicio tardío induce un tiempo más largo bajo la tensión muscular en lugar del volumen de contracción dependiente de la intensidad.

Por otra parte, se encontró desde cuatro fuentes diferentes una convergencia en el límite metabólico para oxidar la leucina, el cual estaba entre 550 y 700 mg/kg diarios (Elango, et al., 2012). Sin embargo, se requieren estudios a largo plazo para identificar, sí, hay algún efecto secundario en la exposición prolongada a la leucina, considerando que los estudios existentes se han enfocado en los efectos inmediatos o en un periodo de tiempo no mayor a 30 días, con dosis específicas de leucina.

Se requiere un consumo elevado de proteína en conjunto con la leucina, porque el consumo elevado de leucina en una dieta de baja proteína podría retardar el crecimiento del hígado y disminuir su tamaño relativo (Cynober, et al., 2012). Estudios anteriores sugieren que la leucina como aminoácido esencial requiere de la disponibilidad de proteínas para realizar la correcta síntesis muscular y de esta manera, estimular la liberación de insulina.

Con respecto a los efectos nocivos de la leucina, hay una relación de la leucina con el desarrollo de la diabetes tipo 2, pero se recomendó una atención particular al control de la ingesta paralela de carbohidratos y proteínas más que la leucina en sí. Sin embargo, se encontró el uso potencial de la leucina en el tratamiento de los pacientes crónicos de diabetes tipo 2, porque a pesar de que las células beta pancreáticas, ya no responden a la glucosa, su respuesta a otros estímulos (como los aminoácidos) permanece altamente funcional (Van Loon, 2012).

La función de la leucina como estimulante de la síntesis muscular miofibrilar es de gran importancia para retrasar la sarcopenia, debido a que se ha demostrado que tiene un efecto mayor cuando se administra a personas de edad avanzada que a un grupo de jóvenes, principalmente, por la respuesta a la leucina. Esto es un factor importante a considerar, debido a que la tasa de pérdida de músculo esquelético puede ser hasta de 1% por año después de los 30 años de edad y continúa hasta el final de la vida (Pasiakos, 2012).

Tras la identificación de los efectos de la leucina en el rendimiento aeróbico y anaeróbico, este estudio podría orientar para que los practicantes del deporte, nutricionistas, entrenadores, estudiantes e investigadores puedan diseñar rutinas y dietas más efectivas para mejorar el rendimiento; consiguiendo mejores resultados sin afectar la salud del deportista.

## Conclusiones

La leucina, como aminoácido esencial, debe ser suministrada a través de la dieta y su consumo debe ser paralelo a una dieta rica en proteínas. La leucina ofrece mejoras leves al rendimiento deportivo, pero ayuda en la recuperación luego de ejercicios de gran intensidad, donde haya daño muscular, posiblemente limitando su efectividad como

ayuda ergogénica, por ende, su principal aplicación es en el tratamiento de la diabetes tipo 2 y en la sarcopenia. La leucina no tiene efectos adversos en su uso, pero se recomienda una dosis máxima de 550mg/kg diarios, principalmente como medida preventiva ante la falta de estudios a largo plazo de la exposición a la leucina en elevadas concentraciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Andersen, J., Klitgaard, H., and Saltin, B. (1994). Myosin heavy chain isoforms in single fibres from m. vastus lateralis of sprinters: influence of training. *Acta Physiol Scand* 151: 135-142.
- Costill, D., Daniels, J., Evans, W., Fink, W., Krahenbuhl, G., and Saltin, B. (1976). Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *J Appl Physiol* 40: 149-154.
- Jansson, E., Sjodin, B., and Tesch, P. (1978). Changes in muscle fibre type distribution in man after physical training. A sign of fibre type transformation? *Acta Physiol Scand* 104: 235-237.
- Malisoux, L., Francaux, M., Nielens, H., and Theisen, D. (2006). Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *J Appl Physiol* 100: 771-779.
- Nissen S, Sharp, R., Panton, L., Vukovich, M., Trappe, S., Fuller, J. (1945). Betahydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) supplementation in humans is safe and may decrease cardiovascular risk factors. *J Nutr* 2000; 130.
- Pinheiro, C., Gerlinger-Romero, F., Guimarães-Ferreira, L., et al. *Eur J Appl Physiol* (2012). 112: 2531. doi:10.1007/s00421-011-2224-5.
- Rosenthal, J., Angel, A., Farkas, J. (1974). Metabolic fate of leucine: a significant sterol precursor in adipose tissue and muscle. *American Journal of Physiology - Legacy Content* Feb 1974. 226 (2) 411-418.



## WEBGRAFÍA

---

- Antonio, J., Peacock, C., Ellerbroek, A., Fromhoff, B., & Silver, T. (2014). The effects of consuming a high protein diet (4.4 g/kg/d) on body composition in resistance-trained individuals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11(1), 19. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-19>
- Berton, R., Conceição, M., Libardi, C., Canevarolo, R., Gáspari, A., Chacon-Mikahil, M., Cavaglieri, C. (2017). Metabolic time-course response after resistance exercise: A metabolomics approach. *Journal of Sports Sciences*, 35(12). <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1218035>
- Burd, N., Andrews, R., West, D., Little, J., Cochran, A., Hector, A., Phillips, S. (2012). Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *The Journal of Physiology*, 590(2), 351–362. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.221200>
- Burd, N., Mitchell, C., Churchward-Venne, T., & Phillips, S. (2012). Bigger weights may not beget bigger muscles: evidence from acute muscle protein synthetic responses after resistance exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(3), 551–554. <https://doi.org/10.1139/h2012-022>
- Campbell, B., Wilborn, C., La Bounty, P., & Wilson, J. (2012). Nutrient Timing for Resistance Exercise. *Strength & Conditioning Journal (Allen Press)*, 34(4), 2–10 9p. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182558e16>
- Campos-Ferraz, P., Bozza, T., Nicastro, H., & Lancha, A. (2013). Distinct effects of leucine or a mixture of the branched-chain amino acids (leucine, isoleucine, and valine) supplementation on resistance to fatigue, and muscle and liver-glycogen degradation, in trained rats. *Nutrition*, 29(11–12), 1388–1394. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.05.003>
- Churchward-Venne, T., Breen, L., Di Donato, D., Hector, A., Mitchell, C., Moore, D., Phillips, S. (2014). Leucine supplementation of a lowprotein mixed macronutrient beverage enhances myofibrillar protein synthesis in young men: A double-blind, randomized trial1-3. *American Journal of Clinical Nutrition*, 99(2), 276–286. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.068775>
- Churchward-Venne, T., Burd, N., & Phillips, S. (2012). Nutritional regulation of muscle protein synthesis with resistance exercise: strategies to enhance anabolism. *Nutrition & Metabolism*, 9(1), 40. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-9-40>
- Churchward-Venne, T., Burd, N., Mitchell, C., West, D., Philp, A., Marcotte, G., Phillips, S. (2012). Supplementation of a suboptimal protein dose with leucine or essential amino acids: effects on myofibrillar protein synthesis at rest and following resistance exercise in men. *The Journal of Physiology*, 590(11), 2751–2765. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.228833>
- Cynober, L., Bier, D., Kadowaki, M., Morris, S., & Renwick, A. (2012). A proposal for an upper limit of leucine safe intake in healthy adults. *Journal of Nutrition*, 142(12), 2249S–2250S. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3945/jn.112.160853>
- Dickinson, J., Gundermann, D., Walker, D., Reidy, P., Borack, M., Drum, M., Rasmussen, B. (2014). Leucine-Enriched Amino Acid Ingestion after Resistance Exercise Prolongs

- Myofibrillar Protein Synthesis and Amino Acid Transporter Expression in Older Men 1 - 3. *Journal of Nutrition*, 144, 1694–1702. <https://doi.org/10.3945/jn.114.198671>. However
- Fitschen, P., Wilson, G. J., Wilson, J. M., & Wilund, K. R. (2013). Efficacy of ??hydroxy-??-methylbutyrate supplementation in elderly and clinical populations. *Nutrition*, 29(1), 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2012.05.005>
- Garlick, P. (2005). The Role of Leucine in the Regulation of Protein Metabolism. *The Journal of Nutrition*, 135(6), 1553S–1556S. <https://doi.org/10.1093/jn/135/6/1553S> [pii]
- Glynn, E., Fry, C., Drummond, M., Timmerman, K., Dhanani, S., Volpi, E., & Rasmussen, B. (2010). Excess Leucine Intake Enhances Muscle Anabolic Signaling but Not Net Protein Anabolism in Young Men and Women. *Journal of Nutrition*, 140(11), 1970–1976. <https://doi.org/10.3945/jn.110.127647>
- Grissom, J., Lennon, O., Denis, R., Grace, N., Blake, C., Rexhepi, A., Pedersen, P. (2014). Journal of Exercise Physiology online. *Journal of Exercise Physiology*, 8(1), 11–25. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181874564>
- Herbert, A., & Junior, L. (2015). muscle atrophy? A literature review, (April), 496– 507.
- Imamura, W., Yoshimura, R., Takai, M., Yamamura, J., Kanamoto, R., & Kato, H. (2013). Adverse effects of excessive leucine intake depend on dietary protein intake: a transcriptomic analysis to identify useful biomarkers. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 59(1), 45–55. <https://doi.org/10.3177/jnsv.59.45>
- Kirby, T., Triplett, N., Haines, T., Skinner, J., Fairbrother, K., & McBride, J. M. (2012). Effect of leucine supplementation on indices of muscle damage following drop jumps and resistance exercise. *Amino Acids*, 42(5), 1987–1996. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-0928-9>
- Liang, C., Curry, B., Brown, P., & Zemel, M. (2014). Leucine modulates mitochondrial biogenesis and SIRT1-AMPK signaling in C2C12 myotubes. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/239750>
- MacDougall, J., Gibala, M., Tarnopolsky, M., MacDonald, J., Interisano, S., & Yarasheski, K. (1995). The time course for elevated muscle protein synthesis following heavy resistance exercise. *Can J Appl Physiol*, 20(4), 480–486. <https://doi.org/10.1139/h95-038>
- Manjarrez-Montes-de-Oca, R., Torres-Vaca, M., González-Gallego, J., & Alvear-Ordenes, I. (2015). El ??-hidroxi-??-metilbutirato (HMB) como suplemento nutricional (I): metabolismo y toxicidad. *Nutricion Hospitalaria*, 31(2), 590–596. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.2.8432>
- Melnik, B. (2012). Leucine signaling in the pathogenesis of type 2 diabetes and obesity. *World Journal of Diabetes*, 3(3), 38. <https://doi.org/10.4239/wjd.v3.i3.38>
- Metab Oseo Y Min, 10(2), 98–102. Retrieved from [www.researchgate.net/...sarcopenia.../00b4952b1e4884ffb8000000.pdf%5Cn](http://www.researchgate.net/...sarcopenia.../00b4952b1e4884ffb8000000.pdf%5Cn)
- Nelson, A., Phillips, S., Stellingwerff, T., Rezzì, S., Bruce, S., Breton, I., Rowlands, D. (2012). A protein-leucine supplement increases branchedchain amino acid and nitrogen turnover but not performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(1), 57–68. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182290371>
- Pasiakos, S., Lieberman, H., & McLellan, T. (2014). Effects of protein supplements on muscle damage, soreness and recovery of muscle function and physical performance: A systematic review. *Sports Medicine*, 44(5), 655–670. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0137-7>

- Pasiakos, S., McClung, H., McClung, J., Margolis, L., Andersen, N., Cloutier, G., Young, A. (2011). Leucine-enriched essential amino acid supplementation during moderate steady state exercise enhances postexercise muscle protein synthesis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 94(3), 809–818. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.017061>
- Pasiakos, S., McLellan, T., & Lieberman, H. (2015). The Effects of Protein Supplements on Muscle Mass, Strength, and Aerobic and Anaerobic Power in Healthy Adults: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 45(1), 111–131. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0242-2>
- Pencharz, P., Elango, R., & Ball, R. (2012). Determination of the Tolerable Upper Intake Level of Leucine in Adult Men 1 – 3, 3. <https://doi.org/10.3945/jn.112.160259>.The
- Reitelseder, S., Agergaard, J., Doessing, S., Helmark, I. C., Schjerling, P., Van Hall, G., Holm, L. (2014). Positive muscle protein net balance and differential regulation of atrogene expression after resistance exercise and milk protein supplementation. *European Journal of Nutrition*, 53(1), 321–333. <https://doi.org/10.1007/s00394-013-0530-x>
- Robinson, E., Stout, J., Miramonti, A., Fukuda, D., Wang, R., Townsend, J., Hoffman, J. (2014). High-intensity interval training and  $\beta$ hydroxy- $\beta$ -methylbutyric free acid improves aerobic power and metabolic thresholds. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11(1), 16. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-16>
- Rowlands, D., Nelson, A., Phillips, S., Faulkner, J., Clarke, J., Burd, N., Stellingwerff, T. (2014). Protein-leucine fed dose effects on muscle protein synthesis after endurance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(3), 547–555. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000447>
- Schoenfeld, B., Aragon, A., & Krieger, J. (2013). The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1), 53. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-53>
- Spillane, M., Emerson, C., & Willoughby, D. (2012). The effects of 8 weeks of heavy resistance training and branched-chain amino acid supplementation on body composition and muscle performance. *Nutrition and Health*, 21(4), 263– 273. <https://doi.org/10.1177/0260106013510999>
- Trabal, J., Forga, M., Leyes, P., Torres, F., Rubio, J., Prieto, E., & Farran-Codina, A. (2015). Effects of free leucine supplementation and resistance training on muscle strength and functional status in older adults: A randomized controlled trial. *Clinical Interventions in Aging*, 10, 713–723. <https://doi.org/10.2147/CIA.S75271>
- Van Loon, L. (2012). Leucine as a pharmaconutrient in health and disease. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 15(1), 71–77. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32834d617a>
- Velázquez, C., Esther, M., & Camacho, I. (2012). Salud muscular y prevención de sarcopenia : el efecto de la proteína, leucina y  $\beta$ -hidroxi-  $\beta$ -metilbutirato. *Rev*
- Williams, M. (2005). Dietary Supplements and Sports Performance: Amino Acids. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2(2), 63. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-2-2-63>
- Wilson, J., Loenneke, J., Jo, E., Wilson, G., Zourdos, M., & Kim, J. (2012). The Effects of Endurance, Strength, and Power Training on Muscle Fiber Type Shifting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1724–1729. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318234eb6f>

- Wilson, J., Lowery, R., Joy, J., Walters, J., Baier, S., Fuller, J., Rathmacher, J. (2013).  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate free acid reduces markers of exercise-induced muscle damage and improves recovery in resistance-trained men. *British Journal of Nutrition*, 110(3), 538–544. <https://doi.org/10.1017/S0007114512005387>
- Wilson, J., Wilson, S., Loenneke, J., Wray, M., Norton, L., Campbell, B., Stout, J. (2012). Effects of Amino Acids and their Metabolites on Aerobic and Anaerobic Sports. *Strength & Conditioning Journal*, 34(4). Retrieved from [http://journals.lww.com/nsca-scj/Fulltext/2012/08000/Effects\\_of\\_Amino\\_Acids\\_and\\_their\\_Metabolites\\_on.8.a.spx](http://journals.lww.com/nsca-scj/Fulltext/2012/08000/Effects_of_Amino_Acids_and_their_Metabolites_on.8.a.spx)
- Yang, Y., Breen, L., Burd, N., Hector, A., Churchward-Venne, T., Josse, A., Phillips, S. (2012). Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men. *British Journal of Nutrition*, 108(10), 1780–1788. <https://doi.org/10.1017/S0007114511007422>
- Yonamine, C., Teixeira, S., Campello, R., Gerlinger-Romero, F., Rodrigues, C., Guimarães-Ferreira, L., Nunes, M. (2014). Beta hydroxy beta methylbutyrate supplementation impairs peripheral insulin sensitivity in healthy sedentary Wistar rats. *Acta Physiologica*, 212(1), 62–74. <https://doi.org/10.1111/apha.12336>

# ADAPTACIONES AL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EN ADULTOS MAYORES. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.

## ADAPTATIONS IN STRENGTH TRAINING IN SENIOR ADULT. A SYSTEMATIC REVIEW.

**Diana Carolina Bustos Rodríguez**

*Maestrante en Ciencias del Deporte, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA).*

**Yubisay Noiraly Mejías Peña**

*Dra. (Ph.D) Docente e investigadora, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA).*

### RESUMEN

---

La proporción de la población mundial con más de 60 años tendrá un aumento del 12% al 22% en los próximos años, todo esto debido a la deducción del incremento de la tasa de fecundidad, y por ende, al aumento de la esperanza de vida, de este modo el presente artículo de revisión científica, que tiene como objetivo proporcionar información sobre las adaptaciones neurológicas, cardiovasculares y de composición corporal, que se evidencian en el entrenamiento de la fuerza en el adulto mayor, en el que se establecieron algunos lineamientos para una adecuada prescripción del ejercicio en esta población y los posibles beneficios de la práctica, dando importancia a los parámetros de fuerza, funcionalidad y calidad de vida, la metodología utilizada para la búsqueda de información para esta revisión se realizó en diferentes bases de datos, enfocados en el entrenamiento de fuerza en el adulto mayor, cuyos resultados deliberan que un programa de entrenamiento de la fuerza correctamente planificada puede aumentar la fuerza

muscular, provocando mejoras en el desempeño de la capacidad funcional, y por ende, aumentó la esperanza de vida de manera sana y activa, especialmente con la independencia y la autonomía en el adulto mayor, de este modo, puede ser un excelente método no farmacológico que puede controlar o mitigar los efectos contraproducentes, debido a la inactividad física, enfermedades crónicas no transmisibles, y generando hábitos de vida saludable.

**Palabras clave:** Adaptaciones, Entrenamiento, fuerza, adulto mayor.

### ABSTRACT

---

The proportion of the world's population with more than 60 years will have an increase of 12 per cent to 22 per cent, all this is due to the deduction of the increase in the fertility rate, and therefore the increase in life expectancy (WHO, 2017), the company has to cope with a large population of older people is becoming increasingly less independent and as his health deteriorates requires more care, as well as the present article of scientific dissemination that aims to provide information about the adaptations neurological, cardiovascular and body composition that are evident in the strength training in the elderly, which was established some guidelines For an adequate exercise prescription in this population and the

potential benefits of the practice, giving importance to the maintenance of the parameters of strength, functionality and quality of life, the methodology used for the search of information for this review was carried out in different databases, focused on strength training in the elderly, the results of deliberate that a strength training program properly planned can increase muscle strength, leading to improvements in the performance of the functional capacity and thus increase the life expectancy of a healthy and active, especially with the independence and autonomy in the older adult, in this way, you can be an excellent method of non-pharmacological You can control or mitigate adverse effects due to physical inactivity, chronic non-communicable diseases, and generating healthy habits.

**Keywords:** Adaptations, Training, Strength, older adult.

## INTRODUCCIÓN

---

Según la Organización Mundial de la Salud entre 2015 y 2050, la proporción de la población mundial con más de 60 años tendrá un aumento del 12% al 22%, es decir, pasará de 900 millones hasta 2000 millones, todo esto debido a la deducción del incremento de la tasa de fecundidad, y por ende, al aumento de la esperanza de vida (OMS, 2017), por tanto la sociedad tiene que hacer frente a una gran población de personas mayores que cada vez es menos independiente y a medida que su salud se va deteriorando requiere de más cuidados. Un buen estado de salud es indispensable para esta población, esto les permitirá poder emprender actividades, estudios, y hobbies que aportarán a su familia

y a la comunidad en general un nivel de independencia funcional.

El envejecimiento es un proceso natural de los seres vivos, que se relaciona con un deterioro o disminución de las funciones de los sistemas neuromusculares y músculo esquelético, que inducen la pérdida de la capacidad de adaptación en el medio ambiente por disminución de funcionalidad (Rebolledo-Cobos, Correa, Juliao-Castillo, Gallardo, & Tandazabal, 2017) provocando decrecimiento de todas las manifestaciones de la fuerza muscular que redundan sustancialmente en la calidad de vida.

Es así, como el entrenamiento de fuerza (EF) es ampliamente recomendado como una estrategia eficaz para mejorar la salud, y por ende, la aptitud muscular. Un programa bien diseñado puede promover el aumento progresivo de la fuerza (Scudese, et al., 2016), siendo un componente esencial, cuando se apunta a mejorar el rendimiento deportivo y la calidad de vida, independientemente de su edad o género.

El entrenamiento de fuerza está relacionado principalmente con mejoras en rendimiento neuromuscular, tales como la producción de fuerza y coordinación intermuscular, así mismo, el desarrollo de los músculos es especialmente importante, no sólo para optimizar el rendimiento en diferentes actividades deportivas, sino también, mejorando algunos síndromes, tales como la prevención de la sarcopenia (de Groot, C., Van Loon, L., Verdijk, L., Snijders, T., & Tieland, 2014); (Sabido, Peñaranda, Hernández-davó, & Agudas, 2016), la disminución de estas capacidades físicas asociadas, causan daños y repercuten en las actividades de la vida diaria de las personas como: realizar aseo, subir escaleras, llevar bolsas de compras y caminar (Dantas, E., Figueira, A., Emygdio, R., Vale, 2014).



Por tanto, se puede resaltar la importancia del EF en el envejecimiento ya que optimiza la capacidad funcional en los adultos mayores (Borba-pinheiro & Vale, 2014), y se instaura como una prioridad de fomento en salud pública con el fin de prevenir las manifestaciones de enfermedades crónicas degenerativas no transmisibles (ENT), es correcto afirmar que, el fenómeno del sedentarismo, aumenta el riesgo de padecer estas enfermedades, que tiene un elevado impacto económico asociado a los costes directos e indirectos del tratamiento clínico, ligados a la discapacidad total o parcial, así como a la disminución de los niveles de productividad (Lee, B., Bacon, K., Bottazzi, M., 2013).

De este modo, se debe tener en cuenta que todos aquellos procesos ya sean fisiológicos y morfológicos, propios del envejecimiento, acompañados de malos hábitos de vida, hacen que el adulto mayor presente cambios en la distribución de la grasa corporal, presión arterial, valores del perfil lipídico, capacidad aeróbica y la masa muscular, que maximizan las posibilidades de obtención de las ENT, es por ello, que se instaura y se promueve uno de los tratamientos no invasivos para combatir o prevenir los factores de riesgo modificables, como la actividad física, de este modo, promover la actividad física para mejorar las habilidades de correr, saltar y lanzar, para beneficiar los patrones motores globales de los adultos mayores es especialmente importante, porque esta población es la menos activa físicamente de cualquier grupo de edad (ODPHP, 2017).

## **Método**

La metodología utilizada para la búsqueda de artículos para esta revisión se realizó en las bases de datos PubMed, Scopus, SportDiscus, ScienceDirect y Google Académico, utilizando los términos fuerza (resistance or strenght), entrenamiento (training), adulto mayor (older adult), así como su combinación con los términos strength training, resistance training, weight training, cardiovascular adaptations, neuromuscular adaptations, Body composition, en su mayoría en inglés, seguido por el español y el portugués.

### *Criterios de inclusión*

Los criterios de inclusión utilizados para la selección de los artículos fueron: publicados en una revista indexada y el año de su publicación, teniendo en cuenta, los últimos 5 años, de este modo se obtuvieron un total de 50 artículos científicos.

### *Criterio de exclusión*

Artículos no relacionados con las temáticas expuestas.

## **Adulto mayor y actividad física.**

Debido al aumento de los índices de envejecimiento poblacional en el mundo, explicado anteriormente por la OMS, en personas mayores de 65 años y los beneficios que aporta la actividad física especialmente el entrenamiento de la fuerza a la calidad de vida de los adultos mayores, constituyen el foco de atención de innumerables estudios científicos (Romo, V., & Barcala, 2012); (Sánchez, 2013); (Zazo, R., & Moreno, 2014); (Mares, 2015) y (Martínez, 2016).

En el envejecimiento suceden cambios a nivel de los sistemas: cardiovascular, respiratorio, metabólico, músculo esquelético, motor, entre otros, que reducen la capacidad ante el esfuerzo y la resistencia al estrés físico de los mayores. (Zamarripa, R., Ruíz, F., López, W., & Fernández, 2013); (Durán, M., & Terrero, 2015); (Orozco, C., Chávez, M., Vite, J., & García, 2016) por lo que se puede entender que el envejecimiento constituye un proceso degenerativo, que ocasiona un deterioro en distintos sistemas del cuerpo humano.

La disminución de dichas funciones fisiológicas y capacidades físicas en el adulto mayor, y más aún debido a la inactividad física, aumentan los niveles de glucosa en sangre y ocurre una disminución de la densidad ósea que facilitan la aparición de enfermedades degenerativas como la diabetes, la hipertensión y la osteoporosis (Borbapinheiro & Vale, 2014), de este modo, ubican al adulto mayor en condiciones de vulnerabilidad (Granacher, U., Muehlbauer, T., Gruber, 2012), es así, como las personas que se mantienen físicamente activas tienden a prolongar la independencia funcional y la calidad de vida, por lo tanto, fomentan el envejecimiento saludable.

Por estas razones, la actividad física proporciona una mejor salud con calidad de vida en las personas mayores (Borba-Pinheiro, C., Figueiredo, N., Carvalho, M., Drigo, A., Pardo, P., Dantas, 2013), sin embargo, programas de entrenamiento físico generan adaptaciones en los diversos sistemas fisiológicos. Entre los distintos tipos de entrenamiento, se encuentran, el entrenamiento de resistencia (ER), y el entrenamiento de fuerza (EF) (Pereira, P., Medeiros, R., Santos, A., Oliveira, L., Aniceto, R., Júnior, 2012), para promover beneficios en

el organismo humano a corto y largo plazo, es decir, adaptaciones crónicas y agudas.

### ***Entrenamiento de fuerza en el adulto mayor.***

El Entrenamiento de fuerza ha sido ampliamente estudiado en el adulto mayor, con el propósito de maximizar las capacidades físicas y mantener la autonomía funcional (Moreira, et al., 2017); (Sousa, N., Souza, M., Pereira & Bertucci, D., Magosso, R., Baldisser, V., Andrade, 2013), por lo tanto, puede desempeñar un papel importante, debido a que desarrolla habilidades y destrezas, además de reducir el riesgo de accidentes y caídas.

Como se mencionaba anteriormente el entrenamiento de fuerza minimiza los efectos de la sarcopenia, denominada por Irwin Rosenberg (Silva, 2014) como la pérdida degenerativa de masa muscular y fuerza al envejecer, este tipo de entrenamiento aumenta los niveles de fuerza y flexibilidad, por eso, ha sido ampliamente recomendado en la prescripción de actividades para las personas mayores (Naves, 2012); (Pereira, P., Medeiros, R., Santos, A., Oliveira, L., Aniceto, R., Júnior, 2012).

El entrenamiento de fuerza correctamente prescrito y supervisado tiene la capacidad de generar mejoras en el rendimiento de habilidades motoras como: saltar, correr y lanzar (Peña, Heredia, Lloret, Martín, & Da Silva-Grigoletto, 2016), traduciéndose en autonomía funcional. En este sentido, el envejecimiento y la falta de actividad física empeora la realización de las actividades cotidianas, lo que produce atrofia de los músculos esqueléticos y la dependencia física en las personas mayores (Silva, 2014), por ende, la actividad física y los programas de

entrenamiento de fuerza son una estrategia eficaz para combatir estos efectos.

El ejercicio físico en personas mayores es una forma de actividad física específicamente planeada, estructurada y repetitiva (NIH Senior Health, 2015), en el que se proponen intensidades moderadas de 5 y 6 puntos, en la escala de Börg o de vigorosa intensidad (7 a 8 en la escala de Börg, durante 150-300 min o de 75 a 150 min semanales respectivamente (Cheng, S., Kung, Y., Chen, Y., Chen, C., Lien, W., Yang, P., 2013) realizando la actividad moderada durante 30-60 min/día o de vigorosa intensidad de 20 a 30 min/día (Chodzko-Zajko, W., 2016) con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana con el objetivo de inducir el estrés necesario sobre el organismo, así como cambios significativos en los niveles de autonomía e independencia funcional (Mazini, M., De Matos, D., Rodrigues, B., Aidar, F., De Oliveira Venturini, G. Da Silva, R., 2013).

El tiempo de recuperación entre las series y ejercicios varía entre 60 seg a 120 seg entre series y ejercicios, dependiendo de la intensidad y la condición física de los participantes (Gelecek N., Ilcin, N., Subasi, S., Acar, S., Demir N., 2012); (Sousa, N., Mendes, R., Abrantes, C., Sampaio, J., 2013). Se utiliza el aumento progresivo de la carga como método de entrenamiento para incrementar la fuerza muscular, destacándose el trabajo con bandas elásticas y circuitos en máquinas multiestación (Gremeaux, V., Gayda, M., Lepers, R., Sosner, P., Juneau, M., 2012), involucrando a todos los grupos musculares principales (ODPHP, 2017).

