

Referentes teóricos del entrenamiento combinado de resistencia y fuerza muscular en las carreras de distancias medias

Theoretic referents of concurrent endurance and muscular strength training in the middle distances races

a Argelio Camilo Flores-Zamora

a Especialista en Atletismo para el Alto Rendimiento, doramisfuente@gr.rimed.cu, aflorezz@udg.co.cu,
orcid: 0000-0002-2989-5587, Profesor auxiliar Facultad de Cultura Física,
Universidad de Granma, Bayamo, Cuba

Recibido: Julio 13 de 2018 Aceptado: noviembre 1 de 2018.

Forma de citar: A.C Flores-Zamora "Referentes teóricos del entrenamiento combinado de resistencia y fuerza muscular en las carreras de distancias medias", *Mundo Fesc*, vol. 10, no. s1, pp. 27-38, 2020.

Resumen

El propósito de esta investigación fue examinar los fundamentos teóricos del entrenamiento concurrente de resistencia y fuerza muscular en las carreras de distancias medias. Para la realización de la presente revisión se eligieron fuentes impresas y digitales; las que fueron seleccionadas sobre la base de criterios de inclusión que comprendan una relación directa con el objeto de estudio y su vigencia. Los autores sugieren que las concepciones tradicionales que sobrevaloran el significado del consumo máximo de oxígeno en el rendimiento deportivo requieren una revisión, tal como las investigaciones consultadas lo confirman. El entrenamiento concurrente de resistencia y fuerza muscular puede ser empleado en el entrenamiento para las carreras de distancias medias si se toman las medidas pertinentes para minimizar la interferencia de una cualidad sobre la otra.

Palabras clave: Carreras de media distancia; consumo máximo de oxígeno, resistencia.

Abstract

The purpose of this research was to analyze the theoretical fundamentals of concurrent endurance and muscular strength training in the middle-distance races. To carry out the present review printed and digital sources were chosen. The ones that were selected on basis of criteria of inclusion that comprise a direct relationship for the purpose of study and their validity. Authors suggest that the traditional conceptions that overvalue the significance of the maximum oxygen uptake in the sports performance require a review, as confirmed by the researches consulted. Concurrent endurance and muscular strength training can be used in the training for the middle distances races if the pertinent measures are taken to minimize the interference of one quality over the other

Keywords: Middle distances races; maximal oxygen uptake, endurance.

Autor para correspondencia:

*Correo electrónico: doramisfuente@gr.rimed.cu, aflorezz@udg.co.cu

Introducción

El estudio de los aspectos estructurales de la preparación física se limita a su división en preparación física general y preparación física especial. La mayoría de las teorías clásicas no tratan el problema de la interconexión de las cualidades biomotoras fundamentales en los marcos temporales de la periodización de la Preparación del Deportista.

A partir de los años ochenta del pasado siglo hasta la actualidad el tema del entrenamiento concurrente de la fuerza muscular con la resistencia ha sido objeto de numerosas investigaciones, por una parte han propiciado evidencia positiva sobre el empleo de este tipo de entrenamiento y por la otra reportan datos sobre el efecto de interferencia de una cualidad sobre otra.

En Cuba la investigación sobre el tema ha sido prácticamente nula; a pesar de que internacionalmente se reconoce su importancia y de que se reportan investigaciones en eventos de resistencia del remo, ciclismo y atletismo. Esos estudios coinciden en la necesidad de realizar investigaciones de campo que aporten mayores evidencias sobre el entrenamiento combinado de la resistencia con la fuerza muscular.

En la Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo es común un enfoque individual de las cualidades biomotoras, sin embargo está reconocido que es difícil que se manifiesten en forma pura. En la práctica deportiva la unión de la resistencia con la fuerza muscular tradicionalmente ha sido un tabú, desde el punto de vista metodológico como norma se ha recomendado excluir el trabajo simultáneo de ambas direcciones del entrenamiento deportivo en una sesión de trabajo.

En la bibliografía consultada se emplean los términos entrenamiento concurrente y entrenamiento combinado para referirse a la combinación de estímulos de resistencia y fuerza muscular en la misma sesión de entrenamiento. Con el objetivo de intentar dilucidar la pregunta

de si esta forma de preparación puede mejorar o no el rendimiento deportivo en estos eventos del atletismo la presente revisión se enfoca en sistematizar los conocimientos científicos actuales sobre los principales referentes teóricos relacionados con el empleo del entrenamiento concurrente en los atletas de mediofondo.

Materiales y métodos

Para la realización de la presente revisión los autores eligieron fuentes impresas y digitales. Las que fueron seleccionadas sobre la base de los siguientes criterios de inclusión que comprenden una relación directa con el ámbito de estudio y su vigencia:

1. Contener información teórica y práctica sobre la integración de las cualidades físicas.
2. Contener información teórica y práctica sobre la resistencia y la fuerza muscular.
3. Contener información teórica y práctica sobre el entrenamiento concurrente.
4. Contener información teórica y práctica sobre la preparación del mediofondista.

