



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE TURISMO, COMERCIO Y DEPORTE
Instituto Andaluz del Deporte
Departamento de Formación
formacion.iad.ctcd@juntadeandalucia.es

DOCUMENTACIÓN

200926901

APLICABILIDAD DE LAS TENDENCIAS ACTUALES EN EL MANTENIMIENTO Y MEJORA DE LA CONDICIÓN FÍSICA EN EL MEDIO ACUÁTICO

**El fitness acuático y el entrenamiento de la fuerza
en el medio acuático**

JUAN CARLOS COLADO SÁNCHEZ

Licenciado y Doctor en Educación Física por la Universidad de Valencia

**El Ejido, Almería
Del 26 al 29 de noviembre 2009**

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

1. ANTECEDENTES DEL ACONDICIONAMIENTO FÍSICO SALUDABLE EN EL MEDIO ACUÁTICO

Según la evolución de los últimos años, la realidad actual del acondicionamiento físico saludable en el medio acuático es esperanzadora. Existen datos de Estados Unidos que indican que en 1983 el número de practicantes era de 200.000 (Werner y Hoeger, 1995) y que aumentó notoriamente a 6.000.000 a finales de la década de los 90 (Case, 2001). Se sabe que actualmente los programas acuáticos están entre los servicios más rentables de los centros deportivos americanos (Jiménez, 2005). En esta línea, en las encuestas nacionales de García Ferrando de 1982 a 2001 sobre “Hábitos deportivos de la población española”, destacan las *Actividades acuáticas* en 1ª ó 2ª posición dentro de las prácticas ocasionales, y en 4ª posición dentro de las actividades realizadas de forma regular, disminuyendo en los últimos años el número global de practicantes (ocasionales y regulares) pero duplicándose el de regulares.

No obstante, esta situación tan favorable no siempre ha sido así, e incluso puede revertir de no comprenderse las características de dicho fenómeno y desarrollarlo según las expectativas que hacia él se tienen. Es por esto por lo que para entender mejor las últimas aplicaciones del entrenamiento de la fuerza en el medio acuático se necesita conocer, aunque sea de forma resumida, la evolución de las prácticas generales de acondicionamiento físico acuático en el tiempo de ocio o, como también se han venido a denominar, las prácticas de *fitness acuático*, pudiendo así dotar a las primeras de unas señas de identidad características y adecuadas.

1.1. Definición y evolución del acondicionamiento físico saludable en el medio acuático

Actualmente se pueden encontrar diferentes formas de referirse al acondicionamiento físico saludable en el medio acuático, siendo habitual el empleo de un término u otro en función de la localización geográfica. Por ejemplo, en España son frecuentes los términos de *Aquagym*, *Gimnasia acuática* y *Fitness acuático*, en Brasil y Portugal suele nombrarse como *Hidroginnástica*, en Francia como *Gymnastique aquatique* y en Estados Unidos como *Aquatic fitness* y *Aquafitness*. Incluso en función de la cualidad física que pretende desarrollarse de forma primaria en las diferentes sesiones de ejercitación se pueden encontrar nombres concretos como los que se muestran en la tabla I.

En función de tal cúmulo de denominaciones se hace necesario concretar una definición inicial que englobe todas estas prácticas y delimite claramente de qué estamos hablando. Terret (2001), en un interesante informe que prepara para la Aquatic Exercise Association, esboza la siguiente: *Ejercicio de acondicionamiento físico realizado en el medio acuático, habitualmente en posiciones verticales, con una orientación hacia la diversión, el bienestar saludable o la terapia.*

En dicha definición se pueden apreciar los orígenes diversos de esta forma de entrenamiento. Realmente la ejercitación en el medio acuático en diferentes posiciones, que no siempre debe ser ni ha sido la horizontal, está con el ser humano desde sus albores. Haciendo un repaso histórico, sabemos que el hombre primitivo simplemente por circunstancias como las migraciones, los asentamientos en torno a láminas de agua, la realización de proezas sociales para reafirmar el poder e incluso para planteamientos bélicos ha necesitado una mejora de su aptitud física en dicho medio. Es notoria la importancia que

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

durante la época romana se le daba a la actividad física en el medio acuático como medio educativo y de mejora del bienestar.

Prácticas con predominio de la resistencia	Prácticas con predominio de la fuerza	Prácticas con predominio de la flexibilidad y la propiocepción
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Aquawalking</i> - <i>Aquajogging</i> - <i>Aquarunning</i> - <i>Hip-hop acuático</i> - <i>Aquacircuit</i> - <i>Aquastep</i> - <i>Aquahit</i> - <i>Aquacicle</i> - <i>Gymswin</i> - <i>Cardioaquagym</i> - <i>Etc.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Aquatoning</i> - <i>Aquabuilding</i> - <i>Pliometría acuática</i> - <i>Programa acuático de musculación (PAM)</i> - <i>Etc.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Aquastretching</i> - <i>Aquarelax</i> - <i>Watsu</i> - <i>Método del anillo</i> - <i>Etc.</i>

Tabla I. Diferentes propuestas de acondicionamiento físico en el medio acuático

Más recientemente, en el siglo XVI, se conocían cerca de 40 formas de desplazarse en o bajo la superficie, incluidas algunas verticales y con diversos materiales. Dichos desplazamientos variados servían como medio de entrenamiento para sus practicantes habituales. No obstante, tal variedad de desplazamientos y de formas de contemplar la relación humana con el líquido medio se ve altamente reducida en el siglo XIX con el monopolio de la natación de competición, desde la cual el acondicionamiento físico se limita a la realización de diversas series, a diferentes velocidades y con determinadas recuperaciones y al empleo de elementos de resistencia que dificultan notoriamente el avance (paracaídas, elásticos, etc.). Evidentemente todo este tipo de entrenamiento natatorio se fundamenta en desplazamientos en posición ventral o dorsal, salvo algunas propuestas emergentes que destacan la necesidad de mejorar la competencia motriz acuática en la fase de familiarización con el medio a partir de diversos desplazamientos verticales en apoyo, como la carrera y los saltos.

En este siglo también existe una propuesta de entrenamiento basada en la natación gimnástica, para lo que se reunían cuadrillas que recurrían a habilidades natatorias y desplazamientos en posiciones verticales con una finalidad de mejorar su condición física, aunque con unas connotaciones principalmente militares. De hecho, desde el siglo XVIII al XX parece ser que dentro de la preparación militar la ejercitación acuática era fundamental. Se utilizaba por sus ventajas estratégicas e higiénicas, empleando ejercicios en espacios acuáticos poco profundos para dominar la competencia motriz, recurriendo a las posiciones verticales para el transporte de materiales en zonas profundas o mejorando la destreza en las caminatas acuáticas para ser más hidrodinámicos y por tanto eficientes. También se debe reseñar que en el siglo XX cobra cierto protagonismo la natación sincronizada con una orientación artística y deportiva.

De lo expuesto se puede colegir que de las vertientes de ejercitación comentadas no existe ninguna que haya delimitado y encauzado los principios del acondicionamiento físico saludable en el tiempo de ocio que actualmente se están siguiendo, no pudiéndose considerar, por tanto, su origen desde tales planteamientos. No obstante, en la definición de Terret se

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

esboza un área de actuación, como es la hidroterapia, que merece ser evaluada con más detalle.

En el siglo XVII, la hidroterapia destacaba la reacción positiva del organismo enfermo ante baños con diferentes temperaturas, de hecho era un tratamiento de moda. Indicaban que dichos baños servían para dilatar los poros y los vasos sanguíneos, estimular el sistema circulatorio, tonificar el sistema muscular o como medio de relax. A finales de siglo avanzan en la contemplación de los beneficios del medio acuático y especialistas como Macquart indicaban que *nadar era mejor que bañarse, ya que aumentaba los efectos hasta la fecha contemplados debido al estímulo que aporta la resistencia acuática al movimiento*. A finales del siglo XIX, Amat propone en posición vertical unos movimientos circulares con las manos que permiten una mejora de la condición física general, diferenciándose por tanto una clara propuesta de ejercicios calisténicos de los habituales movimientos utilitarios. Esta forma de ejercicio acuático controlada y encauzada por el ámbito médico se extendió desde Europa a todo el mundo, concretándose a través de la hidroterapia, con el propósito de tratar todo tipo de patologías y situaciones de desacondicionamiento físico. Incluso dichas prácticas amplían sus espacios de actuación hacia las instalaciones acuáticas de índole físico-deportiva. Se puede destacar cómo en la mitad del siglo XX surge en Inglaterra el Método Halliwick de la mano de McMillan, con un planteamiento de hacer más independientes con el ejercicio acuático a las personas con dificultades; eran ejercicios para aumentar la confianza y las capacidades motrices.

Incluso desde esta propuesta aparece una evolución creada por Pierre Madeuf con planteamientos ya muy cercanos a los actuales, que desde el acondicionamiento físico saludable se sigue en el tiempo de ocio. Desde esta forma de entender la ejercitación acuática surgen dos estrategias concretas, por un lado los “procedimientos de mecanoterapia acuática con ejercicios calisténicos con materiales de área y de flotación que aumenten la intensidad” y por otro la “natación correctiva”. Incluso desde Alemania aparece el Método Bad Ragaz o del Anillo, que pretende restaurar la aptitud física y mental a través de diversos ejercicios, entre los que pueden destacarse los de estabilización del tronco y las extremidades, y el trabajo con ejercicios resistidos a partir de posiciones principalmente horizontales y en ocasiones con ayuda de materiales de flotación alrededor de diferentes articulaciones. Esta última forma de entender la ejercitación acuática entronca de forma directa con la actual propuesta de las gimnasias acuáticas denominadas suaves.

Por tanto, desde los conocimientos y propuestas de la hidroterapia se destacaron las posiciones verticales y el empleo de materiales, buscando mejorar la calidad de vida de sus ejercitantes, incluso provocaron que algunos pacientes “se engancharan”, una vez rehabilitados, a tales prácticas y las siguieran realizando en las piscinas, escenarios de actuación profesional a los que se acercaban los fisioterapeutas a desarrollar tales propuestas. Este hecho provocó una gran difusión de este tipo de prácticas, aunque su público diana siempre fueron las poblaciones especiales. Por tanto, la hidroterapia con origen inglés, alemán, e incluso norteamericano, ha influido con algunos modelos de trabajo sobre el fenómeno del fitness acuático.

No obstante, este sucinto repaso histórico sería a todas luces incompleto si no se analizara la influencia de la vertiente de ejercitación física sin una orientación eminentemente deportiva. Para esto se debe considerar que en Estados Unidos, a partir de 1955, existe una preocupación institucional y una sensibilización por la mejora de la salud a través de un estilo de vida físicamente activo, separándose claramente del tradicional planteamiento del deporte de competición. Surge por tanto, en un mercado de consumo, una concienciación por la salud y el rejuvenecimiento apoyada por las instituciones y los factores económicos y tecnológicos.

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

En tal contexto destacan las prácticas de musculación, con gran influencia del culturismo, y las prácticas aeróbicas a través de la propuesta de Cooper en 1968 (*aerobics*) y de Sheppard Missett y Jackie Sorenson en 1969 (*jazzercise* y *aerobic dance*). En la década de los 70 y principios de la década de los 80 existe una gran diversificación de las formas del aerobic. No obstante, y a pesar de lo propicio de la situación, la eclosión del ejercicio acuático será posterior, estabilizándose más recientemente durante toda la década de los 90. En Europa, durante el mismo periodo, destaca el auge de la *gimnasia neo-sueca* en clubes de recreación. Se sabe que en Francia en 1967 había 20.000 practicantes, mientras que en 1975 la cifra se elevó a 144.000. No obstante, inicialmente el origen europeo del acondicionamiento físico no deportivo era más altruista, con el objetivo de promover la salud física, mental y emocional. De manera concreta, se puede indicar que en Europa en la década de los años 60 comienza a aparecer desde este concepto algunas propuestas de ejercitación en el medio acuático.