### ***Programas de entrenamiento de fuerza en el adulto mayor.***

Con el fin de mejorar las funciones cardiorrespiratorias, musculares y la salud ósea y funcional, además de reducir el riesgo de padecer ENT, depresión y deterioro cognitivo, se recomienda que los adultos de 65 años en adelante dediquen 150 minutos semanales a realizar actividades físicas moderadas aeróbicas, o bien algún tipo de actividad física vigorosa aeróbica durante 75 minutos, o una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas ("OMS," 2017).

En la prescripción del entrenamiento de fuerza se debe tener en cuenta, un gran número de variables tales como la intensidad, el volumen, la densidad, el descanso, el ejercicio y la selección de la velocidad de ejecución (Sabido, et al., 2016), de esta manera, se pueden obtener los resultados deseados, promoviendo una estrategia más eficaz y viable para mejorar el rendimiento físico con el EF, trabajando sobre el rendimiento funcional en adultos mayores (Drey et al., 2012).

La intensidad aumenta progresivamente del 40 al 80% de 1RM (una repetición máxima) (Ramírez, J., et al., 2015). En ellos los efectos positivos sobre la salud en poblaciones sanas son descritos con programas de entrenamiento de alta o vigorosa intensidad, mientras que en sujetos con enfermedades osteomusculares, articulares o con síndrome metabólico, lo son con programas anaeróbicos de moderada intensidad (Chung, C., Giles, J., Petri, M., Szklo, M., Post, W., Blumenthal, R., 2012) (Martins, W., De Oliveira, R., Carvalho, R., de Oliveira, V., Da Silva, V., 2013).

En cuanto a intensidades altas del 76% respecto a 1 RM reducen en 2,7 mmHg la PA (presión arterial) sistólica y en 2,9 mmHg la PA diastólica, ambas en reposo (Vanhees L., de Sutter, J., Gelada, S., Doyle, F., Prescott, E., Cornelissen, V., 2012).

Respecto a las sesiones del EF, cada una constará de 6 a 10 ejercicios/día, que son suficientes para mejorar la condición física de los adultos mayores (Concannon, L., Grierson, M., 2012), (Concannon, L., Grierson, M., 2012), en cuanto al volumen de trabajo, se propone un número de series entre 1 y 6, aunque el promedio general que describe mejores resultados corresponde a 3 series por ejercicio (Silva, N., Oliveira, R., Fleck, S., León A., 2013), las repeticiones se enfatizan en que altos volúmenes conducen a mayores ganancias de fuerza muscular (Lee, B., Bacon, K., Bottazzi, M., 2013); (Chung, C., Giles, J., Petri, M., Szklo, M., Post, W., Blumenthal, R., 2012), en adultos mayores de 60 años se recomienda trabajar de 8 a 15 repeticiones, porque estimulan la capacidad oxidativa, la fuerza muscular y la resistencia aeróbica. Según la evidencia científica, las repeticiones van de acuerdo con la intensidad y cantidad de ejercicios realizados: a mayor intensidad menor cantidad de ejercicios (Ramírez, J., Chaparro, D., 2015).

Los estudios publicados con adultos mayores son variados, debido a las diferentes características metodológicas, que hace difícil la tarea de concretar los elementos propios para la programación del ejercicio físico como el periodo de tiempo en que, se pueden observar alteraciones significativas por cada factor de riesgo cardiovascular, los contenidos acordes con los niveles de actividad física de los participantes (principiante, intermedio y avanzado), así como, los beneficios de cada modelo propuesto, que facilite la elaboración de guías

y recomendaciones para el trabajo con adultos mayores (Ramírez, J., Chaparro, D., 2015), según varios estudios esta duración osciló entre 2 y 12 meses. No obstante, los resultados significativos no se presentaron antes de la semana 12, es decir, que la intervención mínima de ejercicio no puede ser menor de 3 meses (Song, M., Yoo, Y., Choi, C., 2013).

Así mismo, los ejercicios de fuerza deben estar acompañados de elementos que incluyan trabajo de equilibrio y flexibilidad, empleando movimientos activos y pasivos, como aquellos que obligan a la variación de la base de sustentación y del centro de gravedad, con el objetivo de fortalecer la musculatura tónica (Martins, W., De Oliveira, R., Carvalho, R., De Oliveira, V., Da Silva, V., 2013), (Concannon, L., Grierson, M., 2012), de este modo, los resultados de un estudio preliminar sugieren que el entrenamiento de fuerza puede mejorar la capacidad del adulto mayor para recuperarse de una gran perturbación postural (Pamukoff, et al., 2014), así que, se tendrá que entrenar la propiocepción, el equilibrio, el ajuste postural, y la correcta ejecución de los mismos, para no acarrear con lesiones osteomusculares y efectos contraproducentes en estas edades.

### ***Adaptaciones neurológicas en el entrenamiento de fuerza.***

En el EF, las mejoras producidas se deben principalmente a un factor neurológico, esto sugiere un mayor reclutamiento de las unidades motoras que accionan las fibras musculares y a una mejora en el ritmo de activación de las mismas, los adultos mayores más débiles exhiben un número reducido de unidades motoras y diferencias en el tamaño

de la unidad motora (Kaya, Nakazawa, Hoffman, & Clark, 2013).

Por lo tanto, cuando comenzamos un entrenamiento de fuerza, nuestras primeras mejoras notables se deben principalmente a un uso más eficiente de nuestro sistema neuromuscular. La pérdida de la masa muscular y la calidad del músculo esquelético son factores importantes que contribuyen a la debilidad relacionada con la edad, según evidencias indican que la activación neuronal agonista (es la eliminación correspondiente a la orden neuronal para que se realice una acción muscular) está deteriorada en algunos, pero no en todos los adultos mayores, y es posible, que la coactivación antagonista (es un error, al cometer una activación excesiva de la musculatura que va contraria a un movimiento agónico) también, desempeñe un papel en la debilidad relacionada con la edad, aunque no se ha establecido un vínculo definitivo (Clark & Fielding, 2012), de este modo, el entrenamiento de fuerza en el adulto mayor, puede obtener aumentos significativos en la capacidad del sistema neuromuscular para producir fuerza máxima y explosiva, todo esto debido en parte a las adaptaciones estructurales y funcionales de los músculos entrenados específicas del sistema nervioso (Izquierdo & Aguado, 1995).

### ***Adaptaciones cardiovasculares en el entrenamiento de fuerza.***

El EF produce una mejora significativa en la aptitud cardiovascular (AC), esto debido a que la función del miocardio, mantiene e incluso, quizá aumenta, en la respuesta aguda al EF de alta intensidad, la contracción parece mediar la respuesta vascular aguda, esto conlleva a producir un aumento en las enzimas mitocondriales, la proliferación

mitocondrial, la remodelación vascular, incluida la capilarización (James Steele<sup>1</sup>, James Fisher<sup>1</sup>, Doug McGuff<sup>2</sup>, 2015), y la conversión fenotípica de fibras musculares de tipo IIx hacia tipo IIa, aquellas de contracción rápida y su desarrollo de fuerza es 3-5 veces mayor que las fibras de contracción lenta (López, J., 2013). Para comprender el papel del EF en la AC, es importante identificar las variables involucradas, estas variables son, el consumo de oxígeno máximo ( $VO_2$  máx), economía de movimiento, Frecuencia cardíaca (FC) y umbral del lactato (U<sub>lac</sub>).

Teniendo en cuenta, que algunos estudios demuestran que programas de fuerza tradicionales en personas sedentarias tienen efectos cardiovasculares similares a actividades de resistencia como andar, correr o trotar, otros trabajos documentan que el entrenamiento de fuerza no es estímulo eficaz para la mejora del  $VO_2$  máx a no ser que sean personas sedentarias o de baja capacidad funcional, de ser una persona activa debe utilizar el método de entrenamiento en circuito, que se define como la combinación de diversos ejercicios anaeróbicos realizados consecutivamente, con periodos de recuperación muy cortos o inexistentes, para lograr un efecto de entrenamiento cardiovascular (Isidori, 2015).

Por tanto, los objetivos fundamentales son: aumentar la fuerza muscular, la resistencia y el fitness cardiorrespiratorio utilizando cargas ligeras y mínimos, en los tiempos de recuperación se producen incrementos del  $VO_2$  máx, máxima ventilación pulmonar, capacidad funcional y fuerza, mientras se reduce la grasa corporal mejorando la composición corporal, además, habrá que tener en cuenta, que a medida que la capacidad aeróbica del sujeto es menor, los beneficios cardiorrespiratorios con este tipo

de programas de entrenamiento de fuerza serán mayores (Isidori, 2015).

### ***Adaptaciones en la composición corporal con el entrenamiento de fuerza.***

El proceso de envejecimiento está acompañado por cambios en la composición corporal, con un aumento de la masa adiposa y una pérdida de masa magra corporal total (Yáñez, C., et al., 2016), se presenta un cambio en el tejido colágeno, que hace que los tendones y ligamentos aumenten su dureza o rigidez, por lo tanto, es más propenso sufrir lesiones asociadas al esfuerzo excesivo. Igualmente, se presenta una pérdida gradual de fibras musculares (FM) (dinapenia), asociado a disminución de la fuerza muscular, además acompañada de la sarcopenia, que es la pérdida de masa muscular, lo que repercute en la disminución de la capacidad funcional (Yáñez, C., et al., 2016).

Existen variables antropométricas que se relacionan con pérdida de funcionalidad y que estarían también relacionadas con la mortalidad, incluso más que el índice de masa corporal (IMC) (Wijnhoven, H., 2010), que presenta diversas limitaciones. Dichas variables son: circunferencia de brazo (CB), circunferencia de pantorrilla (CP), pliegue de brazo (PB), pliegue de pantorrilla (PP), área muscular de brazo corregida (AMBc) y área muscular de pierna (AMP).

Estudios recientes han demostrado, que 10 días de reposo en cama en los adultos mayores sanos, existe una pérdida de casi 1 kg de masa magra en extremidades inferiores, con una disminución posterior del 16% en la fuerza isocinética del aparato extensor de la rodilla y alrededor de la cuarta y quinta semanas, existiría una pérdida de 0,4 kg de masa magra en adultos jóvenes (Yáñez,

et al., 2016). De este modo, el EF debe enfatizar en el mantenimiento de la masa magra. Asimismo, se encontró una relación positiva entre la disminución del índice de masa corporal y las mejoras en colesterol total (CT), lipoproteínas de alta densidad (HDL), lipoproteínas de baja intensidad (LDL) y CT/HDL, lo que indica, que los cambios en algunos aspectos del perfil lipídico son influidos por la disminución de la grasa corporal como consecuencia de programas de entrenamiento de fuerza progresivos (Eguchi, M., Masanori, O., 2013); (Kearney, T., Murphy, M., Davison, G., O'Kane, M., 2014).

De este modo, se resalta que la disminución del CT, triglicéridos TG y el aumento de HDL se presentaron, cuando el EF se prescribió a una intensidad del 60% al 90% de 1 RM de 2 a 5 series, entre 8 a 12 repeticiones, mínimo 12 semanas y con una duración por sesión de entre 45 y 60 min (Gelecek, N., Ilcin, N., Subasi, S., Acar, S., Demir, N., 2012), (Kearney, T., Murphy, M., Davison, G., O'Kane, M., 2014), (Accetta, M., Ali, S., Marques, L., Guimaraes, A., Seixas-da-Silva, I., Ribeiro, A., 2012).

### ***Discusión***

Un programa de entrenamiento de la fuerza correctamente planificado puede aumentar la fuerza muscular, provocando mejoras en el desempeño de la capacidad funcional, y por ende, aumento la esperanza de vida de manera sana y activa, especialmente, con la independencia y la autonomía en el adulto mayor, el entrenamiento de la fuerza es un excelente método no farmacológico que puede controlar o mitigar estos efectos contraproducentes en la salud del adulto mayor, diversos estudios reportan



adaptaciones fisiológicas que se evidencian tanto a nivel neuromuscular como cardiovascular y de composición corporal, que tienen efectos directos sobre el incremento de la capacidad funcional y la calidad de vida de los adultos mayores.

Se recomienda igualmente completar estos entrenamientos de fuerza con entrenamientos de tipo aeróbico, como caminatas, ciclismo, natación, para aumentar los beneficios, es decir, presentar menores tasas de mortalidad por ENT, como cardiopatías, hipertensión, diabetes, entre otras, menor riesgo de caídas, funciones

cognitivas más conservadas, y por supuesto, una menor limitación de sus funcionalidades.

No obstante, es necesario realizar más estudios con adultos mayores que permitan establecer pautas en el entrenamiento de fuerza, y capacitación de entrenadores para llevar a cabo un programa exitoso, tomando en cuenta, todos los parámetros para la prescripción de entrenamiento de fuerza y poder garantizar las respuestas y adaptaciones de los diferentes sistemas y cumplir con los objetivos de mejorar la calidad de vida de esta población.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Accetta, M., Ali, S., Marques, L., Guimaraes, A., Seixas-da-Silva, I., Ribeiro, A., et al. (2012). Aerobic conditioning, blood pressure (BP) and body mass index (BMI) of older participants of the Brazilian Family Health Program (FHP) after 16 weeks of guided physical activity. *Arch Gerontol Geriatr*, 54: pp. 210-213.
- Accumulated brisk walking reduces arterial stiffness in overweight adults: Borba, C., & Vale, G. (2014). Efectos de un programa de entrenamiento concurrente sobre la fuerza muscular, flexibilidad y autonomía funcional de mujeres mayores. *Revista Ciencias de La Actividad Física UCM*, 15(2), pp. 13-24.
- Borba, C., Figueiredo, N., Carvalho, M., Drigo, A., Pardo, P., Dantas, E. (2013). Efecto del entrenamiento de judo adaptado en la osteoporosis masculina: presentación de un caso. *Rev Ciencias Actividad Física UCM.*, 14(2): pp. 15-19.
- Cheng, S., Kung, Yu, H., Chen, Y., Chen, C., Lien, W., Yang, P., et al. (2013). Physical activity and risk of cardiovascular disease among older. *Int J Gerontol*, 1-4.
- Chodzko, W., et al. (2016). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exercise*, 41: pp. 1510-1530.
- Chung, C., Giles, J., Petri, M., Szklo, M., Post, W., Blumenthal, R., et al. (2012). Prevalence of traditional modifiable cardiovascular risk factors in patients with rheumatoid arthritis: Comparison with control subjects from the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Semin Arthritis Rheum.*, 41: pp. 535-544.
- Clark, D., & Fielding, R. (2012). Neuromuscular Contributions to Age-Related Weakness. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 67<sup>a</sup> (1), 41-47. <https://doi.org/10.1093/gerona/blr041>

- Concannon, L., Grierson, M., and H. (2012). Exercise in the older adult: From the sedentary elderly to the masters athlete., 4: pp. 833-839.
- Dantas, E., Figueira, A., Emygdio, R., Vale, R. (2014). Functional Autonomy Gdlam Protocol Classification Pattern in Elderly Women. *Indian J Applied Research*, 4(7): pp. 262-266.
- De Groot, C. Van Loon, L. Verdijk, L., Snijders, T., & Tieland, C. (2014). Strategies to augment muscle mass in elderly; the role of exercise, nutrition, and muscle stem cells. *Proceedings of the ICFSR*, 3, pp. 26-27.
- Drey, M., Zech, A., Freiburger, E., Bertsch, T., Uter, W., Sieber, C. C., ... Bauer, J. M. (2012). Effects of strength training versus power training on physical performance in prefrail community-dwelling older adults. *Gerontology*, 58(3). <https://doi.org/10.1159/000332207>
- Durán, M., & Terrero, G. (2015). Actividades y ejercicio físico en el adulto mayor para disminuir el estrés. *Revista Digital - Buenos Aires - Año 20 - N° 205. Junio*. Retrieved from <http://www.efdeportes.com/efd205/ejercicio-fisico-enadulto-mayor-paradisminuir-el-estres.htm>
- Eguchi, M., Masanori, O., and Y. (2013). The effects of single long and accumulated short bouts of exercise on cardiovascular risks in male japanese workers: a randomized controlled study. *Ind Health*, 51: p. 563.
- Evidence from a randomized control trial. *J Am Soc Hypertens*, 8: pp. 117-126.
- Gelecek, N., Ilcin, M., Subasi, M., Acar, S., Demir, N., and O. (2012). The effects of resistance training on cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women: A randomized-controlled trial. *Health Care Women Int*. 2012;, 33: pp. 1072-1085.
- Granacher, U., Muehlbauer, T., Gruber, M. (2012). A qualitative review of balance and strength performance in healthy older adults: Impact for testing and training., 10.1155/2012/70895.
- Gremeaux, V., Gayda, M., Lepers, R., Sosner, P., Juneau, M., and N. (2012). Exercise and longevity. *Maturitas*., 73: pp. 312-317.
- Isidori, E. (2015). Consideraciones De La Fuerza a Nivel Respiratorio, pp. 41-54.
- Izquierdo, M., & Aguado, X. (1995). Adaptaciones neuromusculares durante el entrenamiento de fuerza en hombres de diferentes edades. *Apunts*, (55), pp. 20- 26.
- Kaya, R., Nakazawa, M., Hoffman, R., & Clark, B. (2013). Interacción entre la fuerza muscular, unidades de motor, y el envejecimiento. *Exp Gerontol*. 2013 Sep; 48 (9): pp. 920-925.
- Kearney, T., Murphy, M., Davison, G., O'Kane, M., and G. (2014).
- Lee, B., Bacon, K., Bottazzi, M., and H. (2013). Global economic burden of changes disease: A computational simulation model. *Lancet Infect Dis*, 13: pp. 342-348.
- López, J. (2013). Fisiología del ejercicio.
- Martínez, S. (2016). Bienestar subjetivo, resiliencia y discapacidad. *Acciones e Investigaciones Sociales*., (36), pp. 113-140.
- Martins, W., De Oliveira, R., Carvalho, R., De Oliveira, V., Da Silva, V., et al. (2013). Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: A systematic review with meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*., 57: pp. 8-15.
- Mazini, M., De Matos, D. Rodrigues, B., Aidar, F., De Oliveira, G., Da Silva, R., et al. (2013). The effects of 16 weeks of exercise on metabolic parameters, blood pressure, body mass index and functional autonomy in elderly women., 14: pp. 86-93.

- Moreira, B., Sampaio, R., Diz, J., Bastone, A., Ferriolli, E., Neri, A., Kirkwood, R. (2017). Factors associated with fear of falling in community-dwelling older adults with and without diabetes mellitus: Findings from the Frailty in Brazilian Older People Study (FIBRA-BR). *Experimental Gerontology*, 89, pp. 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.01.004>
- Naves, S. (2012). Efeito do treinamento funcional na mobilidade de idosos. *Dissertação. (Especialização Em treinamento). Universidade Católica de Goiás, Goiânia*.
- Orozco, C., Chávez, M., Vite, J., & García, V. (2016). Cognición de actividades de la vida diaria y variables psicológicas mujeres adultas mayores practicantes de Tai Chi Chuan (Yang). (30), pp. 222-225.
- Pamukoff, D., Haakonssen, E., Zaccaria, J., Madigan, M., Miller, M., & Marsh, A. (2014). The effects of strength and power training on single-step balance recovery in older adults: A preliminary study. *Clinical Interventions in Aging*, 9. <https://doi.org/10.2147/CIA.S59310>
- Pereira, P., Medeiros, R., Santos, A., Oliveira, L., Aniceto, R., Júnior, A., et al. (2012). Efeitos do treinamento funcional com cargas sobre a composição corporal: Um estudo experimental em mulheres fisicamente inativas. *Motricidade*; 8(1): pp. 42-52.
- Ramírez, J., Chaparro, D., et al. (2015). Efecto del ejercicio físico para el control de los factores de riesgo cardiovascular modificables del adulto mayor: revisión sistemática., Volúmen 49, Número 4, pp. 240-251, Copyright ©.
- Rebolledo-Cobos, R., Correa, C., Juliao-Castillo, J., Gallardo, R., & Tandazabal, O. (2017). Functional implications of the strength training on older adult: A literature review | Implicaciones funcionales del entrenamiento de la fuerza en el adulto mayor: Una revisión de literature. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 34(1).
- Romo, V., & Barcala, R. (2012). Recomendaciones sobre actividad física para personas mayores: efecto del entrenamiento de fuerzas sobre la condición física. *Revista de Psicología Del Deporte*, (21), pp. 373-378.
- Sabido, R., Peñaranda, M., Hernández-davó, J., & Agudas, C. (2016). Comparison of acute responses to four different hypertrophy-oriented, pp. 109–121.
- Sánchez, C. (2013). Análisis de la Representación social del bienestar subjetivo en adultos mayores beneficiarios del programa 70 y Más: acciones desde la política social. *Revista Perspectivas Sociales*, 15(2), 129-150., 15(2), pp. 129-150.
- Scudese, E., Senna, G., Alarcón Meza, E., Zarlotti, C., Bessa de Oliveira, A., & Dantas, E. (2016). Effect of different recovery methods in strength training on performance and perceived exertion. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, (xx). <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2015.12.003>
- Silva, V. (2014). Sarcopenia. *Saúde em Movimento*.
- Silva N., Oliveira, R., Fleck, S., León, A., et al. (2013). Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: A metaanalysis of dose-response relationships. *J Sci Med Sport*.
- Song, M., Yoo, Y., Choi, C., et al. (2013). Effects of Nordic walking on body composition, muscle strength, and lipid profile in elderly women. *Asian Nurs Res.*, pp. 1–7.
- Sousa, N., Souza, M., Pereira, G., & Bertucci, D., Magosso, R., Baldisser, V., Andrade, S. (2013). Limiar de lactato em exercício resistido em idosos. *Motricidade.*, 9(1): pp. 86-9 No Title.

- Steele, J., Fisher, J., McGuff, D. (2015). El entrenamiento de la fuerza hasta el fallo mejora la aptitud cardiovascular en humanos. Revisión de las respuestas fisiológicas agudas y adaptaciones fisiológicas crónicas. *Journal PubliCE Premium*.
- Yáñez, C., et al. (2016). Efecto del tiempo e institucionalización en variables antropométricas apendiculares, en un grupo de adultos mayores independientes y dependientes.
- Vanhees, L., De Sutter, J., Gelada S., Doyle, F., Prescott, E., Cornelissen, V., et al. (2012). Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in defining the benefits to cardiovascular health within the general population: *Recommendations from the EACPR (Part I)*. *Eur J Prev Cardiol.*, pp. 670–686.
- Wijnhoven, H., et al: (2010). Low mid-upper arm circumference, calf circumference, and body mass index and mortality in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*; 65: pp. 1107–1114.
- Zamarripa, R., Ruíz, F., López, W., & Fernández, B. (2013). Actividad e inactividad física durante el tiempo libre en la población adulta de Monterrey (Nuevo León, México). *Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte Y Recreación*, (24), pp. 91-96.
- Zazo, R., & Moreno-Murcia, J. (2014). Hacia el bienestar psicológico en el ejercicio físico acuático.

## WEBGRAFÍA

---

- Mares, V. (2015). La clave del estudio del adulto mayor. *Revista Electrónica en Iberoamérica Especializada En Comunicación- N° 90. Junio*.
- NIH Senior Health (2015). Exercise: Benefits of Exercise. Retrieved from <https://nihseniorhealth.gov/exerciseforolderadults/healthbenefits/01.html>
- ODPHP. (2017). Active Older Adults. Retrieved from <https://health.gov/paguidelines/guidelines/chapter5.aspx>
- OMS. (2017). Retrieved from <http://www.who.int/topics/ageing/es/>
- Peña, G., Heredia, J., Lloret, C., Martín, M., & Da Silva-Grigoletto, M. (2016). Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: Revisión. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 9(1), pp. 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2015.01.022>

# DOPAJE EN EL CICLISMO: METODOS, SUSTANCIAS Y CONTROLES. UNA MIRADA ACTUAL

DOPING IN CYCLING: METHODS, SUBSTANCES AND CONTROLS. A CURRENT LOOK

## **Hernán Andrés Arévalo**

*Maestrante en Ciencias del Deporte, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA)*

## **Yubisay Noiraly Mejías Peña**

*PhD. Docente e investigadora, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA)*

## RESUMEN

---

La realización de este artículo tuvo como objetivo compilar y analizar la información existente sobre el tema del dopaje en el deporte específicamente en el ciclismo. Se realizó una búsqueda en bases de datos de más de 50 artículos científicos, relacionados con el dopaje en el ciclismo, algunos enmarcados en áreas como la sociología, la medicina, la fisiología y hasta el análisis periodístico de los casos más conocidos de dopaje en la historia del ciclismo, iniciamos con una introducción al mundo del dopaje, luego lo encaminamos al deporte, y posteriormente, lo centramos en el ciclismo específicamente. Tras la contextualización, tratamos el tema del dopaje desde los métodos, los controles que se realizan para detectarlo, las organizaciones encargadas de divulgarlo, los efectos fisiológicos en el cuerpo humano y los efectos adversos que causan en la salud de los deportistas. Finalmente, reportamos algunos hallazgos basados en la comparación de las distintas teorías de autores que nos ayudan a comprender las

causas y motivos que tienen los atletas para usar el doping, también se realizan conclusiones sobre la presente revisión y visión sobre el dopaje en el ciclismo y se analiza un poco esta problemática del deporte.

**Palabras clave:** Dopaje, deporte, ciclismo, métodos, efectos, sustancias.

## ABSTRACT

---

The accomplishment of this article had as objective to compile and to analyze the existent information on the subject of the doping in the sport specifically in the cycling. A search was made in databases of more than 50 scientific articles related to doping in cycling, some framed in areas such as sociology, medicine, physiology and even the journalistic analysis of the most well-known doping cases in the History of cycling, we started with an introduction to the world of doping then we directed it to the sport and later we focused on cycling specifically. After the contextualization, we deal with the doping issue from the methods, the controls that are made to detect it, the organizations responsible for releasing it, the physiological effects on the human body and the adverse effects they cause on the health of athletes. Finally we report some findings based on the comparison of the different theories of

authors that help us to understand the causes and reasons that athletes have to use doping, conclusions are also made about the present review and vision about cycling and doping Analyzes a little this problem of the sport.

**Key words:** Doping, sport, cycling, methods, effects, substances.

## INTRODUCCIÓN

El dopaje ha existido desde el inicio de los tiempos como una forma de potenciar el estado físico de los hombres que en principio se dedicaban a la cacería y la guerra utilizando plantas, brebajes, infusiones y de más sustancias para aumentar su resistencia, fuerza o velocidad, permitiéndoles así, cubrir más territorio en menos tiempo o tener más fuerza que sus rivales de batalla (Gordillo, R., Ruíz, & Quiroga, 2008). En todas las civilizaciones primitivas se pueden encontrar estos métodos de "dopaje" que en ese tiempo no tenían la connotación que tienen hoy día, inclusive en estos tiempos modernos, aún hay culturas aborígenes y otras civilizadas que utilizan ayudas ergogénicas para mejorar sus capacidades físicas (Canyameras T., 2016).

En los primeros tiempos del deporte en la antigua Grecia, también encontraron presencia del dopaje, los atletas de ese entonces se valían de brebajes que les ayudaban a incrementar su fuerza, por lo general mediante efectos narcóticos mejoraban su resistencia, retrasaban la fatiga y así obtenían una ventaja sobre sus rivales (De Vivo Creazzo, 2013). Luego de la revolución industrial, también, hubo una revolución en el deporte y en su significado, como ahora ya no es un tributo a los dioses, sino un negocio con mucho dinero de por medio, por tanto aparecieron laboratorios

dedicados a crear sustancias farmacéuticas (De Bortoli, 2003), y métodos que le permitan al deportista magnificar sus capacidades deportivas, dejando de lado los valores éticos que promulga el deporte.

Tal vez, un paso más atrás de la aparición y evolución de estos fármacos, métodos y laboratorios ha estado su contra parte, organizaciones, federaciones, agencias y personas en general que luchan por hacer del deporte un fenómeno más puro, con mayor justicia e igualdad entre los competidores (Cabrera, Gutiérrez, J., Pavel, P., & Castillo, 2015), estos entes no sólo veían por el castigo de quien comete la falta, sino también, por la educación y la prevención desde la etapas de iniciación de los deportistas (Sebastián, 2013), además estudian y alertan sobre las consecuencias adversas a la salud de los deportistas que utilizan algún tipo de dopaje (Baltazarova, V., 2014).

La más influyente de estas organizaciones es sin duda la WADA o AMA en español Agencia Mundial Antidopaje (McAuley & Wolfswinkel, 2009). Todos los años publican una lista de métodos y sustancias prohibidas para los deportistas, tanto fuera como dentro de la competencia, sobre esta lista se basan y actualizan todos los reglamentos del deporte federado en todo el mundo. Luego de esta organización mundial también intervienen los comités olímpicos de cada país, las federaciones y ligas de cada deporte para hacer cumplir a cabalidad las prohibiciones impuestas por la WADA (Nielens & Hermans, 2007).

