

Monograph

Monitoreo de la Intensidad de los Ejercicios con Sobrecarga Realizados en el Agua con Dispositivos que Incrementan la Fuerza de Arrastre: Una Actualización

Travis Triplett-McBride² y Juan Carlos Colado¹

¹*Department of Physical Education and Sports, University of Valencia, Valencia, Spain.*

²*Department of Health, Leisure, and Exercise Science, Appalachian State University, Boone, North Carolina.*

RESUMEN

En los últimos años la ejercitación acuática ha incrementado su popularidad pero principalmente se ha utilizado para la rehabilitación y el entrenamiento aeróbico general. Ha sido difícil controlar la intensidad de los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua, lo cual ha limitado su práctica. Estudios de investigación recientes han desarrollado métodos para controlar y monitorear los niveles de intensidad durante la práctica de ejercicios con sobrecarga realizados en el agua, lo cual puede incrementar su utilización tanto en las poblaciones generales como en las deportivas.

Palabras Clave: entrenamiento acuático, entrenamiento con sobrecarga, fuerza muscular

INTRODUCCION

Las respuestas y efectos fisiológicos de la práctica de ejercicios aeróbicos en un medio acuático son muy conocidos, así como también los métodos de aplicación. Sin embargo, no ocurre lo mismo con la práctica de ejercicios con sobrecarga realizados en el agua, en especial con respecto al control de la intensidad del ejercicio y la progresión de un régimen de entrenamiento para asegurar un estímulo adecuado que estimule la adaptación. Asimismo, se requieren más investigaciones para determinar todos los efectos físicos que resultan de este tipo de actividad realizada por sujetos que practican ejercicio en forma recreacional.

Las pautas más recientes asociadas con el entrenamiento con sobrecarga que se han publicado en los últimos 10 años incluyen declaraciones de posición realizadas por organizaciones muy respetadas y relacionadas al ejercicio y la salud, aunque no abordan de manera adecuada las sugerencias para el entrenamiento básico de los ejercicios con sobrecarga que se realizan en el agua tanto para sujetos que se ejercitan en forma recreacional como para atletas, aunque en la actualidad existe un cúmulo mayor de investigaciones sobre el tema. Por tanto, para incrementar el conocimiento y la práctica de estos métodos de entrenamiento tanto dentro de la comunidad científica como entre los practicantes, el propósito de esta revisión es resumir los estudios que han examinado los aspectos específicos sobre el control de la intensidad durante la

práctica de ejercicios con sobrecarga realizados en el agua y su utilidad y la progresión de los programas de entrenamiento con sobrecarga en el agua.

Las directrices para llevar a cabo un programa de entrenamiento con sobrecarga en el agua son similares a las del entrenamiento de la fuerza en general (21, 30, 34). Por definición, la fuerza es la habilidad neuromuscular de superar u oponer la sobrecarga externa por medio de la producción de tensión muscular. Esta sobrecarga externa podría producirse en el entrenamiento, por ejemplo, con peso, bandas elásticas, dispositivos de aire, o incluso con movimientos en el agua. Sin tener en cuenta el material utilizado, para obtener mejoras en el rendimiento físico o la salud, es necesario producir tensión muscular para estimular los grupos musculares involucrados de manera que estos logren la adaptación. Sin embargo, esta tensión muscular debe alcanzar un umbral mínimo para crear el suficiente estrés fisiológico para producir las adaptaciones deseadas.

En general no se ha considerado al medio acuático para un entrenamiento óptimo, es posible que se deba a la falta de disponibilidad de piscinas a nivel general para este tipo de uso y a la percepción de que los ejercicios realizados en el agua pueden no producir una intensidad de entrenamiento similar a la que se obtiene con los mismos ejercicios con sobrecarga realizados en tierra firme. Sin embargo, en estudios recientes se ha comenzado a investigar si esto es cierto, y en el presente trabajo se presentarán sus hallazgos.

EJERCICIOS CON SOBRECARGA REALIZADOS EN EL AGUA CON DISPOSITIVOS QUE INCREMENTAN LA FUERZA DE ARRASTRE

Los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua son movimientos que se realizan con la inmersión tanto del cuerpo como del dispositivo de entrenamiento con el propósito de enfatizar algunas de las propiedades físicas específicas del agua (flotabilidad y fuerza de arrastre) y estimular adaptaciones positivas a nivel neuromuscular (34). Hay 2 tipos de dispositivos acuáticos principales: de flotación y superficie. La utilización de dispositivos de flotación genera tensión muscular (fuerza) cuando se mueven en contra de la fuerza de flotación (flotabilidad) (34).