Por tanto, y considerando todo lo expuesto hasta aquí, se podría destacar que existen dos momentos cruciales en los que la vertiente de acondicionamiento físico saludable ejerce influencia sobre la variante de aplicación en el medio acuático. El primero será cuando en Europa y USA, a partir de 1960, se exploran otras poblaciones y ambientes desde el ámbito terapéutico. El segundo vendrá condicionado por el fenómeno naciente del fitness en USA. A partir de aquí, en las décadas de los 80 y los 90, desde las emergentes propuestas americanas de fitness acuático surge una profesionalización e institucionalización de dicho sector específico, ampliando y buscando diferentes públicos diana. En consecuencia, aparece un sector comercial concreto, una preocupación social por prácticas no agresivas que se puedan mantener en el tiempo y la necesidad de fomentar el entrenamiento cruzado, exaltándose para esto el entrenamiento en el medio acuático. Además refuerza y consolida esta situación favorable el nacimiento de la Aquatic Exercise Association, que crea una identidad estable y respetable y que se preocupa del desarrollo de certificaciones de calidad.

Dicho fenómeno se globaliza en USA aunque se extiende de manera desigual, dependiendo inicialmente de la labor de los profesionales más vanguardistas y viéndose limitado también por cuestiones climáticas, por el número de piscinas, etc. En Europa el modelo americano se importa y termina solapándose e imponiéndose sobre las prácticas neo-suecas, apareciendo un ritmo de expansión distinto en cada país que dependerá del número de pioneros, de factores económicos y climáticos.

En España sufre un lento desarrollo a partir de 1975. En dicho momento histórico destacan principalmente los ejercicios terapéuticos pre- y post-natales. El planteamiento conceptual desde el que se entienden las prácticas generales de acondicionamiento físico en el medio acuático en ese momento, por parte de los profesionales y de la sociedad, es que eran para relajarse o hacer un ejercicio físico muy suave y además, como se indicó anteriormente, la natación de competición acaparaba los espacios acuáticos. En España no es hasta finales de los 80 y principios de los 90 cuando el fitness en el medio terrestre entra en escena (Colado, 1996), aerobic para la mujeres y musculación para los hombres, aunque no servirá como revulsivo a las prácticas acuáticas. Es destacable que en la década de los 80 no existiera ningún manual publicado respecto al acondicionamiento físico en el medio acuático, y los que aparecen en la de los 90 lo hacen desde una vertiente muy terapéutica, siendo los más específicos muy recientes.

Del trabajo de Terret (2001), indicado anteriormente, y que ha servido para justificar en gran medida este apartado de revisión histórica, destaca su análisis de la situación del fitness acuático en España en el año 2000. Terret y Colado (2004) destacan que el fitness acuático no se percibía como un producto atractivo por parte de los gestores de los centros especializados en el acondicionamiento físico saludable y de las instalaciones acuáticas. Debe recordarse que

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

dichos centros privados han sido los precursores de las nuevas corrientes de acondicionamiento físico saludable en el tiempo de ocio en España, al igual que en otros países.

Por otro lado, Colado (2004) también señala que de momento no son muchos los centros que tienen espacios acuáticos para desarrollar estos programas, y que debido a la falta de formación de sus técnicos, a la escasez de recursos y al mal diseño de dichos espacios acuáticos, los programas suelen ser menos eficaces y motivantes que los terrestres. Por tanto, es comprensible que en España se pueda destacar que tales propuestas aún están en periodo embrionario si se considera que tecnológica y económicamente son aparentemente menos rentables para el sector y que ha habido pocos autores y organismos que hayan abanderado esta vertiente de práctica.

En este sentido destaca la labor de Pedro Franco, de manera individual y también conjuntamente con F.E.D.A., los acercamientos de la R.F.E.N., con el programa Speedo, los eventos y la revista del S.E.A.E., el Dr. Moreno a través de sus innumerables eventos de formación permanente, y la acción de organismos privados de formación como Aerobic and Fitness (María Olivé), A.E.F.A. (Carmen Fadó) y Sectorfitness.com (José Vidal).

Dentro de las escasas publicaciones indicadas anteriormente, en España se pueden destacar, entre algunos otros, los trabajos sobre carrera en el agua de Solé; sobre *Motivos de práctica en los programas de actividades acuáticas*, sobre *Análisis de la demanda de programas acuáticos* y *Perfil de los educadores de programas acuáticos* de Moreno y Gutiérrez (1997 y 1999); sobre *Perfil sociodemográfico de los practicantes en el medio terrestre frente al medio acuático* de Moreno y Marín (2002); *Columna vertebral y medio acuático* de Jiménez (1998); sobre *Actividades acuáticas para personas mayores* de Soler y Jimeno (1998); sobre *Natación y Salud* de Lloret (2001); sobre *La condición física en el fitness acuático* de Navarro (1999); sobre *Comparación en personas mayores diferentes programas incluido uno acuático* de Romo, Cancela y Camiña (2001) y sobre *Idoneidad de los vasos* y *La práctica de actividades acuáticas en España* de Rodríguez (2001 y 2003).

No obstante, de manera más reciente destaca la prolija labor de investigación y divulgación que el Dr. Colado está desarrollando. Fruto de este arduo trabajo pueden destacarse, entre otros, *Fitness Acuático* (Colado y Moreno, 2001), *Acondicionamiento físico en el medio acuático* (Colado, 2004), *Ejercicios para el entrenamiento de la musculatura flexora del tronco en el medio acuático* (Colado y Llana, 2001), *Efectos de un entrenamiento experimental de fuerza en el medio acuático sobre el aumento de la sección transversal del músculo y la fuerza dinámica* (Colado, 2003) y los trabajos de investigación que recientemente ha dirigido desde el grupo de Investigación en Actividad Física en el Medio Acuático de la Universidad Católica San Antonio de Murcia y que en el último apartado de este capítulo se describirán brevemente.

1.2. Cómo se deben plantear los programas y propuestas prácticas de acondicionamiento físico saludable en el medio

Se sabe que en la actualidad una de las principales motivaciones de práctica física en España es la mejora de la condición física con una orientación saludable y, además, se espera que dichas prácticas repercutan positivamente en la relación social y la diversión de sus ejercitantes. Por tanto, estos dos objetivos siempre deberán estar presentes en cualquier tipo de propuesta o práctica que nazca para desarrollarse desde los criterios de fitness acuático. Dichas prácticas deberán ser atractivas para adherir a nuevos ejercitantes, y además seguras y eficaces, para fidelizar a los existentes.

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

Esto se podrá conseguir si se abordan con un enfoque educativo, en el que el ejercitante se vea instruido sobre los diversos beneficios de dichas prácticas y sobre los hábitos complementarios que debe contemplar para, en su conjunto, optimizar su estilo de vida físicamente activo y saludable. El proceso de prescripción debe ser lo más individualizado posible, es decir, partir de un exhaustivo conocimiento biopsicosocial del ejercitante a partir del cual se puedan construir unos criterios de prescripción a corto, medio y largo plazo, aspecto más habitual en los programas terrestres pero no tanto en los acuáticos. Además, las prácticas y las propuestas deberán ser motivantes, novedosas, recreativas y eficaces, atendiendo a los diferentes intereses y necesidades de los diferentes sectores implicados.

A su vez, y como anteriormente ya se apuntaba, el diseño de espacios acuáticos que permitan entrenamientos en apoyo, con separación de ambientes para el empleo de diversas músicas y temperaturas del agua, junto con el empleo de materiales específicos, garantizará que la calidad de la propuesta esté a la altura de la que actualmente ya existe en el medio terrestre. Evidentemente esta nueva conceptualización obligará a que los modelos de gestión se vean modificados y readaptados a estas nuevas necesidades y hechos del acondicionamiento físico saludable en el medio acuático.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CONOCIMIENTOS RESPECTO AL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EN EL MEDIO ACUÁTICO

2.1. Introducción

Sabemos que la prescripción del ejercicio físico para la salud es el proceso mediante el que se recomienda a una persona el régimen de actividad física de manera sistemática e individualizada. Su objetivo fundamental es ayudar a las personas a incrementar su nivel de actividad física individual a la vez que se alcanzan los diversos objetivos personales en función de sus intereses, necesidades, entorno y estado de salud (Jiménez, 2003). Habitualmente el tipo de ejercicio que más se ha recomendado ha sido el de características aeróbicas. Desde diferentes ámbitos y organismos se viene destacando el alarmante predominio de las enfermedades cardiovasculares crónicas degenerativas en las sociedades tecnológicamente más avanzadas (Bouchard, 2000; Dishman et al., 2004). Éstas se cobran gran número de muertes y grandes costes económicos en todos los países en los que se padecen. Como ejemplo, se puede destacar que en España suponen un 60% de la mortalidad total, siendo de las primeras causas de muerte y enfermedad (INE, 2002). En consecuencia, y de manera general, desde los años 60 hasta recientemente a la hora de prescribir un programa de acondicionamiento físico saludable siempre se había primado destacadamente la ejercitación aeróbica por encima de otras cualidades físicas también básicas para la salud, como por ejemplo la fuerza, ya que existe abundante literatura que confirma que las prácticas aeróbicas pueden minimizar y/o revertir dichas patologías cardiovasculares. No obstante, recientemente se han cuestionado estas indicaciones, y se reafirma la importancia de un mayor porcentaje de práctica de las actividades de fuerza.

Son diversos e importantes los motivos que han generado esta readaptación de los criterios a la hora de la prescripción del entrenamiento de la fuerza. Se sabe, por ejemplo, que las alteraciones del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo son la 7ª causa de enfermedad en España (INE, 2002) y que ante el aumento de la esperanza de vida existe una mayor probabilidad de discapacidad funcional para las tareas mínimas por falta de fuerza e, incluso, existe un gran riesgo de muerte prematura. Por otro lado, niveles altos de aptitud músculo-esquelética parece ser que se asocian con una reducción de uno o más factores de

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

riesgo de enfermedad coronaria y que un porcentaje de masa muscular adecuado favorece un mejor control sobre el porcentaje de la masa grasa (Graves y Franklin, 2001). También es conocido que una falta de fuerza sobrecargará el aparato locomotor pasivo tanto en sedentarios como en activos y que de manera generalizada, en las sociedades industrializadas, existe un aumento de las incapacidades laborales provocadas por las enfermedades músculo-esqueléticas, afectando de manera considerable a la integridad de la columna vertebral (Zimmermann, 2004). Sin olvidar que unos niveles adecuados de fuerza mejorarán la percepción de bienestar de sus practicantes.

Al igual que lo expuesto hasta aquí es algo que actualmente es aceptado en consenso por la comunidad científica, también lo es considerar que en dicho proceso se deben asumir de manera racional y contextualizada ciertas “exigencias” del entrenamiento deportivo, siendo esto necesario para crear unas condiciones óptimas para un desarrollo normal del proceso de adaptación. Por tanto, será necesario combinar correctamente la frecuencia, la intensidad, la duración y la especificidad para crear una sobrecarga que provoque una adaptación. Ésta dependerá de la cantidad del estímulo y éste de las necesidades del ejercitante (ACSM, 1998).

Estos criterios generales son también guías de actuación para las propuestas acuáticas de acondicionamiento físico. En función del repaso histórico anteriormente descrito, es comprensible que en la actualidad el medio acuático sea altamente recomendado para la ejercitación física de la población por diversos tipos de profesionales, como por ejemplo médicos, fisioterapeutas, profesionales de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, etc., aunque casi siempre se hace a través de técnicas natatorias. En este sentido, existen estudios como el realizado por Moreno y Gutiérrez (1997) en la Comunidad de Valencia, en consonancia con otros realizados en otros puntos de España y del mundo como en Italia, Portugal, Holanda, Francia, Alemania, Argentina, Brasil, Australia, Japón y Estados Unidos (Werner y Hoeger, 1995; Case, 2001; Adami, 2003; Industry Statistics, 2003), que especifican que de manera concreta los programas acuáticos para adultos que más demanda están experimentando en los últimos años son los de acondicionamiento físico saludable, aunque en muchas ocasiones se materializan casi de manera exclusiva a través de actividades natatorias.