El ciclismo es el deporte que más famoso ha hecho el tema del dopaje (García-Arjona & Bodin, 2011), tal vez, porque fue en las competencias ciclísticas donde se presentó el primer caso de muerte de un deportista, atribuyéndosele el deceso al dopaje (Fernández & Domínguez, 2015). Las



características del ciclismo crean un ambiente donde cualquier mejora en alguno de los aspectos de estos deportistas o de su implemento marcan la diferencia entre los ganadores y perdedores de esta disciplina deportiva, un solo segundo de diferencia marcará el resultado de una competencia.

El ciclismo, ha evolucionado a lo largo de los años, no solo la bicicleta y la indumentaria del ciclista, también los métodos de entrenamiento y sin duda alguna al dopaje (Rodríguez, 2015). Son muchos los ciclistas que optan por las sustancias prohibidas para obtener esa pequeña ventaja que los ponga en lo más alto del pódium, incentivados por la presión de los patrocinadores, el dinero, la fama o por obligación de sus entrenadores, recurren a estas ayudas sin pensar en los daños que ocasionan a su carrera y su salud.

El objetivo principal de esta revisión es recopilar parte de la información académica-científica de lo que se ha trabajado en torno al dopaje en el ciclismo, analizar esta información, comparar teorías y puntos de vista de distintos autores, con la finalidad de divulgar la información para entrenadores, deportistas, directivos y comunidad en general, sobre algunos aspectos del dopaje referentes a antecedentes de estos aspectos éticos en el ciclismo.

## MÉTODO

---

El proceso de búsqueda de la información se inició en las bases de datos sportdiscus, proquest y scopus, las cuales permitieron realizar un escaneo inicial de la bibliografía existente. Luego se continuó con una búsqueda más general en motores de búsqueda académicos como pubmed y google académico.

La búsqueda se realizó con las palabras clave: dopaje, doping, ciclismo, fisiología, efectos adversos y distintas combinaciones entre esos términos, a medida que se iban hallando artículos y demás publicaciones relacionadas con el dopaje en el ciclismo, se iban almacenando en el gestor bibliográfico Mendeley.

Luego de tener la cantidad necesaria de artículos científicos almacenados se procede a la clasificación de las publicaciones filtrando la información según su contenido y aporte al presente estudio.

### **Criterios de inclusión**

El proceso de selección de las publicaciones que se encontraron se basó en su contenido y en la fiabilidad de la fuente bibliográfica de la cual procede, para esto se tuvo en cuenta que cumpliera con requisitos mínimos: nombre del autor, nombre del medio donde se publicó, año de publicación y lugar donde se realizó el estudio. También, se tomó en cuenta las publicaciones del año 2000 hacia el presente año, se buscó principalmente publicaciones en idioma español, pero también, se incluyeron los que se hallaban en inglés y que cumplieran con los requisitos mínimos.

### **Criterios de exclusión**

Se excluyeron los artículos que no cumplieran con parámetros básicos bibliográficos como los mencionados anteriormente, también se excluyeron artículos de análisis periodístico sobre temas de dopaje y aunque en algunos casos (cuando su contenido estaba muy relacionado con el

dopaje en ciclismo) se admitieron artículos sociológicos, antropológicos y psicológicos que tocaban el tema del dopaje, la gran mayoría de este tipo de artículos fueron excluidos, porque sus características cualitativas y los temas que abordaban, no estaban en concordancia con el tema central de esta revisión.

## HISTORIA DEL DOPAJE

---

El dopaje ha estado presente desde los albores de la humanidad, inclusive en la antigua Grecia ya se usaban sustancias que aumentaban el rendimiento deportivo de los atletas (Gordillo, A., 2000), también, están documentados los casos de los guerreros nórdicos de hace miles de años que utilizaban un hongo que contiene un alcaloide que no solo les provocaba alucinaciones, sino también aumentaba su fuerza hasta doce veces preparándolos para la batalla (Rodríguez, B., 1992) citado por (Gordillo, A., 2000). En las civilizaciones orientales también era común el uso de estimulantes físicos como la efedrina y la raíz del ginseng, en la América prehispánica, también se usaban estimulantes para mejorar el rendimiento físico y realizar extensas caminatas o jornadas de trabajo, aún hoy día se utilizan como la hoja de coca, la hierba mate, el guaraná, peyote (Ochoa, D., Barrera, T., 2014). En Colombia, los indígenas utilizaban la corteza de un arbusto llamado Yoco, que contenía grandes cantidades de cafeína (Gómez, López, 2010). En África, y medio oriente utilizaban las hojas de una planta conocida como Kat de la que se extrae la catina, se toma en infusiones y disminuye la fatiga y el hambre (Gómez, López, 2010).

De los estimulantes anteriormente expuestos, podríamos encontrar por

centenares o miles alrededor de todo el mundo, porque el dopaje sin ser considerado como algo perjudicial o ilícito, ha sido utilizado por la humanidad desde el inicio de los tiempos, lógicamente con propósitos distintos a los de hoy día (Cusset, 2015). La cantidad de sustancias y métodos que existen y existieron, posiblemente no se hayan documentado en su totalidad, pero dieron inicio para que actualmente se estudiaran y crearan nuevas formas de dopaje con sustancias más difíciles de detectar y efectos más eficientes (García, V., 2013).

## DOPAJE EN EL DEPORTE

---

La palabra doping aparece por primera vez en 1889 utilizada por el profesor Demole, para referirse a la utilización de narcóticos en caballos de carreras. Y en 1963 en Francia, se da la primera definición de dopaje en el marco del primer coloquio europeo de medicina deportiva, definiéndose así: se considera "dopaje la utilización de sustancias y medios destinados a incrementar artificialmente el rendimiento en una competición y que pudieran perjudicar la integridad física y psíquica del deportista" pero, es en 1992 cuando este término se incluye por primera vez en un diccionario especializado.

Aunque la palabra "dopaje" no es para nada moderna, si se ha contextualizado en los últimos años únicamente al ámbito del deporte y socialmente no es común, ni correcto utilizar este término en un contexto diferente al deportivo (Canyameras, T., 2016).

El dopaje y el deporte nacen de la mano, el dopaje es considerado el antónimo de la esencia del espíritu deportivo (Paper, 2014), en la antigua Grecia y Roma, los atletas no solo consumían sustancias para aumentar

sus capacidades físicas (Garde, G., 2015), también se sabe que hacían que sus rivales consumieran sustancias que perjudicarían el desempeño físico. (Durantez, 1991) citado por (Gordillo, 2000).

En el siglo XIX cuando hace aparición el deporte moderno gestado por la revolución industrial, también, se da un cambio en el dopaje, se dejan de lado las infusiones y las plantas medicinales y por primera vez se utilizan fármacos, elaborados en laboratorios (Ramos Gordillo 1998).

Los primeros casos de dopaje moderno se dieron en 1865 por parte de nadadores que cruzaban el canal de Ámsterdam. En el ciclismo apareció en las carreras de 6 días cuando solo había un corredor por equipo en 1879 (Pardo, 2015). En fútbol y boxeo los deportistas consumían cocteles de brandy, píldoras y cocaína esto a inicios del siglo XX (Gordillo, R., et al., 2008). Luego en 1960 aparece el dopaje hormonal y etiológico (Noret 1981) citado por (Gordillo, 2000) habla sobre la utilización de esteroide en atletas norteamericanos, especialmente los lanzadores.

Aunque el dopaje siempre ha estado presente en el deporte, fue desde los juegos olímpicos de México 1968 cuando el Comité Olímpico Internacional (COI) inicio el control antidoping (Pardo, 2015), el mayor número de positivos que se ha encontrado fue en Atenas 2004, con 26 casos reportados (Marco, L., López, & Mallén, 2009). En Moscú 1980 no hubo ningún caso de dopaje, y en Montreal 1976 se dio el mayor porcentaje de positivos por cantidad de controles realizados 1,40% (Marco, L., et al., 2009). Europa, es el continente más sancionado, respecto a las sustancias, los agentes anabolizantes son los más frecuentemente encontrados (Marco et al., 2009).

En algunas ocasiones, los deportistas solicitan la aplicación de medicamentos para tratar malestar de salud, pero en realidad lo que se busca es consumir alguna sustancia activa en estos medicamentos que le permita incrementar su rendimiento deportivo (Vargas, A., Chávez, L., Echeverry, L., 1978). Según, (Molano & Ortíz, 2009), el dopaje va en contra de los valores de un ser humano ideal, también de lo esperado por un deportista, debido a que el doping destruye el espíritu deportivo, "doparse es rendirse ante los miedos y destruir el cuerpo".

Las primeras leyes para combatir el dopaje aparecen luego de las olimpiadas de San Luis en 1904, cuando se reporta el primer caso de doping en unos juegos olímpicos por parte del maratonista Thomas Hicks, el barón Pierre de Cubertin dijo: "Se trunca una forma física, cuando se dopa al atleta como a un caballo" y en respuesta a esto el COI inicia su lucha formal contra el dopaje (Gordillo, R., et al., 2008). En 1967, se crea la comisión médica del COI para combatir el dopaje, los principios en los que se basa esta comisión para la lucha contra el dopaje son extraídos de tres principios del ideal olímpico, 1. Defensa de la ética del deporte; 2. Protección de la salud de los deportistas; 3. Conservación del principio de igualdad para todos (Gordillo, 2000).

## DOPAJE EN EL CICLISMO

---

El ciclismo es el deporte que más famoso ha hecho el término de dopaje o doping (García-Arjona & Bodin, 2011), pero se estima que fue entre los años 1992 y 2006 cuando el dopaje se hizo endémico en el ciclismo (Rodríguez, 2015) es decir, su punto máximo de utilización en este deporte aunque en el tour de France de 1998 un equipo fue expulsado por utilizar eritropoyetina (EPO) y

otros 6 equipos más abandonaron la competencia (Eichner, 2007).

Como se ha mencionado fue desde muy temprano en el deporte moderno que el dopaje empezó a causar estragos como el que tuvo lugar a finales del siglo XIX en la clásica Burdeos-París, el ciclista Arthur Linton fallece a causa de un coctel de estupefacientes (Beckett, 1988), esta es recordada como la primera muerte por dopaje.

Otro caso recordado se presentó en 1960 en los juegos olímpicos de Roma, el ciclista danés Kurt Enemar Knud Jensen quien competía en la prueba de contra reloj por equipos, a mitad del recorrido sintió malestar y se retiró de la competencia para posteriormente ser trasladado a un centro hospitalario en donde falleció (Burks, 1981), según la necropsia que le realizaron, su muerte se debió al abuso de anfetaminas y vasodilatadores, sorprendentemente resultó ser el entrenador del equipo quien suministraba a sus deportistas estas sustancias y no solo fue Kurt el único afectado, debido a que dos de sus compañeros, también, tuvieron problemas de salud, afortunadamente sin el trágico final de Kurt.

Eran tiempos de locura por las medallas, el mundo se hallaba polarizado por la guerra fría y los excesos en la utilización de sustancias mejoradoras del rendimiento físico se veían justificadas por la obtención de una medalla, pero a medida que se presentaban casos de accidentes provocados por el dopaje, el mundo se iba alertando de este fenómeno que parecía desbordado y fue en 1967 durante la celebración de una etapa del tour de Francia, cuando todas las miradas apuntaron al dopaje (Pardo, 2015).

A lo mejor por ser la competencia más famosa e importante del mundo del ciclismo,

además, se trataba del campeón mundial de ciclismo de ruta de esa temporada por el puerto de montaña que se estaba subiendo o tal vez por la irónica fecha, el 13 de julio en la etapa 13, subiendo el mítico Mont Ventoux, faltando un kilómetro para la cima, el inglés Tom Simpson colapso sobre su máquina, según la necropsia un paro cardíaco provocado por anfetaminas, causaron su muerte (Molano & Ortiz, 2009). Todos estos factores hicieron que la prensa diera un cubrimiento eufórico a la noticia y que las autoridades reguladoras se apropiaran más estrictamente del problema (De Mondenard, 1987) citado por (Gordillo, 2000).

Esto influyó para que en el mismo año la Unión Ciclista Internacional (UCI) instaurara de forma definitiva los controles anti dopaje durante las competencias, siendo las sustancias estimulantes las más perseguidas (Canyameras, T., 2016).

## SUSTANCIAS MAS UTILIZADAS PARA EL DOPAJE EN EL CICLISMO

---

Las siguientes son las sustancias prohibidas por la WADA (2017). Para dentro y fuera de competencia.

1. Agentes anabolizantes como: esteroides anabolizantes androgénicos (EAA).
2. Hormonas peptídicas o de crecimiento, como por ejemplo la EPO.
3. Agonistas beta-2.
4. Moduladores hormonales y metabólicos.
5. Diuréticos y agentes enmascarantes.

### *Sustancias prohibidas en competición*

6. **Estimulantes:** efedrina, epinefrina, pseudoefedrina.
7. **Narcóticos:** morfina, pentazocina y petidina.

8. **Canabinoides:** cannabis, hachís y marihuana o sintético.
9. **Glucocorticoides:** administrados por vía oral, intravenosa, intramuscular o rectal.

Estudios estadísticos detectaron que los cannabinoides en especial la marihuana es altamente utilizada por los deportistas jóvenes, seguida por la cocaína. Estas sustancias pueden mejorar el rendimiento fuera y dentro de la competencia principalmente por sus efectos sobre los neurotransmisores y su efecto de relajación (Socidrogalcohol, Society, Abate, Braganò, & Botrè, 2009).

También, se puede tener en cuenta que algunas sustancias prohibidas están presentes en alimentos cotidianos, producto de fungicidas en las plantas que se consumen o como componentes de alimentos de ganado.

Sin embargo, no se ha demostrado pero existe un gran debate sobre el positivo de Alberto Contador con clenbuterol en el Tour de 2010, en donde se le atribuyó la presencia de esta sustancia en el organismo del deportista a la ingesta de carne vacuna contaminada con esta sustancia (Bazo, S., Cantalejo, M., Chicaiza, I., & Gutiérrez, Á., Padín, J., 2013).

## AUTORIDADES PARA LA REGULACIÓN DEL DOPAJE

---

El dopaje ha crecido a la par del deporte, a tal punto, que fue necesario la creación de organizaciones que controlarán este fenómeno, por parte de las instancias deportivas apareció la AMA (Agencia Mundial Antidopaje) (Nielens & Hermans, 2007).

El código mundial antidopaje escrito por la WADA, es donde se listan todas las sustancias y métodos prohibidas y consideradas como dopaje, se actualiza cada año, y también, proporciona una guía para todas las disposiciones legales de lucha contra el dopaje para todas las organizaciones que deseen ejercer control antidopaje (Sierra, 2015).

*Principios sobre los cuales se fundamenta la lucha contra el dopaje por las organizaciones internacionales:*

- Velar por los derechos de los deportistas a participar en una competencia libre de doping y promover el juego limpio y la salud.
- Consolidar programas antidopaje a nivel nacional y mundial para la detección, disuasión y prevención del dopaje (Molano & Ortiz, 2009).

*Organizaciones internacionales para el control del dopaje en el ciclismo (Baltazarova Valentinova, 2014):*

- 1- Unión ciclística internacional (UCI). 1967.
- 2- Comité olímpico internacional (COI). 1894.
- 3- Agencia mundial anti dopaje (AMA) o WADA 1999
- 4- Organización de las naciones unidas para la educación, ciencia y cultura (UNESCO). 1945.
- 5- Concejo de Europa. 1949.

*Autoridades de control antidopaje competentes en Colombia (Coldeportes, ley 845):*

- 1- Director del instituto colombiano del deporte.
- 2- Presidentes de las federaciones deportivas debidamente reconocidas.
- 3- Comisión nacional antidopaje y medicina deportiva.

## MÉTODOS DE DOPAJE EN EL CICLISMO

---

Los siguientes son métodos prohibidos por la (WADA, 2017)

1. *Manipulación de sangre*: se considera dopaje sanguíneo la administración o extracción de sangre o productos sanguíneos sintéticos que contengan hemáties, en este proceso extraen una cantidad de sangre al deportista y semanas más tarde se vuelve a inyectar aumentando los niveles de glóbulos rojos, mejorando así el transporte de oxígeno  $VO_2$  y el aumento de la resistencia muscular (Ramos Gordillo, 1999). Fue oficialmente prohibido por el COI en 1986, quienes contemplan 3 posibles métodos de dopaje sanguíneo: *Dopaje sanguíneo con transfusión autóloga*, la sangre de la misma persona que se inyecta antes de una competencia,  
*La transfusión homóloga*, la transfusión de sangre compatible de otra persona, y *Heteróloga*, que es el suministro de sangre no humana (Baltazarova Valentinova, 2014). Este método de manipular los niveles de hematocritos en plasma, aumentan el rendimiento incrementando los niveles de  $VO_2$ , sobre todo en la altura superior a los 2000 metros sobre el nivel del mar (Eichner, 2007).
2. *Manipulación química y física*: Se considera manipulación farmacológicas, químicas y físicas la cateterización o sondaje vesical, sustitución o alteración de la orina, inhibición de la secreción renal, alteración de la testosterona, utilización de diuréticos.
3. *Dopaje genético*: La WADA, define el dopaje genético como "el uso no terapéutico de genes, material genético y/o células que

tengan la capacidad de aumentar el rendimiento deportivo", el dopaje genético fue incluido en la lista de la WADA en 2013. (Baltazarova Valentinova, 2014). Nace como resultado del desciframiento del mapa del genoma humano, a raíz de esto surge el interés por mejorar las capacidades del ser humano por medio de la biotecnología de nuestra naturaleza, estas tecnologías proponen en principio que seremos capaces no solo de entender la genética humana, sino también modificarla y mejorarla (Artienza, E., López Frías, 2014).

Este método no es muy utilizado hoy en día por sus posibles efectos colaterales (Verdugo Guzmán, 2015), pero su potencial radica en la posibilidad de poder "diseñar" deportistas en función de las características del deporte. Algunos de los genes que pueden ser modificados son: el gen que regula la producción de EPO, genes que activan y reparan los músculos (MGF, IGF1BP, GH), genes que aumentan el número de capilares (VEGF), genes que aumentan los niveles de endorfinas elevando el nivel tolerable de sufrimiento. (Baltazarova Valentinova, 2014).

Este tipo de dopaje modifica las células con propósitos de aumentar la masa muscular, la altura, la rapidez en la curación de las lesiones, incrementos del flujo sanguíneo y mayor producción energética (Verdugo Guzmán, 2015).

Cabe destacar que con respecto a este tipo de dopaje hay un gran debate entre dos grupos de autores: los transhumanistas y los bioconservadores, los primeros están de acuerdo en la utilización de este tipo de tecnologías genéticas para potenciar el rendimiento humano justificando que la evolución del hombre no puede esperar a que la



naturaleza actúe en la fisiología de los sujetos y que el desarrollo de estas ciencias es producto de la misma evolución, el segundo grupo no están de acuerdo con la alteración, ni manipulación del genoma humano, porque ésto implica “jugar a ser dioses” y también acarrea complicaciones bilógicas (Sebastián, 2013).

## MÉTODOS DE CONTROL PARA EL DOPAJE

---

Los controles anti dopaje son realizados por personas certificadas por alguna de las organizaciones anteriormente mencionadas, las muestras son analizadas en laboratorios o instalaciones habilitadas para este procedimiento durante o fuera de la competencia. Las muestras recolectadas por lo general son de orina o de sangre. Cualquier deportista puede ser seleccionado para el control anti dopaje. Sí, el control se realiza por fuera de la competición se puede hacer por sorpresa, pero respetando el tiempo de descanso del atleta, es decir, los controles sorpresa fuera de competencia se puede hacer entre las 6:00 a.m. hasta las 11:00 p.m.. Durante la competencia se realiza inmediatamente antes de iniciar las competencias o inmediatamente finalizada (Baltzarova Valentinova, 2014).

### Procedimiento

El atleta debe presentarse en la zona de control con el documento de identidad en menos de 30 minutos siguientes al llamado, la muestra es recogida por un médico certificado por las organizaciones anti dopaje

y en algunos casos por un enfermero asistente. Se pueden tomar hasta 4 muestras según el nivel de competencia y las agencias que intervengan. (Baltzarova Valentinova, 2014).

La cantidad de orina utilizada es mayor a 80 ml, el deportista debe manifestar el consumo de medicamentos y el permiso medico por escrito, de ser el caso. La muestra de orina se divide en dos frascos de vidrio, una para el análisis correspondiente y otra para ser almacena en las instalaciones del laboratorio de ser necesarios análisis posteriores.

En caso de encontrar una sustancia prohibida el deportista tiene tres días hábiles para solicitar la revisión de los análisis mediante la apertura de la segunda muestra que fue guardada previamente, si este fuera el caso, el frasco con esta submuestra se abrirá en presencia del deportista afectado y por personal médico distinto al que realizó el primer análisis. De confirmarse el primer resultado, se emite un informe a la entidad responsable para que continúe con el proceso de sanción, por el contrario, en caso de no confirmarse, el resultado se considerara negativo (Baltzarova Valentinova, 2014).

### Pasaporte bilógico

Fue en el ciclismo en donde se innovó con este método de control, la UCI introdujo el pasaporte bilógico para regular las cantidades de hematocritos y esteroides en el organismo de los ciclistas en diferentes temporadas de entrenamiento o competencia, se analizan muestras de orina y de sangre. El pasaporte bilógico está compuesto por el pasaporte hematológico, pasaporte esteroideal y pasaporte endocrino

(Cabrera Oliva, et al., 2015). Los principales aspectos a analizar en el pasaporte hematológico son: hematocritos, hemoglobina, glóbulos rojos, entre otros; en el pasaporte esterooidal se determinan: cantidades de testosterona, estradiol, androstenediona y eticolanona entre otros (Cabrera Oliva, et al., 2015). Del pasaporte bilógico se han descrito ventajas y falencias, en cuanto a las ventajas, se crea un registro histórico de cada deportista, facilita la detección de sustancias prohibidas respecto a varios criterios; en cuanto a las falencias más importantes se ha encontrado que puede ser alterado por deportistas o entrenadores, o ser modificado mediante métodos de soborno y corrupción (Cabrera Oliva, et al., 2015).

### **Dopaje genético**

Este tipo de dopaje podría ser el más difícil para detectar. En cuanto a los métodos utilizados se encuentran:

1- Extracción de ADN O ARN de muestras de tejido del sujeto, 2- Ampliación mediante reacción en cadena de la polimerasa PCR o transcripción reversa PCR. 3- Estudio de las secuencias mediante sondas, marcadores, biosensores, y otras técnicas moleculares. Se han reportado inconvenientes de estas técnicas como, la selección de la región del genoma que se pretende analizar debido a la enorme cantidad de genes que pueden ser alterados para mejorar el rendimiento deportivo (Argüelles, Hernández-Zamora, Salamanca-Gómez, & Generalidades, 2007).

## **EFFECTOS FISIOLÓGICOS DEL DOPAJE**

### **Transfusiones de sangre**

Una mayor cantidad de glóbulos rojos o hemoglobina en la sangre, es capaz de transportar mayor cantidad de oxígeno a los músculos, mejorando así el rendimiento. Mejora la capacidad termo reguladora del cuerpo, debido a que transporta más oxígeno con el mismo volumen de sangre y mejora la capacidad de tampón de la sangre al transportar más hemoglobina (Baltazarova Valentinova, 2014).

### **Dopaje genético**

Algunos estudios realizados han mostrado, incremento en la musculatura, mayor fortaleza, rapidez, y además, mejores procesos de recuperación de las lesiones, aumenta los niveles de EPO en el organismo, mejorando la capacidad aeróbica. Este método de dopaje es muy difícil de detectar, porque no aparece en las pruebas de sangre u orina, para detectarlo es necesario biopsia muscular.

### **Estimulantes tipo A y B**

Estimulan la circulación sanguínea, permiten que el atleta supere el umbral de fatiga, también se ha observado que aumentan la agresividad y la euforia incrementando el nivel de competitividad. Los estimulantes tipo A más frecuentes son: efedrina, la fenilpropanolamina, la pseudoefedrina, el salbutamol, y el

salmeterol. Estos estimulantes no están definidos como positivos, pero, si superan, una cantidad establecida permitida para cada sustancia, podría ser considerado como caso de dopaje positivo. Los estimulantes tipo B, también son conocidos como estimulantes anfetamínicos, y cualquier cantidad de estas sustancias es considerada positiva, los más comunes son: La anfetamina, bromantán, cocaína, mesocarb y la metanfetamina (Gordillo, R., et al., 2008).

### La eritropoyetina

Es una alfa globulina, se usó inicialmente como tratamiento para afecciones como la anemia, problemas renales, cirrosis hepática, y artritis reumatoide (Reyes, U., González, C., Reyes, U., Reyes, D., Reyes, D., Bailón, A., Castell, E., 2011). Está compuesta por 165 aminoácidos y 4 cadenas de carbohidratos, estimula la eritropoyesis y controla la cantidad eritrocitaria circulante, sus niveles varían según la presión de oxígeno, en la hipoxia se activan los niveles de EPO, e incrementan los niveles de eritrocitos, controla la formación de glóbulos rojos en la médula ósea.

La EPO tiene en el organismo tres maneras de influir: 1. como acción endocrina: se inicia en el riñón y da como resultado un aumento en los niveles de eritropoyetina a causa de la hipoxia, 2. vía paracrina: actúa en las neuronas cerebrales que se encuentran muy cerca de las células que producen la EPO y, 3. la acción autocrina: donde las propias células cerebrales producen EPO a causa de la isquemia tisular (García & Rubio, 2016).

### Testosterona.

Disminuye los niveles de hepcidina, incrementa la hemoglobina, aumenta la masa muscular y mejora la recuperación después del esfuerzo físico (Fernández-Díaz & Domínguez, 2015).

### EFFECTOS ADVERSOS DEL DOPAJE.

**Manipulación de sangre**, puede ocasionar: fiebre, ictericia, shock metabólico, sobre carga del sistema cardiocirculatorio (De Bortoli, 2003).

Se potencializa la formación de trombos por el aumento de la viscosidad de la sangre, además podría aumentar el riesgo de infarto del miocardio, embolia pulmonar o embolia cerebral (Baltazarova Valentinova, 2014).

**Utilización de diuréticos**, puede producir: alteraciones electrolíticas, hemoconcentración, insuficiencia renal, deshidratación (Sierra, 2015).

**El uso de esteroides anabolizantes**, puede ocasionar: masculinización en las mujeres, detención del crecimiento en niños y adolescentes, impotencia sexual, tumores y graves problema hepáticos (De Bortoli, 2003).

**El uso de beta bloqueantes adrenérgicos**, en el organismo pueden provocar: fatigabilidad, hipertensión postural, bronco espasmo, supresión del sentido de pánico o miedo (Gordillo, R., et al., 2008).

**Los estimulantes de tipo A y B**, podrían ocasionar: aumento de la tensión arterial, colapso circulatorio, sentimiento de pánico o miedo, muerte (Gordillo, R., et al., 2008).

**Los analgésicos narcóticos**, pueden ocasionar: depresión respiratoria, dependencia física y psíquica, temblores y convulsiones, alteraciones circulatorias y hepáticas (Canyameras T., 2016) y (Cabrera Oliva, et al., 2015).

**La EPO**, ocasiona complicaciones cardiorrespiratorias, aumenta extremadamente los niveles de hemoglobina provocando que la sangre se vuelva viscosa, por tanto, podría ocasionar coágulos y posibles obstrucciones en el sistema circulatorio (García, M., & Rubio, S., 2016), también, se puede observar la aparición de quistes y tumores renales y hepáticos (García, A., 2013).

**El dopaje genético**, al buscar un mayor rendimiento físico, mediante el incremento de compuestos fisiológicos como la hemoglobina, ocasiona efectos colaterales en el organismo por el aumento del hematocrito como: cardiomegalia, trastornos inmunológicos, alteraciones musculares, ruptura de tendones, y un mayor riesgo de aparición de tumores y metástasis (Baltazarova Valentinova, 2014).

**La testosterona**, altera el metabolismo de los ácidos grasos y de los hidratos de carbono, llegando incluso a provocar diabetes, daños orgánicos, y desórdenes psicológicos por daño del hipotálamo (Fernández-Díaz & Domínguez, 2015).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

---

El dopaje es un mecanismo que siempre ha estado presente en la civilización humana y se cree que seguirá estándolo, formando parte de los aspectos de la vida deportiva o de

la vida cotidiana (Cabrera Oliva, et al., 2015), lo que se pretende es disminuir su presencia hasta una forma mínima.

Los motivos por los cuales un deportista puede elegir recurrir al doping son variados, como necesidades fisiológicas relacionadas con el entrenamiento y la competencia o factores sociales como su estatus económico, presión de terceros, el dopaje de sus rivales, entre otros (Pardo, 2015). Sin embargo, los efectos secundarios que el dopaje produce, son bien conocidos y documentados, la mayoría de autores que han realizado investigaciones de orden científico con respecto a las consecuencias de estas prácticas, están de acuerdo en que el dopaje, sea cual sea, el método que se utilice, provoca graves alteraciones en el organismo, bien sea sobrecargándolo o descompensándolo, por lo que posteriormente las secuelas aparecerán, no hay ningún método, ni ninguna sustancia que esté exenta de provocar alteraciones a la salud de un deportista.