Estos dispositivos son limitados para un uso general ya que es necesario tener una gran variedad de dispositivos de flotación para los diferentes niveles de fuerza de los diferentes grupos musculares del mismo individuo y para los diferentes niveles de aptitud muscular de todos los practicantes. Esto representa un problema importante puesto que es probable que un centro acuático no tenga los suficientes recursos financieros para estos dispositivos de entrenamiento. Además, hay algunos movimientos que son difíciles de realizar en una posición cómoda. Por tanto, se recomienda que se utilicen otros dispositivos acuáticos de superficie para la ejercitación y el entrenamiento (9). La utilización de dispositivos de superficie genera tensión muscular cuando el movimiento es en contra del agua. Por lo tanto, la fuerza de arrastre es la responsable de la resistencia resultante durante la utilización del dispositivo de superficie y se puede definir como la fuerza de resistencia opuesta a la dirección de movimiento de un objeto, que puede ocurrir delante o detrás del objeto que se mueve (29, 28). La magnitud de la fuerza de arrastre depende principalmente del área de superficie y de la forma del dispositivo pero también se determina por la velocidad del movimiento (cadencia) tal es así que un incremento en la velocidad del movimiento aumenta de manera exponencial la fuerza de arrastre (24, 29, 28).

Durante cierto tiempo los ejercicios con sobrecarga acuáticos se han utilizado en programas de rehabilitación muscular debido a sus beneficios intrínsecos, que incluyen la mejora del rango de movimiento, la circulación y la capacidad propioceptiva (9, 12, 37, 38). También existe evidencia presentada en algunos estudios que sugiere que los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua son eficaces para estimular las adaptaciones neurales y estructurales del sistema muscular (11, 31, 35, 40). Sin embargo la falta de un criterio metodológico que controle la práctica objetiva de los ejercicios ha resultado en que estos ejercicios no sean muy utilizados en el marco de la aptitud física (26, 30). Además, la mayoría de los hallazgos de investigación están relacionados principalmente con el entrenamiento por parte de individuos que realizaron un programa de rehabilitación o que tenían muy pocos antecedentes en el entrenamiento de la fuerza (1, 6, 35, 36, 40, 41, 43), y los resultados no se aplican con tanta facilidad a la población de individuos que se ejercitan en forma recreacional o a la población deportiva como parte de un régimen de entrenamiento de la fuerza regular. En términos generales, cuando se compara con el entrenamiento con sobrecarga en tierra firme, hay una carencia de criterios objetivos para el control y la progresión de la intensidad de los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua. Además, hay otros factores, tales como la estabilidad del cuerpo en el agua, que incrementan la complejidad de la prescripción de estos ejercicios (14, 26, 30).

En general, las limitaciones en la práctica de los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua incluyen la necesidad de comprender las propiedades específicas del agua y el manejo de esas propiedades, y las directrices para diseñar un

programa de entrenamiento con sobrecarga. No comprender estas variables de manera adecuada, puede llevar a un mal uso de este tipo de ejercicios y a recomendaciones de entrenamiento inadecuadas. Por ejemplo, se ha sugerido que se puede utilizar un entrenamiento de nado solo para mejorar la fuerza, pero existen estudios que demuestran que el máximo nivel de activación muscular al nadar a máxima velocidad es sólo de alrededor del 35% de la fuerza máxima voluntaria contráctil (5, 7, 8), que es menor que el umbral mínimo de activación conocido para estimular las adaptaciones musculares de la población en general (44). Si bien el entrenamiento de nado sin duda es beneficioso para provocar mejoras cardiorrespiratorias y puede mejorar la fuerza de un individuo débil o que se encuentre en rehabilitación, no es suficiente para mejorar la fuerza en un individuo que se ejercita en forma recreacional.