Es decir, habitualmente de manera casi generalizada se suelen recomendar los estilos de natación como medio para mejorar la condición física general de la población, asumiendo que no sólo será eficaz para mejorar la capacidad aeróbica sino también la fuerza muscular. Sin embargo, en función de las directrices básicas sobre la prescripción del ejercicio físico orientado a la salud que se han indicado preliminarmente, cabría preguntarse si al abordar el proceso de mejora de la condición física orientada hacia la salud, y más concretamente la cualidad física de la fuerza, las actividades tan ampliamente recomendadas desde hace décadas que se basan en los estilos de natación son las más adecuadas o por el contrario habría que abordar tal prescripción desde los criterios de las nuevas actividades de musculación acuática, como las propuestas por Koury (1996), Sova (2000), Colado y Baixauli (2001), Colado y Moreno (2001), Colado et al. (2002), Colado (2002 a y b, 2003 y 2004).

Unido a esta primera reflexión, cabe destacar que autores como Ceberio y Usoz (1990), Jiménez (1993, 1994 a, b y c) y Santonja (1996), entre otros, destacan diversas particularidades de los estilos de natación que, independientemente de su posible grado de eficacia para el entrenamiento de la fuerza, podrían desaconsejar su uso indiscriminado como actividad de acondicionamiento físico saludable en el tiempo de ocio. Por ejemplo, se podría destacar que aún existe un porcentaje alto de la población que tiene serios problemas para mantener un nado apropiado, en cuanto a duración e intensidad, para conseguir beneficios ya no sólo cardiorrespiratorios sino también favorables para el control de la composición

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

corporal. También debe considerarse que la repetición cíclica de los movimientos, como se hace con los estilos de natación, puede sobrecargar las mismas zonas corporales, aunque exista una combinación de estilos. Por otro lado, la amplitud restringida de movimientos creará una clara limitación en la mejora de la movilidad articular, necesiéndose sesiones complementarias para su mejora. Incluso, la reiteración monótona de movimientos cíclicos puede desembocar en un marcado empobrecimiento motor. Además es significativo que todos los estilos natatorios pueden llevar asociadas repercusiones negativas sobre la integridad de las estructuras articulares, que no sólo afectarán a los nadadores de alto rendimiento. Finalmente es reseñable que el ambiente grupal que se crea durante la práctica de los estilos de natación es muy pobre desde el punto de vista socio-afectivo, alejándose de las principales motivaciones que tienen los practicantes de actividades de acondicionamiento físico saludable, como son la socialización y/o la diversión (Sánchez, 1996).

Por tanto, dadas las características especiales de dicho medio y la aún escasa formación de los técnicos en los diferentes aspectos hasta aquí expuestos, no suelen ser habituales los estudios que hayan intentado comprobar si las actividades natatorias pueden llegar a ser eficaces para, por ejemplo, mejorar la capacidad muscular de sus practicantes. Es decir, aún no se ha evaluado de forma exhaustiva si además de satisfacer las exigencias al respecto de las características lúdico-sociales de las actividades que realizan, también se consigue crear el suficiente estímulo con el que mejorar la fuerza, y si dicha mejora realmente se repartiría de forma generalizada a todo el organismo.

2.2. Conocimientos preliminares sobre el entrenamiento de la fuerza en el medio acuático

En función de lo expuesto anteriormente, y siguiendo la revisión bibliográfica de Feigenbaum y Pollock (1999), a pesar de que desde la década de los 60 y los 70 autores como Cureton ya resaltaban la importancia de los programas integrales de entrenamiento, donde debían coexistir de forma armónica la fuerza y la resistencia, la falta de evidencias científicas sobre la primera y la abundancia de datos sobre la segunda hizo que hasta la primera mitad de la década de los 80 el entrenamiento de la fuerza no fuera aplicado de forma extensa en el ámbito del acondicionamiento físico en el tiempo de ocio. No ocurrió así en el ámbito de la rehabilitación, en el que gracias a los trabajos de DeLorme, Watkins y Zinovieff en la década de los 50 ya se había comenzado a incorporar como algo habitual, adoptándose rápidamente por el ámbito deportivo para maximizar el rendimiento de los atletas. Es en la segunda mitad de la década de los 80 cuando desde el ámbito biomédico se reconoce la importancia que el entrenamiento de la fuerza tiene para la salud, siendo un complemento perfecto para el entrenamiento aeróbico (Pollock et al., 2000). No obstante, no es hasta 1998 cuando el ACSM dentro de sus posicionamientos incluye de forma definitiva unos criterios metodológicos mínimos con los que crear programas saludables para el entrenamiento de la fuerza. Criterios que son tan exiguos que en el año 2002 deben ampliarlos y a pesar de esto el grupo de Carpinelli et al. (2004) los critica de forma feroz al considerar que existe una fundamentación científica insuficiente para muchos de sus postulados y, en una fecha próxima, el investigador principal del posicionamiento del ACSM de 2002 refuerza éste con un artículo mejor documentado (Kraemer y Ratamess, 2004). Por tanto, observando esta cronología de los hechos, se puede destacar que en la actualidad, respecto al estado actual de conocimientos sobre los criterios metodológicos para el entrenamiento saludable de la fuerza en sus diferentes manifestaciones y para diversos sectores e incluso géneros, existen lagunas que deben ser estudiadas de forma precisa e inmediata.

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

Si esta es la situación en la que se encuentran las prácticas de fuerza realizadas en el medio terrestre, aún es más desalentador el estado de la cuestión en el medio acuático, existiendo una clara falta de datos científicos sobre los criterios mínimos de frecuencia, intensidad, tipo y tiempo de práctica que deben seguir las propuestas para el entrenamiento en el medio acuático (Pöyhönen et al, 2001). Si bien existen bastantes conocimientos aplicados a los deportes acuáticos y a la rehabilitación, no ocurre lo mismo con lo que anteriormente se ha definido como fitness acuático.

De manera preliminar, y como anteriormente se planteaba, la primera pregunta que podría surgir es si los estilos de natación son un recurso adecuado para la mejora saludable de la fuerza. Para poder responder a tal cuestión debe contemplarse que la intensidad mínima de un entrenamiento de fuerza que pretenda tener efectos de desarrollo, por lo menos en los músculos poco o nada entrenados, debe estar próxima al 40% de la máxima contracción voluntaria isométrica (MCVI); por lo tanto aquellos ejercicios que se prescriben para tal propósito deben exceder como mínimo tal umbral (Zimmermann, 2004). Concretando, se puede destacar que Clarys (1988) realizó un estudio de la activación muscular en nadadores con el estilo crol a máxima velocidad.

Para esto registró 25 grupos musculares de todo el cuerpo, encontrando que sólo en dos de ellos se conseguía superar de forma clara una activación del 40% de la MCVI, y paradójicamente en músculos con carácter estabilizador y no dinámico, como fueron los flexores de los dedos y de la muñeca (43,10% de la MCVI) y la parte inferior de la musculatura abdominal (48,33% de la MCVI); esta última fue la que mayor activación tuvo de todos los grupos musculares. Cabri et al. (1988) analizaron de forma específica la activación de los músculos propulsores agonistas del estilo crol y encontraron que salvo a velocidad máxima, en la que el porcentaje respecto de la MCVI estaba próximo al $40\% \pm 3$, en el resto de velocidades (85 y 75% de la velocidad máxima) la activación oscilaba de manera mayoritaria entre el 30 y el 35% de la MCVI. Estos resultados están en la línea de los obtenidos por Bollens et al. (1988). Considerando que estos registros son para velocidades máximas y en nadadores con una buena técnica y experiencia en el nado, cabría esperar que personas no tan experimentadas que deseen mejorar saludablemente en el medio acuático su fuerza a través de desplazamientos continuados con este estilo no obtuviesen tales beneficios, y menos aún en grupos musculares que no intervengan de manera agonística. Por tanto, a esta altura de la exposición y en consonancia con los comentarios de apartados anteriores, se debe poner de manifiesto una situación contradictoria y equivocada en el ámbito de la prescripción del entrenamiento de fuerza orientado hacia la salud como es la de aconsejar los estilos de natación como recurso generalizado para mejorar la fuerza de todo tipo de ejercitante.

En referencia al acondicionamiento físico en el tiempo de ocio en el medio acuático que pretende mejorar la fuerza de sus practicantes, existen estudios que han evaluado las adaptaciones que se provocan en personas mayores, tanto en aspectos de aptitud funcional como de composición corporal, existiendo escasos estudios que se hayan centrado en poblaciones jóvenes y sin destacados problemas de salud. Debido a esto, los planteamientos metodológicos de partida se sustentan en especulaciones teóricas y en las evidentes semejanzas que tiene el empleo de otros materiales terrestres como son las gomas y las pesas, principalmente. Koury (1998) y Sova (2000) indican que se deben seguir los mismos criterios generales que para el entrenamiento con materiales terrestres. No obstante, la pregunta que podría surgir en este momento sería si el medio acuático, junto con los implementos (de flotación y de área) que en él se emplean, podría aportar un estímulo significativo para la mejora de la fuerza en sus diferentes manifestaciones y en diferentes sectores que no tengan patologías específicas.

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

Respecto a los materiales de flotación, cabe indicar que se sustentan en el principio de Arquímedes, que postula que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja. En este sentido podría parecer a primera vista que este tipo de material sí que puede proporcionar el estímulo adecuado para provocar las intensidades mínimas necesarias. Si bien puede ser cierto para poblaciones con poca fuerza general o local y para movimientos muy concretos, de manera generalizada no suelen aportar la suficiente resistencia para todos los segmentos poblacionales ni para todos los grupos musculares. Para personas bien acondicionadas, sería viable crear grandes materiales de flotación que a priori pudieran suponer un estímulo máximo para su ejercitación; no obstante, con dichos implementos sería casi imposible entrenar con normalidad, ya que la propia hipogravidez y la flotación harían que en la mayoría de ocasiones no existiera un punto fijo sobre el que el ejercitante pudiera apoyarse para generar la tensión muscular suficiente para hundir el objeto que tiende a mantenerse en flotación, aunque no se descarta este tipo de material, ya que correctamente aplicado a las necesidades de los ejercitantes y con movimientos adecuados sí que podría generar situaciones eficaces y, a su vez, aportar de manera relevante una satisfactoria variedad a la programación de entrenamiento. Por tanto, se debe seguir indagando en sus posibilidades reales de aplicación para el entrenamiento de la fuerza en poblaciones sanas y con cierto nivel de acondicionamiento de fuerza.

Respecto a los materiales de resistencia, se debe indicar que siempre que el ser humano produzca un movimiento en el medio acuático, su escasa hidrodinámica, o la del posible implemento que pueda sumergir, obligará a las moléculas de agua a fluir y circular alrededor del segmento u objeto, desviándolas de su trayectoria original. Esto provoca una interacción con dicho entorno que dificultará el movimiento (Selepak, 1999). Es desde este planteamiento desde el que siempre se ha proclamado que al moverse en el agua se convierte dicho medio en un excelente lugar para el desarrollo de la fuerza muscular, acentuándose el efecto con el uso de implementos (Sova, 1993; Darby y Yaeke, 2000, Sanders y Rippee, 2001). No obstante, se deben analizar dichas resistencias para saber si realmente pueden aportar de manera eficaz el estímulo que se busca para la mejora de la fuerza e, incluso, de la masa muscular.

Al desplazarse o al movilizar algún segmento corporal en el agua, el ejercitante encontrará tres tipos de resistencia (Reischle, 1993; Selepak, 1999). Una de ellas es la de oleaje o de cohesión. Ésta es una resistencia que se produce en los límites entre el aire y el agua. Resulta de la interacción del cuerpo o del objeto con las olas superficiales, por tanto aumentará también la intensidad del ejercicio, haciéndose más notoria en la zona poco profunda de la piscina. No obstante, se considera que su efecto leve y aislado no aportará el suficiente estímulo para conseguir intensidades que permitan hablar de entrenamiento al fallo muscular a partir de acciones musculares máximas. Otra resistencia que aparece ante el movimiento acuático es la de fricción, es decir, la resistencia producida por el contacto directo de las moléculas de agua con la superficie corporal y/o implemento (Koury, 1998). En consecuencia los movimientos serán más lentos y difíciles. Esta resistencia es idéntica alrededor de cualquier punto del cuerpo, es mayor en el agua del mar y disminuye ligeramente conforme aumenta la temperatura (Caldentey, 1999). El incremento de la resistencia será proporcionalmente mayor en relación con el área del objeto que debe "pasar" a través del agua (Selepak, 1999). No obstante, al igual que ocurría con la resistencia de oleaje o de cohesión, por sí sólo no aportará la suficiente resistencia para considerarla como caracterizadora de acciones musculares máximas que puedan llevar al máximo trabajo volitivo en cada una de las series.