Se podría atribuir a los laboratorios encargados de la producción de fármacos y métodos de dopaje, como los responsables de este fenómeno (Pardo, 2015), pero es el mismo deporte el que patrocina la creación y evolución de nuevas sustancias (Pardo, 2015), si se fomenta la educación en los deportistas como estrategia principal de prevención del doping, se podría estar en camino a ver la desaparición de las empresas productoras de fármacos dopantes para deportistas (Cabrera, O., et al., 2015).

En un mundo mercantilizado y globalizado que impulsa a los deportistas a siempre estar batiendo un récord (De Vivo Creazzo, 2013), a generar espectáculo y los motiva mediante exorbitantes salarios (Tamburrini, 2011), pero, también, los castiga de manera brutal cuando fracasan, estaremos expuestos a ver

a nuestros deportistas caen la tentación del doping (Barón, D., Martín, D., Magd, S., 2007), por repetidas oportunidades. Estas consecuencias podrían afectar los diferentes sistemas del cuerpo humano con daños irreparables.

Estudios han reportado algunas razones superficiales en cada caso de dopaje, que fácilmente los medios de comunicación nos proporcionan (Beneite, L., Berenguer, M., Ferrandiz, C., Soriano, M., 2013), pero a lo mejor no nos preguntamos cual fue el papel que la sociedad (Sebastián, Raúl; Paramo, 2013), y tal vez, el deporte mercantilizado podría jugar algún papel en la decisión del deportista, podrían surgir algunas preguntas al respecto: ¿cuál fue el nivel de compromiso del atleta al que están condenando al exilio del mundo del deporte?, cada fanático que alienta y le exige a un deportista a dar más espectáculo, a hacer mayores proezas a costa de lo que sea (McAuley & Wolfswinkel, 2009), la reflexión es entender que los deportistas son seres humanos con capacidades y aptitudes que en algunos momentos se ven limitadas, por tanto, estas exigencias del medio de forma indirecta podrían propiciar a que recurran al dopaje como ayuda para cumplir estas demandas (De Vivo Creazzo, 2013).

El papel del entrenador también se tendrá presente a la hora de juzgar, educar o prevenir el dopaje, se ha reportado que el entrenador es el primer involucrado con el deportista, tal vez, es quien mejor conoce al deportista y con quien más tiempo pasa, hasta en ocasiones sustituyen a los padres en aspectos de autoridad y afecto, por tanto, también, es una variable que puede contribuir positivamente a evitar que los deportistas opten por el dopaje (Young, 2008).

El efecto que se ha conseguido con la persecución al doping ha resultado benéfico para laboratorios y distribuidores, debido a que se ha repetido la tesis de la "ley seca" en donde la persecución encarece el producto y motiva a los productores y comerciantes a seguir en su labor (Luis & Triviño, 2013). La ineficacia de estos controles del dopaje ha traído consecuencias de todo tipo: éticos, jurídicos, deportivos, sociales y personales para cada deportista, la WADA lleva ya más de 15 años de trabajo fuerte contra el dopaje (Missa, 2015), y aún así, el problema persiste, es propicio dar una mirada atrás y reevaluar lo que se ha logrado y lo que se debe cambiar.

La problemática del dopaje tiene que ser llevada más allá del campo de la medicina o del deporte, es un tema que merece un análisis desde otras miradas como la que nos proporciona la sociología, la psicología y la misma antropología, también la ética ha aportado interesantes teorías acerca del dopaje, cada una de estas miradas nos señalan un camino distinto, incluso hasta algunos autores se permiten aprobar el dopaje dentro del deporte como una medida a la solución del mismo (López, F. & Javier, F., 2014), por tanto, enfocar la atención a estos análisis de otros campos del conocimiento, porque también, allí podríamos encontrar una respuesta a la interrogante de como terminar con este flagelo del deporte.

Se plantea que revisar las limitaciones físicas y mentales pueden ser el primer paso para iniciar un cambio en el deporte y en la utilización del doping, el ser humano parece no estar conforme con estas limitaciones naturales (Fortune, J., 2011), por lo que, siempre ha recurrido a sustancias y ayudas, que hoy en día son consideradas ilegales. En edades tempranas se debe informar sobre los límites en nuestro organismo, así como también, el respeto en la medida de las

capacidades y aptitudes naturales, de esta manera, podremos alcanzar un estado de aceptación sin necesidad de ayudas exógenas perjudiciales.

Se sugiere que las políticas antidoping contemplen más la educación y menos el castigo (Ochoa, D., Barrera T., 2014), no se pretende con ésto que las normas sancionatorias deban ser más flexibles, pero si, es necesario que se aborde más programas de tipo pedagógicos en el deporte (Morente, J., 2014), sobre todo en los niños que van a ser los nuevos deportistas y que están viendo como sus ídolos se hacen

grandes y legendarios a costa de prácticas fraudulentas, luego la decepción de ver a sus héroes caídos, cuando la verdad sale a la luz, es algo que podría desmotivar a las nuevas generaciones de deportistas. Se muestra la necesidad que los pequeños semilleros de deportistas tengan como filosofía el juego limpio y la sana competencia, los niños que practican un deporte no deben estar programados para ganar a toda costa, sino para ganar con trabajo disciplinado, constante y arduo (Paper, 2014), y entender que ese es el verdadero significado de la victoria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Cusset, P. (2015). Aumentar las capacidades humanas Estado actual y perspectivas tecnológicas. *Sotabento MBA*, pp. 16–29.
- Fernández, P., & Domínguez, R. (2015). Efectos de la suplementación con testosterona sobre el rendimiento en resistencia. *Medicina Del Deporte*, 9(3), pp. 131–137.
- Paper, I. (2014). Dopaje Vs Fair Play, 6(1), pp. 107–116.
- Pardo, R. (2015). Razones que inducen a los jóvenes deportistas a doparse.

## WEBGRAFÍA

---

- Argüelles, C., Hernández, E., Salamanca, F., & Generalidades, L. (2007). Dopaje genético: transferencia génica y su posible detección molecular *BIOLOGÍA MOLECULAR Y MEDICINA. Gac Méd Méx Argüelles Y Hernández-Zamora*, 143(2). Retrieved from <http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2007/gm072k.pdf>
- Artienza, E., López, F. (2014). El dopaje y el antidopaje en perspectiva histórica. *Materiales Para La Historia Del Deporte*, 0(12), 94–110. Retrieved from [https://www.upo.es/revistas/index.php/materiales\\_historia\\_deporte/article/view/1076/857](https://www.upo.es/revistas/index.php/materiales_historia_deporte/article/view/1076/857)
- Baltazarova, E. (2014). *Doping: Efectos sobre el organismo de las principales sustancias y metodos utilizados. Control del dopaje*. Universidad de Valladolid. Retrieved from <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/5006/1/DOPING Efectos sobre el organismo. Control de dopaje.pdf>



- Barón, D., Martín, D., Magd, S. (2007). El dopaje en el deporte y su propagación a las poblaciones en riesgo: una revisión internacional. *World Psychiatry*, 5(2), pp. 118–123. Retrieved from [http://wpanet.org/uploads/Publications/WPA\\_Journals/World\\_Psychiatry/Past\\_Issues/Spanish/wpa-09-2007-spa.pdf#page=56](http://wpanet.org/uploads/Publications/WPA_Journals/World_Psychiatry/Past_Issues/Spanish/wpa-09-2007-spa.pdf#page=56)
- Santos, B. Cantalejo, M., Chicaiza, I., & Gutiérrez, A., y Padín, J., (2013). Dopaje con clenbuterol: ¿es posible la contaminación con carne en el “caso del ciclista Alberto Contador”? *Actualidad En Farmacología Y Terapéutica*, 11 num. 2, 73–79. Retrieved from [http://www.ifth.es/AFT/Pdf/AFT\\_V11N2web.pdf#page=11](http://www.ifth.es/AFT/Pdf/AFT_V11N2web.pdf#page=11)
- Beneite, L., Berenguer, M., Ferrandiz, C., Soriano, M. (2013). Factores psicológicos que influyen en el dopaje de deportistas de élite. *Revista de Fundamentos de Psicología*, 5, num. 1, 27–35. Retrieved from [http://revistafundamentospsicologia.umh.es/files/2009/04/revista\\_FP\\_2013.pdf#page=27](http://revistafundamentospsicologia.umh.es/files/2009/04/revista_FP_2013.pdf#page=27)
- Cabrera, O., Gutiérrez, J., Pavel, P., & Castillo, P. (2015). Desarrollo tecnológico y dopaje: las tendencias contrapuestas. *Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís*, 10(2). Retrieved from [http://www.imd.inder.cu/adjuntos/article/875/Publicación\\_Dr.\\_V́ctor\\_Cabrera.pdf](http://www.imd.inder.cu/adjuntos/article/875/Publicación_Dr._V́ctor_Cabrera.pdf)
- Canyameras, T. (2016). El tratamiento de los casos de dopaje de Contador, Armstrong y Landis en la prensa generalista española. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Retrieved from [https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/168409/TFG\\_Canyameras\\_Rojas\\_Toni.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/168409/TFG_Canyameras_Rojas_Toni.pdf)
- De Bortoli, Â. (2003). Enfoque de la utilización de los fármacos: dopaje o salud? *Efdeportes.com*, 8(58). Retrieved from <http://www.efdeportes.com/efd58/dopaje.htm>
- De Vivo Creazzo, D. (2013). El dopaje en el deporte y sus repercusiones en la empresa. *Instname: Colegio de Estudio Superiores de Administración (CESA)*. Retrieved from <http://repository.cesa.edu.co/handle/10726/1236>
- Eichner, E. (2007). Doping Sanguíneo – Infusiones, Eritropoyetina y Sangre Artificial. *Sports Med*, 37(4–5), 389–391. Retrieved from <http://gse.com/es/suplementacion-deportiva/articulos/doping-sanguineo-infusioneseritropoyetina-y-sangre-artificial-1195>
- Fortune, J. (2011). Regulación orgánica del dopaje en el deporte. Retrieved from <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/107130>
- García, N., & Bodín, D. (2011). Dopaje y Ciencias del Deporte: ¿línea de investigación emergente o consolidada? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*. doi:10.5232/ricyde, 7(26), 339–340. <https://doi.org/doi:10.5232/ricyde2011.026>
- García, M., & Rubio, S. (2016). Interacción fisiológica de la hormona eritropoyetina, relacionada con el ejercicio físico en altitud moderada y alta. *Revista Investigación En Salud Universidad de Boyacá*, 1(1), 73–96. Retrieved from <http://revistasdigitales.uniboyaca.edu.co/index.php/rs/article/view/106/105>
- García, M., & Rubio, S. (2016). Eritropoyetina en ciclistas con entrenamiento en diferente altura sobre el nivel del mar. *Revista Movimiento Científico*, 10(1), 8–18. Retrieved from <http://revistas.iberamericana.edu.co/index.php/Rmcientifico/article/view/1117/869>
- García, A. (2013). Base molecular del dopaje con proteínas recombinantes. Eritropoyetina. Universidad de Alcalá. Retrieved

- from:[http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/19728/TFG\\_García\\_Verdés\\_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/19728/TFG_García_Verdés_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Garde, S. (2015). Aparición y evolución de las sustancias dopantes. Casos destacados. In P. Pardo, Rodrigo; Gonzales, Teresa; Irureta (Ed.), *El fenómeno del dopaje* (pp. 89–94). Madrid: Politécnica. Retrieved from [http://oa.upm.es/37251/1/actas\\_congreso\\_dopaje\\_2.pdf#page=89](http://oa.upm.es/37251/1/actas_congreso_dopaje_2.pdf#page=89)
- Gómez, S. (2010). *Evolución del dopaje en el deporte. Feafys*. Retrieved from [http://trances.es/papers/TCS\\_02\\_1\\_3.pdf](http://trances.es/papers/TCS_02_1_3.pdf)
- Gordillo, A. (2000). *El problema de doping y sus consecuencias*. (Navarro García, Ed.). Las Palmas, Gran Canaria.: Medicina del deporte. Retrieved from [file:///C:/Users/Arévalo/Downloads/0493797\\_00000\\_0000.pdf](file:///C:/Users/Arévalo/Downloads/0493797_00000_0000.pdf)
- Gordillo, R., Ruíz, A. & Quiroga, D. (2008). Dopaje y Aparato Cardiovascular: efectos y alteraciones. *Canarias Medica Y Quirúrgica*, 6(17), 32–39. Retrieved from [https://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/5958/1/0514198\\_00017\\_0006.pdf](https://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/5958/1/0514198_00017_0006.pdf)
- López, F., & Javier, F. (2014). Mejora humana y dopaje en la actual filosofía del deporte. Retrieved from <http://roderic.uv.es/handle/10550/35984>
- Luis, J., & Triviño, P. (2013). El dopaje: una visión alternativa. *El Cronista Del Estado Social y Democrático de Derecho.*, 35,1–32. Retrieved from <http://www.jlperez.com/dopajejpt.pdf>
- Marco, L., López, J., & Mallén, J. (2009). El dopaje en los Juegos Olímpicos de verano (1968–2008). *Apunts. Medicina de l'Esport*, 44(162), 66–73. [https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(09\)70111-2](https://doi.org/10.1016/S1886-6581(09)70111-2)
- McAuley, R., & Wolfswinkel, G. (2009). Ética del deporte y dopaje. El caso Armstrong. *FairPlay, Revista de Filosofía, Ética Y Derecho Del Deporte*, 2(1), 51–71. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/FairPlay/article/view/275575/363545>
- Missa, J. (2015). El deporte de competición, laboratorio de la medicina del mejoramiento: análisis ético y filosófico del problema del dopaje. *Revista Colombiana de Bioética*, 10 núm. 2, 2010–226. Retrieved from [www.bioeticaunbosque.edu](http://www.bioeticaunbosque.edu)
- Molano, G., & Ortiz, J. (2009). El doping en el deporte y en la vida cotidiana. *Revista EDU-FISICA*. Retrieved from <http://www.edu-fisica.com/>
- Morente, J. (2014). *Prevención del Dopaje en Deportistas de Élite*. Universidad de Granada. Retrieved from <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/34119/1/23795943.pdf>
- Nielens, H., & Hermans, M. (2007). Dopaje y patología osteoarticular: fisiología y riesgos. *EMC - Aparato Locomotor*, 40(2), 1–8. [https://doi.org/10.1016/S1286935X\(07\)70955-3](https://doi.org/10.1016/S1286935X(07)70955-3)
- Ochoa, D., Barrera, C. (2014). *La comunicación educativa en el camino de la lucha contra el dopaje*. Corporación universitaria minuto de Dios. Retrieved from [http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/3798/TC\\_BarreraTarazonaCindyPaola\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/3798/TC_BarreraTarazonaCindyPaola_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pardo, R., González, A., Irureta, T. (2006), *El fenómeno del dopaje desde las perspectivas de las ciencias sociales*. (pp. 299–309). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Retrieved from [http://oa.upm.es/37251/1/actas\\_congreso\\_dopaje\\_2.pdf#page=299](http://oa.upm.es/37251/1/actas_congreso_dopaje_2.pdf#page=299)
- Ramos, A. (1999). Lucha contra el dopaje como objetivo de salud. *Adicciones*, 11(4), 299–310. <https://doi.org/10.20882/adicciones.609>

- Reyes, U., González, Ch., Reyes, U., Reyes, D., Reyes, K., Bailón, A., Castell, E. (2011). Eritropoyetina recombinante humana y dopaje, riesgo en adolescentes deportistas. *Revista Mexicana de Pediatría*, 78 núm. 6, 242–246. Retrieved from <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2011/sp116e.pdf>
- Rodríguez, J. (2015). Millennials en el ciclismo español: Nueva propuesta de lucha contra el dopaje. *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 10(30), 199–213. <https://doi.org/10.12800/ccd.v10i30.589>
- Sebastian, R., Paramo, V. (2013). Transhumanistas y Bioconcervadores en torno al dopaje genético. *Recerca*, 0(13), 121–136. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.6035/Recerca.2013.13.8> - pp. 121-135
- Sebastián, R. (2013). *Retos actuales de la neuroética*. (Vol. 0). Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/RecercaPensamentAnalisi/article/view/278351/366110>
- Sierra, L. (2015). *Dopaje y deporte: posibles efectos dopantes del sildenafil*. Universidad Complutense. . Retrieved from [http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LORENA DE AGUSTIN SIERRA.pdf](http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LORENA%20DE%20AGUSTIN%20SIERRA.pdf)
- Abate, S., Braganò, M., & Botrè, F. (2009). Socidrogalcohol (Society), S. S., Consumo de sustancias estimulantes y drogas de abuso en el deporte: la experiencia Italiana. *Adicciones*, 21(3), 239–242. Retrieved from: <http://m.adicciones.es/index.php/adicciones/article/view/234/225>
- Tamburrini, C. (2011). ¿Qué tiene de malo el dopaje? *Dilemata*, 0(5), 45–71. Retrieved from <http://dilemata.net/revista/index.php/dilemata/article/view/74/76>
- Vargas, A., Chávez, L., Echeverry, A. (1978). Pruebas anti-doping negativas después del uso de una solución hidroelectrolítica. *Colombia Médica*, 9(2), 95–98. Retrieved from <http://colombiamedica.univalle.edu.co/index.php/comedica/article/view/2867>
- Verdugo, S. (2015). El dopaje genético y la manipulación de genes en el deporte. *IUS ET SCIENTIA*, 3(1), 227–234. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12795/IETSCIENTIA>
- Wada (2017). The world anti-doping code prohibited list nonapproved substances anabolic agents. Retrieved from [https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2016-09-29\\_wada\\_prohibited\\_list\\_2017\\_eng\\_final.pdf](https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2016-09-29_wada_prohibited_list_2017_eng_final.pdf)
- Young, J. (2008). El rol del entrenador en la lucha contra el dopaje. *ITF Coaching and Sport Science*, 15(46), 14–17. [http://www.coldeportes.gov.co/normatividad/normatividad\\_juridica/leyes/ley\\_845\\_2\\_003](http://www.coldeportes.gov.co/normatividad/normatividad_juridica/leyes/ley_845_2_003)

# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON LOS EFECTOS DE LAS RESPUESTAS AGUDAS DEL EJERCICIO AERÓBICO EN EL ENTRENAMIENTO DE TIRO DEPORTIVO.

LITERATURE REVIEW OF RESEARCH RELATED TO THE EFFECTS OF ACUTE RESPONSES OF AEROBIC EXERCISE TRAINING IN SPORT SHOOTING.

## **Iván Camilo López Gasca**

*Estudiante de Maestría en Ciencias del Deporte, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Esp. Dirección y Gestión Deportiva, Escuela Nacional del Deporte. Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás. Entrenador de Tiro Deportivo Instituto distrital para la recreación y el deporte de Bogotá, D.C., Colombia.*

*E-mail: ivancamilolopez@gmail.com*

## RESUMEN

---

El objetivo de este artículo es presentar los resultados de una búsqueda bibliográfica de investigaciones relacionadas con los efectos de las respuestas agudas del ejercicio aeróbico, en el entrenamiento de tiro deportivo sobre la precisión del disparo. Metodología: Se realizó una revisión a profundidad en bases de datos electrónicas de los últimos quince años. Resultados: Tras una introducción sobre la historia de este deporte en Colombia y una contextualización de los principales frentes de investigación sobre el tiro deportivo, se presentan una a una las investigaciones analizadas.

**Palabras Clave:** Entrenamiento deportivo, tiro deportivo, precisión del disparo, entrenamiento cardiovascular, respuestas agudas al ejercicio.

## ABSTRACT

---

The aim of this article is to present the results of a literature search of investigations related to the effects of the acute responses of aerobic exercise, in the training of sports shooting on the precision of the shot. Methodology: An in-depth review was carried out on electronic databases of the last fifteen years. Results: After an introduction on the history of this sport in Colombia and a contextualization of the main research fronts on sports shooting, the investigations are presented one by one.

**Key words:** Sports training, sport shooting, shooting accuracy, cardiovascular training,

## INTRODUCCIÓN

---

El tiro es uno de los deportes que hace parte del programa de los Juegos Olímpicos; su práctica inició en Colombia desde 1923, cuando a través del decreto No. 1663 se auto-

rizó a nivel nacional el establecimiento de clubes de tiro bajo la dirección y supervisión del entonces Ministro de Guerra (NOMBRE). Regulado hoy en día por la Federación Colombiana de Tiro y Caza Deportiva (Fedetiro), es un deporte reconocido por los logros obtenidos por atletas como Helmut Bellingrodt, ganador de dos medallas olímpicas -entre ellas la primera obtenida para el país-, una en Múnich 72 y otra en Los Ángeles 84; o Bernardo Tovar Ante, participante en cuatro juegos olímpicos por Colombia y finalista en tres de ellos, además de ser campeón de siete copas del mundo.

Como todos los deportes a nivel mundial, con el tiempo el tiro deportivo ha avanzado en metodologías, métodos de entrenamiento y estilos de enseñanza; entre las más utilizadas y estudiadas se encuentra el acondicionamiento físico cardiovascular necesario para la condición de los atletas, de cualquier forma, el buen estado físico del atleta comienza a jugar un papel determinante tan pronto como el tirador llega a los momentos decisivos en las competencias de alto nivel. Entre dos tiradores del mismo nivel técnico, la condición física otorga gran ventaja, en el atleta preparado los latidos del corazón son más lentos, se recuperan más rápidamente, tiene más reservas a las que recurrir y tardan más en ingresar a la zona de cansancio (Reinke-meier, H., Bühlmann, G., Eckhardt M., Kulla, C. & Linn, U., 2006) (Todas las traducciones de los originales en inglés fueron hechas por el autor del artículo).

Ahora bien, conocer este tipo de información es clave para el tiro deportivo colombiano, otorga a este la oportunidad de estructurar a futuro planes de entrenamiento, métodos y metodologías que coloquen nuevamente en el ranking mundial a los tiradores del país. Este artículo presenta una revisión de 18 investigaciones relacionadas

con los efectos de las respuestas agudas del ejercicio aeróbico sobre la precisión del disparo en tiro deportivo.

## INVESTIGACIONES RELACIONADAS

---

Inicialmente, se identificaron 55 investigaciones, que estaban relacionadas con el estudio. Estos documentos fueron evaluados a profundidad, teniendo en cuenta, los criterios de inclusión-exclusión, y la importancia a nivel científico, quedando finalmente incluidas para el estudio 17 investigaciones. Actualmente, en Colombia no se encuentran referentes relacionados con los efectos de las respuestas agudas del ejercicio aeróbico en el entrenamiento de tiro deportivo sobre la precisión del disparo; por lo cual, esta revisión bibliográfica resulta pertinente para iniciar nuevas investigaciones a nivel local. Las investigaciones seleccionadas serán descritas a continuación.

1. Publicado en la Revista *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, el artículo "Specificity of shooting training with the optoelectronic target" (2009), afirma que el propósito de su investigación fue estimar cuantitativamente qué tan específico y preciso es el entrenamiento de tiro deportivo con el sistema de entrenamiento electrónico Scatt, en comparación con una sesión de tiro real en la modalidad de pistola de aire. Existe una diferencia entre los registros de los impactos virtuales y los reales en el eje vertical, teniendo en cuenta, que este simulador no calcula el retroceso del arma.

Los resultados obtenidos en el Scatt, difieren significativamente al utilizar solamente la opción de tiro seco. Horizontalmente, no existe una variación relevante entre los disparos en el simulador y los reales. Con este estudio, los entrenadores de tiro e

investigadores de esta disciplina en futuros proyectos deben tener en cuenta esta variación en la medición de la precisión, con el objetivo de controlar de mejor manera las variables. El sistema de medición Scatt se ha convertido en la herramienta tecnológica más utilizada en la actualidad en investigaciones de tiro deportivo, proporciona información relevante para entrenadores y atletas sobre el comportamiento técnico del arma con referencia al blanco.

2. Biomedical Human Kinetics, 2015, The effect of different doses of caffeine on cardiovascular variables and shooting performance, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de 3 mg y 5 mg de cafeína por kg de peso sobre la frecuencia cardíaca, la presión arterial y el rendimiento del disparo en tiradores élite. Lo que demostró que la toma de 5mg/kg de cafeína causó un aumento significativo de la presión arterial sistólica y diastólica, a la vez que se presentó una disminución del rendimiento de los disparos.

Con la toma de 3mg/kg de cafeína no se presentó una variación significativa de la frecuencia cardíaca, ni se vió disminuido el rendimiento de los disparos en los atletas. Este estudio demuestra cómo se investiga con sustancias permitidas en la práctica deportiva con el objetivo de buscar evaluar factores que beneficien o afecten el rendimiento de los tiradores, reconociendo como variable principal y de mayor importancia la frecuencia cardíaca, uno de los factores más determinantes en la técnica de cualquier tirador.

3. En el 2011, la revista Cognitive Behaviour Therapy publicó el estudio "Evidence of Improved Shooting Precision in Biathlon After 10 Weeks of Combined Relaxation and Specific Shooting Training" teniendo como objetivo probar la hipótesis en la que una relajación combinada y la tensión obtenida en un plan de entrenamiento ATR por los tiradores,

puede mejorar la capacidad del disparo en el biathlon "the preliminary conclusion is that a combination of ATR and specific shooting training seems to be instrumental in enhancing the shooting performance in biathlon" (Laaksonen, M., Ainegren, M., & Lisspers, J., 2011). La capacidad del disparo se evaluó antes y después en una situación de reposo y posteriormente al esquiar.

Después del periodo de intervención el grupo experimental mostró una mejora significativa en el rendimiento de los disparos, en comparación con el grupo control. No hubo cambios en el consumo de VO<sub>2</sub> máximo. Este estudio es uno de los claros ejemplos, donde se ve la importancia que tiene el conocer el comportamiento del tirador en distintas condiciones con el objetivo de buscar mejoras técnicas gracias a la aplicación de estímulos previos o posteriores.

4. International Journal of Sports Science and Coaching, 2014, Postural Balance and Rifle Stability During Standing Shooting on an Indoor Gun Range Without Physical Stress in Different Groups of Biathletes. El objetivo del presente estudio fue examinar el equilibrio postural, la estabilidad del rifle y el rendimiento de disparo en biatletas sin carga física previa. Se evaluó el equilibrio postural y la estabilidad del arma reconociendo estos como los factores de mayor relevancia que pueden influir en la desviación transversal de los disparos "The present data indicate the relevance of low body and rifle sway primarily in cross-shooting direction for a successful basic biathlon standing shooting at rest" (Sattlecker, G., Buchecker, M., Müller, E., & Lindinger, S., 2014).

Muestra la importancia de conocer el comportamiento del cuerpo de los tiradores bajo distintas condiciones y su efecto sobre los disparos, revelando que las futuras investigaciones en esta disciplina deportiva no sólo



se dan en técnica o implementación, se apuesta a observar el comportamiento de los tiradores con o sin estímulos previos, en este caso, se reconoce que es de vital importancia realizar entrenamientos sin ningún tipo de estrés físico previo.

5. La investigación titulada "Biomechanics of highly precise movements: The aiming process in air rifle shooting" publicada en la revista *Journal of Biomechanics*, teniendo como objetivo, la evaluación de variables en conjunto como estabilidad, fluctuaciones del rifle y objetivo. La posición del rifle en relación con el centro del blanco y sus movimientos fueron registrados con el dispositivo optoelectrónico diseñado especialmente y el sistema Selsport respectivamente. Se encontró que mientras se encontraban apuntando los tiradores aplicaban una estrategia de aproximación al centro del blanco; lo que genera un aumento en el nivel de habilidad, una disminución en los movimientos del rifle. También, es evidente, que los mejores resultados al disparar se correlacionan con desviaciones verticales aleatorias del punto de mira, en lugar de presentarse desviaciones horizontales.

Aunque las variables anteriormente mencionadas, pueden dar ciertas conclusiones, no se tiene en cuenta que al mismo tiempo que estos valores disminuyen con la experiencia y la habilidad adquirida, a través del tiempo por los atletas (Zatsiorsky, 1990). Lo que hace importante conocer la edad deportiva de cada tirador y su trayectoria, porque es determinante a la hora de evaluar los movimientos del arma sobre el blanco.

6. El estudio "Effect of caffeine on target detection and rifle marksmanship", publicado en la revista *Ergonomics* tenía como objetivo de la investigación conocer los efectos de la ingesta de cafeína (300 mg) sobre la detección de objetivos y puntería con el rifle de un grupo de militares de las fuerzas canadienses.

En este estudio se concluyó que la cafeína aumenta la velocidad con la que los tiradores llegan al blanco, reduciendo en tiempo este acercamiento y colocando en riesgo la precisión de la puntería. Adicional la cafeína acelera la decisión de disparar, pero coloca en riesgo la precisión (Gillingham, Keefe, Keillor & Tikuisis, 2003). Es importante, que el tirador deportivo no solo llegue al centro del blanco rápidamente, debe saber llegar con el menor número de movimientos y con suficiente estabilidad de su cuerpo para tener más tiempo de puntería sobre el centro del blanco y ejecutar el disparo preciso.