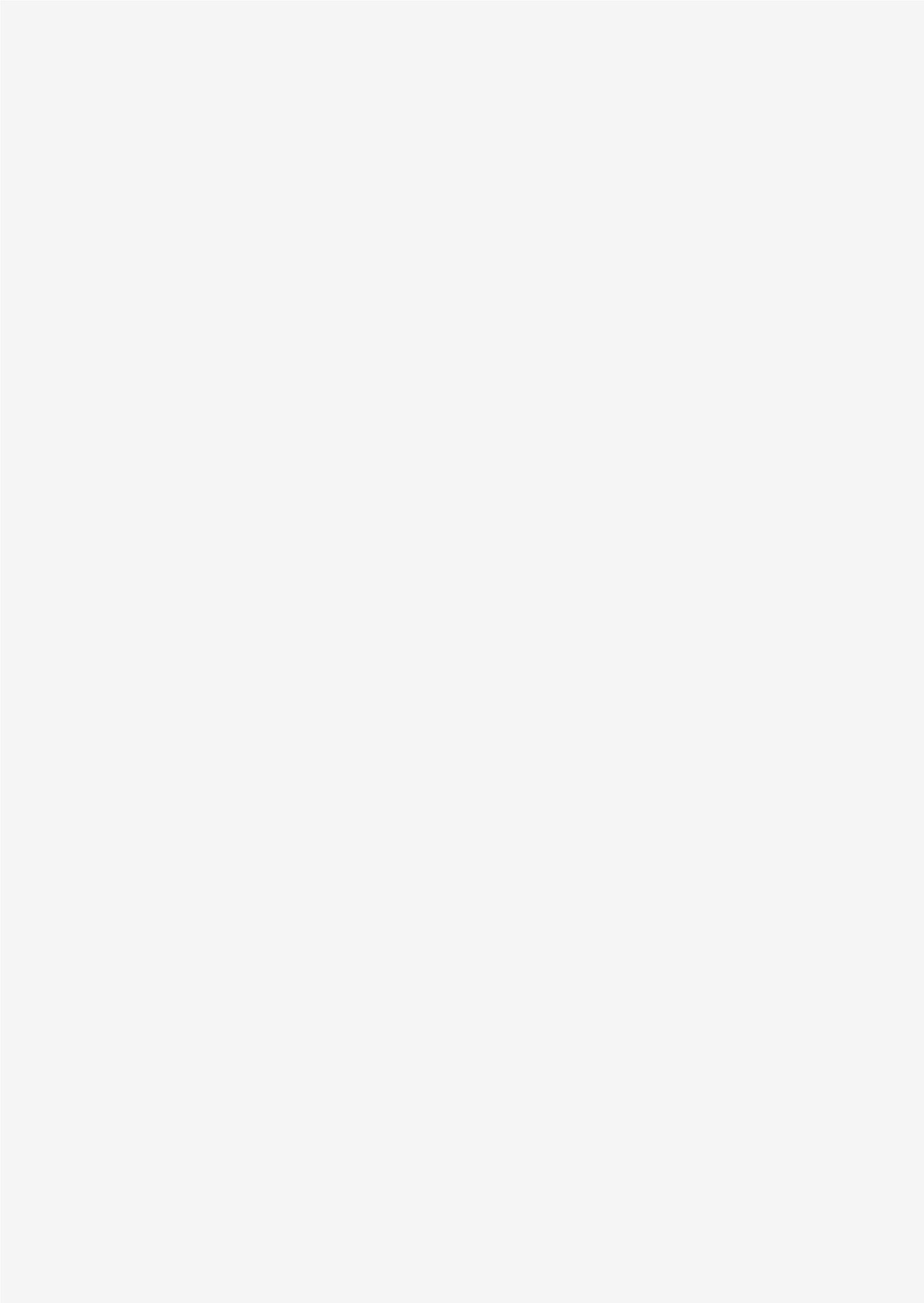
Recientemente, en los programas de entrenamiento acuático en posición vertical con frecuencia se han incluido ejercicios con sobrecarga realizados en el agua pero no ha logrado cuantificar la intensidad y el volumen de los ejercicios, la progresión del ejercicio, ni la variabilidad de los ejercicios, lo cual debe tenerse en cuenta a la hora de realizar programas de entrenamiento a largo plazo (24, 26). Si bien hay casos en los que se ha recomendado realizar los ejercicios con sobrecarga a máxima velocidad (35, 39), esta indicación sigue siendo inapropiada dado que la misma es demasiado imprecisa como para realizar una adecuada prescripción de ejercicios dado el hecho que se omite la cantidad de repeticiones (reps), los períodos de recuperación y otros aspectos específicos (9, 26). Por tanto, hay pocos estudios de investigación y aplicaciones específicas que combinen de manera objetiva todos los criterios adecuados para la prescripción de este tipo de ejercicios (31, 40, 41).

En comparación con las investigaciones y aplicaciones prácticas de los ejercicios con sobrecarga en tierra firme, los cuales son muy específicos en relación con las variables del diseño del programa, las sugerencias para un programa de ejercicios con sobrecarga realizados en el agua son muy generales. Esto puede resultar en programas que no sean seguros o que puedan no estimular las respuestas fisiológicas adecuadas para el entrenamiento. La falta de una metodología específica ha limitado el incremento del conocimiento y la aplicación de los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua porque es difícil reproducir estudios con metodologías imprecisas, por lo que se ha visto restringido el desarrollo de programas de entrenamiento con sobrecarga realizados en el agua.

CRITERIOS PARA CONTROLAR LA INTENSIDAD CON DISPOSITIVOS QUE INCREMENTAN LA FUERZA DE ARRASTRE

Al utilizar los criterios fundamentales que figuran debajo, y que se basan en los hallazgos de investigaciones recientes [Tabla 1; (40,41)], es posible hacer recomendaciones objetivas para el diseño de programas que incluyan ejercicios con sobrecarga realizados en el agua con dispositivos que incrementen la fuerza de arrastre (DIDF):

1. El entrenamiento de fuerza en el agua debe realizarse con DIDF. Por tanto es necesario tener un control combinado de: (a) el ritmo del movimiento o cadencia, (b) el tamaño del DIDF, (c) la longitud de la extremidad que se utiliza durante el ejercicio, (d) la posición hidrodinámica del segmento en movimiento y el dispositivo utilizado, y (e) la percepción del esfuerzo con la cantidad de repeticiones predeterminada. La percepción del esfuerzo es la valoración determinada previamente del esfuerzo que se percibe en los músculos activos utilizando la Escala de Ejercicios con Sobrecarga OMNI para los músculos activos (OMNI-RES AM) (17, 18, 23,32).