La última resistencia a considerar es la de forma. Ésta aparece por la oposición creada por el agua al desplazarse hacia delante el ejercitante, manifestándose directamente frente a él

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

y en sus partes posteriores. Lo mismo ocurrirá si lo que se moviliza es un segmento corporal, con o sin implementos. Dicha resistencia se subdivide en dos: resistencia de forma frontal y resistencia de forma de succión.

Ahondando un poco más en esta última resistencia denominada de forma, se puede indicar que si el cuerpo humano tuviera forma de pez ofrecería poca resistencia en su interrelación con el agua, pero como es más ancho y además presenta superficies planas, obliga a que las moléculas de agua fluyan y circulen alrededor de él (extensible a cualquier objeto), desviándose su trayectoria original y creándose un flujo o movimiento turbulento que creará un efecto doble, de frenado (delante) y de succión (detrás), que resistirá al progreso del avance. La resistencia de forma frontal se basa en que cuanto más enérgicamente se ejecuten los movimientos dentro del agua, más resistencia a ellos encontrará el ejercitante, ya que el agua se opondrá debido a la creación de una zona de alta presión delante del ejercitante que es la que frenará directamente el movimiento. Esta oposición se fundamenta desde el tercer axioma de Newton, que postula que si una fuerza que actúa sobre un cuerpo tiene su origen en otro cuerpo, sobre éste actúa una fuerza contraria del mismo valor. Es decir, como mínimo en cada movimiento que se realice se debe desplazar un volumen de agua equivalente al desplazamiento generado (Koury, 1998). La resistencia de forma de succión actuará de manera diferente; ésta se produce por la creación de una baja presión inmediatamente detrás del ejercitante. Esta baja presión creada por las turbulencias originadas en la obstrucción de la circulación normal (laminar) de las moléculas del agua succionará hacia atrás del ejercitante y/o implemento.

Por lo tanto, y de manera conjunta, cuanta más fuerza aplique el ejercitante en su movimiento acuático más resistencia de forma frontal se opondrá a tal acción. Pero además debe considerarse que una mayor aplicación de fuerza en el movimiento generará una acción explosiva con movimientos más veloces, y justo en este momento en el que la rapidez de ejecución es mayor aparece otra ley física aplicable al medio acuático que postula que al aumentar la velocidad del movimiento aumenta de manera exponencial (al cuadrado) la resistencia de forma de succión que éste ofrece (Colwin, 1988; Reischle, 1993; Koury, 1998). En consecuencia, con movimientos acuáticos que se basen en la doble propiedad específica de resistencia al movimiento, se pueden generar tensiones musculares de gran relevancia que posibiliten acciones musculares anisométricas concéntricas que lleven a trabajos volitivos vinculados con el entrenamiento intenso de la fuerza.

Cuanto mayor sea el área del objeto o zona a mover y menor su colocación hidrodinámica, mayor será la oposición al movimiento de estas dos resistencias. Los mayores niveles de resistencia al movimiento se registran, normalmente, con ángulos de incidencia contra el agua de 90 grados. En el aprendizaje de los estilos de natación deportiva se enseñan exclusivamente posiciones hidrodinámicas para evitar las resistencias de forma, mientras que en las actividades de acondicionamiento físico, si bien para ciertas situaciones estos aspectos de mayor hidrodinámica pueden ser útiles, suele modificarse la posición corporal, la velocidad del movimiento, las palancas o incluso el material utilizado para conseguir a conveniencia una mayor o menor resistencia y por tanto una mayor o menor intensidad del ejercicio.

En función de los argumentos expuestos, y a partir de la lectura de diferentes clasificaciones sobre el equipamiento para el entrenamiento de la fuerza, se puede indicar que en el medio acuático aparece lo que se denomina una resistencia acomodada. Es decir, cuanta mayor fuerza aplica el ejercitante mayor resistencia ofrece el agua, pudiendo ser la velocidad del movimiento linealmente mayor con respecto a la fuerza aplicada. Esta visión de la resistencia del agua difiere de la creencia de que el agua tiene características isocinéticas,

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

cuando por el contrario sí que se pueden realizar movimientos con diferente aceleración a través de ella (Sánchez y Magaz, 1993). La ventaja que tiene esta resistencia acomodada es que favorece una “carga” de entrenamiento adecuada a cada punto del arco del recorrido articular (Selepak, 1999).

No obstante, aún se debe avanzar más en el análisis de la intensidad de las acciones musculares que se pueden llegar a crear basándose en la resistencia al movimiento acuático. Si se considera el primer axioma de Newton, se debe destacar que en los primeros momentos se debe romper la situación estancada del agua, aumentando por tanto la resistencia acuática en estos primeros momentos del movimiento. En consecuencia, el ejercitante debe aplicar un nivel mayor de fuerza en dicha fase del movimiento que posteriormente, una vez que esté lanzada la masa inerte del agua, se traducirá en una mayor velocidad del movimiento que aumentará las resistencias de forma. Parece ser que estas características de adaptación al movimiento a través del agua pueden provocar la activación de más unidades motoras (Reischle, 1993). No obstante, aquí podría aparecer de nuevo, paradójicamente, el primer axioma de Newton (principio de inercia), ya que una vez movilizada la masa del agua está tenderá a seguir su movimiento por sí sola (Caldentey, 1999). Es por esto por lo que en los movimientos de gimnasia acuática que pretenden aumentar la intensidad de los ejercicios, se incide continuamente en una realización activa del movimiento, aplicando en todo momento fuerza para seguir acelerando dicha masa de agua.

Es en este punto de la exposición en el que se debe considerar si es más conveniente realizar movimientos con características lineales o con características circulares. A este respecto, desde el ámbito de la natación deportiva se indica que los movimientos con características circulares, o movimientos en zig-zag, son los más idóneos puesto que permiten en todo momento que el nadador se pueda propulsar sobre aguas estancadas, es decir, los nadadores podrán generar de manera continua fuerzas de propulsión que provocarán fuerzas de avance a partir de movimientos muy veloces sobre masas de agua inertes (Colwin, 1988; Reischle, 1993). Esto les permitiría generar mayores niveles de acción-reacción y con esto propulsarse de manera más eficaz, ya que se buscaría que durante toda su acción propulsiva la extremidad empujara principalmente sobre puntos de agua estancados. Por el contrario, los movimientos lineales sólo aportarían un punto estable sobre el que poder generar la acción propulsiva en su primer estadio, ya que posteriormente esta agua seguiría su camino debido a la inercia provocada.

No obstante, desde esta argumentación se podría precisar la consideración de que debido a las características específicas de los movimientos gimnásticos en el agua para el entrenamiento de la fuerza, dicha masa de agua lanzada en la fase de ida del movimiento es la que posteriormente se debe vencer en la fase de vuelta, por tanto no sólo no se encontraría inerte sino que dicha masa de agua vendría con una aceleración que se opondría en colisión al movimiento y que se debería contrarrestar con una mayor producción de fuerza por parte del ejercitante, además de las turbulencias, con sus efectos de frenado, que se crearían al cambiar bruscamente el movimiento. Estos aspectos serán sumamente relevantes para mejorar la fuerza y la resistencia muscular (Koury, 1998; Caldentey, 1999).

Por tanto, aquí queda abierta la puerta para futuros estudios en los que se valore si es más oportuno realizar movimientos lineales o curvilíneos de cara a obtener una mayor intensidad en los ejercicios gimnásticos orientados al entrenamiento de la fuerza en el medio acuático. Existe la posibilidad de combinar ambos tipos de movimiento, su empleo prioritario podría venir marcado por el nivel basal de fuerza del sujeto, el tipo de material que se emplee y las técnicas adicionales de sobrecarga que se puedan emplear. No obstante, ante la posibilidad de realizar movimientos curvilíneos como se realizan en los estilos de natación,

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

debe apuntarse que muchos de los ejercicios gimnásticos no tienen recorridos tan amplios sobre los que poder variar las direcciones de aplicación de la fuerza, y que además tal variación podría cambiar la implicación muscular en el movimiento, aspecto no deseado la mayoría de las veces ante un ejercicio localizado de fuerza.

Si bien este postulado teórico es aceptado por una amplia mayoría de profesionales, la cuestión clave y que realmente en ciertas ocasiones ha frenado la aplicación de los programas de fuerza en el medio acuático es la cuantificación de la resistencia del movimiento y por tanto su posible aplicación sobre el principio de sobrecarga progresiva. Hasta la fecha, no han existido propuestas rigurosas que orienten al profesional para controlar la resistencia al movimiento acuático de tal manera que pueda diseñar de forma objetiva y creciente la intensidad de sus programaciones. Este aspecto es una clara limitación a la hora de seguir este tipo de entrenamiento. Desde las argumentaciones expuestas en puntos precedentes, se sabe que para un mismo ejercicio e implemento de resistencia, aquellos ejercitantes que puedan generar una mayor velocidad en su movimiento acuático obtendrán una mayor resistencia del agua. Por tanto, para el mismo ejercicio y tamaño del material de resistencia, una mayor velocidad vendrá provocada a su vez por la capacidad del ejercitante para poder generar unos mayores niveles de fuerza. Siguiendo esta argumentación, conforme el mismo ejercitante vaya mejorando su fuerza obtendrá una mayor resistencia del agua, siempre que su ejecución sea a la máxima velocidad que pueda generar con ese nuevo estado de forma física.

No obstante, como se indicó con anterioridad, para que el entrenamiento de musculación sea eficaz hay que acotarlo a unas repeticiones por serie que garanticen un trabajo adecuado en función de la intensidad buscada. Por tanto, llegados a este punto cabe preguntarse qué requisitos orientativos se pueden tener para que a corto plazo se controle y cuantifique la idoneidad de cada una de las series realizadas e incluso se pueda hacer a medio y largo plazo, puesto que existe la posibilidad de que simplemente bajando la energía de ejecución, es decir, la velocidad del movimiento, pueda bajar inmediatamente la resistencia que el agua aporta.

Según trabajos anteriores (Colado, 2004), y creando una analogía aplicada a planteamientos del entrenamiento en seco, es como si en una repetición de una serie de un ejercicio determinado de repente los kilogramos que el ejercitante emplea pesaran menos, o que el ejercitante al notarse fatigado por las repeticiones pudiera quitarse peso para llegar de manera “más holgada” a las repeticiones preestablecidas. Incluso planteando el problema de manera más general, se puede preguntar qué pasaría si los discos y barras empleados tuvieran volúmenes y densidades diferentes, no tuvieran la cuantificación en kilogramos de la carga que representan y después de cada serie dichos volúmenes y densidades sufrieran una metamorfosis que los hiciera irreconocibles para el ejercitante. Sin ánimo de aportar ideas extravagantes, con este ejemplo se pretende ilustrar la dificultad de la cuantificación de la resistencia en el medio acuático, ya que hay que considerar que el ejercitante en las series de un mismo ejercicio, e incluso dentro de cada serie, y por ende en cada uno de sus entrenamientos, puede cambiar por diversas causas la velocidad del movimiento, modificándose así de manera inmediata la intensidad con la que entrena. Evidentemente esto dificultaría el control del entrenamiento y posiblemente llevaría a situaciones de entrenamiento ineficaces.

Una primera solución que se puede aportar para controlar la intensidad en el agua es la de utilizar como referencia la orientación de la escala del esfuerzo percibido. La percepción del esfuerzo del entrenamiento (Borg, 1982) es un aspecto que cada vez se utiliza más en el entrenamiento de fuerza, y que desde hace tiempo es usual en el de resistencia. Diversos investigadores (Herrick y Stone, 1996; McLester y cols., 2000) la han utilizado en seco como

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

medio para que los ejercitantes lleven un mejor control de la intensidad de los entrenamientos y como medio para valorar la cercanía o llegada del fallo muscular, importante tanto para las sesiones de entrenamiento como para las de valoración de la programación.