7. Konttinen, Mets, Lytine & Paananen (2003), en "Timing of Triggering in Relation to the Cardiac Cycle in Nonelite Rifle Shooters", publicado en *Research Quarterly for Exercise and Sport* evaluó la relación entre el tiempo del tirador para realizar un disparo de manera precisa con el ritmo cardiaco en la modalidad de rifle de aire, obteniendo resultados que mostraron que en comparación con una activación cardiaca, los tiradores lograron una puntuación más alta, cuando el tiempo entre sístole y diástole se redujo entre el 10 % y 50 % del intervalo normal. Esto con relación a una frecuencia cardiaca más baja, debido a un aumento del tiempo entre sístole y diástole del 50 % al 90 %. El aumento de la frecuencia cardiaca no afectó la precisión del disparo.

Los presentes resultados amplían algunos hallazgos anteriores, mostrando que en la modalidad de rifle de aire el tiempo óptimo dentro del ritmo cardíaco puede estar situado muy cerca de la fase sistólica. Sin embargo, a nivel personal se considera que se necesitan investigaciones adicionales, para examinar el grado en que la relación entre el tiempo del ritmo cardíaco y la precisión del disparo depende también del nivel de habilidad y experiencia de un tirador. Adicionalmente, el

tiempo de división entre sístole-diástole no es suficiente para investigar la precisión de un disparo con relación al ritmo cardíaco.

8. "Brain activation patterns of motor imagery reflect plastic changes associated with intensive shooting training" estudio realizado por los autores Baecka, Kimb, Seoa, Ryeomc, Leec, Choid, Wooc, Kimf, Kimf, & Changa evaluaron, sí, la práctica de tiro intensiva fortalecería la representación motora de disparar y el aumento de la actividad de los ganglios basales. Dentro de los resultados se encontraron diferencias significativas antes y después de 90 h evidenciadas en el puntaje, estabilidad, dispersión y promedio. Adicionalmente, antes del entrenamiento, imágenes del motor muestran la participación de la corteza sensoriomotora, áreas premotora, áreas motoras suplementarias (SMA), y la corteza parietal inferior bilateral.

Una de las conclusiones importantes del estudio, es que varios años de práctica con un promedio diario de entrenamiento de al menos 5 horas, son requeridos para llegar a un nivel profesional de habilidad. Además de esto, los ganglios basales aprenden y seleccionan la mejor postura y movimiento entre las acciones candidatas después de 90 h de entrenamiento de tiro (Baecka et al., 2012). En definitiva y reforzando lo hallado en investigaciones anteriores, la experiencia y años de práctica de un tirador llegan a influenciar el rendimiento y precisión de sus disparos.

9. Autores como Herpin, Gauchard, Lion, Collet, Keller y Perrin (2010) realizaron la investigación llamada: "Sensorimotor specificities in balance control of expert fencers and pistol shooters". Estos autores evaluaron el control del equilibrio y la organización neurosensoriales relacionados a través de tareas posturales reproducibles con y sin conflicto sensorial. Los resultados encontrados fueron

que las habilidades motoras durante la actividad deportiva se ven influidas por las limitaciones relacionadas con la práctica y conduce al desarrollo de estrategias de sensoriomotoras posturales adecuados.

Esto permite concluir, que el tiro es una actividad estática que requiere un alto control del balance del cuerpo. El equilibrio y balance corporal se convierte en un factor determinante a la hora de analizar en investigaciones estímulos que afecten los sistemas del cuerpo del tirador en respuesta a la precisión para realizar un disparo, el equilibrio puede ser analizado por el sistema de entrenamiento y simulador Scatt.

10. Zatsiorsky y Aktov (1990) evaluaron la influencia del grado de fatiga inducida por el ejercicio en las decisiones de comportamiento en la investigación "Biomechanics of highly precise movements: the aiming process in air rifle shooting". Se encontró que al disparar a blancos inmóviles, los tiradores aplican la estrategia de "aproximación" hacia el objetivo. La reducción de movimiento al apuntar se produce mediante la compensación de los movimientos relativos a varios grados de libertad. Sin embargo, los mecanismos específicos que proporcionan una sorprendentemente precisión del movimiento humano siguen siendo desconocidos.

Esta investigación fue publicada en la revista Journal of Biomechanics. Este estudio resalta la importancia del movimiento de aproximación que ejerce el tirador sobre el arma, mientras se dirige al centro del blanco, este es el resultado del nivel técnico del atleta, control sobre el arma y coordinación de todos los sistemas de su cuerpo para lograr el balance correcto que le permita ejecutar un disparo con buena precisión; lo que se convierte en un deporte aparentemente estático en el movimiento técnico clave de esta disci-

plina deportiva y sobre el que recaen los instrumentos de medición para las investigaciones.

11. La investigación "The Effect of Acute Exercise on Pistol Shooting Performance of Police Officers" publicada en Motor Control, por Brown, Tandy, Wulf y Young (2013). Determinaron el rendimiento del tiro utilizando la pistola de oficiales de policía en condiciones similares de la fatiga física; "fue posible evidenciar que el rendimiento del tiro utilizando el rifle, mientras se está de pie se ve comprometido, sí, el tirador está cansado" (Brown, Tandy, Wulf, Young. 2013). Así mismo, los resultados mostraron que, a pesar de que el ritmo cardíaco se incrementó considerablemente -es decir, alrededor de un 60 latidos por minuto; después de la sesión de ejercicio al esfuerzo voluntario, el rendimiento del disparo no se vió afectado negativamente por la fatiga física y la frecuencia cardíaca no se correlacionó con el rendimiento de disparo.

Por lo que concluyen, finalmente, que la fatiga previa afecta notoriamente posturas y rendimientos del tiro con rifle. Esto puede ser un resultado que refleja notoriamente a nivel deportivo, que el rifle goza de mayor precisión en sus disparos que las modalidades de pistola. Lo que contradice, claramente a la investigación mencionada en el numeral siete de este documento.

12. En el estudio "Validation of a Dumbbell Body Sway Test in Olympic Air Pistol Shooting" realizada por Mon, Cordente, Monroy, López & Zakythinaki en 2014 publicado en Plos One, los autores plantearon como objetivo del estudio diseñar y validar una prueba que midiera los movimientos del centro gravedad en cuerpo del tirador en la modalidad de pistola de aire, que pudiera realizarse sin el uso de una pistola real. Los resultados muestran que las pruebas específicas del balance del cuerpo pueden ser utilizados para evaluar el

equilibrio estático de un sujeto, mediante el uso de una pieza para simular la pistola de aire. Los tiradores con mejor balance o equilibrio del cuerpo tienden a obtener mejores resultados.

La necesidad de simular una pistola se crea debido a que existen lugares como escuelas o centros deportivos, donde se prohíbe el uso de un arma de fuego y se necesita proporcionar mediciones fiables del balance o equilibrio del cuerpo sin el uso de un arma. Otro elemento importante que puede verse modificado por los efectos de las respuestas agudas del ejercicio es el equilibrio del tirador en el gesto específico y evidencia el rendimiento del atleta. Para su interpretación el sistema de entrenamiento Scatt ofrece información de dispersión de los disparos en el eje horizontal y vertical del blanco impactado por el tirador.

13. Kontinen, Lyytinen & Viitasalo (1998) realizaron un estudio denominado "Preparatory heart rate patterns in competitive rifle shooting" en donde evaluaban la relación entre los patrones de frecuencia cardíaca de preparación y ejecución del tiro competitivo. En esta investigación se puede identificar que tanto los tiradores de élite y no élite mostraron un patrón sistemático de deceleración cardíaca inmediatamente antes de disparar el gatillo. Sin embargo, la cantidad que se desacelera el ritmo cardíaco no se asoció con eficacia en las tareas como un índice por el resultado de tiro. Esta investigación fue presentada en Journal Of Sports Sciences. Lo que nuevamente nos presenta la importancia de seguir realizando investigaciones en esta área, con el objetivo de conseguir mejores beneficios.

14. "Pursue or shoot? Effects of exercise-induced fatigue on the transition from running to rifle shooting in a pursuit task" investigación realizada por Nibbeling, Oudejans,

Cañal-Bruland, van der Wurff & Daanen (2013), tuvo como objetivo explorar los efectos del aumento de la fatiga inducida por el ejercicio en la transición de correr a disparar en una carrera y disparar un rifle posteriormente.

Se encontró que en los altos niveles de fatiga los participantes dejaron de correr a la misma velocidad, que se redujo, apuntando al blanco por un tiempo más largo y disparaban con menos frecuencia la secuencia de disparos que debían realizar. Los resultados indican que los parámetros fisiológicos influyen no sólo en la percepción, sino también, en las transiciones entre las diferentes acciones reales. Adicionalmente, cuando las demandas físicas se elevan, los participantes decidieron disminuir la velocidad de la carrera y apuntar al blanco por más tiempo, lo que resulta en un aumento en el tiempo de la carrera y finalización de la prueba.

Finalmente, los resultados muestran que un aumento del tiempo de puntería para ejecutar un disparo no determina automáticamente una disminución en el rendimiento con el objetivo, "Los participantes pueden compensar la influencia negativa de los efectos inmediatos del ejercicio aeróbico sobre la precisión del tiro apuntando más tiempo y evitando los límites de sus capacidades, mediante la construcción de márgenes de seguridad" (Nibbeling, Oudejans, Cañal-Bruland, van der Wurff & Daanen, 2013) este estudio fue publicado en la revista *Ergonomics*.

Evidencia, que sí existe una disminución de la precisión del disparo en el tiro deportivo, debido a los efectos inmediatos de las respuestas agudas al ejercicio y los tiradores necesitan más tiempo para regular su organismo antes de ejecutar cada tiro y sumado el argumento de algunos estudios mencionados anteriormente, que afirman que mediante la habilidad y experiencia del tirador ésto se

puede mitigar, se puede llegar a construir una hipótesis para ampliar futuras investigaciones.

15. En el año 2009, los autores Goodman, Haufler, Kun Shim & Hatfieldd realizaron una investigación denominada "Regular and Random Components in Aiming-Point Trajectory During Rifle Aiming and Shooting" que fue publicada en la revista *Journal of Motor Behavior*. El objetivo de este estudio fue determinar, sí, el movimiento para dirigir el rifle al centro del blanco difería o era similar en relación con el nivel técnico del tirador, en un intento por proporcionar pistas generales sobre posibles estrategias de control del movimiento, para obtener mayor precisión. "Las conclusiones del estudio encontradas fueron que las estrategias que utilizan novatos y expertos que difieren sólo en los valores de los parámetros" (Goodman, Haufler, Kun Shim & Hatfieldd, 2009).

16. Le Meur, Hausswirth, Abbiss, Baup & Dorel (2010), en la revista *Journal of Sports Sciences* se publicó la investigación titulada "Performance factors in the new combined event of modern pentathlon" en donde se plantearon dos objetivos, como determinar la táctica individual empleada por el pentatleta moderno de élite, para enfrentar de mejor manera, la prueba donde se corre y se dispara de manera combinada. Así como, identificar las consecuencias de estas técnicas en el rendimiento general de la prueba. En este estudio se ha demostrado que "los pentatletas de élite en el evento de tiro combinado con carrera obtienen un mejor rendimiento debido a una buena precisión en el disparo" (Le Meur, Hausswirth, Abbiss, Baup & Dorel, 2010).

Esta investigación también proporciona, nuevos conocimientos sobre las estrategias que utilizan los pentatletas para la carrera y el tiro. Ampliar el conocimiento de los efectos

de las respuestas agudas del ejercicio aeróbico sobre la precisión del disparo puede beneficiar no solo a los tiradores olímpicos, sino también, a los pentatletas modernos de cualquier forma.

17. "Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters" investigación presentada en la revista *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* en el año 2007, en esta fue planteada la hipótesis en la que el equilibrio postural y la estabilidad del rifle estarían relacionadas con la puntuación de tiro. Se esperaba que las relaciones entre la precisión del tiro, el equilibrio postural y la estabilidad del rifle cambian dependiendo del nivel deportivo del atleta.

## DISCUSIÓN

---

"Dentro de los resultados se demostró que el alto equilibrio postural y un mínimo movimiento del cañón del arma son determinantes esenciales de la exitosa ejecución del tiro entre los tiradores novatos" (Monone, Konttinen, Viitasalo & Era, 2007).

En concreto, se ha demostrado el importante papel del equilibrio postural en el rendimiento. Por lo tanto, en el entrenamiento de tiro, el uso de programas de entrenamiento adicionales para el equilibrio y el control postural de un tirador que comienza debe fomentarse. En futuros estudios sería de mucho interés examinar, sí, el emplear un programa de entrenamiento para la mejora del equilibrio postural y la estabilidad, aumentada el rendimiento del disparo ayudando al tirador novato.

## CONCLUSIÓN

---

La frecuencia cardiaca es una de las variantes más importantes del entrenamiento del tiro deportivo, pero no la única. La mayoría de los estudios se enfocan en la evaluación del ritmo cardiaco y equilibrio postural de los tiradores con el objetivo de proporcionar sobre estos distintos estímulos, ya sea de manera previa o posteriormente a la ejecución de los disparos, con el único objetivo buscar mejoras en el rendimiento de los tiradores.

El tiro deportivo avanzó de gran forma en la posibilidad de variar con la aplicación de diferentes estímulos debido a que el sistema de entrenamiento y simulador de tiro Scatt se ha convertido en la herramienta más importante de entrenadores y científicos, permite evidenciar claramente cómo estos estímulos influyen sobre la precisión del disparo, estabilidad del tirador y cadencia de los tiros, cosas antes difíciles de precisar de manera inmediata, permite observar elementos que a simple vista parecerían no existir.

Existen distintas hipótesis, donde se plantea que los estímulos externos hacia el tirador en muchos casos pueden proveer de efectos negativos sobre la precisión del disparo, como pueden ser los efectos de las respuestas agudas del ejercicio aeróbico y que pueden ser mitigados debido a la habilidad y experiencia del tirador que se evalúe; campo donde se requieren más investigaciones que sigan aportando evidencia para llegar a una conclusión final.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Baeck, J., Kim, Y., Seo, J., et al. (2012). Brain activation patterns of motor imagery reflect plastic changes associated with intensive shooting training. *Behavioural Brain Research*, 234(1): 26-32.
- Brown, M., Tandy, R., Wulf, G., & Young, J. (2013). The effect of acute exercise on pistol shooting performance of police officers. *Motor Control*, 17, 273-282.
- Ebrahimi, M., Pordanjani, A., & Ahmadabadi, F. (2015). The effect of different doses of caffeine on cardiovascular variables and shooting performance. *Biomedical Human Kinetics*, 7(1).
- Gillingham, R., Keefe, A., Keillor, J. & Tikuisis, P. (2003). Effect of caffeine on target detection and rifle marksmanship. *Ergonomics*, 46(15):1513-30.
- Goodman, S., Haufler, A., Shim, J., & Hatfield, B. (2009). Regular and Random Components in Aiming-Point Trajectory During Rifle Aiming and Shooting. *Journal of Motor Behavior*, 41(4), 367-382.
- Herpin, G., Gauchard, G., Lion, A., Collet, P., Keller, D., et al. (2010). Sensorimotor specificities in balance control of expert fencers and pistol shooters. *J Electromyogr Kines* 20(1): 162-169.
- Konttinen, N., Mets, T., Lyytinen, H., & Paananen, M. (2003). Timing of Triggering in Relation to the Cardiac Cycle in Nonelite Rifle Shooters. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(4):395-400.
- Laaksonen, M., Ainegren, M., & Lisspers, J. (2011). Evidence of improved shooting precision in biathlon after 10 weeks of combined relaxation and specific shooting training. *Cognitive behaviour therapy*, 40(4), 237-250.
- Le Meur, Y., Hausswirth, C., Abbiss, C., Baup, Y., & Dorel, S. (2010). Performance factors in the new combined event of modern pentathlon. *Journal of Sports Sciences*, 28(10):1111-6.
- Mon, D., M., Zakyntinaki, M., Cordente, C., Monroy, D., López, J. (2014). Validation of a dumbbell body sway test in olympic air pistol shooting. *PloS One*, 9.
- Mononen, K., Konttinen, N., Viitasalo, J. & Era, P. (2007). Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scand. J. Med Science Sports*, 17,180-185
- Nibbeling, N., Oudejans, R., Cañal-Bruland, R., Van Der Wurff, P., & Daanen, H. (2013). Pursue or shoot? Effects of exercise-induced fatigue on the transition from running to rifle shooting in a pursuit task. *Ergonomics*, 56(12):1877-88.
- Reglamento técnico general para todas las modalidades de tiro. (2013) ISSF, Madrid, España.
- Reinkemeier, H., Bühlmann, G., Eckhardt, M., Kulla, C. & Linn, U. (2006). *Air rifle shooting*. Dortmund, Alemania: MEC.
- Sattlecker, G., Buchecker, M., Müller, E., & Lindinger, S. (2014). Postural balance and rifle stability during standing shooting on an indoor gun range without physical stress in different groups of biathletes. *International journal of Sports Science & Coaching*, 9(1), 171-184.
- Viitasalo, J., Era, P., Mononen, H., Norvapalo, K., Rintakoski, E. (1998). Effects of footwear on posture control of running target shooters. *Int J Sports Sci Coach* 3(2): 3-6.



- Zanevskyy, I., Korostylova, Yuliya., & Mykhaylov, V. (2009). Specificity of shooting training with the optoelectronic target. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 11(4), 63-70.
- Zatsiorsky, V. & Aktov, A. (1990). Biomechanics of highly precise movements: The aiming process in air rifle shooting, *Journal of Biomechanics*, 23, 35-41.

# LA FATIGA, TIPOS CAUSAS Y EFECTOS

## THE FATIGUE, TYPES, CAUSES AND EFFECTS

### **Jorge Enrique Moreno Quinchanegua**

*Licenciado en educación física de la Universidad Pedagógica Nacional. Estudiante de Maestría en ciencias del deporte. Universidad U.D.C.A.  
E-mail: jorge\_tkw@hotmail.com*

### RESUMEN

---

El siguiente artículo hace parte del proyecto de investigación "Efecto de los métodos de recuperación activa y pasiva en deportistas paralímpicos de levantamiento de pesas". Metodología: Tiene como fin conceptualizar la fatiga desde los estudios de varios artículos científicos, explicar sus causas y enmarcar los tipos de fatiga, pasando por experimentos sobre la fatiga y cómo actúa fisiológicamente el organismo. Resultado: La fatiga en el ámbito de la actividad física y deportiva, interviene en el rendimiento al disminuir la intensidad o el nivel de actividad que se esté realizando, por ello, se hace necesario conocer cómo afecta en la actividad realizada.

**Palabras Clave:** Fatiga, fatiga central, fatiga periférica, fatiga muscular, músculo.

### ABSTRACT

---

The following article is part of the research project "Effect of active and passive recovery methods on Paralympic weightlifting athletes". Methodology: Its purpose is to conceptualize fatigue from the study of several scientific articles, explain its causes

and frame the types of fatigue, through experiments on fatigue and how the body acts physiologically. Result: Fatigue in the field of physical activity and sports, intervenes in performance by reducing the intensity or level of activity that is being performed, therefore, it is necessary to know how it affects the activity performed.

**Key words:** fatigue, central fatigue, peripheral activity, muscle fatigue, muscle.

### INTRODUCCIÓN

---

En parámetros de actividad física, deportiva o competitiva, se debe tener en cuenta la fatiga como un estado moderador de la actividad, porque con su aparición se empiezan a generar cambios físicos y mentales dentro de las acciones que se están realizando, la fatiga también, puede ser causante de deficiencia en la técnica deportiva y crear mayor probabilidad de lesiones en los deportistas (Carvalhais, et al., 2013).

Como ejemplo en el voleibol el movimiento repetitivo del ataque genera fatiga y como consecuencia con el tiempo puede llevar a la deficiencia del gesto deportivo y producir disquinesia escapular, una lesión específica en el hombro (Soliamá, et al., 2015, p. 2015). En otros deportes, se ha evidenciado que la fatiga está relacionada con el aumento de la fuerza vertical de reacción del suelo, esto puede generar mayor riesgo para producir una fractura por estrés de la tibia, algo específico en deportes de impacto

continuo como el triatlón y la marcha (Luna, S., et al., 2015, p. 252).

Según Gómez, Bolaños, Minaya y Fogaca (2010), la fatiga puede ser establecida como "la incapacidad para seguir generando un nivel de fuerza o una intensidad de ejercicio determinada" (p.537). Por ello, es de suma importancia conocerla y entender cómo afecta el organismo en su capacidad para realizar un trabajo específico. También, se ha definido la fatiga como la sensación de cansancio, determinada por la disminución del rendimiento deportivo, originada después de realizar un ejercicio de alta intensidad o tiempo prolongado (Sesboüé y Guincestre, 2006, p 348). Entonces, el rendimiento deportivo puede estar limitado por la fatiga, que se caracteriza por ser central o periférica, dependiendo de si se desarrolla proximal o distal a la unión neuromuscular. Ambos modelos representan perjuicios en la capacidad de los músculos para generar fuerza o hacer el trabajo (Shei, y Mickleborough, 2013, p.1).

Existen problemas al investigar la fatiga, a causa de su complejidad en la cantidad de factores que influyen para que surja y como se manifiesta, se ha propuesto por varios autores que depende de donde se derive la fatiga, puede ser determinada como fatiga central o fatiga periférica. La fatiga central se refiere a las acciones que afectan neuronalmente la contracción muscular y la fatiga periférica, cuando se presenta un deterioro de los procesos bioquímicos de la contracción muscular (Santos, Dezan, Sarraf, 2003, p.8).

Entonces, resulta oportuno empezar a explicar los tipos de fatiga, debido a que se encuentran muy relacionados, y su accionar determina la capacidad del organismo para mantenerse, seguir, aumentar o parar las acciones que se estén ejecutando.

## FATIGA CENTRAL

---

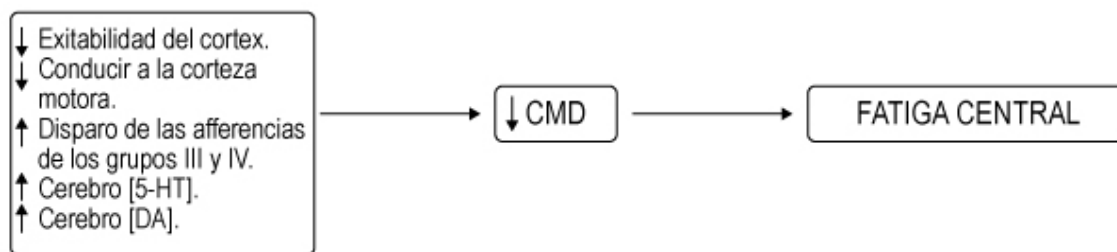
Respecto a la fatiga central se encuentra, que existen conflictos al tratar de definirla por la complejidad de su aparición, esta fatiga hace referencia a las alteraciones en el funcionamiento del sistema nervioso central, específicamente, en el funcionamiento cerebral, que se puede traducir en variaciones o fallas voluntarias e involuntarias, que pueden ocurrir en varios niveles de las estructuras nerviosas que intervienen en la actividad física, que puede provocar una alteración en la transmisión desde el sistema nervioso central (SNC) o en el reclutamiento de los axones motores (Santos, M., et al., 2003, p. 8).

En este tipo de fatiga existe una reducción en la contracción máxima voluntaria, afectando la cadena de mando de la contracción muscular. Estos factores se extienden desde el nivel cortical a la unión neuromuscular, es decir, la parte extramuscular de la cadena de comandos del proceso de contracción muscular, que producen una disminución en la capacidad del sistema nervioso central, para enviar la señal a la unión neuromuscular, la fatiga central se caracteriza por una reducción de la contractilidad independientemente de factores mecánicos y metabólicos propios del músculo (Sesboüé, B., et al., 2006, p. 349).

Estudios acerca de las causas de la fatiga central han revelado que este tipo de fatiga, puede verse inducida a causa de los procesos proximales de las uniones neuromusculares, donde se produce una disminución de los impulsos del sistema nervioso central a la unión neuromuscular, también, se produce la fatiga central por la influencia de los grupos III y IV de los aferentes musculares, que detectan cambios en los medios metabólicos de las fibras musculares, lo que resulta en

una alteración en la unidad central motora (CMD), sucesivamente, la supresión de CMD puede ser el resultado de una disminución en la concentración de la neurotransmisor dopamina en la fatiga y la acumulación de serotonina (5-hidroxitriptamina), en el

cerebro como se muestra en la figura 1 (R Shei, et al., 2013, p.5). Este aumento en los niveles de serotonina está muy relacionado con la aparición de la llamada fatiga central (Mesa, 2013, p.9).



*Figura 1: Resumen de los factores centrales que contribuyen a la fatiga. (5-HT), concentración del neurotransmisor serotonina; (DA), concentración del neurotransmisor dopamina. Tomado de (Shei & Mickleborough, 2013, p.6).*

## FATIGA PERIFÉRICA

Esta hace referencia a las acciones implicadas en el músculo, por ello, es también llamada fatiga muscular, que puede estar generada por múltiples factores como: alteraciones del Ph, la temperatura y el flujo sanguíneo, la acumulación de productos del metabolismo celular (especialmente de los que resultan de la hidrólisis del ATP, como el ADP, AMP, IMP, Pi y amonio), la pérdida de la homeóstasis del ión Ca<sup>2+</sup>, el papel de la cinética de algunos iones en los medios intra y extracelular (como el K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> Mg<sup>2+</sup>),” (Gómez, et. al., 2010, p.540). Lo anterior, genera una menor disponibilidad de sustratos energéticos en el músculo activo durante los periodos de ejercicio (Ascensão, Magalhães, Oliveira, Duarte y Soares, 2003, p.115).

Este tipo de fatiga se ha determinado como aquella que afecta a las estructuras

situadas por debajo de la placa motora y que actúan en la contracción muscular, se produce a nivel periférico del organismo en el sistema muscular (Mesa, 2013, p.5). La actividad física genera depleción de sustratos como el glucógeno, ATP-PCr, donde la molécula de ATP, se utiliza en el cuerpo como generadora de energía, que luego se puede utilizar para hacer el trabajo celular, entonces la síntesis de ATP es un factor limitante principal de ejercicio.

Como se muestra en la figura 2 (Shei, et al., 2013, p.3). Al igual otros factores que interfieren en la fatiga periférica son el acumulado de metabolitos, hidrogeniones, lactato, fósforo inorgánico, NH<sub>4</sub>, el daño muscular inducido por ejercicio, alteraciones hidroelectrolíticas (H<sub>2</sub>O, Na, K, entre otros), modificaciones en los aminoácidos ramificados y radicales libres (Terrados, 2011, p. 86).

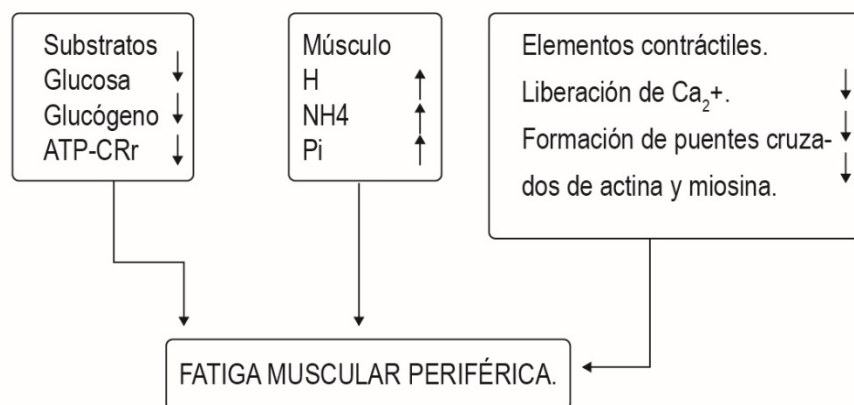


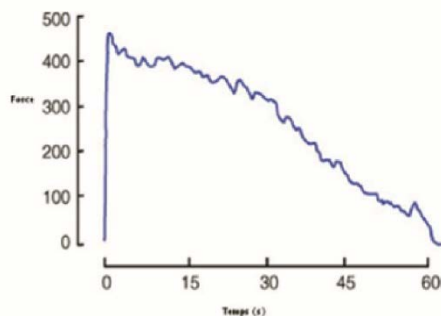
Figura 2: Posibles factores periféricos que contribuyen al desarrollo de la fatiga. Modificado de (Shei & Mickleborough, 2013, p.6).