Referencias	Breve Descripción y Hallazgos más Importantes
Colado et al. (15)	<p>Objetivo: Examinar si el monitoreo del ritmo de ejecución y del esfuerzo percibido adaptado a una cierta cantidad de repeticiones es una herramienta válida para reproducir la misma intensidad de esfuerzo en diferentes series del mismo ejercicio con sobrecarga realizado en el agua.</p> <p>Métodos: La activación muscular se registró durante la realización de 15 repeticiones con un esfuerzo máximo o cerca del máximo utilizando electromiografía de superficie en los pectorales mayores y los deltoides posteriores.</p> <p>Conclusión: La realización de diferentes series del mismo ejercicio con sobrecarga realizado en el agua produjo la misma intensidad de ejercicio.</p>
Colado et al. (16)	<p>Objetivo: Analizar los efectos de un programa periodizado de entrenamiento con sobrecarga realizado en el agua a corto plazo (PARP) sobre la fuerza máxima, la potencia y la composición corporal en hombres jóvenes con buena aptitud física.</p> <p>Métodos: El PARP fue un programa supervisado de 8 semanas que llevó a cabo 3 veces por semana. Consistió de sesiones de ejercicios con sobrecarga para todo el cuerpo utilizando dispositivos acuáticos que incrementaban la fuerza de arrastre, con una cadencia de movimiento controlada que se ajustó de manera individual para cada ejercicio y sujeto. El volumen e intensidad del programa se incrementaron de manera progresiva.</p> <p>Conclusión: El PARP produjo mejoras significativas en la fuerza, la potencia y la masa libre de grasa y por tanto parece ser una forma muy efectiva de entrenamiento con sobrecarga.</p>
Colado et al. (12)	<p>Objetivo: Identificar los efectos de un programa acuático periodizado para el entrenamiento de la fuerza (PAPST) sobre parámetros cardiovasculares seleccionados en mujeres que comienzan su período post-menopáusico.</p> <p>Métodos: El grupo de sujetos que realizó los ejercicios acuáticos entrenó durante 24 semanas con un programa periodizado para el entrenamiento de la resistencia muscular local en base a la escala OMNI de esfuerzo percibido para los ejercicios con sobrecarga y con dispositivos que incrementaron la fuerza de arrastre cuyo tamaño fue ajustado para permitirle a cada sujeto la posibilidad de adaptarse mejor a la intensidad prescrita.</p> <p>Conclusión: El PAPST redujo el riesgo de sufrir una afección cardiovascular mediante mejoras en la presión sanguínea sistólica y diastólica, el colesterol total, el colesterol LDL, la glucosa, la apolipoproteína B, los triacilglicéridos, el perímetro de la cintura y la masa grasa total.</p>
Colado et al. (11)	<p>Objetivo: Investigar el efecto un programa periodizado para el acondicionamiento físico (PPC) llevado a cabo en el agua sobre la composición corporal en comparación con un PPC equivalente llevado a cabo en tierra firme.</p> <p>Métodos: Se llevó a cabo un PPC de 16 semanas con una frecuencia de 3 días semanales. El grupo que entrenó en el agua (AG) utilizó cinturones de flotación y los sujetos pudieron moverse y mantener el equilibrio con efectividad mientras los utilizaban. El AG también utilizó dispositivos que incrementaban la fuerza de arrastre cuyo tamaño fue ajustado para permitirle a cada sujeto la posibilidad de adaptarse mejor a la intensidad prescrita.</p> <p>Conclusión: El efecto sobre la composición corporal fue el mismo, sin depender de que el programa se llevara a cabo en el agua o en tierra firme.</p>
Colado y Tella (13)	<p>Objetivo: Verificar si el uso controlado de corrientes de agua durante el entrenamiento de fuerza acuático incrementa la actividad muscular de ciertos músculos estabilizadores del tronco.</p> <p>Métodos: Se realizó una serie de 15 repeticiones de 9 a 10 en la escala OMNI de esfuerzo percibido para un ejercicio con sobrecarga con movimientos de aducción y abducción glenohumeral en un plano horizontal con barras de <i>HydroTone</i>. Después de un descanso de 5 minutos, los sujetos repitieron la prueba mientras recibían corrientes de agua con una frecuencia de 30 corrientes por minuto con una fuerza de 68.55 N desde el frente. Se utilizó electromiografía de superficie para determinar la actividad muscular del recto del abdomen, de los erectores de la columna lumbar y de las fibras medias del oblicuo externo.</p> <p>Conclusión: El uso controlado de las corrientes de agua durante el entrenamiento de fuerza acuático incrementa la actividad muscular de los músculos estabilizadores del tronco.</p>
Colado et al. (10)	<p>Objetivo: Determinar si el nivel de activación alcanzado con los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua en sujetos entrenados se compara con el alcanzado con sus ejercicios equivalentes realizados en tierra firme.</p> <p>Métodos: Se utilizó electromiografía de superficie para determinar la actividad muscular de los músculos agonistas de los movimientos de aducción y abducción glenohumeral en un plano horizontal y ciertos músculos del tronco.</p> <p>Conclusión: La activación de los erectores de la columna lumbar fue significativamente mayor en el medio acuático. Sin embargo, estos ejercicios no se deberían utilizar con sujetos que carezcan de una buena técnica de ejercicio y cuya musculatura estabilizadora del tronco no se encuentre en condiciones excelentes.</p>
Colado et al. (14)	<p>Objetivo: Verificar si las demandas cardiovasculares y metabólicas de un ejercicio con sobrecarga realizado en el agua son comparables con los equivalentes terrestres.</p> <p>Métodos: Se evaluó a los sujetos utilizando un movimiento horizontal de aducción de hombro en el agua con un par de barras de <i>HydroTone</i>, y en tierra con una banda elástica (EB). Se determinó la cadencia del movimiento, así como también la posición adecuada de la mano en la banda elástica, a fin de lograr la cantidad de repeticiones deseadas para la fatiga muscular, que fue de 25.</p> <p>Conclusión: La ejercitación con sobrecarga realizada en el agua producirá una respuesta fisiológica similar a aquella producida al realizar el ejercicio similar en tierra firme.</p>