Para la búsqueda digital se empleó el buscador Google con los siguientes términos “Entrenamiento Combinado” y “Concurrent training”, realizando la búsqueda en el artículo, el título, el resumen y las palabras clave. Desde el punto de vista temporal se incluyeron en el estudio documentos publicados en los últimos 38 años (1980 – 2018), TABLA I:

Las fuentes están escritas en idioma inglés y español. En total se analizaron 39 fuentes de libros, revistas especializadas, tesis de doctorado y postgrado.

Resultados y análisis

Fundamentos generales del entrenamiento de la resistencia en las carreras de distancias medias.

TABLA I.
Distribución temporal de las fuentes empleadas

RANGO	CANTIDAD	PORCENTAJE
1980-1990	4	10.25 %
1991-1999	5	12.82 %
2000-2009	15	38.46 %
2010-2018	15	38.46 %

Una de las direcciones de la preparación del deportista que mayor atención ha recibido es la capacidad física condicional resistencia, la cual ha sido objeto de muchas investigaciones a lo largo de los años. Esta sobredimensión llegó incluso a presentarla como la madre de la velocidad, hecho negado por la práctica e investigaciones posteriores. La resistencia tiene un rol primordial en la manifestación de la capacidad de trabajo que de forma compleja expresa la relación del ser humano con el entorno en que se desarrolla, sea en las actividades cotidianas o en el entrenamiento.

En la bibliografía científica consultada destacan las concepciones que sobre la resistencia han difundido los siguientes autores: para [1], la resistencia es la capacidad de realizar un trabajo prolongado al nivel de intensidad requerido, aquí hay que resaltar que no sólo se trata de soportar los niveles de la fatiga, sino que el nivel de actuación del atleta debe coincidir con las exigencias de la modalidad deportiva en cuestión, lo que complementa los conceptos que sobre esta capacidad habían construido autores anteriores. Por su parte [2] la define como la capacidad de luchar contra el cansancio durante ejercicios de larga duración sin entrar en otras especificaciones y asumiendo los criterios tradicionales a la hora de conceptualizar esta capacidad.

A partir de lo formulado por [3] la resistencia es la capacidad psicofísica del deportista para resistir la fatiga. Desde esos pronunciamientos se valora, además de la parte somática, al componente psíquico de la resistencia expresado a través de los procesos volitivos en la lucha contra la fatiga.

En tanto [4] introduce la valoración de la eficacia del trabajo físico realizado al entender la resistencia como la capacidad de realizar un ejercicio de manera eficaz superando la fatiga que se produce. Una visión diferente es la brindada por [5], ellos analizan que la resistencia tiene una fuerte relación con la fuerza muscular y el desarrollo anaerobio y que la resistencia es un término que describen dos conceptos diferentes, pero relacionados entre sí: la resistencia muscular y la resistencia cardiorrespiratoria.

En la construcción del concepto resistencia clásicamente se ha enfatizado en aspectos tales como la lucha contra el cansancio y los procesos de fatiga, realizar un ejercicio de manera eficaz cumpliendo con los requerimientos somáticos, viscerales, nerviosos y energéticos del organismo para sostener esfuerzos prolongados y la máxima movilización de las posibilidades funcionales del organismo para conseguir altas marcas en la modalidad deportiva elegida. La tendencia histórica tendencial en la formulación de un concepto u otro hace énfasis en los aspectos donde la labor científica del escritor tiene mayor relevancia [3], [6], [7].

A partir de la sistematización de los conceptos anteriores asumimos que la resistencia es la capacidad biomotora que permite cumplir de forma óptima y eficaz durante el mayor tiempo posible con las especificidades metabólicas y neuromusculares de los esfuerzos específicos de la modalidad deportiva desarrollada por el atleta.

De manera tradicional la resistencia se clasifica sobre la base de diferentes criterios:

1. En relación con la duración del tiempo de su manifestación.
2. En relación con la actividad o distancia competitiva.
3. En relación con la proporción de los músculos involucrados en el trabajo.

4. En relación con la producción metabólica de energía.

5. En relación con las principales formas de combinaciones de sollicitaciones motrices con otras capacidades.

A nuestro juicio la última clasificación permite una aproximación conceptual más importante a la hora de entrenar concurrentemente la resistencia con la fuerza muscular y apoya lo planteado por [8] cuando refiere que no existe una resistencia en sí, sino que desde el punto de vista metabólico hay variaciones de naturaleza aeróbica-anaeróbica que ocupan el espacio entre las manifestaciones puramente aeróbicas y anaerobias. Sobre estos presupuestos sería necesario proponer un criterio que exprese la magnitud de la intensidad del entrenamiento de forma implícita, así tendríamos resistencia de baja intensidad y resistencia de alta intensidad.

La resistencia muscular es la capacidad del sistema muscular para ejercer fuerza externa u oponerse a una resistencia durante un periodo determinado de tiempo. Al respecto coinciden [8], [9], [10], [11].

La resistencia la consideramos derivada de la fuerza muscular en correspondencia con [12] y creemos en la utilidad de entrenar la resistencia concurrentemente con la fuerza muscular, unos de los hitos en la investigación científica aplicada al deporte de los últimos cuarenta años.