## LA FATIGA MUSCULAR PERIFÉRICA

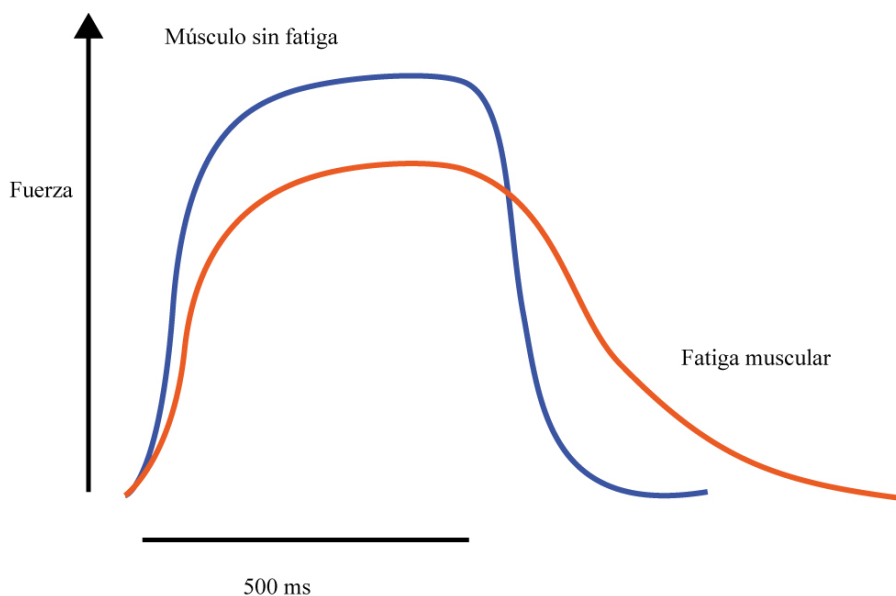
La fatiga muscular periférica, se presenta obedeciendo factores como permanencia e intensidad de la actividad, clase de fibra muscular reclutada, nivel de entrenamiento del sujeto y condiciones ambientales para el ejercicio (Mesa, J., 2013, p. 6). Se produce a través de un encadenamiento de factores que van desde las acciones de reducción en la activación de la motoneuronas, que parten del sistema nervioso central, pasando luego al nervio periférico, la placa terminal donde se produce un fallo en la transmisión neuromuscular, que está directamente afectado el sarcolema que presenta alteraciones en las propagaciones de los potenciales de acción, afectando el retículo sarcoplasmático, los acoples de calcio-

troponina y reducciones en los acoples de actina-miosina (Fernández y Delgado, 2003, p. 48).

La aparición de la fatiga logra disminuir las acciones ejecutadas en cualquier actividad, ejemplo de ello, la disminución de la fuerza en relación del tiempo, disminuye rápidamente. (Figura 4) (Sesboüé et. al. 2006, p.349), También, se han evidenciado las diferencias entre el accionar de un músculo sin fatiga y otro fatigado utilizando estimulaciones eléctricas (Figura 5) (Sesboüé, B., et al., 2006, p. 349). Esto demuestra que la fatiga genera incapacidad de mantener una contracción muscular relacionado con el deporte de alto rendimiento esto puede afectar en cualquier resultado a disputar competitivamente.



*Fig 5: Evolución de la fuerza muscular durante una contracción agotadora: a pesar de la vigilancia visual un estímulo, la fuerza disminuye rápidamente.*



*Fig. 5: Efecto de una estimulación tetánica corta de 50 Hz después de una cansada contracción de 45 s.*

Los estudios sobre la fatiga han logrado exponer teorías sobre su accionar en el organismo, una de ellas trata de sobre el modelo gobernador central (CGM), que exponen Shei y Mickleborough (2013), el CGM sirve para proteger el cuerpo de una crisis metabólica terminal a causa de la intensidad

de la actividad manteniendo una capacidad de reserva metabólica.

En el CGM, la integración de la información y el control de CMD, se postula que tendrá lugar en el pensamiento subconsciente. La manifestación de la fatiga se da a través del resultado de los cálculos mentales subconscientes. Según Shei (2013)



existe una comunicación entre el pensamiento consciente y subconsciente (es decir, conscientemente se produce una desaceleración debido a la fatiga o el intento de combatir la fatiga producida) puede ser re-integrado en el cerebro subconsciente. Al mismo tiempo, la información aferente es enviada de vuelta al pensamiento subconsciente, a través de los nervios somatosensoriales. El CMG, entonces, integra

esta información y produce una respuesta unificada para modular CMD, éste recibe simultáneamente información sensorial desde la periferia, el envío de señales eferentes, y la comunicación con el cerebro consciente.

Con el fin de disminuir la intensidad de la actividad manteniendo una reserva metabólica. Esto se expone en la figura 7.

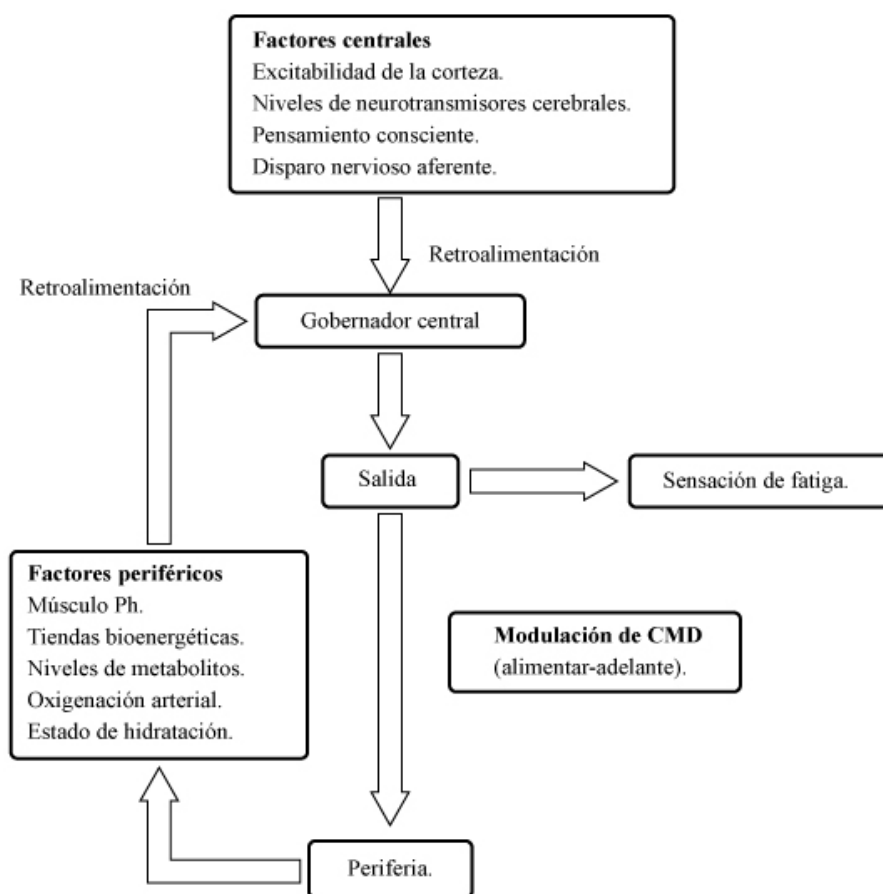


Figura 7: Resumen del CGM propuesto de la regulación del ejercicio durante el ejercicio. CMD, accionamiento de motor central. Tomado de (Shei y Mickleborough, 2013, p.7).

Investigaciones bases metabólicas de fatiga muscular aguda de Santos, M., et al (2003), han propuesto que la fatiga depende de factores como el tiempo de ejecución de la actividad, la intensidad del ejercicio, la edad y el género, como ejemplo: el artículo de revisión creado por Enoka y Duchateau (2008) en que se expuso las diferencias entre jóvenes adultos y adultos mayores respecto a la fuerza específica

generada, se evidenció que los jóvenes eran más fuertes que los adultos mayores durante una contracción isométrica máxima. La tarea consistía en mantener una contracción isométrica con los músculos flexores del codo a 20% del máximo durante el mayor tiempo posible Figura 7 (Enoka y Duchateau, 2008, p.13).

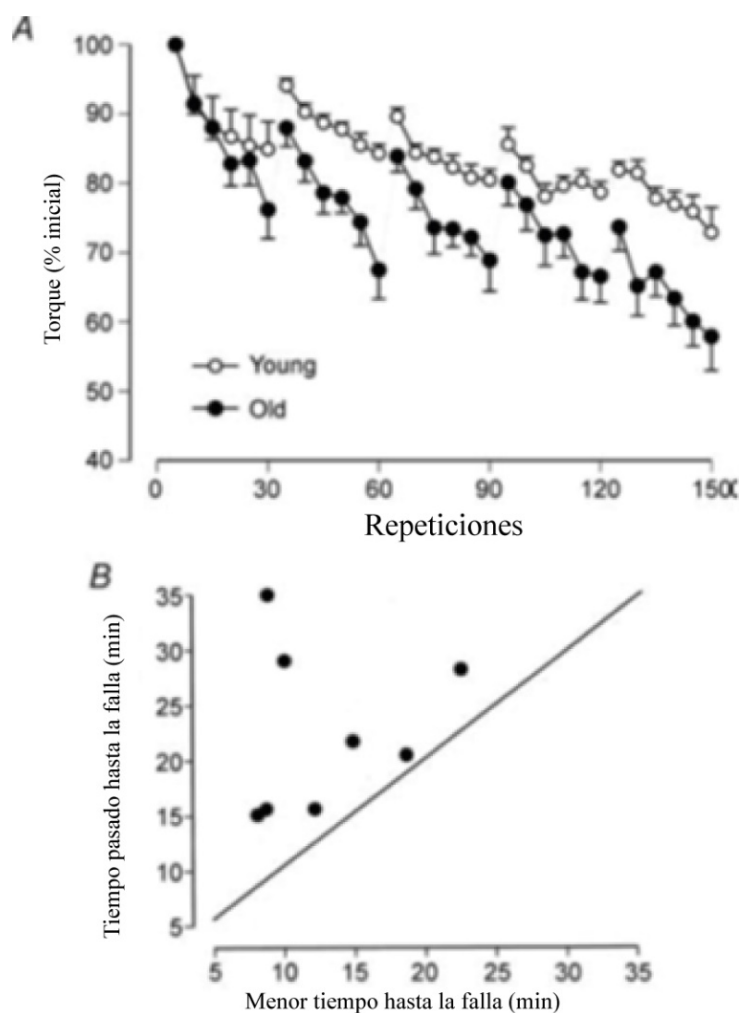


Figura 7. Diferencias de fatigabilidad entre adultos jóvenes y adultos. Tomado de (Enoka, R. y Duchateau, J., 2008, p.12).

La fatiga experimentada por los dos grupos de sujetos se asoció con cambios en el control de acoplamiento de excitación-contracción por  $Ca^{2+}$ , pero, para los adultos mayores la fatiga se relacionó con el deterioro de la propagación neuromuscular. Estos resultados indican por lo tanto, que los adultos mayores eran más fatigables que los adultos jóvenes, cuando se realizan contracciones máximas en el acortamiento y alargamiento de los músculos dorsiflexores.

En contraste con estos resultados Enoka, R., et al., 2008, expone el trabajo de Hunter (2005) en el que encontró que los adultos mayores ( $71,3 \pm 2,9$  años) podrían sostener una contracción isométrica submáxima de los músculos flexores del codo por más tiempo que los hombres jóvenes ( $21,5 \pm 4,4$  años) (Enoka, R., et al., 2008, p.12).

También, el género influye en la aparición de la fatiga, debido a que en otros estudios, se evidenciaron las diferencias entre hombres y mujeres. Las mujeres suelen ser capaces de mantener una contracción muscular por más tiempo, utilizando los músculos flexores del codo, especialmente, a intensidades más bajas, según lo investigado por: Enoka, R., et al., 2008. Pero, en las contracciones de esfuerzo máximo, la mayoría de las explicaciones comunes para esta diferencia de sexo son la mayor masa muscular activa por los hombres y, en menor dependencia en el metabolismo glucolítico por mujeres (Enoka, R., et al., 2008, p.13).

## CONSIDERACIONES FINALES

---

La fatiga logra generar aumento de controversias en cuanto a su significado, tipo,

localización y las causas que la generan, también, se establece que el estado de fatiga cambia dependiendo de la edad y el género, de la preparación física de cada persona, y la voluntad de la misma, para realizar las acciones, no se puede generalizar que la fatiga aparecerá en los mismos periodos de tiempo y con los mismos volúmenes de carga para todos.

Se logra definir que la fatiga es un estado que se genera después de una actividad física constante y que según su localización puede ser central o periférica, pero aunque se dan por distintas causas fisiológicas, una precede a la otra, esto genera un interrogante para seguir con otro artículo de investigación, debido a que, si la fatiga central hace referencia al sistema nervioso y la fatiga periférica se da a través de los procesos generados por debajo de la placa motora: ¿cuál de las dos inicia el decaimiento del rendimiento deportivo?. También, se podría extender en otro tipo de investigaciones sobre: ¿cómo retardar los efectos de la fatiga en el organismo que se entrena para superar los límites físicos? porque aunque se establezcan parámetros, para que se produzca la fatiga, no son regulares y dependen del grado de entrenamiento que tenga el deportista, para que la fatiga sea prematura o no.

Los investigadores sobre la fatiga sugieren que se sigan realizando más estudios a profundidad para establecer nuevos parámetros que encasillarían un poco más el estado de fatiga, mientras tanto, se sigue informando como fisiológicamente la fatiga actúa en el organismo y las posibles causas de la misma.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Ascensão, A., Magalhães, J., Oliveira, J., Duarte, J., Soares, J. (2003). Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, vol. 3, n.1, pp.108-123.
- Enoka, R. and Duchateau, J. (2008). The Physiological Society 586.1 muscle reoxygenation stops. *Med Sci Sports Exerc* 39, pp. 443–453.
- Fernández, B., Delgado, M. (2003). La preparación biológica en la formación integral del deportista. Madrid, España: Paidotribo.
- Gómez, C., Bolaños, C., Brousett, M. y Hochmuller, F. (2010). The mechanisms involved in acute fatigue *Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte-* vol. 10 - número 40. ISSN: 1577-0354
- Mesa, J. (2013). Fatiga tipos y causas. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*, 8(3).
- Otoni, V., Teles, Th., Lara, V., Leite, D., Domingues, J., Teixeira, S. (2013). Força muscular e índice de fadiga dos extensores e flexores do joelho de jogadores profissionais de futebol de acordo com o posicionamento em campo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 19 (6) pp. 452 - 456.
- Rozenblit, R., Lisboa, F., Leme, L., Ejnisman, B., De Castro, A., Alves, R. (2015.) A influência do treinamento na discinesia escapular em jogadoras de voleibol: um estudo prospectivo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 21 (3) pp. 206 – 209.
- Santos, M., Dezan, V., Sarraf, T. (2003). Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Rev. Bras. Ciên. e Mov. Brasília* v. 11 n. 1 pp. 07-12.
- Sesboüé, B., Guincestre, Y. (2006). Muscular fatigue. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 49 (6): pp. 1-6.
- Shei, R., Mickleborough, T. (2013). Relative Contributions of Central and Peripheral Factors in Human Muscle Fatigue during Exercise: A Brief Review *Rev Journal of Exercise Physiologyonline*. Volume 16 Number 6.
- Silva, S., Castilho, A., Serra, M., Ferrari, N., Andare, B., Yoshio, E., Sales, D., D'Andrea, J. (2015). Análise isocinética e cinética de corredores e triatletas com e sem histórico de fratura por estresse. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* , 21 (4), pp. 252- 256.
- Terrados, N. (2011). Bases fisiológicas comunes para deportes de equipo. *Revista Andaluza Medicina del Deporte*, 4(2), pp. 84-88.

# EXIGENCIA COMPETITIVA EN FÚTBOL Y JUEGOS REDUCIDOS

## COMPETITIVE REQUIREMENT IN FOOTBALL AND REDUCED GAMES

**Diego Andrés Rada Perdigón**

*Maestrante en Ciencias del Deporte, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA)*

**Yubisay Noiraly Mejías Peña**

*Dra. (Ph. D). Docente e investigadora, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA)*

### RESUMEN

---

El objetivo de este artículo fue revisar una serie de características para la realización de Juegos Reducidos (JR) con el fin de mejorar la resistencia en el fútbol, a partir de las evidencias encontradas en la literatura científica, consultando diferentes bases de datos como Pro Quest, Science Direct, Scopus, Sport Discus, Pub Med basando el motor de búsqueda con las palabras clave Fútbol, Juego Reducido, Exigencia competitiva en fútbol, Demanda fisiológica en el fútbol; de esta forma, y a partir de los resultados encontrados se sugiere que para la mejora de la resistencia en el fútbol se utilicen JR en formato 3 vs 3 en donde el objetivo del juego sea la posesión de balón, limitando el número de toques con el balón a uno o máximo dos con tareas defensivas como la marca al hombre o la doble marca, debido a que estas características arrojaron los resultados más alto y próximos a los requerimientos del fútbol en competencia (>180 ppm; 84% FCmáx).

**Palabras Clave:** Juegos Reducidos, Frecuencia Cardiaca, Intensidad, Fútbol.

### ABSTRACT

---

The aim of this article was to review a number of features for conducting Games Confined (JR) in order to improve endurance in football, from the evidence found in the scientific literature, consulting various databases such as Pro Quest, Science Direct, Scopus, Sport Discus, Pub Med basing the search engine with the keywords Football, Small Sided Games, Competitive requirement in football, Physiological demand in football; in this way, and from the results found it is suggested that for the improvement of the resistance in soccer SSG be used in format 3vs3 where the goal of the game is the possession of the ball, limiting the number of touches with the ball to One or two more with defensive tasks like the mark to the man or the double mark since these characteristics yielded the results higher and next to the requirements of the soccer in competition (> 180 bpm, 84% HRmax).

**Key words:** SSG, heart rate, soccer, competitive football requirement

## INTRODUCCIÓN

---

Desde su concepción, tras la revolución industrial en el siglo XVIII, más específicamente en torno al año de 1830 (Arranz Albo, 2015), el fútbol se ha convertido en el deporte de mayor popularidad y masificación en la sociedad; constituido como un deporte de colaboración y oposición donde 11 deportistas por equipo, cumplen diferentes roles interactuando entre sí y con una pelota, con la particularidad que el contacto con el elemento puede realizarse con cualquier parte del cuerpo menos con las manos, (a excepción del arquero), siendo en mayor medida con los pies, todo esto con el fin de anotar el mayor número de puntos (goles), pero, evitando que sean anotados en contra.

Así, el fútbol es un deporte de carácter intermitente (Baumgart, Hoppe, & Freiwald, 2014; Campos-Vázquez, González-Jurado, León-Prados, Toscano-Bendala, & Suárez Arrones, 2016; Campos Vázquez, 2012; Coelho et al., 2010; Folgado, Gonçalves, Abade, & Sampaio, 2014; Torres-Luque, Calahorra, Lara, & Zagalaz, 2011) y que debido a la duración de un partido, es un deporte dependiente principalmente del metabolismo aeróbico (Bangsbo, Mohr, & Krustup, 2006), debido a que posee gran variabilidad de estímulos a distintas intensidades. Los duelos por la posesión del balón, remates, cabeceos, saltos, cambios de dirección, entre otros, todo esto combinado con periodos de corta recuperación. Massafret et al (1999) (citado en Carrasco, 2013), menciona que en el contexto de los deportes colectivos define a esta cualidad como la capacidad para poder resistir las exigencias físicas, técnicas y tácticas establecidas por un determinado sistema de juego. Por otra parte, la real federación

española de fútbol (2000) (citado en Rica, Borbón, Alvarado, & Rica, 2013) dice que la resistencia es la capacidad física que permite a los jugadores realizar acciones físicas, técnicas y tácticas, durante los 90 o más minutos del partido, soportando la fatiga producida por las exigencias del mismo, sin que esta deteriore las acciones citadas anteriormente.

Justamente, por las características particulares que tiene el fútbol, el entrenamiento de resistencia debe responder a dichas particularidades y ser específico en el desarrollo de la capacidad de resistir esfuerzos cortos de alta intensidad con periodos de recuperación cortos, pero que serán repetitivos en un periodo de tiempo mayor. De tal forma, los entrenamientos interválicos de alta intensidad aplicados al fútbol son los más utilizados dentro de la preparación física del deportista, porque se adaptan a las características del deporte y brindan una mejora significativa en el  $VO_2$  máx, a través de ejercicios con recorridos cortos a altas intensidades con recuperaciones cortas que pueden ser o no con balón (Stolen et. al., 2005, citado en Campos Vázquez, 2012), de tal forma, el entrenamiento con juegos en espacio reducido y el entrenamiento de la habilidad de repetir sprint son los más recurrentes en la actualidad para la preparación física en el fútbol.

## MÉTODO

---

Para el desarrollo de este artículo se realizó una búsqueda en 6 bases de datos (Pro Quest, Science Direct, Scopus, Sport Discuss, Pub Med, Google Académico) limitando la búsqueda de publicaciones a partir del año 2010 en adelante, pero sin dejar



de lado algunas publicaciones de años anteriores. Las palabras clave que se utilizaron para la búsqueda de la información fueron: Fútbol, Juego Reducido (SSG en inglés), exigencia competitiva en fútbol (competitive football requirement), demanda fisiológica en el fútbol (Physiological demand in soccer).

#### *Criterios de inclusión*

Se tomaron en cuenta artículos en inglés, portugués y español, que tuvieran relación con el tema, la disciplina deportiva, la metodología de entrenamiento y como variable el comportamiento de la frecuencia cardíaca dentro del estudio; además del abordaje de juegos en espacio reducido.

#### *Criterios de exclusión*

Los documentos que no cumplieron con los criterios anteriores, fueron excluidos del estudio.

## **EXIGENCIA COMPETITIVA EN EL FÚTBOL**

---

Cada deporte, dependiendo de sus diferentes características tendrá exigencias distintas, que deberán ser tenidas en cuenta, al momento de planificar una sesión de entrenamiento, estas exigencias en el fútbol han sido estudiadas por diferentes autores hallando respuestas máximas de la frecuencia cardíaca (FC) de entre  $162.4 \pm 11.3$  a  $177.4 \pm 4.2$  ppm (pulsaciones por minuto) y  $195,33 \pm 13,32$  ppm (Khanna, et, al., 1996; Torres-Luque et al., 2011), un promedio de la FC de  $146.5 \pm 9.25$  ppm,  $154,92 \pm 18,8$  ppm y

$161,00 \pm 12,81$  ppm (Khanna, et, al., 1996; Calahorro, et, al., 2012; TorresLuque et al, 2011) describiendo un comportamiento de la FC de entre el 80-90% de la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx) (Dellal et al., 2012), independientemente del nivel de juego.

Con respecto a las zonas de entrenamiento de la FC, aproximadamente el 65% de la duración total del partido se gasta a una intensidad de 70-90% de FCmáx y rara vez por debajo de 65% de FCmáx. Sin embargo, aunque la FCmáx se emplea en la mayor parte de la literatura, el monitoreo de la intensidad del ejercicio debe expresarse en relación a la frecuencia cardíaca de reserva (FCR), debido a que se describió como un indicador más fiable de la FC, permitiendo comparaciones interindividuales (Dellal et al., 2012).

## **JUEGOS EN ESPACIO REDUCIDO**

---

Los juegos en espacios reducidos (JR) o SSG (Small-Sided Games por sus siglas en inglés), son tareas de entrenamiento que consisten en la utilización de las propias características del fútbol (deporte de oposición-colaboración), a través de situaciones que tienen desencadenantes tácticos caracterizadas por un número reducido de jugadores, con un espacio adecuado que se ajuste a la lógica interna del deporte (Cilveti, 2014), aportando conjuntamente al entrenamiento de factores físicos, técnicos y tácticos.

Los JR pueden adaptarse o modificarse dependiendo de diferentes factores, o de los objetivos que se vayan a buscar con su aplicación; dependerán de tal forma de las características propias como el número de jugadores, el espacio de trabajo del juego reducido, el enfoque del juego, bien sea, sí, es

un juego enfocado a la posesión del balón o si por el contrario, es un juego con definición, si se condiciona el número de contactos con el balón o si existe la presencia de porteros, así, la intensidad de estos ejercicios específicos de fútbol con el balón puede ser afectada o manipulada para proporcionar diferentes respuestas físicas, técnicas y tácticas (Aguilar, et. al., 2012).

### **Efectos a partir de las variaciones en el número de jugadores**

Una de las principales características dentro de los juegos reducidos es la cantidad de jugadores que participan en los mismos. En este sentido, son distintos los formatos que se pueden llegar a presentar y que determinarán de este modo las respuestas fisiológicas de los participantes. Uno de los formatos más utilizados es el de 4vs4 el cual, siendo analizado en distintos estudios se evidenció comportamientos de la FCmáx de  $178.3 \pm 9.7$ ,  $176.4 \pm 9.9$ ,  $175.7 \pm 8.9$  ppm (Casamichana, et, al. 2011);  $183.5 \pm 8.4$  ppm (Koklu, et, al. (2013), y un porcentaje de  $70,6 \pm 5,9\%$  (Dellal, Jannault, López-Segovia, & Pialoux, 2011) o  $90.4 \pm 2.7\%$  (Déliai, et al. 2011) de la FCmáx.

Por otra parte, en estudios que trabajaron con un esquema de 3 vs 3 encontraron valores para la FCmáx de  $184.2 \pm 6.5$  ppm (Koklu, et, al., 2013),  $178.44 \pm 14.82$  y  $166.39 \pm 25.53$  ppm (Cihan, 2015)  $87.7 \pm 3.7$  y  $87.1 \pm 3.5$  ppm (Sánchez-Sánchez, Carretero, Assante, Casamichana, & Los Arcos, 2015) o comportamientos en el % FCmáx de  $91.0 \pm 12.5\%$  ppm (Koklu, et, al. 2013),  $84.83 \pm 4.73\%$  y  $75.00 \pm 7.34\%$  ppm (Cihan, 2015) y  $81,5 \pm 4,3\%$  (Dellal et al., 2011).

Un estudio similar en la variabilidad del número de jugadores de formato 2vs2, 3vs3 y

4 vs 4; demostró que el promedio de % FCR calculado durante la duración total (ejercicio y períodos de recuperación) del 4 vs 4 fue significativamente menor ( $70,6 \pm 5,9\%$ ) en comparación con el 2 vs 2 ( $80,1 \pm 3,6\%$ ,  $p < 0,001$ ) y el 3vs3 ( $81,5 \pm 4,3\%$ ,  $p < 0,001$ ). Del mismo modo, el % FCR calculado durante el tiempo efectivo del JR fue significativamente menor durante el 4vs4 ( $78,4 \pm 5,8\%$ ) comparado con el 2vs2 ( $85,1 \pm 4,3\%$ ,  $p < 0,05$ ) y el 3vs3 ( $87,8 \pm 4,1\%$ ,  $p < 0,01$ ) (Dellal et al., 2011); en comparación de varios tipos de JP., intermitentes y continuos, en formatos de 2 vs 2, 3 vs 3 y 4 vs 4.

Como resultado, se evidencia que hubo diferencias significativas entre los juegos reducidos intermitentes 2 vs 2, 3 vs 3 y 4 vs 4 en términos de FC ( $p = 0.001$ ), % FCmáx ( $p = 0,001$ ); también hubo diferencias significativas entre los juegos reducidos continuos 2 vs 2, 3 vs 3 y 4 vs 4 en términos de FC ( $p = 0.001$ ), % FCmáx ( $P = 0,001$ ), pero, no se encontraron diferencias significativas entre juegos reducidos intermitentes y juegos reducidos continuos para 2 vs 2, 3 vs 3 y 4 vs 4 en términos de FC. (Köklü, 2012).

De otra forma, también es común, que los juegos se caractericen por presentar un número dispar de jugadores, esto con el fin de simular eventos que se pueden dar en competencia como por ejemplo el 2 vs 1; así, los resultados en formatos 2 vs 1 y 3 vs 2 de un estudio fueron significativas ( $p < 0.05$ ) en el porcentaje de respuesta cardíaca entre el formato 2 vs 1 ( $79.20\%$  ppm) y el formato 3 vs 2 ( $62.96\%$  ppm) (Clemente, Wong, Martins, & Mendes, 2015).

Mientras que, en juegos reducidos con inferioridad numérica, 3 vs 4 y 4 vs 5 la FC media se observó un comportamiento de  $160,4 \pm 15,4$  ppm en el juego 3 vs 4 y de  $152,4 \pm 8,0$  en el juego de 4vs5; en cuanto a la FCmáx, el comportamiento de esta fue de

199,0 ± 18,7 y 198,4 ± 21,2 para cada JR respectivamente (Del et al., 2017), por último un formato de doble marca 2 vs 4 indicó que los valores de FC y % FCmáx fueron de 184.89±9.89; 88.50±2.28%, respectivamente (Cihan, 2015). En cuanto a JR más amplios en comparación con unos más pequeños, difiriendo en el número de jugadores y el área de juego lo que se encontró fue que los juegos pequeños (3vs3) indujeron significativamente mayores respuestas de FC ( $p<0,05$ ) en comparación con los juegos de gran tamaño (9vs9). Además, durante los juegos pequeños, los jugadores pasaron un tiempo significativamente más largo en la zona máxima de FC de 85% ( $p<0,05$ ) en comparación con los juegos de gran tamaño (Owen, Wong, McKenna, & Dellal, 2011), mientras que, en comparación de dos tipos de juego reducido (4 vs 4 y 5 vs 5); se halló que la intensidad del esfuerzo físico, expresada como % FCmáx, fue de 89-91% para ambos juegos (Jastrzębski & Radzimiński, 2015).