Tabla 1. Resúmenes de estudios recientes que respaldan las recomendaciones metodológicas.

2. Los practicantes deben realizar los movimientos con DIDF a un ritmo que se pueda identificar mediante una cadencia de pulsos por minuto. Este ritmo debe predeterminarse en función del número deseado de repeticiones para el nivel de esfuerzo deseado. Este ritmo se puede marcar utilizando dispositivos que emiten sonido o destellos de luz y muestran la cadencia correcta (variaciones de un metrónomo). Se sabe que la resistencia que provee el agua siempre es la misma cuando los movimientos se realizan al mismo ritmo y el movimiento se lleva a cabo de la misma manera. Si se incrementa el ritmo del movimiento, la resistencia del agua también aumenta de manera cuadrática.
3. Si las repeticiones prescritas y la percepción del esfuerzo no pueden llevarse a cabo con un DIDF específico y al ritmo de movimiento deseado, se puede utilizar un DIDF más grande. El tamaño del DIDF sólo debería incrementarse hasta la medida necesaria para mantener el ritmo de movimiento prescrito y alcanzar la cantidad de repeticiones y el nivel de esfuerzo deseados. Con la mejora de los niveles de aptitud muscular de los individuos, se puede incrementar el tamaño del dispositivo de manera progresiva para mantener la cadencia de movimiento y la cantidad de repeticiones deseadas. Si se mantiene el ritmo del movimiento pero se incrementa el tamaño del dispositivo, entonces es necesario que el ejercitante genere más fuerza muscular para mantener este ritmo; de esta manera, se incrementa la intensidad del ejercicio.
4. Otra opción para incrementar la intensidad del ejercicio sin aumentar el tamaño del DIDF es incrementar el ritmo del movimiento. Esta solución evita, de manera temporaria, la necesidad de cambiar el DIDF a un tamaño más grande cuando los ejercitantes mejoran su aptitud muscular, ya que en algunas situaciones no se dispone de un dispositivo más grande. Esta opción es atractiva como una manera más económica de incrementar la intensidad del ejercicio porque no es necesario tener una variedad de DIDF. No obstante, se llegará a una instancia en la sea necesario incrementar el tamaño del dispositivo porque la velocidad de movimiento requerida (para mantener la intensidad) con un dispositivo determinado excederá la habilidad de la extremidad para completar de manera mecánica el rango de movimiento con la suficiente rapidez, la cual no se debe a una falta de fuerza.

Estas pautas son similares a aquellas que se utilizan en el entrenamiento con sobrecarga en tierra firme, que a menudo recomiendan un ritmo de movimiento constante y el ajuste del peso utilizado para alcanzar una cantidad predeterminada de repeticiones, a menudo cerca de o ante una pérdida muscular, para un determinado objetivo de entrenamiento, como la hipertrofia, la fuerza, la resistencia muscular, o la potencia (17).