Al analizar la resistencia aerobia o anaerobia se deben distinguir los conceptos capacidad y potencia, pues los mismos representan dos variables diferentes del metabolismo energético estrechamente relacionadas. La capacidad aeróbica es función directa del consumo máximo de oxígeno que puede ser definido como la capacidad máxima integrada de los sistemas pulmonar, cardiovascular y muscular para captar, transportar y utilizar oxígeno, respectivamente [13].

Varios factores fisiológicos, mecánicos y tácticos influyen sobre el rendimiento de resistencia, entre los cuales las mayores referencias son para el

consumo máximo de oxígeno, el umbral anaeróbico y la economía de la carrera [14]. Tradicionalmente el consumo máximo de oxígeno y el umbral anaeróbico han servido para explicar la mejor competencia en carreras de mediofondo y fondo.

En la literatura científica son numerosos los estudios que aportan evidencia contraria a la aseveración tradicional que pondera al consumo máximo de oxígeno como el indicador crucial en el rendimiento en los deportes de resistencia. Prueba de lo anterior es que mientras los resultados deportivos han crecido de manera exponencial, las mediciones sobre consumo máximo de oxígeno de los estudios iniciales no difieren significativamente de las actuales [7], [10], [11], [14].

La economía de la carrera, la velocidad o potencia a máximo consumo de oxígeno y la máxima velocidad anaerobia de carrera, son presentadas como indicadores superiores del rendimiento en atletas élites [14]. Reconocer que el consumo máximo de oxígeno y el umbral de lactato son solo dos factores que forman parte de un sistema complejo donde sería imposible la preponderancia de algún componente sobre otro tiene un impacto en la metodología actual para el desarrollo de la resistencia.

En esta dirección compartimos los presupuestos metodológicos alternativos refrendados por [7], [11], [10] quien a partir del análisis de la metodología tradicional critica al entrenamiento vegetativo basado en el desarrollo de una resistencia artificialmente dividida en general y especial, donde se espera que haya cierta transferibilidad desde un entrenamiento inespecífico en la primera y un perfeccionamiento glicolítico en la segunda.

La resistencia es no tanto consecuencia de la llegada creciente de oxígeno a los músculos de trabajo, como el resultado del desarrollo de la capacidad de las células musculares y sus mitocondrias de extraer un porcentaje más alto de oxígeno de la sangre arterial que llega a ellas [7].

Así se explica que el desarrollo del consumo

máximo de oxígeno no sea el determinante absoluto de la resistencia, sino otras variables de la actividad metabólica intramuscular capaces de potenciar los procesos oxidativos y las capacidades contráctiles de los músculos a través de la disminución del ritmo de la glucólisis y del perfeccionamiento de la biogénesis mitocondrial, es decir el aumento de la potencia aeróbica de los músculos como condición para aprovechar eficazmente sus propiedades de contracción en condiciones de trabajo prolongado. El entrenamiento en su totalidad debe garantizar la vía de especialización morfofuncional del organismo que acerque al mínimo posible la glucólisis y la acumulación de lactato en la sangre durante el trabajo [7].

Para [14] el rendimiento en los deportes de resistencia se basa en una interacción complicada de factores fisiológicos y biomecánicos. En consecuencia, la preparación física para estos deportes generalmente ha enfocado la atención en desarrollar estos dos factores del rendimiento. Concepciones teóricas y metodológicas fundamentales acerca del entrenamiento de la fuerza muscular.

En las dos últimas décadas se puede apreciar un marcado interés hacia el estudio de la fuerza muscular y sus repercusiones en el rendimiento deportivo. Han surgido tendencias que incluso se plantean una revisión de la clasificación de las capacidades físicas, algunas de ellas por ejemplo sitúan a la fuerza muscular en el eje central como una capacidad única o fundamental, siendo la velocidad y la resistencia derivadas de esta y la flexibilidad y coordinación, capacidades físicas facilitadoras [12].

Coincidimos con [3] sobre las dificultades para realizar una definición precisa de fuerza muscular que abarque sus aspectos físicos, fisiológicos y psíquicos, debido a la extraordinaria variedad existente en cuanto a los tipos de fuerza muscular, de trabajo y de contracción muscular y a los múltiples factores que influyen en este complejo. Desde la óptica del entrenamiento deportivo el concepto de fuerza muscular se analiza como

una aptitud del individuo para interactuar con el entorno. Así la fuerza muscular es definida como la capacidad del sistema muscular para vencer, soportar, oponerse a una resistencia o ejercer una fuerza externa determinada [15].

Consideramos que los conceptos que incorporan aspectos de la fisiología muscular son los más completos, por tanto a partir de la integración de los criterios de varios autores conceptualiza la fuerza muscular como la capacidad de generar tensión intramuscular para vencer una carga a través de contracciones musculares reguladas por estímulos nerviosos [9], [10], [15], [16], [17].

En las modalidades deportivas la fuerza muscular no se manifiesta en forma pura abstracta, sino en combinaciones de sollicitaciones motrices con otras capacidades es por eso que fundamentalmente se distinguen cuatro manifestaciones de fuerza muscular: fuerza muscular máxima, fuerza muscular rápida, fuerza muscular explosiva y fuerza muscular resistencia.