La escala que se suele utilizar es la Escala Revisada del Esfuerzo Percibido (EREP), propuesta por ACSM (1999) del trabajo de Noble et al., o también una más reciente como la de Robertson et al. (2003). Éstas, a diferencia de la escala de 6 a 20, además de ser sensibles al aumento del VO_2 y de la frecuencia cardiaca, también tienen en cuenta las respuestas de ácido láctico en sangre y de la ventilación. No obstante, Herrick y Stone (1996) indican que antes de comenzar a entrenar con este sistema de referencia para el control de la intensidad, se debe realizar alguna sesión de familiarización con dicho método. La percepción que estos autores han indicado como ideal para entrenamientos de fuerza ha sido la comprendida entre duro y muy duro (de 0 a 10 entre 5 y 9), es decir, en las últimas repeticiones de cada serie tienen que notar dicha sensación que será de mayor o menor cuantía en función del nivel y objetivos de los ejercitantes. Por tanto, y en líneas generales, el empleo de la EREP consiste en hacer un número determinado de repeticiones en las que el ejercitante deberá ajustar la energía con la que realizará cada movimiento. De hecho, en el entrenamiento en seco la percepción del ejercitante se tiene presente desde hace tiempo, ya que con este criterio cualitativo no sería necesario el conocimiento del tanto por ciento de 1 RM (González y Gorostiaga, 1995), permitiendo, a su vez, una mejor adaptación a las situaciones personales de cada sesión.

Sin embargo esta solución no satisface la necesidad del entrenador/profesor de cuantificar de alguna manera tangible la intensidad de la resistencia, ya que en su aplicación pueden surgir sesgos que la hagan muy variable y subjetiva. Por tanto, tal recurso no podrá constituir la base sólida de una programación bien diseñada a medio y largo plazo. Es por esto por lo que desde aquí se hace una propuesta que engloba todas las explicaciones hasta ahora desarrolladas. Es decir, el control de la velocidad del movimiento, el tamaño del implemento de resistencia, la longitud de la palanca, el hidrodinamismo del movimiento y la percepción del esfuerzo.

Por tanto, se propone que los ejercitantes de manera basal deberán realizar la ejecución de los movimientos a una velocidad que vendrá determinada por una cadencia de pulsos por minuto. Este ritmo se puede presentar a través de un sonido marcado por un metrónomo y grabado en una cinta o por unas piezas musicales (con unos pulsos determinados por minuto). Aquellos ejercitantes que perciban que para un determinado ritmo de movimiento no consiguen en la serie generar suficiente resistencia del agua para llegar a la intensidad prescrita con las repeticiones prefijadas, deberán utilizar implementos que aumenten su área de contacto con el agua. El área de dicho implemento será la justa para conseguir el objetivo marcado en la siguiente serie. Según siga mejorando, el ejercitante utilizará progresivamente implementos de más área. En consecuencia, si el ritmo del movimiento se mantiene constante pero aumenta el área de resistencia, esto provocará la necesidad de generar un nivel mayor de fuerza para poder mantener la cadencia de dicho ritmo de movimiento, aumentando la intensidad del ejercicio realizado (Caldentey, 1999).

Otra opción para aumentar la resistencia que ofrece el agua sin necesidad de aumentar el área es aumentar la cadencia rítmica por minuto. Esta solución evita tener que adquirir continuamente nuevos materiales conforme se mejora la fuerza, ya que en ciertas ocasiones esto no es posible. En este sentido, cuando el ejercitante percibe que no consigue llegar al fallo muscular o a la intensidad volitiva prescrita a un ritmo determinado, a pesar de que aumentó el área de resistencia, se le puede proporcionar de manera cómoda y poco costosa una grabación con una cadencia por minuto más rápida. En este caso, el ejercitante probará la

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

nueva cadencia sin material que aumente el área y en el caso de que perciba que no consigue trabajar correctamente en el intervalo prefijado de repeticiones podrá aumentar nuevamente el área con el implemento anteriormente empleado hasta percibir que ha obtenido la intensidad adecuada de entrenamiento. Por tanto, independientemente de la opción elegida, se tendrá un criterio objetivo con el que cuantificar el aumento progresivo de la carga, que vendrá marcado por la cadencia rítmica por minuto que se proponga y por los implementos de área que se utilizan con dicha cadencia.

La cadencia rítmica controlada aportará orden y proporción, permitiendo cuantificar el entrenamiento y determinar el ritmo de las acciones motrices propuestas. En esta línea, González (1991) ya proponía que la mejor forma de cuantificar la carga del entrenamiento, además de considerar los kilogramos, es controlando la velocidad de ejecución con ellos, puesto que de esta forma se tendrá un criterio objetivo con el que valorar la calidad de los movimientos y la intensidad de los estímulos que se pretende provocar. Desde el momento que se puede controlar de manera objetiva la resistencia al movimiento acuático, se podrá aplicar un control momentáneo y progresivo de las “cargas” del entrenamiento, entendiendo por cargas la oposición al movimiento que produce el agua.

No obstante, como se ha indicado, además de controlar estos criterios también habrá que observar el tamaño de los implementos, la longitud de las palancas y el hidrodinamismo del movimiento. En el momento que no se pueda mantener el ritmo de ejecución, sin variar la posición y/o implementos del movimiento, será cuando ya no se estén produciendo unas acciones musculares adecuadas para el estímulo que se quiere alcanzar. Si se considera adecuado que el número ideal de repeticiones por serie es aquel que permite realizar un número predeterminado en función del estímulo que se quiera provocar, no teniendo en cuenta el porcentaje de carga con el que se trabaja, es precisamente este aspecto el que se destaca para el medio acuático con la propuesta aquí expuesta.

González (1996) ya indicaba que determinar la intensidad de un ejercicio por repeticiones por serie tiene una base científica y que es un sistema útil, práctico y muy apropiado independientemente del nivel físico que se posea, teniendo en cuenta que la hipertrofia conseguida va a depender del total de proteínas degradadas durante el entrenamiento y éste dependerá de la tensión muscular que deba generarse y de las repeticiones realizadas con ella. Para conseguir que esta tasa sea elevada se debe emplear la máxima resistencia con la que se pueda realizar las repeticiones prefijadas (Zatsiorsky, 1992; Tous, 1999), siendo necesario percibir que con este número de repeticiones se llega al fallo muscular en cada serie o se queda cerca con esfuerzos submáximos y una menor recuperación entre series, aunque la aplicación concreta se hará en función del sector de aplicación y de sus objetivos.

2.3. Evidencias científicas sobre los efectos y las respuestas fisiológicas del entrenamiento acuático de la fuerza

Los estudios sobre los efectos que provoca el entrenamiento de la fuerza en el medio acuático son relativamente recientes; se puede indicar que es a partir de los últimos años de la década de los 90 cuando empiezan a aparecer de forma más frecuente y consistente en la literatura científica. En su estadio inicial casi siempre se centraban en poblaciones con patologías de diversa índole y sobre sus beneficios en las personas mayores. Actualmente comienzan a intuirse tres claras vías de actuación, una hacia la aplicación al rendimiento deportivo en lo concerniente a la mejora del salto vertical, otra hacia los efectos que provoca en poblaciones sanas, jóvenes y físicamente activas y otra hacia el desarrollo de un cuerpo de

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

criterios metodológicos concretos y la creación de nuevos materiales específicos para dicho tipo de entrenamiento. A continuación se procede a realizar un breve análisis de algunos de los estudios más relevantes, e incluso únicos, que existen en las tres vías expuestas.

2.3.1 *El entrenamiento de la fuerza en poblaciones especiales*

En orden cronológico se puede destacar el estudio de Bravo et al. (1997). En él aplicaron un programa acuático para el entrenamiento de la fuerza a 77 mujeres osteopénicas de entre 50 y 70 años y durante 12 meses a razón de tres sesiones semanales de una hora. En dicho programa aplicaron cuatro series con el agua a la altura de la cintura de multisaltos en el sitio, hacia delante, atrás y laterales, estando claramente definidos en cuanto a intensidad, duración y progresión a lo largo del periodo de entrenamiento. En los tiempos de recuperación entre series realizaban 6 ejercicios específicos para el entrenamiento de la fuerza de las extremidades superiores y de la región pélvica, acumulando en total para cada ejercicio 3 series de 15 a 20 repeticiones. Lo destacable de este estudio es que a pesar de que no describen la características de los implementos utilizados para el entrenamiento de la fuerza, ni indican los criterios de aplicación para controlar la intensidad de dichos ejercicios, la progresión y las variantes que necesariamente se deben seguir para programas tan extensos como el aquí evaluado, el simple hecho de entrenar contra la resistencia del agua les aportó una mejora en los músculos flexores de los brazos.

Takeshima et al. (2002) realizaron un estudio en el que durante 12 semanas, a razón de tres sesiones semanales de 70 minutos, aplicaron una programación integral de entrenamiento acuático en mujeres de entre 60 y 75. En lo concerniente al trabajo de la fuerza, destinaron al mismo 10 minutos, durante los cuales hacían una serie para un total de 8 ejercicios que intentaban incidir sobre todo el cuerpo, empleando materiales de resistencia. En este caso como criterio para el control de la intensidad pidieron a las participantes que aplicaran la mayor “rapidez” de ejecución en cada uno de los movimientos de cada uno de los ejercicios. Con este programa de entrenamiento obtuvieron mejoras en la fuerza de los brazos, las piernas y la musculatura retrosomática. Respecto a esta última, indican que su fuerza no mejoró tanto como la de los brazos y piernas, concluyendo que esto podía ser debido a que la hipogravidez inhibió la participación de la musculatura raquídea.

No obstante, es extraño este análisis de los datos si se considera que en el programa de entrenamiento no utilizaron ejercicios específicos para mejorar la fuerza de estos grupos musculares y a pesar de este aspecto crucial encontraron mejoras significativas. Por otro lado, también indicaron que la fuerza de la musculatura flexora del tronco no mejoró, esgrimiendo que esto pudo deberse a la dificultad que existe para mejorar dichos músculos sin sumergir la cabeza. Esta interpretación de los resultados también es inconsistente si se considera que el ejercicio que se empleó para acondicionar tal zona fue el de rotaciones de tronco y el que se empleó para evaluar fue el de flexiones de tronco, siendo distintos tanto el movimiento como la involucración agonística.

Como se puede apreciar, la aplicación de ejercicios de fuerza en mujeres mayores aporta unas claras adaptaciones, pero se pone de manifiesto con este tipo de estudios que la comunidad científica aún no termina de aplicar y de conocer los criterios específicos de actuación para el desarrollo de programas para el entrenamiento de la fuerza.

2.3.2 *El entrenamiento de la fuerza en poblaciones jóvenes y físicamente activas*

Un avance notorio es el que aportan los trabajos de Pöyhönen et al. (2002). Realmente este grupo de trabajo es el más prolijo respecto al entrenamiento acuático de la fuerza y el que más rigurosidad está demostrando en sus investigaciones. En el estudio que aquí se analiza,

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

aplicaron un programa periodizado de entrenamiento consistente en un bloque de entrenamiento de 10 semanas dividido en varios ciclos. Dicho programa acuático para el entrenamiento de la resistencia a la fuerza de las extremidades inferiores lo concretaron en mujeres sanas y físicamente activas, con una edad media de 34 años. Los ejercicios que utilizaron fueron patadas frontales, sentadas y de pie, y grandes patadas frontales. En la periodización establecida pasaban de 2 sesiones/semana, 2 series/sesión, 20-25 repeticiones/serie, 30 segundos de recuperación/serie y una bota de resistencia pequeña hasta 3 sesiones/semana, 3 series/sesión, 12-15 repeticiones/serie, 50 segundos de recuperación/serie y una bota de resistencia grande. En cada una de las series se animaba a las ejercitantes a realizar cada una de las repeticiones a la máxima velocidad posible para poder completar la serie. Con dicho programa se produjo un aumento de la masa muscular y de la fuerza de los grupos musculares entrenados.