Como ejemplo práctico, se recomienda tomar en cuenta los siguientes pasos para determinar la intensidad de los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua y sus posibles efectos durante una sesión de entrenamiento de la fuerza realizado en el agua:

1. Determinar el rango de repeticiones deseado en base a la historia de entrenamiento y los objetivos de los sujetos. Al igual que con el entrenamiento con sobrecarga terrestre, las repeticiones bajas (4-6) se concentrarían más en el desarrollo de la fuerza, mientras que las repeticiones intermedias (6, 7, 9, 13, 14, 10, 11) se concentrarían más en hacer hincapié en los sistemas metabólico y hormonal (resultando potencialmente en algún tipo de hipertrofia) y las repeticiones más altas (11, 12, 17, 15) se concentrarían más en la resistencia muscular local (22). Deberían utilizarse series y períodos de recuperación similares a los del entrenamiento con sobrecarga terrestre.
2. Determinar el nivel de esfuerzo deseado utilizando la escala OMNI-RES AM, cuyo rango va de 0 a 10, o de muy fácil a muy difícil (32). Con algunos ejercicios o en determinados días, es posible que se desee realizar las series en diferentes niveles de percepción de esfuerzo (3). Por ejemplo, al comienzo de un programa o cuando se realiza un ejercicio nuevo, un nivel más apropiado podría ser 4-5 (algo fácil). Luego de realizar los ejercicios por varias sesiones, se podría incrementar el nivel a 6-7 (algo difícil), y con levantadores más avanzados, el nivel podría alcanzar un 8-9 (difícil). Las variaciones en el nivel de esfuerzo percibido podrían fomentar la variación en el diseño de los programas de entrenamiento (42). Si se puede alcanzar el valor de la Escala de Ejercicios con Sobrecarga OMNI (OMNI-RES) pero no se llega a la cantidad de repeticiones que se tienen como objetivo, o lo opuesto, se debe interrumpir la serie de ejercicio y realizar las modificaciones necesarias.
3. Una vez que se haya determinado el nivel de esfuerzo percibido y la cantidad de repeticiones que se tienen como objetivo, se debe seleccionar el DIDF apropiado. Es probable que este proceso incluya algún tipo de ensayo y error, tanto en la selección del DIDF como en la determinación de la cadencia, pero esto resulta más fácil cuando el ejercitante progresa a lo largo del programa de entrenamiento. La cadencia debería ser la máxima posible, la cual aún le permite al levantador completar la cantidad de repeticiones que se tienen como objetivo con el dispositivo elegido y al valor de OMNI-RES deseado sin que se retrase el ritmo. El ritmo del movimiento se puede obtener mediante un dispositivo que emite sonidos o destellos de luz, y las cadencias por lo general van entre 44 y 64 pulsos (o golpes) por minuto (dependiendo del ejercicio) cuando, por ejemplo, se desean realizar 10 repeticiones en un nivel de esfuerzo clasificado como "un tanto difícil".

La Tabla 1 muestra un resumen de los últimos estudios que ha realizado nuestro grupo de investigación para confirmar la validez de la metodología que se presenta en este artículo con el fin de controlar la intensidad durante la práctica de ejercicios con sobrecarga realizados en el agua.

Otros factores relacionados con el entrenamiento con sobrecarga acuático incluyen la falta de acciones musculares excéntricas y la dificultad de mantener el control de la postura en un medio donde existen fuerzas de flotación. La mayoría de los ejercicios comunes con sobrecarga terrestre tienen acciones musculares tanto concéntricas como excéntricas (2), pero en los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua con DIDF existe una mayor participación de la acción muscular concéntrica (28,30). Aunque este aspecto pone en duda la efectividad de los programas de entrenamiento de la fuerza que enfatizan la utilización de las acciones musculares concéntricas para mejorar la fuerza y la masa muscular, uno de los primeros estudios realizados sobre el entrenamiento con sobrecarga terrestre reveló que entrenar de manera exclusiva con acciones musculares concéntricas isocinéticas era efectivo para mejorar la fuerza y la masa muscular (20). Debido a que los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua se llevan a cabo a una velocidad controlada, deberían mostrar una efectividad similar.

Se han llevado a cabo diversos estudios que han comparado directamente los dos tipos de acciones musculares y han podido confirmar que el entrenamiento con sobrecarga realizado solamente con acciones musculares concéntricas puede causar adaptaciones que son similares en términos de fuerza y masa muscular a aquellos que se obtienen con un entrenamiento que sólo utiliza acciones musculares excéntricas (4, 19, 25, 33). Sin embargo, existen estudios científicos que advierten que podría haber una susceptibilidad mayor a sufrir una disfunción excéntrica y una lesión cuando se prioriza un entrenamiento únicamente concéntrico (27), pero este aspecto en particular aún no se ha estudiado en las investigaciones que utilizaron ejercicios realizados en el agua con DIDF. Al igual que con los ejercicios en el agua en general, existen muchas investigaciones que han comparado programas terrestres (con acciones musculares concéntricas y excéntricas) con programas acuáticos (con acciones musculares concéntricas), y han quedado demostradas la efectividad y la seguridad del entrenamiento acuático (6, 16, 31, 35, 40, 41).