La fuerza muscular máxima desde la visión de [3] es la máxima fuerza posible que el sistema neuromuscular es capaz de ejercer en contracción máxima voluntaria.

La fuerza muscular rápida para [2] es la capacidad del sistema neuromuscular para superar resistencias con una alta velocidad de contracción.

La fuerza muscular explosiva se relaciona con la habilidad de un atleta para producir fuerza, expresada por la tasa de producción de fuerza en la unidad de tiempo (RFD), siglas en inglés de Rate of Force Development [17], [18].

Referente a la fuerza resistencia en la bibliografía consultada los resultados muestran falta de consenso en cuanto a la terminología para denominar a la combinación de la fuerza muscular con la resistencia, indistintamente se emplea el término resistencia a la fuerza en lugar de fuerza resistencia por lo que es oportuno constatar a partir de los conceptos de varios autores cual es el más

adecuado para la presente investigación.

Al referirse a esta, [19] refiere que se revela durante el vencimiento de resistencias que no alcanzan las magnitudes límites con máxima aceleración.

[6] la define como la capacidad de resistir al agotamiento, provocado por los componentes de la fuerza muscular de la sobrecarga en la modalidad elegida.

[20] se refiere al espacio de tiempo en el cual el deportista es capaz de efectuar un determinado rendimiento. [10] expresan que es la forma específica en que se desarrolla la fuerza muscular en las actividades que requieren una duración relativamente larga de tensión muscular sin una disminución mínima de la eficacia. La fuerza resistencia es la capacidad de poder superar una resistencia con un movimiento continuo o repetido.

Desde el punto de vista metodológico es unánime el criterio de que el entrenamiento de la fuerza resistencia es aconsejable realizarlo en condiciones de sobrecarga o empleando altos volúmenes. Debe observar el principio de la especificidad de las cargas de entrenamiento y realizarse con una intensidad del 30% de la fuerza máxima [9], [10].

[2] la resistencia a la fuerza muscular es la capacidad de resistencia al cansancio que posee el organismo en ejercicios de fuerza de larga duración. El objetivo del entrenamiento de resistencia a la fuerza muscular es conservar los parámetros de la técnica y la capacidad para mantener un pico de fuerza muscular y una producción de fuerza muscular concretos durante el tiempo que dure la competición [9], [17].

En la resistencia a la fuerza muscular inciden de forma directa la aptitud de los sistemas circulatorio y respiratorio para transportar el oxígeno a los músculos y su empleo eficiente; la capacidad de los músculos para producir energía por medio de la puesta en juego de los sistemas glicolíticos y finalmente la preparación mental para superar las sensaciones desagradables ligadas a la fatiga [4].

En dependencia de la contribución de cada capacidad al ejercicio será la proporción de las variables del entrenamiento y en dependencia del carácter de los esfuerzos consideramos que se debe distinguir el tipo de resistencia a la fuerza muscular: resistencia de fuerza muscular máxima, resistencia de fuerza muscular veloz y resistencia de fuerza muscular reactiva. Así cuando las cargas son inferiores al 20 por ciento de la fuerza muscular máxima predomina la resistencia y en el caso de ser superiores la fuerza muscular [9].

Los agentes desencadenadores de la fuerza muscular son las contracciones musculares. En la bibliografía especializada las contracciones musculares se clasifican en isotónicas o dinámicas, isométricas o estáticas y las más comunes las auxotónicas o combinadas. Variaciones de las isotónicas son las concéntricas isodinámicas, concéntricas heterodinámicas y las excéntricas.

Además en condiciones especiales favorecidas por el empleo de máquinas especiales se producen las contracciones isocinéticas con una velocidad constante durante todo el rango del movimiento al margen de la carga. Otra forma de contracción muy importante en el desarrollo de la fuerza muscular son las pliométricas consistentes en una contracción excéntrica (estiramiento), seguida inmediatamente por una contracción concéntrica (acortamiento), estudiadas comúnmente en el ciclo de estiramiento-acortamiento o ejercicios pliométricos [7], [16], [8], [15], [4].

Al sistematizar las investigaciones de varios autores [15], [16], [7], [10] proponemos agrupar los factores que determinan la manifestación y desarrollo de la capacidad de fuerza muscular en tres grupos:

1. Bioestructurales aquellos referentes a la composición del músculo: el grado de hipertrofia muscular, la proporción y composición de las fibras musculares, por ejemplo las características cualitativas de sus propiedades contráctiles, oxidativas y densidad de las fibras musculares por unidad del corte transversal.

2. Fisioneurales los que atañen a la organización de las unidades motrices y sus modelos de reclutamiento para la coordinación neuromuscular de tipo intramuscular e Intermuscular y los procesos hormonales que regulan la necesidad de aporte energético efectivo en la contracción muscular y que activan la síntesis de proteínas y el desarrollo de los procesos plásticos.

3. Mecánicos los que determinan las características cualitativas de las propiedades contráctiles, tipo de contracción, elasticidad, longitud inicial del músculo antes de la contracción, velocidad de contracción y eficiencia de la palanca mecánica a través de la articulación.