Otro estudio, con un mayor grado de desarrollo en cuanto a la aplicación de principios metodológicos con los que concretar el programa acuático de entrenamiento, fue el de Colado (2003). El estudio duró 8 semanas durante las cuales el grupo experimental de sujetos jóvenes, sanos y físicamente activos siguió un programa acuático de musculación con las siguientes características: un primer ciclo de 3 semanas con 8 ejercicios realizados hasta llegar al fallo muscular y para un total de 8-12 repeticiones, 3 series y 1 minuto y 30 segundos de pausa; aplicándose con una frecuencia de 3 sesiones a la semana y con una recuperación mínima de 48 horas entre ellas. El segundo (3 semanas) y tercer ciclo (2 semanas) tuvieron características similares, salvo que en el segundo se empleó la técnica de sobrecarga de superseries y en el tercero la de triserias. Los materiales con los que se desarrolló el programa fueron: guantes de membrana de silicona, tablas de natación, aletas cortas, flotadores tubulares y piezas rítmicas de edición propia que delimitaban la velocidad de ejecución para cada uno de los ejercicios de entrenamiento, sirviendo su modificación como criterio para el aumento o disminución de la resistencia empleada. El grupo de control se limitó a seguir con su vida corriente evitando cualquier práctica que pudiera interferir con el objeto de estudio.

Las variables dependientes evaluadas fueron: peso, estatura, porcentaje de grasa corporal, masa magra y grasa, perímetros corporales, fuerza máxima dinámica de las extremidades superiores y el tronco superior, resistencia a la fuerza de la musculatura abdominal y fuerza explosiva de las extremidades inferiores. Como aspectos más relevantes de los resultados del estudio, se puede destacar que se produjo un aumento significativo en las siguientes variables: masa magra, perímetros de los brazos, perímetro de la cadera y fuerza máxima de las extremidades superiores y tronco superior en los ejercicios de press banca horizontal y remo vertical. Además hubo una disminución significativa en la grasa abdominal y de manera significativa a nivel intragrupal hubo una tendencia a disminuir la masa grasa global y los milímetros de grasa de la zona pectoral, junto con una tendencia a aumentar la fuerza máxima dinámica en los ejercicios de elevación lateral y remo inclinado. También se experimentó una correlación positiva entre el aumento del peso y la disminución de la masa grasa corporal.

En dicho trabajo se concluyó:

- (1) Sí es posible el entrenamiento de la fuerza en el medio acuático orientado a la hipertrofia muscular con adultos sanos y físicamente activos.
- (2) El programa provocó una disminución saludable de la grasa corporal global y localizada y mejoró la apariencia física de sus ejercitantes.
- (3) Dicha hipertrofia se vio acompañada por un aumento de la fuerza máxima dinámica de los grupos musculares entrenados.

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

- (4) Se pudo contrastar una metodología eficaz en el medio acuático para aumentar la masa muscular.
- (5) Se aportó una alternativa, o un complemento, al entrenamiento de la fuerza en seco, demostrándose que puede ser un método objetivo con el que plantear incrementos cuantificables de la resistencia al movimiento acuático. No obstante, la mayoría de adaptaciones se produjeron en el tronco y extremidades superiores a diferencia del estudio anteriormente citado de Pöyhönen et al. (2002).

En lo referente al entrenamiento de la fuerza en el medio acuático como medio para la mejora del rendimiento deportivo se pueden destacar varios estudios que se han centrado en la mejora de parámetros de rendimiento relacionados con el salto vertical. Miller et al. (2002) analizaron durante 8 semanas, a razón de dos sesiones semanales, los efectos que ejercía un programa de pliometría aplicado en tierra (sobre superficie absorbente de impactos) y en agua (altura de inmersión hasta la cintura) sobre 40 sujetos no deportistas y de diverso nivel de condición física. La conclusión más reseñable del estudio fue que el entrenamiento acuático de pliometría puede aumentar el rendimiento de manera similar a los programas aplicados en el medio terrestre. Dos años más tarde el grupo de Robinson et al. (2004) comparó los efectos de un entrenamiento de pliometría en tierra y en el agua también sobre parámetros de rendimiento relacionados con el entrenamiento del salto vertical. En su estudio emplearon a 32 mujeres de 20 años de edad, sanas y físicamente activas. El período de entrenamiento fue de 8 semanas con 3 sesiones por semana. De dicho estudio se puede destacar que ambos grupos registraron el mismo aumento en cada uno de los indicadores de rendimiento y, como aspecto altamente positivo, encontraron que el grupo de agua registró menor dolor muscular.

Estos estudios posiblemente sean los primeros de otros muchos que en breve se realicen e intenten corroborar de forma definitiva si el medio acuático, además de propiciar un entorno de entrenamiento seguro, puede aportar a su vez la suficiente resistencia con la que mejorar aspectos más propios del rendimiento deportivo, al igual que ya se está demostrando con la aptitud física vinculada al acondicionamiento físico en el tiempo de ocio.

2.3.3 Respuestas fisiológicas al entrenamiento acuático de la fuerza

Si bien los estudios de casos con carácter interpretativo, como son algunos de los que a continuación se van a indicar, no suelen conducir como regla general a resultados representativos, sí que suelen ser adecuados para comenzar a plantear hipótesis, corroborar aspectos metodológicos y, en definitiva, servir de base para el debate y el desarrollo de otros estudios de mayor envergadura (Thomas y Nelson, 2001; Heinemann, 2003).

A) Activación electromiográfica ante los ejercicios acuáticos de fuerza

Una forma precisa de poder estudiar, controlar y evaluar la función y respuesta muscular a determinados estímulos y movimientos es a través de la electromiografía kinesiológica (Soderberg y Knutson, 2000). Su grado de fiabilidad para determinar un diagnóstico preciso de la función muscular y su grado de reproducibilidad es muy alto (Garcés et al., 2001). A partir de los datos con ella obtenidos se podrían realizar prescripciones de ejercicios de fuerza totalmente rigurosas y seguras (Hintermeister et al., 1998). Por este motivo algunos autores han recurrido a esta técnica para poder comparar diversos aspectos de la respuesta muscular ante ejercicios de fuerza en el medio acuático respecto a la obtenida con sus homónimos en el medio terrestre. Al respecto no existen demasiados estudios (Masumoto et al., 2004); entre ellos destacan el análisis de Fujisawa et al. (1998) sobre la respuesta muscular ante acciones isométricas de flexión y abducción de hombro en diferentes grados de amplitud, el de Kelly et al. (2000) que realizó un estudio

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

similar pero ante acciones dinámicas de abducción a diferentes velocidades y los de Pöyhönen et al. (1999 y 2001) que analizaron la respuesta generada por los extensores y flexores de rodilla ante acciones musculares isométricas y ante diferentes velocidades de movimiento, respectivamente.

Sin embargo, y contrastando con lo expuesto, el empleo de la electromiografía para analizar diversos movimientos acuáticos con carácter deportivo es algo habitual desde las tres últimas décadas. Entre una amplia variedad, existen estudios realizados como los de Clarys et al. (1992) que han investigado el gesto técnico del lanzamiento en water polo, los de Zinzen et al. (1992) que han estudiado la acción de las extremidades superiores mientras se realiza un gesto técnico con las piernas en flotación dorsal en natación sincronizada, los anteriormente citados de Clarys (1988), Bollens et al. (1988), Cabri et al. (1988) y Miyashita (1997), que identificaron la involucración y orden de participación muscular en los diferentes estilos natatorios para diferentes velocidades y cómo repercuten diferentes métodos de entrenamiento resistidos propios de la natación sobre dicha respuesta muscular, e incluso los de Pink et al. (1991) y Scovazzo et al. (1991), que han estudiado la respuesta de los grupos musculares del hombro sano y enfermo en el estilo crol.

Paradójicamente, y según lo indicado, son relativamente escasos los estudios electromiográficos en el medio acuático que hayan analizado la respuesta muscular ante ejercicios tan habituales como los de la gimnasia acuática orientada al acondicionamiento muscular. Este aspecto será de gran relevancia, puesto que, como reiteradamente se resalta en este capítulo, es necesario controlar que las prácticas de acondicionamiento muscular que realiza la población en su tiempo de ocio sean tanto seguras como eficaces; más aún cuando están recomendadas y dirigidas por diversos profesionales del área de la salud y de la actividad física.

De manera concreta, Colado et al. (2005) realizaron un estudio de casos con carácter interpretativo, en el que se evaluaba con electromiografía de superficie si para el desarrollo de la fuerza era suficiente la activación muscular que se obtiene con el estilo crol a máxima velocidad y, particularmente, sobre un grupo muscular sinergista como es el deltoides posterior. Además, en este estudio compararon las activaciones musculares obtenidas mediante el entrenamiento localizado de la fuerza a partir del movimiento de abducción horizontal de la articulación escápulo-humeral con banda elástica en el medio terrestre y con *hydro-tone bells* o cajas de resistencia en el medio acuático. De los datos obtenidos en el estudio se puede destacar que la activación media sobre el músculo deltoides en sus fascículos posteriores provocada por el desplazamiento a máxima velocidad con el estilo crol era insuficiente para generar un desarrollo local de dicha cualidad, ya que el registro obtenido indicaba que la activación media conseguida era muy pobre, al igual que han obtenido otros estudios para sujetos con las mismas características, como por ejemplo el de Clarys (1988), que tanto en nadadores de competición como en aficionados no se alcanzaba el umbral mínimo para provocar adaptaciones para la fuerza.

Por tanto, en función de las evidencias encontradas, el grupo de trabajo del Dr. Colado concluye indicando que prescribir ejercicios para mejorar la fuerza muscular basados en los estilos de natación es un error, ya que en personas sanas no se consiguen niveles de activación suficientes para provocar las adaptaciones pretendidas en los músculos agonistas ni en los sinergistas, como puede ser el caso del grupo muscular que ellos evaluaron. Por otro lado, añaden que no todos los grupos musculares se ven ejercitados con el nado de un estilo (Miyashita, 1997), de tal forma que esta limitación obligará a que los practicantes dominen como mínimo varios estilos para activar, aunque sea de manera insuficiente, un mayor número de grupos y con esto que el mínimo estímulo creado por el entrenamiento se reparta

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

por la mayoría de articulaciones, indicando que es por esto por lo que se deben buscar y proponer otro tipo de actividades acuáticas que cumplan la doble misión de alcanzar inicialmente un umbral óptimo de trabajo para el desarrollo de la fuerza, independientemente del nivel de aptitud física del ejercitante, y que además con pocos y fáciles movimientos se puedan crear adaptaciones en los grupos musculares más importantes.

Colado et al. (2005), indican que los nuevos programas acuáticos de musculación presentan preliminarmente ambas ventajas, destacando sus estudios existentes en varones sanos, jóvenes y físicamente activos, como el de Colado y Llana (2003) y el citado anteriormente de Colado (2003). En dichos trabajos comprobaron, respectivamente, la eficacia y seguridad de algunas de estas actividades con un estudio de fotogrametría y vídeo o, en el segundo caso, las adaptaciones inducidas sobre la masa muscular y la fuerza máxima dinámica.

Según el Dr. Colado, este tipo de programas que se basan en la realización enérgica y controlada de movimientos con materiales de área que aumenten tanto la resistencia de forma frontal como de succión, tienen como beneficios los siguientes: a) la mínima activación muscular con carácter excéntrico, disminuyéndose el riesgo de lesiones, sobrecargas musculares y la inflamación muscular de origen retardado; b) menor duración de las sesiones, ya que en un ejercicio se ejercitan agonistas y antagonistas, de tal forma que con sólo 4 ejercicios se pueden entrenar la mayoría de grupos musculares; c) son actividades que requieren poca exigencia psicomotriz para su realización y también permiten entrenarse a todas las personas independientemente de su nivel de competencia motriz acuática. Además, la cabeza permanece fuera del agua, con lo que se ve facilitada la componente lúdica y social, tan importante desde este tipo de propuestas.