La dificultad de mantener la postura corporal incrementa la necesidad de estabilización del tronco durante la práctica de los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua (13,10). Cuando se instruye a los individuos para que se coloquen en la posición más estable posible con el fin de contrarrestar algunas de las fuerzas que se generan al mover el dispositivo de superficie en el agua, parte de esta inestabilidad se atenúa. Por último, la aplicación de esta información en principio abordó el entorno de entrenamiento en el que hay 1 solo ejercitante con 1 entrenador. En realidad los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua son igualmente apropiados para utilizar en el marco de una clase. Por esto, la cadencia tendría que ser la misma para todos, y lo único que puede variar entre los participantes es el tamaño del DIDF, que puede que no sea óptimo para las adaptaciones fisiológicas máximas para cada persona (9, 40).

CONCLUSIONES

El entrenamiento con sobrecarga en un medio acuático tiene mayores desafíos con respecto al control de la intensidad del ejercicio. Esto ha limitado su uso para la población en general y los atletas. Han surgido dudas respecto de cómo se puede mantener la intensidad en el marco de una sesión y entre sesiones o cómo incrementar o reducir de mejor manera la intensidad, dependiendo de las necesidades específicas y los objetivos de entrenamiento de un individuo. Las investigaciones más sólidas que utilizaron DIDF han combinado la utilización de algún tipo de control estandarizado de la velocidad o el número de repeticiones con los criterios subjetivos de los ejercitantes.

Se ha demostrado que la intensidad del ejercicio se puede controlar con la cuantificación del ritmo del movimiento junto con la percepción del esfuerzo del movimiento (OMNI-RES AM) adaptada a la cantidad de repeticiones que se tienen como objetivo (15). Con esta combinación, es posible controlar la intensidad aplicada en cada serie, cada ejercicio y cada sesión. Además es posible que esta metodología se pueda aplicar a técnicas de entrenamiento más avanzadas para aquellos individuos que deseen mayores resultados o un nivel más elevado de aptitud muscular. Esto es muy beneficioso para el profesional del ejercicio porque es un método objetivo de monitoreo de la intensidad de los ejercicios con sobrecarga realizados en el agua.