Concordamos con [14] los que aconsejan la inclusión del entrenamiento de fuerza muscular para mejorar la economía de la carrera del músculo y el rendimiento. El principal beneficio del entrenamiento de fuerza muscular es una influencia positiva sobre el rendimiento deportivo.

Según un estudio realizado por [21] el efecto metaanalizado de programas de entrenamiento de fuerza muscular con el empleo de ejercicios de baja a alta intensidad y ejercicios pliométricos demostró un beneficio alto sobre el rendimiento. La explicación sobre la influencia positiva del entrenamiento de fuerza muscular sobre el rendimiento está en la mejora de la economía de la carrera, la velocidad pico y las características neuromusculares [22].

La integración de la resistencia con la preparación de fuerza muscular en las carreras de distancias medias.

En la práctica deportiva son comunes los intentos de integrar las diferentes direcciones de entrenamiento a través de los procesos de síntesis de dos o más componentes. Ha prevalecido la tendencia de trabajar dos o más cualidades físicas en una sesión de entrenamiento con el objetivo de aprovechar el efecto acumulativo de los diferentes estímulos producto del empleo de variados métodos, intensidades y velocidades de ejecución

de las cargas físicas a partir de una concepción integradora del entrenamiento deportivo entendido como proceso [9].

Así se tiene en cuenta que esa integración presupone un enfoque holístico en el que la funcionalidad se examina como un todo y las distintas partes guardan estrecha relación entre sí entendiéndose al organismo del atleta como un sistema motor funcional.

En la combinación de los procesos analíticos y de síntesis se expresa un problema actual del entrenamiento deportivo donde un alto resultado solo es posible por la intervención conjunta y coordinada de todas las cualidades en un contexto de desarrollo general armonioso [4].

Para cumplir con las exigencias anteriores el entrenamiento debe ser complejo y combinar de forma óptima todos los medios con una eficacia máxima que incremente los procesos de adaptación que transcurren interrelacionados entre sí, donde el desarrollo de todas las estructuras parciales que forman un sistema funcional jerárquicamente superior tiene lugar siempre en paralelo [3].

El criterio anterior también es sustentado por [10] para quienes la unidad organizativa de la diferenciación e integración de las capacidades motrices da como resultado una nueva capacidad que permite producir un rendimiento superior con un potencial funcional mayor que la suma de las propiedades de todas las capacidades individuales.

Hay que destacar que dentro de la integración explicada un movimiento motriz implica un acusado predominio de una cualidad rectora que tiene en cuenta las características técnicas del movimiento en sí debido a que la reacción integral adaptativa del organismo responde al régimen competitivo específico y no es producto de la síntesis de ciertas cualidades físicas previas sino que es el resultado de la especialización morfofuncional del organismo que abarca todos sus órganos y sistemas. [7]

Desde una posición integradora la resistencia en los eventos de medio fondo debe ser vista como una capacidad motora global [11] subordinada a la fuerza muscular. Al igual que las restantes cualidades físicas no suele aparecer bajo una forma abstracta pura sino en combinación con los factores físicos que condicionan el rendimiento [3], [4]. Al igual que [9] consideramos que la fuerza muscular tiene que ser entrenada junto con otras capacidades para lograr una mejoría global que permita mejores rendimientos.

Mecanismos que comprometen las respuestas y adaptaciones al entrenamiento concurrente.

Algunos autores sugieren que las respuestas inducidas por el entrenamiento de resistencia y fuerza muscular son incompatibles desde el punto de vista molecular, debido a que no hay una activación simultánea de marcadores celulares que susciten respuestas anabólicas y de resistencia óptimas [23].

Cuando se analiza la interferencia de una cualidad sobre otra el término de partida es el desarrollo máximo a lograr cuando ambas cualidades se entrenan aisladamente [17], [24], [25] y hay que resaltar que la mayoría de los estudios analizan la interferencia de la resistencia sobre la fuerza muscular máxima.

Uno de los primeros estudios sobre el entrenamiento concurrente de fuerza muscular y resistencia en una misma sesión de entrenamiento fue realizado por [26]; desde entonces el tema ha recibido gran atención en la literatura especializada. La mayoría de los trabajos reportan un efecto de interferencia entre ambos estímulos de entrenamiento. A este efecto se le conoce como efecto de interferencia o efecto del entrenamiento concurrente y es necesario comprenderlo para poder integrar adecuadamente los entrenamientos de resistencia y fuerza muscular.

Para explicar el efecto de interferencia entre ambos estímulos de entrenamiento durante el entrenamiento concurrente varios autores plantean

la hipótesis crónica y la aguda. La hipótesis crónica se apoya en el hecho de que el músculo esquelético no puede adaptarse metabólicamente o morfológicamente de forma simultánea a los estímulos inducidos por la fuerza muscular y la resistencia cuando ambas son entrenadas combinadamente [25], [27], [28].

Las posibles explicaciones para la hipótesis crónica hay que encontrarlas en el modelo de reclutamiento de las fibras musculares, la transformación de fibras rápidas a lentas, la hipertrofia muscular o la actuación del sistema endocrino [9]. Como aspectos claves de lo anterior podemos citar que el trabajo de resistencia de alta intensidad modifica los elementos que controlan la fuerza muscular rápida y explosiva [9], [25]. Por otro lado, el trabajo de fuerza muscular provoca un incremento en la concentración de testosterona durante y tras el ejercicio. En cambio el entrenamiento de resistencia produce un aumento en las concentraciones de cortisol tras el ejercicio, el cual, disminuye en el descanso [28].