### **Efectos a partir de las variaciones en las dimensiones del juego**

Las dimensiones de los juegos reducidos pueden variar al igual que otras características pero deberán responder en cierta medida al número de jugadores participantes ya que el área por jugador será importante. Un estudio realizado bajo tres dimensiones: pequeña, mediana, grande, encontró que el comportamiento más alto de la FC se observa en los juegos reducidos grandes y más aún en los de esquema de 3 vs 3 (30x20 mts) con un valor de 184.2±6.5 ppm (% FCmáx 91.0±12.5) en comparación a los 183.5±8.4 ppm (% FCmáx 90.7±13.0) en el esquema de 4 vs 4 (35x25 mts) (Koklu, et al. (2013).

Por otra parte, con tres distintas distribuciones del espacio (pequeño 10x15 mts, mediano 15x20 mts y grande 20x25) se hallaron resultados de 167.2±3.0 ppm, 172.3±2.9 ppm y 175.4±3.1 ppm ( $P<0.05$ ), para los espacios pequeño, mediano, y grande respectivamente (Halouani, et, al., 2016). Por último, se reporta que existen diferencias significativas a partir del tamaño de tres juegos reducidos de formato 5 vs 5, en cuanto al % FCmáx los JR grandes fueron superiores a los pequeños (>90% FCmáx), mientras que, en el rango de 75-84% de la FCmáx los JR pequeños fueron más significativos que los grandes y medianos (Casamichana & Castellano, 2010).

### **Efectos a partir del objetivo del juego**

Los juegos reducidos son herramientas útiles para entrenar diferentes aspectos a partir de diferentes objetivos planteados dentro de los mismos juegos, los más comunes son el juego de posesión y el juego con goles o algún tipo de adición de puntos, dentro de este último se tienen en cuenta la presencia o no de porteros, los mini arcos o el filtrarse por alguna de las líneas que delimitan el JR. Así, en los JR de posesión se pueden dar resultados de 178.3 ±9.7 ppm (Casamichana, et, al., 2011), 175.4±3.1 ppm (Halouani, et, al., 2016); en términos del porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima o cómo % FCmáx valores de 70.80% (Clemente et al., 2015) y 84,6% ± 4.3 (Casamichana & Castellano, 2015) 92±2% FCmáx (González-Rodenas, Calabuig, & Aranda, 2015).

Por otra parte, cuando existe la presencia de goles regulares, la respuesta cardíaca es menor, se dan valores de FCmáx como 176.4 ±9.9 ppm (Casamichana, et, al. 2011), 164.5±3.0, 169.2±3.1 y 171.1±2.7 ppm

(Halouani, et al., 2016), en términos del % FCres el JR con goles presenta valores de 68.89% mientras que otra opción de sumar puntos como lo es el JR, pasando una línea o extremo el % FCres hallado es de 71.07% y (Clemente et al., 2015)  $84 \pm 6\%$  de FCmáx (González-Rodenas, Calabuig, & Aranda, 2015). Además de los goles regulares, los mini arcos (arcos de dimensiones más pequeñas con diferente distribución por el espacio por lo general de dos por extremo) son elementos utilizados muy comúnmente e incorporados en los JR, cuando este elemento interviene se encuentran valores de  $175.7 \pm 8.9$  ppm (Casamichana, et al., 2011) a un % FCmáx de  $90 \pm 4\%$  (González-Rodenas, Calabuig, & Aranda, 2015).

Podría decirse que los valores arrojan un pico de mayor altura de la FC en los juegos reducidos de mantenimiento y más bajos en los juegos reducidos donde está incluida la definición en porterías (Halouani, et al., 2017).

Por último, cuando el objetivo es defensivo implementando situaciones de juego libre, marca al hombre o doble marca se presentan respuestas cardíacas diferentes; al realizarse un JR con doble marca los valores de FC y % FCmáx son de  $184.89 \pm 9.89$  ppm y  $88.50 \pm 2.28\%$  (Cihan, 2015).

Cuando la Marca es al Hombre los valores encontrados son de  $178.44 \pm 14.82$  ppm (Cihan, 2015) o un % FCmáx de  $87.7 \pm 3.7$ ,  $85.0 \pm 4.0$  u  $84.83 \pm 4.73\%$  (Sánchez-Sánchez et al., 2015; Cihan, 2015); finalmente, cuando es un Juego Libre se muestran valores de  $166.39 \pm 25.53$  ppm y  $75.00 \pm 7.34\%$  de la FC y % FCmáx respectivamente (Cihan, 2015).

A partir de esto, puede decirse que la implementación de la marca al hombre en los juegos reducidos induce significativamente una mayor respuesta de la FC con o sin la presencia de marcar goles en el juego ( $p <$

$0.05$ ) (Ngo et al., 2012), pero más aún, cuando es en inferioridad numérica de jugadores con doble marca.

## **Efectos a partir de la reglamentación del juego**

Dentro de los juegos reducidos, pueden implementarse reglas con el fin de condicionar la actividad; estos condicionantes también determinarán las respuestas de los deportistas; por tanto, una de las normas más comunes es la de limitar el número de contactos con el balón, bien sea a un toque, dos toques y toques libres. En juegos donde el contacto es permitido una sola vez, la respuesta cardíaca es de  $90.4 \pm 2.7\%$  FCmax, dos toques es de  $89.7 \pm 3.2\%$  FCmax y juego libre es de  $86.8 \pm 2.9\%$  FCmax, de tal forma, la intensidad en el juego reducido condicionado a dos toques aumenta sustancialmente el porcentaje de la FCmáx entre el 91% - 100% (Casamichana et al., 2014), pero el juego a un toque presenta la mayor respuesta cardíaca máxima.

## **DISCUSIÓN**

En términos generales, la intensidad del ejercicio en el fútbol se da en promedio sobre las 160 ppm, y a partir de un 80% de la FCmáx (Calahorra et al., 2012; Dellal et al., 2012; Khanna et al., 1996); análogamente, los JR presentan un efecto no tan específico sobre la intensidad promedio medida a partir de la FC, que podría atribuirse a las distintas características de los mismos, aunque se podría mencionar que el porcentaje de trabajo a partir de la FCmáx en juegos reducidos se da a partir del 80%, lo cual dependerá también, de las características

propias de cada juego reducido (Cihan, 2015; Clemente et al., 2015; Déliai et al., 2011; Dellal et al., 2011; GonzálezRodenas et al., 2015; Jastrzębski & Radzimiński, 2015; Owen et al., 2011; Sánchez-Sánchez et al., 2015). De esta forma, y a partir de los resultados encontrados se evidencia que para la mejora de la resistencia en el fútbol de manera que se cumpla con lo requerido por la competencia se utilicen JR en formato 3 vs 3 (Cihan, 2015; Dellal et al., 2011; Halouani et al., 2016; Köklü, 2012; Koklu et al., 2013; Ngo et al., 2012; Owen et al., 2011; Sánchez-

Sánchez et al., 2015) en donde el objetivo del juego sea la posesión de balón (Clemente et al., 2015; Halouani et al., 2016, 2017; Casamichana et al., 2011), limitando el número de toques con el balón a uno o máximo dos (Casamichana et al., 2014; Déliai et al., 2011) con tareas defensivas como la marca al hombre o la doble marca (Cihan, 2015; Ngo et al., 2012; Sánchez-Sánchez et al., 2015), debido a que estas características arrojaron los resultados más alto y próximos a los requerimientos del fútbol en competencia (>180 ppm; 84% FCmáx).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Arranz, J. (2015). The pedagogic reform of thomas arnold and the role of the role of the anglican church in the creation of the first clubs of soccer in england (1863 - 1890). *Materiales Para La Historia Del Deporte*, 13, 1-22.
- Calahorra, F., Torres, G., Lara, A., & Zagalaz, M. (2012). Exigencia competitiva en jugadores de fútbol cadetes en relación al puesto específico. *Journal of Sport Science*, 9(1), 27-36.
- Carrasco, O. (2013). *Análisis de los sistemas energéticos (glucolítico-oxidativo) en el rendimiento físico de los jugadores de fútbol en las diferentes posiciones del juego. Propuesta alternativa*. Escuela politécnica del ejército vicerrectorado.
- Cihan, H. (2015). The Effect of Defensive Strategies on the Physiological Responses and Time-Motion Characteristics in Small-Sided Games. *The effect of defensive strategies on the physiological... Kinesiology*, 472, 179-187.
- Cilveti, R. (2014). Revisión sobre la Capacidad de Repetir Esprines o RSA en jugadores de fútbol.
- Coelho, D., Coelho, L., Mortimer, L., Condessa, L., Ferreira, J., Borba, D., Silami-García, E. (2010). Energy Expenditure Estimation During Official Soccer Matches. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 4(4), 246-255.
- Del, E., En, E., Reducidos, P., Inferioridad, C., En, N., & Fútbol, E. (2017). Efeitos do treinamento em jogos reduzidos com inferioridade numérica no futebol effects, 23, 42-45.
- Déliai, A., Lago-penas, C., Wong, D., & Chamari, K. (2011). Effect of the number of ball contacts within bouts of 4 vs 4 small sided soccer games.pdf, 322-333.
- Dellal, A., Jannault, R., Lopez-Segovia, M., & Pialoux, V. (2011). Influence of the
- Folgado, H., Gonçalves, B., Abade, E., & Sampaio, J. (2014). Breve Reseña de Investigación y de las Aplicaciones que Utilizan con Datos Posicionales de Futbolistas. *Kronos*.

- Jastrzębski, Z., & Radziwiński, Ł. (2015). Individual vs General Time-Motion Analysis and Physiological Response in 4 vs 4 and 5 vs 5 Small-Sided Soccer Games. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(1), 397–410.
- Köklü, Y. (2012). A Comparison Of Physiological Responses To Various Intermittent And Continuous Small-Sided Games In Young Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 31(1), 89–96. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0009-5>
- Ngo, J., Tsui, M., Smith, A., Carling, C., Chan, G., & Wong, D. (2012). Numbers of Players in the Heart Rate Responses of Youth Soccer Players Within 2 vs. 2, 3 vs. 3 and 4 vs. 4 Small-sided Games. *Journal of Human Kinetics*, 28(June), 107–114. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0027-8>
- Owen, A., Wong, D., McKenna, M., & Dellal, A. (2011). Heart rate responses and technical comparison between small- vs. large-sided games in elite professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2104–2110.
- Rica, C., Borbón, R., Alvarado, S., & Rica, C. (2013). Fútbol. Entrenamiento actual de la condición física del futbolista. *Revista En Ciencias Del Movimiento Humano Y Salud*, 10, 1–131.
- Sánchez, J., Carretero, M., Assante, G., Casamichana, D., & Los Arcos, A. (2015). Efectos del marcaje al hombre sobre la frecuencia cardíaca, el esfuerzo percibido y la demanda técnico-táctica en jóvenes jugadores de fútbol. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 11(41), 226–244. <https://doi.org/10.5232/ricyde>
- The effects of man-marking on work intensity in small-sided soccer games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(1), 109–114.
- Torres-Luque, G., Calahorra, F., Lara, A. & Zagalaz, M. (2011). Exigencia competitiva del jugador del fútbol infantil. *Ágora Para La Educación Física Y El Deporte*, 13(3), 383–395.

## WEBGRAFÍA

---

- Aguiar, M., Botelho, G., Lago, C., Maças, V., & Sampaio, J. (2012). A Review on the Effects of Soccer Small-Sided Games by, 33(June), 103–113. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0049-x>
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J. Sports Sci.*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Baumgart, C., Hoppe, M., & Freiwald, J. (2014). Different endurance characteristics of female and male german soccer players. *Biology of Sport*, 31(3), 227–232. <https://doi.org/10.5604/20831862.1111851>
- Campos, M. (2012). Consideraciones para la mejora de la resistencia en el fútbol. *Apunts Educación Física y Deportes*, 45–51. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2012/4\).110.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2012/4).110.05)



- Campos, M., González, J., León, J., Toscano, F., & Suarez, L. (2016). Comparación de la carga interna entre partidos amistosos y un juego condicionado en jugadores profesionales de fútbol. *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 11(31), 67–73. <https://doi.org/10.12800/ccd.v11i31.644>
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615–1623. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.521168>
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2015). The Relationship Between Intensity Indicators in Small-Sided Soccer Games. *Journal of Human Kinetics*, 46(1), 119–128. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0040>
- Casamichana, D., Paulis, J., González, A., García, H., & García, J. (2011). Demanda fisiológica en juegos reducidos de fútbol con diferente orientación del espacio Physiological demand in small-sided games on soccer with different orientation of space. *Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 7, 13. <https://doi.org/10.5232/ricyde2011.02306>
- Casamichana, D., Suárez, L., Castellano, J., & Román, J., Clemente, F., Wong, D., Martins, F., & Mendes, R. (2015). Diferencias en el rendimiento de los jugadores de fútbol sub14 entre los diferentes variantes y condiciones en juegos con espacios reducidos. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 11(41), 226–244. <https://doi.org/10.5232/ricyde>
- Dellal, A., Silva, C., Hill-Haas, S., Wong, D., Natali, A., De Lima, J., Karim, C. (2012). Heart rate monitoring in soccer: Interest and limits during competitive match play and training, practical application. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Effect of Number of Touches and Exercise Duration on the Kinematic Profile and Heart Rate Response During Small-Sided Games in Soccer. *Journal of Human Kinetics*, 41(1), 113–123. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0039>
- González, J., Calabuig, F., & Aranda, R. (2015). Effect of the game design, the goal type and the number of players on intensity of play in small-sided soccer games in youth elite players. *Journal of Human Kinetics*, 49(1), 229–235. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0125>
- Halouani, J., Chtourou, H., Dellal, A., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2016). The effects of game types on intensity of small-sided games among pre-adolescent youth football players . The effects of game types on intensity of small-sided games among pre-adolescent youth football players, (July), 157–162. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.64589>
- Halouani, J., Chtourou, H., Dellal, A., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2017). Soccer small-sided games in young players: rule modification to induce higher physiological responses. *Biology of Sport*, 34, 163–168. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.64590>
- Khanna, G., Majumdar, P., Malik, V., Vrinda, T., & Mandal, M. (1996). A Study of Physiological Responses During Match Play in Indian National Kabaddi Players. *British Journal of Sports Medicine*, 30(3), 232–5. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1332337&tool=pmc-entrez&rendertype=abstract>
- Koklu, Y., Albayrak, M., Keysan, H., Alemdaroglu, U., & Dellal, A. (2013). Improvement of the physical conditioning of young soccer players by playing small-sided games on different pitch size - special reference to physiological responses. *Kinesiology*, 45(1), 41–47.

# ENTRENAMIENTO DE CAPOEIRA PARA NIÑOS Y JÓVENES, COMO HERRAMIENTA PARA DESARROLLAR CAPACIDADES COGNITIVAS, FÍSICAS Y SOCIALES

CAPOEIRA TRAINING FOR CHILDREN AND YOUNG PEOPLE, AS A TOOL TO DEVELOP COGNITIVE, PHYSICAL AND SOCIAL CAPACITIES

## **Nubia Érica Cárdenas Rodríguez**

*Licenciada en Educación Básica con Énfasis en Educación Física Recreación y Deportes Universidad de Pamplona, Especialización en Entrenamiento del Deporte Universidad de Ciencias Aplicadas U.D.C.A.*

## **Daniel Oliveros Wilches**

*Dr. (Ph. D) en Ciencias del Deporte y Actividad Física de la Universidad de León, España. Magister en educación de la Universidad Pontificia Javeriana. Licenciado en Educación Física de la Universidad Pedagógica Nacional y profesor de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.*

sistemático y cualitativo, de artículos y documentos. Se ubicaron en su mayoría en SPORTDISCUS, otros son libros referentes a Capoeira, y en internet los restantes. Se puede concluir que la práctica escolar del Capoeira cumple con la finalidad del desarrollo y potenciación de las capacidades cognitivas, físicas y sociales, porque está centrada en un trabajo integrado, a través de dinámicas de movimiento, que incluyen actividades con musicalización, combinación de destrezas y acrobacias de alto grado de dificultad, que facilitan el desarrollo de la imaginación y el fortalecimiento de las capacidades cognitivas.

## RESUMEN

---

El siguiente artículo se realizó con el objetivo de descubrir cómo la enseñanza de Capoeira integra factores cognitivos, físicos, motrices y sociales, y demostrar la importancia de ésta disciplina como un instrumento pedagógico, que favorece la inclusión social en el ámbito escolar, específicamente en niños y jóvenes, si se incluye en la asignatura de Educación Física. Algunos autores indican, que la Capoeira desarrolla habilidades por medio de estructuración de trabajos lúdicos, en los que los estudiantes toman conciencia de su cuerpo, desarrollan su motricidad, y también, se convierte en un facilitador del desarrollo cognitivo y afectivo. Este trabajo es una revisión documental con un análisis

**Palabras claves:** Capoeira, instrumento pedagógico, inclusión social, educación física.

## ABSTRACT

---

The following article was conducted with the aim of discovering how the teaching of Capoeira integrates cognitive, physical, motor, and social factors, and demonstrate the importance of this discipline as a pedagogical tool, that promotes social inclusion in schools, specifically in children and young people, if it is included in the subject of Physical Education. Some authors indicate that the Capoeira develops skills through structuring of playful works, in which

students become aware of their body, develop their motor skills, and also, it becomes a facilitator of the cognitive and affective development. This work is a document review with a systematic and qualitative analysis of papers and documents. They were settled mostly in SPORTDISCUS, others are related to Capoeira texts, and online books. It can be concluded, that the Capoeira school practice complies with the purpose of developing and strengthening the cognitive, physical, and social abilities, because it is centered in an integrated work, through movement dynamics, including movements with music, skills activities and stunts of high degree of difficulty, which facilitate the development of the imagination and the strengthening of cognitive abilities.

**Key words:** Capoeira, pedagogical tool, social inclusion, physical education.

## INTRODUCCIÓN

La Capoeira es una manifestación cultural tradicional brasilera, basada en movimientos acrobáticos, que originalmente fueron rituales, desarrollados en habilidades defensivas. Aunque manifestada culturalmente en el Brasil, su enseñanza y práctica se ha dispersado en muchos países latinoamericanos y en otros continentes. En Colombia es una disciplina de movimiento humano, que no ha permeado la Educación Física escolar, aunque en algunas universidades, sí, se incluye como electiva de formación.

## Capoeira: movimientos y música.

En la Capoeira el balanceo de los brazos se hace de lado a lado, el cuerpo se balancea a su vez con cada pierna, con gracia hacia atrás, dibujando una V en el piso, los practicantes la ejecutan consecutivamente, al igual que la persona que juega frente a ellos. Estas destrezas se ejecutan con el ritmo del berimbau, un instrumento de calabaza (biriba), en forma de arco, (dobrao), baqueta y caja de percusión (caxixi), un pequeño conjunto de percusión, que incluye tambores y una pandereta. Poco a poco, comienzan una interacción de combate simulado, con patadas, giros y vueltas, y dentro del círculo de volteo, creado por sus compañeros de clase. Así describe Andrade (2010) la Capoeira. Agrega, que con la música resonando y todos cantando y aplaudiendo al unísono, comienzan a tomar velocidad, lanzando patadas, rápidas y engañosas, desde ángulos impredecibles. Hábilmente, se deslizan y maniobran un poco más allá del alcance de su oponente, con una acción evasiva.

Por medio de sus letras en canciones, se ha tenido la oportunidad de conocer un poco más de su historia, basada en el sufrimiento y resistencia de la esclavitud, y su lucha, teniendo como referencia a sus viejos Maestros, sus vivencias y sus legados que dejaron en el camino de la enseñanza

Esta es la Capoeira, forma de arte cultural de los siglos de edad afro-brasileña, con la explosividad del karate, la agilidad del Wu Shu deportivo o del Kung Fu, y la gracia de Tai Chi Chuan. Es un arte marcial ritual, con raíces de danza de guerra, y la filosofía de supervivencia. La capoeira se caracteriza por una mezcla de lucha y acrobáticos movimientos: patadas, bofetadas, cabezazos, golpes con el codo, tiros, barridos,

desmontajes, tirones, verticales, flexiones hacia atrás, ruedas y giros en las manos.

Aunque se ha avanzado en su difusión, en gran parte con centros de interés propuestos por parte del IDRD y Secretaría de Educación de Bogotá (Colombia), para el trabajo de Jornada Complementaria en los colegios oficiales, con docentes de Capoeira (Licenciados de Educación Física y empíricos), esta propuesta aún no tiene resultados, pero es un apoyo a una nueva tendencia deportiva y cultural, que aporta muchos beneficios a los niños, jóvenes y población en general de nuestro país.

Aún no se han sistematizado los resultados del trabajo de diferentes grupos de Capoeira, que han incursionado también, en instituciones privadas de educación básica, en alianza con las organizaciones que agrupan a maestros y profesionales de Capoeira. Estas iniciativas se podrían analizar por su experiencia en la enseñanza de esta práctica deportiva y cultural.

Este artículo tiene como objetivo descubrir qué caracteriza la enseñanza de la Capoeira, y valorar la importancia de ésta disciplina como un instrumento pedagógico, que favorece la inclusión social en el ámbito escolar, específicamente en niños y jóvenes, si se incluye en la asignatura de Educación Física. Como objetivo adicional específico proponer que la Capoeira forme parte del contexto educativo en Colombia. Al ser incluido en los diferentes niveles de educación, desde primera infancia, se pueden ir desarrollando las diferentes capacidades humanas. Se espera que sea incluido en la Educación Física escolar, que se encarga de trabajar capacidades físicas y motoras en los niños, permitiendo una transformación individual en la vida de cada persona, desarrollo de capacidades intelectuales, habilidades y destrezas, y la promoción de

relaciones sociales dentro de los grupos de trabajo.

Se debe destacar el enfoque integrador de esta enseñanza, que utiliza la Capoeira. En ella se promueven conocimientos, valores y hábitos para el cuidado personal, conocimiento del "yo", conciencia como ser humano y autoestima. Se basa en modelos y aspectos vicarios de la cultura, necesarios para fortalecer desde la escolaridad, sobre todo en niños y adolescentes. Son ellos, quienes corren más riesgos sociales, cuando las familias puedan tener problemas económicos, carencias emocionales, sociales y culturales. (Riviére, 1992, p. 10). La capoeira se puede incluir en la educación de los niños y jóvenes, para mejorar el lenguaje corporal, para poder desarrollar un programa de actividades motoras, que favorezcan la expresión corporal y las capacidades comunicativas.

Las herramientas que Capoeira aporta, por medio de sus movimientos técnicos y tácticos, apuntan a la formación social y cultural por medio de la historia, y se basan en características histórico-culturales, que enseñan socialmente (Vygotsky, 1978). Esta investigación se caracteriza por buscar unas bases históricas y exponerlas al contexto social colombiano.

## METODOLOGÍA

---

Este trabajo se realizó por medio de una serie de consultas de varios documentos, que fueron seleccionados para el estudio de la Capoeira y su intervención en la parte escolar, deportiva y de inclusión social. En su mayoría fueron ubicados en la base de datos SPORTDISCUS, en libros referentes a Capoeira, y artículos encontrados en internet,

junto con documentos proporcionados por profesionales de Capoeira.

Las palabras clave que se utilizaron para la búsqueda fueron: Capoeira, capoeira en la educación, capoeira declaración de la UNESCO patrimonio cultural, propuestas pedagógicas de capoeira.

Se revisaron treinta y seis documentos y se seleccionaron catorce, que se categorizaron en tres grupos: Historia de la Capoeira, Capoeira como herramienta pedagógica y los de Capoeira como deporte.

Tabla 1: Documentos revisados y categorías.

TÍTULOS	CATEGORÍA	CANTIDAD
Considerações histórico-sociais sobre as primeiras propostas de regulamentação desportiva da capoeira.	Historia de la Capoeira	Cuatro (4)
Análise comparativa das propostas cariocas e baiana para a regulamentação desportiva da capoeira.		
Ele não joga capoeira, ele faz cafuné.		
Vivencias e fundamentos de um mestre de capoeira.		
Educacao fisica, capoeira e educacao fisica escolar possiveis relacoes.	Capoeira como herramienta pedagógica	Ocho (8)
A realidade da capoeira nas escolas do município de coromandel- mg.		
As vantagens do ensino da capoeira nas aulas de Educação Física Escolar.		
Vigotski jogaria capoeira? apontamentos sobre a constituição de um capoeirista do ponto de vista da abordagem histórico cultural.		
La capoeira como herramienta de inclusión social e innovación educativa: una propuesta para la asignatura de educación física.		
Unesco declara la capoeira patrimonio cultural inmaterial.		
As possibilidades do ensino da capoeira na educação infantil1: um relato de experiência.		
Capoeira na escola: Entre o berimbau e o caderno.		
Capoeira: martial brazips y forma de arte cultural.	Capoeira como deporte	Dos (2)
Symetryczność funkcji podporowej kończyn dolnych u osób trenujących sztukę walki capoeira.		

Sí, se relacionan la diversidad, la cultura y el deporte, se puede reflexionar sobre la Capoeira como una práctica social, que puede contribuir al desarrollo integral de sus practicantes. El asunto es entender cómo la Capoeira incide en estos procesos.

Una primera visión de la revisión, se hace desde la trayectoria histórica de la capoeira, buscando identificar una característica común en el transcurso del tiempo: la organización y avances de los profesionales en los grupos y en la enseñanza (Doria, 2011; Andrade, 2010 y Silva, 2014).

En una segunda instancia se describe cómo es el proceso de desarrollo social, cultural y de identidad en el contexto de un grupo de Capoeira. Se hace desde la perspectiva conceptual y epistemológica de la teoría histórico-cultural de Vygotsky, quien es un referente importante en la Pedagogía y Psicología. Se concreta en dos momentos históricos: la adopción de la Capoeira como deporte y el análisis de ésta en su impacto pedagógico en la Educación Física.

## ANÁLISIS SISTEMÁTICO.

### **SOBRE LA HISTORIA DE LA CAPOEIRA.**

Es importante reconocer, afirma Valdés (2015), que la Capoeira proporciona significados de identidad y preservación de las memorias en la historia de los negros en Brasil, que ayudaría en las escuelas a proporcionar interés a los niños y jóvenes a conocer también sus raíces, muy relacionadas con ciertas situaciones vividas también, en Colombia en tiempos de colonización.

### **Inicios de Capoeira como método gimnástico**

A comienzos del siglo XX, los métodos gimnásticos europeos ya habían llegado a Brasil con mucha fuerza, con las mismas finalidades de sus países de origen: disciplinar cuerpos para el trabajo en fábricas, mejorar la salud (sanación) y mejorar la raza (eugenizar), concepción proveniente de ideales de instituciones militares.

Aparecen las primeras propuestas de transformar la Capoeira en gimnástica nacional. En 1907 es lanzado el texto con el título *Guía do capoeira ou ginástica brasileira*, escrito por un oficial, quien defendía la Capoeira como una forma de defensa nacional (Silva, 2001). Comienza, así, en este período, una opción de aproximar la Capoeira a la Educación Física, contribuyendo con la formación cívica de los estudiantes. Separándose de sus orígenes, para convertirse en herramienta de entrenamiento y acondicionamiento físico.

### **Transición de la capoeira como herramienta en la Educación Física según la historia**

Entre mil novecientos treinta y cuarenta, según Betti (1991), la Educación Física recibe influencias, de pensamientos orientados a la "mejora fisiológica, mental, social y moral", a través de la adopción del método de deportes, generalizado en la Escuela de Educación Física. En este período se sigue un discurso, de corte psicosocial, dando mucho énfasis en el valor educativo del juego.

Durante este período, la práctica de la Capoeira Angola, impulsada por Pastinha (2012, p. 131), fue la orientación nueva en la Educación Física. Pastinha luchó por



preservar este estilo de Capoeira. Este hecho es descrito en Vivecias e Fundamentos de Bimba, quien desarrolló la Capoeira Regional, según lo describe (Silva, 2001, p. 7): "... predominantemente celebrada en gimnasios, perdiendo su función y manifestación en la calle...".

Bimba fue quien generó, por medio de secuencias, un trabajo cognitivo, social y motriz, (Doria, 2011, p. 32), pero, aún así, aislado del proceso de Educación Física. Este "desplazamiento" sufrido por la Capoeira no influye en su práctica en las clases de Educación Física, que queda distante (no enlazados).

## **CAPOEIRA COMO DEPORTE**

### **Propuestas de normas deportivas para capoeira**

Según Silva (2001) después del golpe militar de 1964, Capoeira regional sufre algunos cambios, acercándose al fenómeno deportivo. En sus palabras: "Con el reconocimiento del deporte como una forma de escape de la represión política, tenemos el marco de esta práctica como un deporte de lucha genuinamente brasileña, pasando a formar parte de la Confederación brasileña de pugilismo y ganando un buen estado de la competición deportiva".