Por tanto, como aspecto altamente reseñable se puede destacar que los datos encontrados sugieren que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el estímulo que aporta el empleo de ejercicios calisténicos terrestres y acuáticos para el entrenamiento de la fuerza, siempre que la ejecución y las orientaciones metodológicas sean las adecuadas. En la línea de los hallazgos encontrados en este estudio existen otros con registros electromiográficos, que también se fundamentan en ejercicios calisténicos de aquagym destinados a la mejora de la fuerza de manera dinámica, como el de Pöyhönen et al. (1999 y 2001) para los músculos flexo-extensores de la rodilla y de manera específica el de Kelly et al. (2000) para los músculos abductores del hombro. Incluso ambos autores comparan sus resultados con los obtenidos de manera equivalente con movimientos terrestres, al igual que se hace en el estudio de Colado et al. (2005). Kelly et al. (2000) realizaron un estudio en el que se evaluaba la activación muscular dinámica de diversos músculos abductores de la articulación escápulo-humeral tanto en el medio terrestre como en el acuático. Como conclusión relevante de dicho estudio se puede destacar que conforme aumenta la velocidad del movimiento se asemeja la activación muscular conseguida en el agua a la terrestre, a diferencia de velocidades bajas. Es decir, no existieron diferencias estadísticamente significativas al emplear como efecto creador del estímulo la gravedad y el agua, e incluso la media intragrupo de activación muscular en el agua fue más alta que la obtenida en tierra. No obstante, el nivel de activación conseguido con la abducción acuática fue insuficiente para provocar adaptaciones en poblaciones sanas ya que no se alcanzaban los valores del 30-40% anteriormente comentados; esto se debió a la no utilización de un material de área que aumentara lo suficiente la resistencia de forma que se producía ante el movimiento acuático. En esta línea, Pöyhönen (2002) y Pöyhönen et al. (2002) demostraron que con un material de área suficientemente grande y una gran velocidad de movimiento se podía conseguir una

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

activación muscular similar en los flexores de rodilla ante una ejercitación máxima con una máquina isocinética y otra realizada con botas de resistencia en el medio acuático.

De forma interesante, en el estudio de Colado et al. (2005), al comparar la serie realizada entre la abducción horizontal con goma y la abertura horizontal acuática (AHA) con *hydro-tone bells* o cajas de resistencia, se pudo apreciar que en la segunda repetición, momento en el que el ejercitante recibía la contracorriente creada con el movimiento de aducción horizontal previo, el estímulo de trabajo era similar hasta la repetición número 12, momento en el que aparecía la fatiga y, dada la dificultad acuática para estabilizar de forma correcta el cuerpo en general y el raquis en particular, el deterioro de la técnica se hacía manifiesto alterándose también de manera notoria la velocidad de las acciones; siendo posiblemente éste el motivo por el cual aparecían diferencias de activación muscular a partir de ese momento. No obstante, es reseñable que durante toda la serie la diferencia en estimulación respecto del estilo crol fue estadísticamente muy significativa y que el umbral alcanzado con la AHA fue el adecuado para provocar adaptaciones de la fuerza, tanto de carácter neural como estructural y metabólico.

Recientemente, el grupo de investigación del Dr. Colado comparó la activación muscular de dos ejercicios realizados en el medio terrestre utilizando unas poleas y su equivalente en el medio acuático con cajas de resistencia o *hydro-tone bells*. Los grupos musculares que se evaluaron fueron el pectoral mayor (zona esternocostal), deltoides (fascículos posteriores), recto anterior del abdomen, erector espinal de la zona lumbar y oblicuo externo. Los sujetos del estudio fueron seleccionados de conveniencia, fueron hombres jóvenes, sanos, sin dolencias osteomusculares, con amplia experiencia en el entrenamiento de musculación y con un nivel de aptitud física elevado. Se les determinó de manera previa su fuerza isométrica máxima (MCVI) en cada uno de los grupos musculares analizados, así como la resistencia en kilogramos que debían utilizar en los ejercicios de abertura horizontal (aducción horizontal de la articulación glenohumeral) de pie y con poleas y en el de pájaro de pie con poleas altas (abducción horizontal de la articulación glenohumeral), así como se identificó una velocidad media percibida que les permitiera ejercitarse en el medio acuático con la cajas de resistencia y reproduciendo el mismo movimiento de la articulación del hombro que se había realizado en tierra. Tanto los kilogramos como la velocidad les permitían realizar con una técnica correcta una serie de 15 repeticiones con un margen de ± 2 repeticiones a partir de una percepción del esfuerzo de 9-10 (Robertson et al., 2003). Tras realizar los pertinentes descansos, la colocación exacta del instrumental y un calentamiento protocolizado, los sujetos fueron evaluados.

Las conclusiones más relevantes que pudieron obtenerse de este estudio fueron las siguientes. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la activación muscular conseguida con los ejercicios realizados en tierra respecto al realizado en el medio acuático (en él existía una actuación alternativa de los agonistas y antagonistas) y dicha activación siempre estuvo en unos niveles que permiten conseguir adaptaciones de fuerza y de masa muscular, incluso, en este caso, para sujetos con una aptitud de la fuerza excelente. Además la activación de la musculatura retrosomática fue significativamente superior en el medio acuático, incluso acentuándose aún más la diferencia cuando en una segunda evaluación se les lanzaba corrientes de agua a los ejercitantes. Esta última conclusión confirma que aunque los músculos del tronco evaluados no eran músculos estabilizadores de orden primario se vieron obligados a actuar debido a la alta exigencia que demanda la ejecución técnicamente correcta en el agua. Este aspecto es muy positivo pero también exige un buen nivel de técnica y de preparación física y psicológica de los ejercitantes.

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

B) Respuesta cardiaca y metabólica ante los ejercicios acuáticos de fuerza

Colado et al. (2005 b) compararon la respuesta fisiológica a través de la frecuencia cardiaca y la concentración de ácido láctico post-esfuerzo obtenida tras la realización de un ejercicio de resistencia a la fuerza de abducción horizontal (AH) de la articulación del hombro realizado con diferentes materiales. Para esto realizaron un estudio de casos con carácter interpretativo con jóvenes de edades entre 25 y 29 años con experiencia en el entrenamiento de la fuerza. Realizaron el mismo ejercicio de AH en agua con *hydro-tone bells* y en tierra con una banda elástica. Previamente, para igualar la resistencia, delimitaron una cadencia rítmica en agua y en tierra, así como la amplitud del agarre de la goma hasta alcanzar la fatiga muscular con 25 repeticiones (RPE de 9-10 con OMNI-RES).

De la revisión bibliográfica efectuada por el grupo del Dr. Colado destaca que existen evidencias considerables que avalan y corroboran el papel que las concentraciones de ácido láctico en sangre tienen como mecanismo que permite determinar los niveles de esfuerzo durante un ejercicio dinámico. Por tanto, dichos niveles tienen una clara relación con el esfuerzo realizado, ya que reflejan directamente la intensidad obtenida mediante estas actividades (Lagally et al., 2001). Dado que los ejercicios de resistencia a la fuerza son típicos esfuerzos anaeróbicos, el papel desempeñado por el ácido láctico será un posible mecanismo fisiológico que puede estar altamente relacionado con la intensidad del esfuerzo, puesto que el metabolismo anaeróbico es el principal medio de aporte energético para este tipo de entrenamientos. No obstante, cabe destacar que en el campo del entrenamiento de la fuerza el medio acuático se presenta como un elemento por descubrir y, más aún, en lo concerniente a las respuestas metabólicas y cardíacas que conlleva, ya que las pocas evidencias científicas que se presentan al respecto provienen exclusivamente de la vía aeróbica. En función de lo expuesto, el grupo del Dr. Colado indica la necesidad de estudios como éste que, sumados a los realizados en torno a los cambios estructurales y en fuerza, permitan profundizar en los efectos fisiológicos derivados de dichas prácticas con la intención de orientarlas de forma segura y eficaz.

En dicho trabajo, Colado et al. (2005 b) indican que existen estudios realizados en tierra donde se utilizan los niveles de concentración de ácido láctico con la intención de evaluar cuantitativamente el esfuerzo derivado de ejercicios de fuerza. En este sentido Lagally et al. (2001) midieron las concentraciones de lactato antes, después y pasados varios minutos una vez finalizado el ejercicio. Este grupo observó que los niveles de lactato se incrementaban proporcionalmente a la par que aumentaba la intensidad del esfuerzo (30% de 1RM, 2,53 mmol.L⁻¹; 60% de 1RM, 2,96 mmol.L⁻¹ y para el 90% de 1RM, 3,7 mmol.L⁻¹), constatando la relación directa existente entre ambos parámetros, llegando incluso a comprobar que para intensidades del 90% de 1RM los niveles de lactato permanecían elevados durante varios minutos, al igual que ocurre en este estudio de Colado et al.

Además, el grupo de Colado resalta que Hollander et al. (2003) también encontraron que las concentraciones de ácido láctico se incrementaron con el trabajo tanto concéntrico como excéntrico, señalando que fueron muy superiores las concentraciones derivadas de la fase concéntrica respecto a la excéntrica. También observaron la relación que existía entre la intensidad de trabajo obtenida mediante ejercicios de resistencia a la fuerza y la frecuencia cardiaca. Concretamente, la frecuencia cardiaca aumentó tanto en la fase concéntrica como en la excéntrica de forma proporcional a la intensidad del esfuerzo. Por tanto, nuevamente existen diversos estudios que vienen a confirmar que tanto la frecuencia cardiaca como los niveles de concentración de ácido láctico son valores que permiten cuantificar el esfuerzo derivado de ejercicios de resistencia a la fuerza .

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

Un punto candente de reflexión que aborda en su estudio el grupo del Dr. Colado es que el medio acuático ofrece lo que se conoce como una resistencia acomodada y que para vencerla con movimientos basados en los implementos de área se deben generar tensiones musculares anisométrico-concéntricas, resaltando que esta situación podría conllevar interpretaciones negativas en cuanto a la posibilidad de aumentos en la fuerza y sección transversal muscular. Respecto al entrenamiento concéntrico puro y desarrollo de la fuerza e hipertrofia en tierra, Durand et al. (2003) analizaron las respuestas hormonales ante contracciones concéntrico-excéntricas y sólo concéntricas. Sus conclusiones aclaran que las acciones concéntricas incrementan la concentración de la hormona de crecimiento en mayor medida que las excéntricas, pero que dicho estrés metabólico afecta en menor proporción a la respuesta hormonal en testosterona y testosterona libre, siendo ésta superior en los ejercicios que combinaban las dos acciones musculares (concéntrica y excéntrica).

En esta línea pueden incluirse otros estudios que aportan datos que confirman que el entrenamiento de la fuerza mediante el uso exclusivo de acciones anisométrico-concéntricas son sistemas eficaces y consecuentemente susceptibles de permitir obtener mejoras tanto en fuerza como en hipertrofia. En este sentido, Hortobagyi y Match (1995) trabajaron en tierra sobre dos grupos de forma que uno realizaba un ejercicio combinado (concéntrico y excéntrico), y el segundo sólo concéntrico. Los resultados evidenciaron que los cambios a nivel de la musculatura entrenada no presentaron diferencias entre ambos grupos. También Mayhew et al. (1995) realizaron un estudio en el que los resultados obtenidos reflejaron que para una determinada intensidad, un sujeto entrenado mediante contracciones concéntricas manifestará una gran hipertrofia muscular y del mismo modo mejorará su manifestación de la máxima contracción isométrica, llegando a ser incluso superior a la de otro sujeto entrenado sólo con contracciones excéntricas. No obstante, éste es de lo pocos estudios que interpretan que los resultados obtenidos mediante acciones musculares concéntricas pueden ser superiores a las excéntricas. Otro estudio, realizado en este caso por Housh et al. (1992), sugiere que el entrenamiento isocinético concéntrico aporta respuestas significativas en la fuerza e hipertrofia de los grupos musculares entrenados, y otro como el de Higbie et al. (1996) constató que tanto el entrenamiento concéntrico como el excéntrico causaban incrementos similares en la sección transversal del músculo y en la fuerza.

Desde el punto de vista de la actividad electromiográfica también se han comparado acciones concéntricas y excéntricas, reflejándose que durante las excéntricas se activaban menos unidades motoras que con acciones concéntricas, aportando consecuentemente esta última una mayor activación neural. Esta circunstancia puede deberse a la participación de elementos elásticos en serie y a los elevados niveles de fuerza producidos por los puentes cruzados durante la fase excéntrica. De manera concreta, en el medio acuático, y como ya se ha comentado, existen estudios como los de Poyhönen et al. (2002), Miller et al. (2002) y Colado (2003) donde se muestran aumentos en la sección transversal y en la fuerza de los grupos musculares entrenados exclusivamente mediante acciones musculares anisométricas concéntricas puras, resaltando que este efecto se produce, principalmente, siempre y cuando se utilicen de forma correcta los elementos de área y los ritmos de ejecución.