Leveritt et al [25] afirman que no se puede mencionar un agente causal del efecto de inhibición de la fuerza muscular ante el entrenamiento combinado debido a que la evidencia científica que sustenta la hipótesis crónica es limitada.

La hipótesis aguda sostiene que la fatiga residual derivada del entrenamiento de resistencia influye en la calidad normal del entrenamiento de fuerza muscular y puede inhibir su respuesta adaptativa durante el entrenamiento concurrente. Esta teoría supone que esa fatiga residual compromete la habilidad del músculo para desarrollar tensión durante el entrenamiento de fuerza muscular. Algunos factores causales de dicha situación son el agotamiento neuromuscular, la acumulación de metabolitos, el daño muscular y la reducción de glucógeno en los tejidos [25], [28].

Efectos del entrenamiento concurrente sobre la fuerza muscular.

Los resultados de las investigaciones sobre el

entrenamiento concurrente se encuentran divididos entre los que aportan evidencias sobre afectaciones al desarrollo de la fuerza muscular en comparación con el entrenamiento aislado de dicha capacidad [9], [29], [30] y los que proporcionan una base fisiológica para asegurar que el entrenamiento concurrente no daña el desarrollo de la fuerza muscular [31]. Algunas investigaciones demostraron que la longitud y la frecuencia del paso parámetros comunes usados para medir la economía de la carrera permanecen inalterados a pesar de una mejora clara de la fuerza muscular de las piernas en respuesta a un volumen bajo de entrenamiento [32]. Por otra parte los participantes con una historia de entrenamiento de resistencia pueden ser menos susceptibles a cualquier efecto negativo del entrenamiento concurrente sobre el desarrollo de la fuerza muscular [25].

Efectos del entrenamiento concurrente sobre la resistencia.

Es importante destacar que según la mayoría de las investigaciones consultadas las adaptaciones al trabajo de resistencia durante el entrenamiento concurrente tienen un efecto positivo en parámetros importantes para las disciplinas de resistencia tales como el rendimiento de la carrera, la economía de la carrera de carrera, el umbral de lactato, la velocidad y la potencia aeróbica. Más significativo aún es el hecho de que todas estas adaptaciones transcurren sin afectaciones al consumo máximo de oxígeno, además de reducir el tiempo de trabajo por sesión. [9], [29], [27], [28], [33].

Acciones para minimizar la interferencia del entrenamiento concurrente sobre la fuerza muscular y la resistencia.

Es posible con toda seguridad llevar a cabo un desarrollo simultáneo de la fuerza muscular y la resistencia que permita resultados positivos tanto en las variables de fuerza muscular como en las de resistencia si se toman decisiones estratégicas que aplicadas al entrenamiento concurrente tengan una incidencia positiva en el rendimiento de los atletas [9].

El volumen de entrenamiento, la especificidad mecánica [33], la frecuencia semanal [34], la historia de entrenamiento de los sujetos y la modalidad del entrenamiento de la fuerza muscular y la resistencia [25] son factores cruciales para controlar el efecto de interferencia.

Uno de los primeros trabajos que aportó herramientas metodológicas para este control fue el de [29]. Esta investigación presenta un modelo basado en las adaptaciones fisiológicas a los protocolos de entrenamiento específicos para investigar el fenómeno de la interferencia.

La propuesta de [29] sostiene que la mayor interferencia entre ambas capacidades se puede producir cuando ambos entrenamientos tienden a producir fundamentalmente efectos periféricos y no centrales. El modelo predice los protocolos de entrenamiento que probablemente minimizarán o maximizarán el nivel de interferencia.

La frecuencia del entrenamiento concurrente de resistencia y fuerza muscular influye en la respuesta adaptativa. [35] demostraron que una frecuencia alta (cuatro a seis días por semana) reduce las ganancias de fuerza muscular; mientras que una frecuencia baja (dos a tres días por semana) aumenta la fuerza muscular máxima en una proporción similar al entrenamiento exclusivo de fuerza muscular.

Existe unanimidad en que el tiempo óptimo de aplicación del entrenamiento combinado debe oscilar entre seis y doce semanas para contrarrestar el posible efecto antagónico de una cualidad sobre otra y para promocionar una mejora del consumo máximo de oxígeno y de la fuerza muscular máxima [9], [28].

Para algunos investigadores el orden de realización parece no influir en los resultados finales de la aplicación del entrenamiento concurrente [35], [36], [37].

Opinamos que los mediofondistas deben realizar el entrenamiento de resistencia antes de las sesiones

hipertróficas y pliométricas de fuerza muscular. El orden anterior se basa en el principio de estimular primero la dirección de entrenamiento fundamental para el rendimiento deportivo y a continuación crear las premisas que permitan potenciar su desarrollo [27], [38], [39], compartimos las opiniones de autores como [23] en la idea de que un mejor entendimiento de la activación e interacción de los mecanismos moleculares permitirá a los científicos deportivos desarrollar programas de entrenamiento capaces de aumentar al máximo ambas cualidades.