Sands (1984) afirma que, a mediados de 1968 (momento de la represión), Capoeira comienza a "... ser tenido en cuenta por los sectores de pensamiento democrático, sedientos de libertad y expresión en todo el país... las academias comienzan a ser punto de esta élite cultural..." (pp. 75 - 76). Se evidencia, que hay un enfoque para demostrar que Capoeira siempre se ha

caracterizado por la lucha y por los derechos a espacios en la sociedad.

Se inicia un mercado de consumo de la Capoeira, especialmente los "consumidores de arte" (Sands, 1984). Los maestros como Mestre Bimba, ahora tienen importancia en la sociedad, por lo que es "... la piedra angular para su grupo". De este hecho, se deriva una serie de eventos con la "organización de la Capoeira".

La Capoeira Regional del maestro Bimba, intenta adaptarse al régimen de la época, con el fin de ser considerado "deporte nacional". Comienza con exhibiciones para algunas autoridades de Bahía y Brasil, en un periodo político turbulento, el 23 de julio de 1953, en el Palacio de Aclamación en Salvador, presente al gobernador elegido, Juracy Maglanhaes, y el entonces Presidente de la República Getúlio Vargas. Se proclama la Capoeira como deporte nacional: "A capoeira è o único esporte Verdadeiramente Nacional" (Doria, 2011, p. 71), teniendo en cuenta, que en este momento el presidente ya sufría fuertes presiones políticas.

Nacen concursos y normas, que tratan de hacer que Capoeira Regional sea un deporte institucionalizado, y según Sands (1984) "fue en ese momento que ocurrió la gran desviación de la capoeira como una herramienta de demostración y de expresión del individuo".

Capoeira Regional deja de ser un evento popular cultural, pasando a ser controlado por reglas (competitivo), objetivos (rendimiento, la aceptación de la compañía, deporte olímpico...) y acomodado por los procesos burocráticos (asociaciones, afiliaciones, el dinero), teniendo algunas propuestas para hacerlo realidad. Cinco (5) documentos presentados en Bahía, elaborados por Angelo De Canio para su discusión en el 1er Simposio de la Capoeira

(1968) describen la Capoeira. En once páginas, dividido en once secciones, muestra los elementos estructurales y técnicos que hacen referencia a la ubicación de las competiciones; uniformes, la higiene, apariencia y el personal, conducta de los derechos y deberes del atleta y del maestro, conducta, derechos y deberes del árbitro, los jueces y los jurados, presidentes, inicio, interrupción, reinicio, el tiempo y finalización de combate.

Las competiciones, categorías y clases, faltas, sanciones y la etiqueta, la suma de puntos y oraciones, examen médico y pesaje, la terminología, la señalización y el ritmo, son determinados. El modelo es sustancialmente más amplio que las propuestas anteriores de Río, entonces llamado deporte de patio según su autor. Es detallado, debido a que por ejemplo, las líneas deberían tener colores contrastantes, y se sugiere la siguiente gama desde fuera del centro del círculo: rojo, amarillo y rojo.

Después de analizar las propuestas de normas deportivas de la Capoeira presentados en 1968 y 1969, se llegó a la conclusión que aún no se habían cumplido las condiciones para la satisfacción de este proceso, como es la generalización de posturas y se apreciaba carente de difusión para realizarse como posibilidad deportiva. Tal vez, ya sea por reduccionismo adoptado por los líderes del deporte en los Estados representados en los Simposios, sin un acuerdo sobre el concepto de desarrollo.

Estas conclusiones, se confirman mediante el análisis de contenido, del informe de Actividades del PFC, informe elaborado por Rogerio Coutinho (Jaquiera, 2012), que dice: "en el año 1970, la capoeira como un deporte que pertenece al grupo pugilística, todavía sigue en la misma situación que existía el 31 de diciembre de

1969, con respecto a sus competencias de regulación y promoción". Y continúa: "Con la inminente aprobación de su Reglamento, va a surgir como deporte y no sólo como una danza [sic] popular ". Al parecer, este carácter hace referencia a uno de los principales obstáculos para lograr el objetivo propuesto en los acontecimientos aludidos. También, de acuerdo con este líder de la confederación, sería el año 1971: "el marco de la existencia de la Capoeira como una competición deportiva".

### **Nuevas perspectivas de capoeira en la Educación Física y la cultura del cuerpo**

El modelo deportivo que estaba encajando en la Educación Física, también estaría dando un vuelco a la Capoeira Regional. Sin embargo, la Capoeira Angola intenta mantenerse al margen de esta atmósfera. De este modo, en los años ochenta, Capoeira toma dos caminos diferentes. Es importante tener en cuenta, que incluso con tratar de oficializar la Capoeira como deporte, se mantuvo distante de la Escuela de Educación Física.

Capoeira Angola gira sus ojos a los "Antigos Mestres", término usado por los capoeiristas para referirse a los viejos maestros, cercanos de los Maestros que aprendieron de los antiguos esclavos, y se acogen también sus raíces y características.

Los eventos son promovidos por los Maestros que viajan por Brasil y por el mundo, como Mestre João Grande, quien en los Estados Unidos y durante un largo tiempo, como el Maestro John Small, Luna Bobo, Pelé bomba, Boca Rica y otros, difunden la Capoeira y sus modalidades. La Capoeira regional se convierte en el blanco de los

gimnasios, " a partir de una lucha por el mercado de consumo para la actividad física" (Silva, 2001, p. 139). En esta época la Capoeira, tanto la Angola como la Regional, se acogen también en la universidad estadounidense, como disciplina curricular de unos cursos de graduación en Educación Física.

La Capoeira aparece en este período en la Educación Física, en los discursos de algunos investigadores, quienes vuelven sus miradas a ella y son críticos con el modelo técnico del deporte. Hay nuevas ideas en relación con la Educación Física y su vinculación con las perspectivas para el cambio social, a través de una formación crítica de los estudiantes. En este caso, hay un movimiento hacia la formación integral del alumno, teniendo en cuenta: factores políticos, históricos, culturales, y otros, que forman el universo escolar. Algunos investigadores avanzan a comprender la Educación Física en la escuela como un espacio con la intención de formar ciudadanos críticos y creativos.

### **EDUCACIÓN FÍSICA Y CAPOEIRA COMO HERRAMIENTA PEDAGÓGICA**

Con el auge del deporte de alto rendimiento en la sociedad a partir de los años setenta, y queriendo que Capoeira estuviese allí situada, el ideal de la formación de atletas también contamina la escuela, con el discurso que el deporte de salud es "mejor" y es un "medio" de la educación de los niños. Este punto de vista, ha llamado la atención aún hoy en día, cuando nos fijamos en el número de maestros que trabajan dentro de esta perspectiva. El aprendizaje de los deportes se adopta como uno de los propósitos de la Educación Física en la escuela.

Según la revisión, se creó una unidad didáctica de Capoeira para aplicar en los cursos de primaria de la Escuela General Prim de Barcelona, lugar donde se realizó una práctica profesional de 100 horas. En la planificación de la unidad didáctica, se estableció como objetivo trabajar dos contenidos específicos, seleccionados desde el currículo de educación física de Cataluña: la creatividad y la expresión. Finalmente, se analizaron los resultados de estas prácticas y se elaboró un proyecto de innovación docente, que consistió en una progresión metodológica de capoeira.

### **La realidad de capoeira en las escuelas**

Monteiro (2011) planteó que la Educación Física permite experimentar distintas prácticas corporales de diferentes ámbitos culturales, y destaca cómo está presente en la vida cotidiana ésta variada combinación de influencias. Por lo tanto, la Capoeira trabajó una forma de contextualización en las clases de Educación Física y se vuelve importante, debido a que es un contenido creado y desarrollado en la cultura brasileña.

Apresiada de Castro (2012), muestra que la Capoeira puede ser un componente curricular, en la que las posibilidades de socialización son numerosas, al integrar el desarrollo de los dominios cognitivos, motores y afectivos, y es en un espacio, donde los estudiantes amplían su capacidad de crear, recrear, evaluar, experimentar, tomar decisiones y relacionarse.

Según Basei (2008), la Educación Física y la Capoeira, son de suma importancia, y son un factor clave en la educación infantil, debido a que en ellas se le proporciona a los niños una variedad de experiencias, a través de las situaciones de juego, en qué se logra

descubrir nuevos movimientos de manera natural y espontánea, reelaborando conceptos e ideas sobre el movimiento y las acciones.

Por otra parte, se plantea que esta disciplina brasilera es un espacio que proporciona experiencias y diversas situaciones de juego con el cuerpo, con el manejo de interacción social en los estudiantes, para que puedan descubrir sus propios límites. Además, que se enfrenten a desafíos, se reconozcan y aprendan a dar valor a su cuerpo, relacionándose con los demás. Adicionalmente que comprendan el movimiento humano como un código simbólico y que expresen sus sentimientos por medio del lenguaje corporal, manejando su espacio y desarrollando sus capacidades intelectuales y emocionales, que es un factor de desarrollo de ser consciente y crítico.

### **Ventajas de la capoeira en la enseñanza en clases de Educación Física**

Soares y Julio (2011) argumentan que la Capoeira, desde su carácter cultural y deportivo, se adapta perfectamente a las exigencias de la Educación Física escolar, porque sus movimientos corporales permiten fluidez en las expresiones, y logra unificar el trabajo físico con la formación de seres humanos, capaces de respetar y de vivir con sus diferencias.

Cordero, C. y García, J. (2010) muestran como una investigación con intervención, corrobora que la Capoeira desarrolla habilidades por medio de estructuración de trabajos lúdicos, es un medio donde los estudiantes toman conciencia de su cuerpo, no sólo en la parte físico- motor, y es

también, un facilitador del desarrollo cognitivo y afectivo.

La música de la Capoeira está directamente ligada a los sentimientos (Farina, 2011). Se diferencia de otros deportes por la combinación de elementos, que al mezclar permite un trabajo predominantemente intelectual en el entorno escolar, provocando en los estudiantes sensaciones diferentes a los que tienen otros quehaceres escolares.

Moreira (2007) explica que "Los cambios experimentados en la enseñanza del proceso de capoeira comenzarían a acercarse a la escuela, en el mismo entorno que favorece su reconocimiento y ampliación de sus perspectivas, con el fin de establecerse como una herramienta pedagógica en el proceso educativo." Se demostró en este estudio que, a través de la práctica, se desarrollan diversas habilidades atléticas y motoras que están estrechamente asociados con la complejidad de los movimientos, que requieren fuerza, energía motora funcional, fisiológica y conductual. Es evidente, que por medio de la práctica también, se desarrolla la parte cognitiva y elementos psicomotrices como la percepción temporal, sensorial, espacial, de análisis, figura-fondo y las habilidades motoras finas y gruesas. Que es extremadamente importante para el desarrollo de las prácticas individuales por medio de un buen trabajo pedagógico (Roxborough, 2011).

Andrade (2010) describe la Capoeira, como una actividad basada en las tradiciones culturales brasileñas, una especie de equipo de baile, que combina elementos de acrobacia y lucha, que llevan a cabo en el ritmo de la música brasileña. Los bailarines muestran un alto nivel de aptitud física y del sentido del ritmo, así como una interacción

sincronizada con otros participantes en la "lucha".

Plantea este autor que las habilidades de esta tradición brasilera, requieren el desarrollo de la coordinación y el equilibrio. La formación en Capoeira incluye, entre otros, ejercicios en los que las partes individuales del cuerpo trabajan de forma asimétrica, a diferencia de las formas convencionales de la gimnasia, como en la acrobacia y la gimnasia. En ellas la mayor parte de los ejercicios son ejercicios simétricos, y opcionalmente cargado a ambos miembros inferiores y superiores.

Sober y Jacek (2012), de la Academia Witkowski de Educación Física, realizaron una investigación sobre las funciones de los miembros del cuerpo en la Capoeira. Dicen, que esta práctica se caracteriza por la participación asimétrica de las extremidades inferiores. Pero, no se encontraron diferencias significativas, entre el miembro inferior dominante y no dominante en su función de soporte. Por el contrario, la participación del miembro en secuencias asimétricas y la inclinación del cuerpo durante el entrenamiento de Capoeira y su acrobático ejercicio, sugiere que un lado del cuerpo durante el ejercicio, se convierte en dominante durante las actividades normales de la vida diaria física, como por ejemplo en el mantenimiento del equilibrio en una posición de pie.

La simetría natural de las funciones de apoyo de las extremidades inferiores del cuerpo humano es algo estándar y es el resultado del proceso de lateralización en la infancia. La formación sistemática puede llegar a ser asimétrica, sin embargo, causa desequilibrios en la fuerza muscular, especialmente los músculos de la espalda (Pereira, D., 2014).

Las posturas del cuerpo oblicuas, hacia atrás o hacia los lados, por lo general en la misma dirección para cada uno de los practicantes, aumentan la movilidad de las articulaciones de la columna vertebral en una dirección, y la disminución en la otra. Esta asimetría de la función muscular postural y la movilidad de la columna vertebral se pueden traducir en las funciones de soporte de la asimetría de las extremidades inferiores (Valdés, E., 2015).

### **Unesco declara la capoeira patrimonio cultural inmaterial/parte de la educación.**

La Capoeira, mezcla de danza y arte marcial heredada de los esclavos que en la época fue clandestina, fue admitida el 26 de noviembre de 2014, en la lista representativa del patrimonio cultural inmaterial de la Unesco.

El Comité para salvaguardar el patrimonio cultural inmaterial de la humanidad de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), reunido en París, aprobó agregar los círculos de Capoeira a "la lista representativa del patrimonio cultural de la humanidad, está compuesta por expresiones que demuestren la diversidad que permite tomar conciencia de su importancia" (Doria, 2011).

Al hacerlo, se destacó que los movimientos ejecutados exigen gran destreza corporal, con movimientos rápidos de brazos y piernas. Los participantes que rodean a los competidores cantan, dan palmas y tocan los instrumentos de la orquesta. Los círculos de capoeira están integrados por un maestro, un contra maestre y varios discípulos. "El maestro es el custodio

de los conocimientos del círculo, que se transmiten a los demás participantes por medio de la observación y la imitación, promoviendo al mismo tiempo el respeto mutuo y la cohesión social", indicó la UNESCO (2014).

## META ANÁLISIS

---

Se han realizado investigaciones sobre los inicios de Capoeira, proporcionando información sobre cómo y cuándo esta manifestación cultural, característica de Brasil, fue incursionando como forma deportiva y en las instituciones escolares.

Se reconoce que la Capoeira es una manifestación popular y tradicional Brasileña, que aunque imita la lucha, no la concreta en la realidad, sino que la transforma en expresión y simbólica, y habilidad de movimiento.

A pesar de su carácter tradicional y ritual, a la Capoeira se le ha intentado transformar en manifestación deportiva, pero se reconocen los intentos de ser incluida en la escuela, para ser herramienta de formación. Hay estudios sobre la Capoeira, como componente en la educación, que muestran su influencia en el desarrollo del estudiante, que mejora sus habilidades y su formación con su entrenamiento, por medio de la ronda que proporciona energía al juego de lucha, danza y acrobacia.

Se pueden reconocer los elementos que describen la dinámica fundamental de Capoeira, que se acompaña de la orquesta, en medio de la musicalidad. Este carácter también se identifica como posibilidad educativa, que permite la expresión individual y colectiva. Los practicantes de Capoeira, con la práctica y la interacción social, forman sus propios signos, que van a

ser reflejados dentro de un proceso de formación y desarrollo cognitivo y físico, visto a través de este "nuevo yo" constituido por la práctica de la capoeira.

La Capoeira ha tenido dificultades desde sus inicios, para formar parte del círculo deportivo, sin perder su esencia cultural. Un gran avance fue el 26 de noviembre de 2014, cuando la Capoeira fue reconocida como Patrimonio Cultural Inmaterial de la humanidad por la UNESCO. La intención de las múltiples asociaciones de Capoeira en el mundo, es integrarla como una herramienta multicultural de inclusión social. Se busca reconocer a la Capoeira como herramienta educativa y formativa.

Como se ha visto, hay experiencias de diversos procesos formativos, trabajando distintos aspectos de la Capoeira. Es así, que se puede pensar en la posibilidad que Capoeira sea una herramienta útil para la educación integral desde el área de Educación Física, permitiendo que esté dentro del currículo académico en los colegios, como proceso pedagógico.

Una propuesta pedagógica en Capoeira podría incluir los siguientes aspectos:

- Movimientos básicos de capoeira por medio de imitación de algunos animales.
- Destrezas.
- Musicalización e instrumentos.
- Combinación de movimientos.
- Acrobacias básicas y de mayor complejidad.
- Lucha (simulación para no lastimar al compañero).



## CONCLUSIONES

---

La enseñanza de la Capoeira se caracteriza por su orientación a la formación amplia, cultural y tradicional. Que reconoce su dimensión agonística, pero que la adapta y transforma, sin llegar al combate expreso o concreto. Se reconoce además, que hay una participación individual en un colectivo, en un ambiente socializante y simbólico.

Se puede afirmar que tiene un valor alto la enseñanza de ésta disciplina, que como un instrumento pedagógico ha sido aplicada en favorecer la inclusión social en el ámbito escolar, específicamente en niños y jóvenes, en el ámbito de la asignatura de Educación Física.

Se puede añadir finalmente, que la Capoeira forme parte del contexto educativo en Colombia. La Educación Física podría

integrar al Capoeira, manejada por personal con conocimientos en ella. La Capoeira puede ser una herramienta de fomento y desarrollo de capacidades físicas y motoras, de mejoramiento cognitivo, de análisis y mejoramiento social, debido a su dimensión incluyente.

Promueve la enseñanza de la Capoeira un sentido de pertenencia a una cultura y tradición, y a continuar la lucha que unos esclavos africanos comenzaron en Brasil, con la única esperanza que algún día pudieran encontrar la libertad. Esta perspectiva, traducida a elementos culturales propios, también ayudaría en la configuración de identidad nacional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Andrade, A. (2010). *Vivencias e Fundamentos de um Mestre de Capoeira*. Salvador: Matrix.
- Doria, S. (2011). *Ele Nao Joga Capoeira Ele Faz Cafune*. Salvador: Edufba.
- Fabiano, F. y Silva, R. (2012). *Analysis of Acute Cardiovascular Responses in Experienced Practitioners of Capoeira: A Brazilian Art Form*. USA: Diario Oficial de la Sociedad Americana de los fisiólogos del ejercicio.
- Griffith, L. (2016). *Beyond Martial Arts Tourism: Outcomes of Capoeiristas' Apprenticeship Pilgrimages*. *Science On Tourism*, 10.
- Jaqueira, D. (2012). *Considerações histórico-sociais sobre as primeiras propostas de regulamentação desportiva da capoeira*. *Revista de História do Esporte*, 41.
- Małgorzata Sobera, J. (2012). *Symetryczność funkcji podporowej kończyn dolnych u osób trenujących sztukę walki capoeira*. Polonia: Educación Física WROCLAW.
- Palhare, L. (2014). *¿Vigotski jogaria Capoeira? Apontamentos sobre a constituição de um capoeirista do ponto de vista da abordagem histórico cultural*. *Cultura e desporto*, 5.
- Pereira, D. (2014). *As vantagens do ensino da capoeira nas aulas de Educação Física Escolar*. Faculdade Adventista de Hortolândia .

- Riviére, Á. (1992). La Teoría social del aprendizaje. Implicaciones educativas. En Desarrollo Psicológico y Educación (II). Comp. Cod, C.; Palacios, J. y Marchesi, A. Ed. Alianza: Madrid.
- Roxborough, S. (2011). Capoeira: martial brazips y forma de arte cultural. *Journal of Asian Martial Arts*, 19.
- Silva, A. (2014). *Capoeira Pedagógica*. Sao Luis: Café y Lápiz.
- Schwantes, L. (2005). Educação física, capoeira e educação física escolar: possíveis relações. *Mackenzie de Educação Física e Esport*, 8.
- Universal, E. (2014). Unesco declara al capoeira patrimonio cultural inmaterial. La Unesco declara al capoeira patrimonio cultural inmaterial.
- Valdés, E. (2015). *La Capoeira como Herramienta de Inclusión Social e Innovación Educativa: Una Propuesta para la Asignatura de Educacion Física*. Chile: Valdivia.

El Consejo Editorial y El Comité Científico agradecen profundamente a las profesoras y profesores, que han colaborado y que seguirán colaborando en la evaluación de los artículos que se publiquen en la Revista Digital: Actividad Física y Deporte. Les expresamos nuestro gran agradecimiento por todos los excelentes aportes que nos puedan seguir brindando.

**Dr. (Ph.D.): Jairo Alejandro Fernández Ortega.**

En Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Magister en Fisiología del Ejercicio.  
Profesor: De la Universidad Pedagógica Nacional (Sede Bogotá).

**Dra. (Ph.D.): Yubisay Noiraly Mejías Peña.**

En Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Especialista en teoría y métodos del entrenamiento deportivo. Profesora de la Universidad de Ciencias Aplicadas y ambientales (U.D.C.A).

**Dr. (Ph.D.): Daniel Oliveros Wilches.**

En Ciencias del Deporte y la actividad física de la Universidad de León, España. Magister en Educación de la Pontificia Universidad Javeriana. Profesor de la Universidad Manuela Beltrán.

**Dr. (Ph.D.): Álvaro José Gracia Díaz.**

En Pedagogía y Didáctica de la Educación Física. Magister en Docencia Universitaria. Especialista en teoría, métodos y técnicas de la Investigación Social. Profesor de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A).

**Dra. (Ph.D.): Yenis González de los Reyes.**

En Ciencias del Deporte y la Actividad Física de la Universidad de León, España. Profesora de la Universidad Santo Tomás (Sede Bogotá).

**Dr. (Ph.D.): Misael Rivera Echeverry.**

En Pedagogía. Profesor de la Universidad del Valle.

**Dra. (Ph.D.): Elena Colovanova.**

En Pedagogía. Profesora de la Universidad del Valle.

**Dr. (Ph.D.): Alex Branco Fraga.**

Profesor de la Universidad Federal do Río Grande do Sul, Brasil.

**Dr. (Ph.D.): Wanderley Marchi Junior.**

Profesor Fedrul do Paraná, Brasil.

**Dr. (Ph.D.): Nelson Castillo Hernández.**

Profesor de la Universidad de Chile.

## ORIENTACIONES PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

---

La revista digital: Actividad Física y Deporte, del Programa de Ciencias del Deporte de la Facultad de Ciencias de la Salud tiene como objetivo prioritario dar a conocer y socializar el conocimiento científico, mediante la publicación de los resultados de las investigaciones llevadas a cabo por los docentes y estudiantes investigadores del programa de Ciencias del Deporte.

Facilitar la posibilidad, para dar a conocer las producciones investigativas, realizadas por otros investigadores de universidades nacionales y/o internacionales, y hacer público ante la comunidad académica en general, los logros del trabajo institucional en la docencia, la investigación y la extensión en la actividad física, el deporte y la administración deportiva en general.

Intencionalidad de la revista: Está dirigida, esencialmente, a docentes, investigadores y profesionales de las Ciencias del Deporte y afines. Tiene como finalidad socializar las experiencias académicas, investigativas, de proyección y de docencia, tanto de profesores como de estudiantes, egresados de pregrado y postgrado, profesionales de las áreas de la salud y afines, de Colombia y de Latinoamérica, que realicen aportes para la actividad física, el deporte y la administración deportiva.

Realiza dos publicaciones por año, su contenido recopila artículos de investigación científica y tecnológica y artículos de revisión. Pero, se abrirá el espacio en la revista, en el momento en que se presenten artículos de reflexiones originales sobre un problema o tópico particular, de igual manera, con los artículos de reporte de caso y con los artículos

de nota técnica. Los cuales serán evaluados por jurados especialistas, tanto internos como externos de la universidad y del ámbito nacional e internacional. Se aceptan manuscritos en inglés y portugués.

### SECCIONES

La revista contiene las siguientes secciones:

- **Editorial:** Punto de vista del Comité Editorial, del editor o de autores invitados.

#### 1. **Artículo de investigación científica y tecnológica:**

Documento que presenta de manera detallada los resultados originales de proyectos terminados de investigación (IBN Publindex, 2010, p. 7), debe indicar: Introducción, materiales y métodos, resultados, discusión, conclusiones y agradecimientos.

#### 2. **Artículo de revisión:**

Documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por los menos 50 referencias (IBN Publindex, 2010, p. 8).

#### 3. **Artículos de reflexiones originales sobre un problema o tópico particular:**

Documentos inéditos que reflejan los resultados de los estudios y el análisis sobre un problema teórico o práctico y que recurren a fuentes originales.

#### 4. **Artículos de reporte de caso:**

Describe un caso específico, no reportado, que

incluye una breve introducción, en la que se indica el dónde, cómo y cuándo de la presentación del caso, el resultado, que corresponde a la descripción clara de la situación, junto con una revisión de literatura comentada sobre casos análogos.

5. **Artículos de Nota técnica:** Corresponde a un reporte de un método, de una técnica o de un procedimiento nuevo, comparado con las técnicas previamente empleadas en investigaciones y mostrando resultados de estas evaluaciones, estadísticamente analizadas. Incluye la discusión de las ventajas o las desventajas de la nueva tecnología.

El artículo es publicable si cumple con los siguientes criterios: 1. El contenido deberá ser relevante y original. 2. Los contenidos teóricos indicarán aplicabilidad. 3. Las conclusiones deben ser argumentadas y/o probadas. 4. Debe tener pertinente y adecuada bibliografía. 5. La redacción debe ser concisa. 6. El lenguaje debe ser actualizado y comprensible a todos los niveles formativos. 7. Dos o tres características del currículum de los autores se transcriben por escrito y 8. Se mencionará el lugar de trabajo de los autores.

### **Redacción y presentación de originales**

Los artículos deben ser elaborados en tercera persona, deben ser entregados en físico, en original y copia en medio magnético, letra Arial 12, espacio de carácter normal, indicando el nombre de la revista, la dirección y el e-mail (Revista digital: Actividad Física y Deporte, del programa de Ciencias del Deporte de la Universidad U.D.C.A., calle 222 No. 55 - 37 Bogotá, D.C., agracia@udca.edu.co). Se exige tamaño carta,

doble espacio, exceptuando el resumen y el summary.

**Introducción:** Indica el propósito y/o los objetivos del artículo y el fundamento de la investigación sin revisar excesivamente el tema, no incluye resultados ni conclusiones.

**Materiales y métodos:** Describe el tipo de estudio y el diseño del mismo, la selección de la población y la muestra, incluye las características de los sujetos, cuando se requiera. Indica los métodos, aparatos y procedimientos utilizados para obtener los datos y analizarlos.

**Resultados:** Presenta los resultados en orden lógico, deben ser concisos y claros. No se repite en el texto los resultados que se encuentren en las tablas o figuras.

**Discusión:** Se basa en los resultados obtenidos en la investigación a la vez que se comenta la relación entre éstos y los obtenidos por otros autores, señala las coincidencias y diferencias encontradas y enfatiza en los aspectos nuevos. No se repite información incluida en las secciones anteriores. Examina las implicaciones de los hallazgos, sus limitaciones y sus proyecciones en futuras investigaciones. Confronta las conclusiones con los objetivos del estudio.

**Conclusiones:** Indican los hallazgos más relevantes de la investigación desde el punto de vista del objeto de estudio; se recomienda que los objetivos de la investigación se constituyan en el punto de referencia para plantearlas, en las que se involucran las distintas dimensiones del problema.

**Agradecimientos:** Los autores pueden hacer mención a las personas y colaboradores, así como a instituciones financiadoras que apoyaron su ejecución.

### **Cuadros y figuras**

Los cuadros y figuras deben contener un título breve, lugar, fecha y fuente, si esta no aparece, se asume que es del autor. El encabezamiento de cada columna del cuadro, debe tener la unidad de medida. Las ilustraciones (gráficos, diagramas, dibujos, mapas, fotografías, entre otras) y los cuadros deben llevar su respectivas leyendas y títulos, serán numerados consecutivamente y su número será el mínimo necesario para el explicar el tema.

### **Abreviaturas y siglas**

Se utilizarán lo menos posible y preferiblemente aquellas que son reconocidas internacionalmente. Cuando se citan por primera vez en el texto, deben ir precedidas de la expresión completa.

### **Notas a pie de página**

Debe ser limitado a comentarios y aclaraciones del autor. Los asesores y/o tutores se referencian en los artículos como coautores.

### **Referencias bibliográficas**

Se elaborarán ajustadas a las Normas APA.

### **Bibliografía**

Será presentada en orden alfabético por autor o título (cuando no se tiene el autor).

Las comunicaciones personales deben ser indicadas en el cuerpo del texto, entre paréntesis, indicando fecha e institución de quien da la comunicación; no en una nota de pie página.

No deben incluirse documentos no publicados, incluso si han sido presentados en conferencias o congresos, artículos enviados para publicación que no han sido aceptados y resúmenes. Si es absolutamente necesario citar fuentes no publicadas, estas deben ser mencionadas en el texto entre paréntesis o en una nota de pie de página.

Algunos apartes fueron tomados de la revista de Salud Pública – Journal of Public Health-. Vol. 9 No. 2 Información e Instrucciones a los autores.