REFERENCIAS

1. Alves RV, Mota J, Costa MC, and Bezerra JG (2004). Physical fitness and elderly health effects of hydrogymnastics. *Rev Bras Med Esporte* 10: 38-43
2. American College of Sports Medicine (2002). Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 34: 364-380
3. American College of Sports Medicine (2006). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins, pp. 154-158
4. Blazeovich AJ, Cannavan D, Coleman DR, and Horne S (2007). Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *J Appl Physiol* 103: 1565-1575
5. Bollens E, Annemans L, Vaes W, and Clarys JP (1988). Peripheral EMG comparison between fully tethered and free front crawl swimming. In: *Swimming Science V. Ungerechts B, Wilke K, and Reischle K, eds. Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 173-182
6. Bravo G, Gauthier P, Roy PM, Payette H, and Gaulin P (1997). A weight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness, and well-being. *Arch Phys Med Rehabil* 78: 1375-1380
7. Cabri JMH, Annemans L, Clarys JP, Bollens E, and Publie J (1998). The relation of stroke frequency, force and EMG in front crawl tethered swimming. In: *Swimming Science V. Ungerechts B, Wilke K, and Reischle K, eds. Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 183-190
8. Clarys JP (1988). The Brussels swimming EMG project. In: *Swimming Science V. Ungerechts B, Wilke K, and Reischle K, eds. Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 157-172
9. Colado JC (2004). Physical Conditioning in the Aquatic Way. Barcelona, Spain: Paidotribo, pp. 99-147
10. Colado JC, Escudero JM, Jimenez A, Naclerio F, and Chulvi I (2006). Comparison of the muscular activation achieved by resistance exercises carried out in water and on dry land. *J Strength Cond Res* 20: e22
11. Colado JC, Pablos C, Naclerio F, Tella V, and Chulvi I (2006). Effects on body composition of an integral program for the physical conditioning carried out in deep-water vs. dry land. *J Strength Cond Res* 20: e22
12. Colado JC, Saucedo P, Tella V, Naclerio F, Chulvi I, and Abellan J (2007). Effects of an aquatic strength training program on certain cardiovascular risk factors in early-postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc* 39(Suppl 5): S422
13. Colado JC and Tella V (2006). Effects of water currents on the muscular activation of certain trunk stabilizing muscles. *Arch Phys Med Rehabil* 87: e30-e31
14. Colado JC, Tella V, and Llop F (2006). Response to resistance exercise performed in water versus on land. *Rev Port Cien Desp* 6 (Suppl 2): 361-365
15. Colado JC, Tella V, and Triplett NT (2008). A method for monitoring intensity during aquatic resistance exercises. *J Strength Cond Res* 22: 2045-2049
16. Colado JC and Triplett NT (2008). Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. *J Strength Cond Res* 22: 1441-1448
17. Gearhart RF, Goss FL, Lagally KM, Jakicic JM, Gallagher J, Gallagher KI, and Robertson RJ (2002). Ratings of perceived exertion in active muscle during high-intensity and low-intensity resistance exercise. *J Strength Cond Res* 16: 87-91
18. Higbie EJ, Cureton KJ, Warren GL, and Prior BM (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area and neural activation. *J Appl Physiol* 81: 2173-2181
19. Housh DJ, Housh TJ, Johnson GO, and Chu WK (1992). Hypertrophic response to unilateral concentric isokinetic resistance training. *J Appl Physiol* 73: 65-70
20. Koury J (1998). Aquatic Therapy Programming. Barcelona, Spain: Bellaterra, pp. 47-63
21. Kraemer WJ and Ratamess NA (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 36: 674-688
22. Lagally KM and Robertson RJ (2006). Construct validity of the OMNI Resistance Exercise Scale. *J Strength Cond Res* 20: 252-256
23. Law LA and Smidt GL (1996). Underwater forces produced by the hydro-tone bell. *J Orthop Sports Phys Ther* 23: 267-271
24. Mayhew TP, Rothstein JM, Finucane SD, and Lamb RL (1995). Muscular adaptation to concentric and eccentric exercise at equal power levels. *Med Sci Sports Exerc* 27: 868-873
25. Petrick M, Paulsen T, and George J (2001). Comparison between quadriceps muscle strengthening on land and in water. *Physiotherapy* 87: 310-317
26. Ploutz-Snyder LL, Tesch PA, and Dudley GA (1998). Increased vulnerability to eccentric exercise-induced dysfunction and muscle injury after concentric training. *Arch Phys Med Rehabil* 79: 58-61
27. Poyhonen T, Heikki K, Keskinen KL, Hautala A, Savolainen J, and Malkia E (2001). Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 16: 496-504
28. Poyhonen T, Keskinen KL, Hautala A, and Malkia E (2000). Determination of hydrodynamic drag forces and drag coefficients on human leg/foot model during knee exercise. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 15: 256-260
29. Poyhonen T, Sipila S, Keskinen KL, Hautala A, Savolainen J, and Malkia E (2002). Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. *Med Sci Sports Exerc* 34: 2103-2109
30. Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J, Frazee K, Dube J, and Andreacci J (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 35: 333-341
31. Smith C and Rutherford OM (1995). The role of metabolites in strength training I: A comparison of eccentric and concentric contractions. *Eur J Appl Physiol* 71: 332-336
32. Sova R (2000). Aquatics. Port Washington, WI: DSL Ltd, pp. 19-20
33. Takeshima N, Rogers ME, Watanabe E, Brechue EW, Okada A, Yamada T, Islam MM, and Hayano J (2002). Water-based exercise

- improves health-related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc* 33: 544-551
34. Thein JM and Brody LT (1998). Aquatic-based rehabilitation and training for the elite athlete. *J Orthop Sports Phys Ther* 27: 32-41
 35. Thein JM and Brody LT (2000). Aquatic-based rehabilitation and training for the shoulder. *J Athl Train* 35: 382-389
 36. Tovin BJ, Wolf SL, Greenfield BH, Crouse J, and Woodfin BA (1994). Comparison of the effects of exercise in water and on land on the rehabilitation of patients with intra-articular anterior cruciate ligament reconstructions. *Phys Ther* 74: 710-719
 37. Tsourlou T, Benik A, Dipla K, Zafeiridis A, and Kellis S (2006). The effects of a 24-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *J Strength Cond Res* 20: 811-818
 38. Volaklis KA, Spassis AT, and Tokmakidis SP (2007). Land versus water exercise in patients with coronary artery disease: effects on body composition, blood lipids, and physical fitness. *Heart J* 154: 560.e1-e6
 39. Willardson JM (2007). The application of training to failure in periodized multiple-set resistance exercise programs. *J Strength Cond Res* 21: 628-631
 40. Wyatt FB, Milam S, Manske RC, and Deere R (2001). The effects of aquatic and traditional exercise programs on persons with knee osteoarthritis. *J Strength Cond Res* 15: 337-340
 41. Zimmermann K (2004). Muscular Training. *Barcelona, Spain: Paidotribo*, pp. 149-161

Cita Original

Juan Carlos Colado and N. Travis Triplett. Monitoring the Intensity of Aquatic Resistance Exercises with Devices That Increase the Drag Force: An Update. *Strength and Conditioning Journal*, 31(3):94-100, (2009).