Se concluye que el analizar la coherencia entre las prácticas evaluativas y los fundamentos curriculares de la carrera, se debe analizar los conceptos, enfoques, formas de planificación, instrumentos y metodologías que adoptan durante el proceso de formación de los estudiantes que conlleven a mejoramiento integral de su práctica deportiva y potenciar su desarrollo [40].

Conclusiones

Luego de analizar los fundamentos teóricos del entrenamiento concurrente de resistencia y fuerza muscular podemos aseverar sobre la base de las investigaciones consultadas que esta vía no tradicional puede ser empleada en el entrenamiento para las carreras de distancias medias si se toman las medidas pertinentes para minimizar la interferencia de una cualidad sobre la otra.

El paradigma de clasificación actual de las cualidades biomotoras comienza a estar en crisis a tenor con los criterios de modelos alternativos que proponen tener en cuenta la complejidad organizacional y estructural del ser humano.

Para explicar el efecto de interferencia entre los estímulos de resistencia y fuerza muscular durante el entrenamiento combinado se tienen en cuenta una serie de presupuestos neurofisiológicos, metabólicos y morfológicos que han sido agrupados por los investigadores del tema en las nombradas hipótesis crónica y aguda. El análisis de los referentes teóricos generales que sustentan

el proceso del entrenamiento combinado de la resistencia con la fuerza muscular en las carreras de distancias medias demuestra que la investigación científica actual hace referencia a la posibilidad de su empleo en la periodización anual como una vía no tradicional, si se toman las medidas pertinentes para minimizar la interferencia de una cualidad sobre la otra. Las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento concurrente de la resistencia con la fuerza muscular producen mejoras significativas de los factores neuromusculares y la economía del ejercicio, prácticamente sin afectar la potencia aerobia de los atletas, lo cual es fundamental para estos eventos del atletismo.

Referencias

- [1] N.G. Ozolin. Sistema contemporáneo de entrenamiento deportivo. La Habana: Científico-Técnica, 1988.
- [2] D. Harre. Teoría del entrenamiento deportivo. La Habana: Científico-Técnica, 1988.
- [3] J. Weineck. Entrenamiento total. Barcelona: Paidotribo, 2005.
- [4] V.N. Platonov. El entrenamiento deportivo, Teoría y Metodología. Barcelona: Paidotribo, 1998.
- [5] J.H. Wilmore y D. L. Costill. Fisiología del esfuerzo y del deporte. Barcelona: Paidotribo, 1998.
- [6] L.P. Matveev. Periodización del entrenamiento deportivo. Moscú: Raduga, 1997.
- [7] Y. Verjoshansky. Teoría y metodología del entrenamiento deportivo. Barcelona: Paidotribo, 2002.
- [8] T. Bompa. Periodización del entrenamiento deportivo. Barcelona: Paidotribo, 2000.
- [9] J. González Badillo y E. G. Gorostiaga Ayestarán. Fundamentos del desarrollo de la

- fuerza. Barcelona: INDE Publicaciones, 1997.
- [10] C. Siff-Mel y Y. Verjoshansky. Superentrenamiento. Barcelona: Paidotribo, 2004.
- [11] J.V. Verjoshansky. “Sistema de Entrenamiento para Corredores de Medio Fondo”. PubliCE Standard. G-SE 2014. [En línea]. Disponible en: <http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-resistencia/articulos/sistema-de-entrenamiento-para-corredores-de-medio-fondo-1733>. [Accedido: 25-jun-2019]
- [12] S. Vargas Molina. “Planificación, Programación y Periodización de la Hipertrofia”. PubliCE Lite. 2015. [En línea]. Disponible en: <http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-fuerza-y-potencia/articulos/planificacion-programacion-y-periodizacion-de-la-hipertrofia-1793>. [Accedido: 25-jun-2019]
- [13] P. Inaian et al., “El VO2max que medimos es realmente máximo”. PubliCE Standard. 2014. [En línea]. Disponible en: <http://g-se.com/es/journals/public-standart/articulos/el-vo2max-que-medimos-es-realmente-maximo-1720>. [Accedido: 25-jun-2019]
- [14] K. Beattie, I. C. Kenny, M. Lyons y C. B. Carson “The effect of strength training on performance in endurance athletes”, *Sports Medicine*, vol. 44, pp. 845-865, Junio 2014.
- [15] I. Román. Gigafuerza. La Habana: Deportes, 2004.
- [16] J.F. Marcos Becerro. El entrenamiento de fuerza para todos. Madrid, España: Federación Internacional de Halterofilia, 2000.
- [17] J. González Badillo. Nuevas tendencias en el entrenamiento deportivo. Huesca, España: Universidad Internacional Menéndez Pelayo, 2013.
- [18] C. Balsalobre, C. M Tejero y J. Del Campo, “Seasonal strength performance and its relationship with training load on elite runners”, *Journal of Sports Science and Medicine*, vol. 14, no. 1, pp. 9-15, Enero 2015.
- [19] V.V Kuznetsov. Preparación de fuerza en los deportistas de las categorías superiores. La Habana: Orbe, 1981.
- [20] A. Balk. Entrenamiento de fuerza. Ejercicios con máquinas que no dañan la columna vertebral. Barcelona: Paidotribo, 1994.
- [21] C. Balsalobre, J. Santos y G. Grivas. “The effects of strength training on running economy in highly trained runners: a systematic review with meta-Analysis of controlled trials”. *publMed.gov. co*, , vol. 30, no. 8, pp. 2361-2368, agosto 2016.
- [22] K.R Barnes y A.E Kilding. “Running economy: measurement, norms, and determining factors”, *Sports Medicine – Open*, marzo 2015. [En línea]. Disponible en: <https://sportsmedicine-open.springeropen.com/articles/10.1186/s40798-015-0007-y>
- [23] J.A Hawley. “Molecular responses to strength and endurance training: are they incompatible?”, *Appl. Physiol. Nutr. Metab*, vol. 34, no. 3, pp. 355–361, Junio 2009.
- [24] V.N Seluyanov. La Preparación de los corredores de distancias medias. Moscú: Sport Akadem Press, 2001.
- [25] M. Leveritt et al., “Entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia: una revisión”. 2013. [En línea]. Disponible en: <https://g-se.com/es/journals/public-standart/articulos/entrenamiento-concurrente-de-fuerza-y-resistencia-una-revision-1508>.
- [26] R.C Hickson. “Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance”, *Eur J Appl Physiol*, vol. 45, pp. 255–263, 1980.
- [27] M. Chtara et al., “Effects of intra-session concurrent endurance and strength training

- sequence on aerobic performance and capacity”, *Br J Sports Med*, vol. 39, no. 8, pp. 555–560, Agosto 2005.
- [28] R. Escobar Molina. “Influencia de dos metodologías de trabajo concurrente para la mejora del rendimiento del judoca”, tesis doctoral, Universidad de Granada, 2007.
- [29] D. Docherty y B.C Sporer. “A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training”, *Sports Med*, vol. 30 no. 6, pp. 385-394, Diciembre 2000.
- [30] M. Wilson et al., “Concurrent training: A meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercise”, *J Strength Cond Res*, vol. 26, no. 8, pp. 2293–2307, Agosto 2012.
- [31] S. Sedano, P.J. Marín, G. Cuadrado. J. C Redondo. “Concurrent training in elite male runners: the influence of strength versus muscular endurance training on performance outcomes”, *J Strength Cond Res*, vol. 27, no. 9, pp. 2433–2443, Septiembre 2013.
- [32] A. Ferrauti, M. Bergermann y J. Fernández. “Effects of a concurrent strength and endurance training on running performance and running economy in recreational marathon runners”, *J Strength Cond Res*, vol. 24, no. 10, pp. 2770–2778, octubre 2010.
- [33] M. Stone, M. Stone y J. Carlock. “¿La resistencia tiene alguna correlación con la fuerza máxima y el entrenamiento de la fuerza?”. 2005. [En línea]. Disponible en: [https:// www.sobrentrenamiento.com](https://www.sobrentrenamiento.com).
- [34] T.W Jones, G. Howatson, M. Rusell, D. N French. “Performance and neuromuscular adaptations following differing ratios of concurrent strength and endurance training”, *J Strength Cond Res*, vol. 27 no. 12, pp. 3342–3351, Diciembre 2013.
- [35] M. Chtara, A. Chaouachi, G.T Levin, M. Chaouachi, K. Chamari, M. Amri y P.B Laursen. “Effect of concurrent endurance and circuit training sequence on muscular strength and power development”, *J Strength Cond Res*, vol. 22, no. 4, pp. 1037–1045, Julio 2008.
- [36] A.P. Brunetti, A. Jussara, P. Peixoto Brum, V.M. Sampaio, E.H. Dantas y M.Â. Alves dos Santos. “Influencia del orden de la sesión del entrenamiento concurrente sobre la respuesta aguda del lactato sanguíneo, frecuencia cardiaca y del consumo de oxígeno”, *Fit Perf J*, vol. 7 no. 5, pp. 326-331, Septiembre – Octubre 2008.
- [37] D. Eklund, M. Schumann, W. J. Kraemer, M. Izquierdo, R. S Taipale y K. Häkkinen. “Acute endocrine and force responses and long-term adaptations to same-session combined strength and endurance training in women”, *J Strength Cond Res*, vol. 30 no. 1, pp. 164–175, Enero. 2016.
- [38] A. Flores Zamora. “Entrenamiento combinado para la preparación de fuerza muscular en las carreras de distancias medias”, tesis especialista, Instituto Superior de Cultura Física “Manuel Fajardo”, La Habana, 2005.
- [39] Conceição Matheus et al., “Strength training prior to endurance exercise: impact on the neuromuscular system, endurance performance and cardiorespiratory responses”, *Journal of Human Kinetics*, vol. no. 44, pp. 171-181, Diciembre 2014.
- [40] J. Acevedo, y E. González. “Concepciones sobre las prácticas evaluativas entre docentes de programas universitarios de enfermería”. *Perspectivas*, vol. 2 no. 1, pp. 57-69, 2017.