No obstante, otras evidencias científicas confirman que a través de acciones excéntricas puras (o la combinación de ambas acciones) se pueden obtener niveles superiores en cuanto a fuerza e hipertrofia que con acciones concéntricas puras, aunque dichas diferencias son mínimas. Por tanto, cabría valorar si es rentable invertir en ese pequeño aporte de más a costa de los grandes daños estructurales que en la arquitectura muscular generan las acciones excéntricas, siendo, en consecuencia, fundamental determinar las necesidades y objetivos de los sujetos con intención de adecuar el tipo y/o combinaciones de las acciones a utilizar.

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

Pero, por otro lado, no se puede obviar que las contracciones reactivas neuromusculares (acciones excéntricas) son una realidad ineludible en las actividades de la vida diaria y deportiva con lo que implica (al igual que el medio terrestre) la necesidad imperiosa de incluirlas dentro de la programación del entrenamiento de la fuerza en el medio acuático. La acción excéntrica, en dicho medio, sólo aparece en el momento en el que finaliza la acción concéntrica y se prepara para comenzar el mismo movimiento y dirección pero en sentido contrario, es decir, la acción concéntrica de los grupos antagónicos a los primeros, aunque el valor de la activación excéntrica siempre es de una intensidad mínima.

En principio, en el medio acuático parece posible provocarlas mediante diferentes materiales de flotación, aunque esta posibilidad en estos momentos es una mera especulación y necesita futuras investigaciones donde se compruebe que el estímulo aportado sea capaz de generar adaptaciones significativas, como se indicaba en un apartado anterior, ya que de ser así se deberían complementar las programaciones de entrenamiento de la fuerza en el medio acuático basadas en materiales de área con este tipo de acciones.

Cabe añadir que el estudio de Colado et al. (2005 b) refuerza las evidencias ya contrastadas respecto a los efectos que dichos ejercicios con características anisométrico-concéntricas son capaces de producir a nivel estructural, neural y de fuerza. Igualmente, ofrece otra perspectiva del conocimiento de los mecanismos, respuestas y posibles adaptaciones derivadas de este tipo de prácticas a partir de la cual poder interpretar de forma más exhaustiva y pormenorizada las características fisiológicas que envuelven las prácticas acuáticas de musculación y de este modo ofrecer una prescripción segura y adecuada a los requerimientos particulares y personales en los diferentes campos de aplicación (recreación, rehabilitación, rendimiento deportivo, etc.).

Como conclusiones más destacables del estudio de Colado et al. (2005 b) se pueden destacar:

- 1) No existen diferencias estadísticamente significativas en la respuesta cardiovascular y de ácido láctico entre un ejercicio de resistencia a la fuerza realizado en agua con material de área y su homólogo realizado en el medio terrestre con un material elástico. Aunque existe cierta tendencia que sugiere que se manifiesta cierto aumento ante la ejercitación acuática que vendría provocado posiblemente por la mayor sollicitación muscular para los grupos estabilizadores que se da en el medio acuático, como así sugieren Sova (2000), Sanders (2001) y el estudio inédito anteriormente descrito del grupo del Dr. Colado.
- 2) La cuantificación de la resistencia al movimiento acuático a través de la identificación de una secuencia rítmica para un material y un ejercicio determinado permite equiparar la “carga” o resistencia con ejercicios terrestres realizados con otros materiales.

2.3.4 Comparación de diferentes materiales para un mismo programa de entrenamiento

El grupo de investigación del Dr. Colado comparó los efectos fisiológicos que provocaba un mismo programa de entrenamiento desarrollado en el medio terrestre y en el medio acuático, con sus materiales de entrenamiento específicos.

En el primer estudio compararon un programa de 4 meses realizado en piscina profunda y en una sala de clases colectivas. Dieciséis mujeres sedentarias de 40 años entrenaron durante 45 minutos tres días a la semana con un programa integral, en el que había una parte eminentemente cardiovascular a partir de desplazamientos y una parte específica de entrenamiento de la resistencia a la fuerza con una metodología de circuito con el que completaban dos vueltas. En dicha parte, en el medio terrestre entrenaron una sesión con

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

gomas, en la otra con barras y discos y en la tercera de forma mixta, mientras que en el medio acuático se respetaba la misma estructura, orden y grupos y emplearon como material de resistencia guantes de membrana y tobilleras de resistencia (aquafins), manteniéndose en suspensión con cinturones de flotación.

Las mujeres, durante los 10 ejercicios empleados, fueron instadas a realizar con la máxima energía posible un total de 20 repeticiones con una percepción del esfuerzo de 6-7, pasando de un ejercicio a otro con la menor pausa posible. En el medio terrestre la resistencia se adaptaba variando los discos de las barras (previamente se preparaban diversas barras con diversos pesos) y variando la anchura del agarre de las gomas, mientras que en el medio acuático con una velocidad de ejecución más o menos enérgica en función de las repeticiones y la percepción del esfuerzo. Respecto a los efectos que dicho programa, en su aplicación con materiales propios del medio terrestre y del medio acuático, provocó sobre la composición corporal, cabe destacar que una vez que ésta fue medida mediante impedancia bioeléctrica con ocho electrodos se concluyó que en ambos grupos hubo un aumento significativo y por igual de la masa magra y una disminución similar de la masa grasa.

En el segundo estudio, el grupo del profesor Colado evaluó, de igual manera que en el estudio anterior, un programa de entrenamiento de resistencia a la fuerza aplicado en tierra en un grupo con máquinas de musculación de la marca Switching y en otro con bandas elásticas, mientras que en el grupo en el que la aplicación del programa se hizo en el medio acuático se emplearon guantes de membrana, puños y cajas de resistencia para la extremidades superiores, mientras que para las inferiores se utilizaron tobilleras y botas de resistencia. Dicho programa se aplicó a 52 mujeres sedentarias de una edad media próxima a los 50 años durante 10 semanas (el grupo de máquinas) y 24 semanas los otros dos grupos.

Se siguió un programa periodizado de entrenamiento en el que se pasaba progresivamente de una fase de aclimatación a otra de formación y de fortalecimiento, en las que se iba aumentando tanto el volumen de series, ejercicios y sesiones como la intensidad percibida del esfuerzo a partir del aumento del tamaño del área o de los kilogramos empleados o reduciendo la anchura del agarre de las bandas elásticas, según el material y para cada uno de los 8, 10 ó 16 ejercicios que se utilizaron con series estándar o superseries en cada uno de los mesociclos empleados. Siguiendo el mismo protocolo de evaluación de la composición corporal que se empleó en el estudio anterior se puede destacar que la masa magra aumentó de manera significativa por igual en los tres grupos de trabajo durante las 10 primeras semanas y en los dos restantes hasta la semana 24. También es notoria la mejora significativa y similar en cuanto a su nivel de aptitud funcional, de tal forma que siguiendo dicho programa las mujeres desde la semana 10 ya eran capaces de realizar mayor número de flexiones de brazos y de sentadillas, así como de mantener de manera más eficaz un esfuerzo de características aeróbicas.

3. REFLEXIONES FINALES

El acondicionamiento físico en el medio acuático es muy demandado en la sociedad actual, existiendo un aumento en el número de los espacios acuáticos y en la creciente mejora en la formación de los técnicos y los gestores. Todo esto está propiciando, a pesar de las limitaciones en la adquisición de materiales y en el mal diseño de los vasos, que se apliquen cada vez de manera más extensiva dichos programas. No obstante, los profesionales debemos ser críticos con tal puesta en práctica, debido a que no siempre se realiza desde unos criterios de eficacia contrastada.

Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la condición física en el medio acuático

Por este motivo, el presente capítulo aborda el conocimiento actual respecto a la aplicación de los programas acuáticos de musculación, destacándose inicialmente las carencias conceptuales y metodológicas que existen al respecto. Esto ha provocado que en la mayoría de los casos tales actividades cumplan un cometido más propio de la recreación y de la rehabilitación, en fases tempranas, que realmente de la mejora de la aptitud física de poblaciones sanas, aunque sean sedentarias.

Por tanto, para paliar tal carencia, en este capítulo se propone que siempre que se pretenda entrenar la fuerza en el medio acuático haya un control, al igual que se hace en el medio terrestre, tanto de la técnica como del volumen y de la intensidad del entrenamiento. No sirve de justificación la dificultad de dicho control, y principalmente del parámetro de intensidad, ya que esta última podrá controlarse a partir del seguimiento de los criterios aquí expuestos. Desde estas líneas debe resaltarse que de no hacerse así, se estaría incurriendo en un engaño hacia los posibles usuarios, ejercitantes o alumnos que solicitan, pagan y reciben unas sesiones con una pretendida finalidad y que por el contrario, debido a la dejadez o mala formación de los responsables de tales propuestas, están recibiendo algo distinto a lo esperado y contratado.

Actualmente no sirve de excusa la falta de material específico, debido a que en la sociedad de la globalización es relativamente fácil adquirirlo, y al igual que se invierte en otro tipo de materiales e equipamientos, habrá que hacerlo con el de las sesiones acuáticas que tengan como finalidad primaria o compartida la mejora de la fuerza en alguna de sus distintas posibilidades.

4. BIBLIOGRAFÍA

ADAMI, M. Aquatic Fitness in Europe. *Aquatic Exercise Association* (serie en Internet). 2003. Disponible en: <http://www.aeawave.com/tc-01-05.htm>

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30 (6): 975-991,1998.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio*. Barcelona: Paidotribo, 1999.

BOLLENS, E., ANNEMANS, L., VAES, W., CLARYS, J.P. Peripheral EMG comparison between fully tethered and free front crawl swimming. In: Ungerechts B, Wilke K, Reischle K, editors. *Swimming Science V*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1988. p. 173-82.

BORG, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14: 377-81, 1982.

BOUCHARD, C. *Physical activity and obesity*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2000.

BRAVO, G.; GAUTHIER, P.; ROY, P. M.; PAYETTE, H. Y GAULIN, P. A weight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness, and well-being. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 78 (12): 1375-1380, 1997.

CABRI, J.M.H., ANNEMANS L., CLARYS J.P., BOLLENS E., PUBLIE J. The relation of stroke frequency, force and EMG in front crawl tethered swimming. In: Ungerechts B, Wilke

**Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la
condición física en el medio acuático**

- K, Reischle K, editors. *Swimming Science V*. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 1988. p. 183-190.
- CALDENTEY, M.A. *La natación y el cuidado de la espalda. Método acuático correctivo (M.A.C.)*. Barcelona: Inde, 1999.
- CANCELA, J.M. *Influencia en la autopercepción del estado de salud tras un programa de fortalecimiento muscular colectivo de personas mayores de 65 años*. Tesis doctoral. La Coruña: Universidad de la Coruña, departamento de medicina, 2001.
- CARPINELLI, R.N., OTTO, R.M., WINETT, R.A. A critical analysis of the ACSM position stand on resistance training: insufficient evidence to support recommended training protocols. *JEP online*. 7 (3):1-60, 2004.
- CASE, L. *Aquagym*. Barcelona: Hispano Europea, 2001.
- CEBERIO, F., USOZ, B. Escoliosis y natación. En *Anales ANAMEDE '90, Natación* (pp. 241-251). Pamplona: Archivos de Medicina del Deporte, 1990.
- CLARYS, J.P. The Brussels Swimming EMG Project. In: Ungerechts B, Wilke K, Reischle K, editors. *Swimming Science V*. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 1988. p. 157-72.
- CLARYS, J.P., CABRI, J., TEIRLINCK, P. An electromyographic and impact force study of the overhand water polo throw. In: *Biomechanics and medicine in swimming. Swimming science VI*. London: Spon Press; 1992. p. 111-6.
- COLADO, J.C. *Fitness en las salas de musculación*. Barcelona: Inde, 1996.
- COLADO, J.C. Contextualización, definición y características de la gimnasia acuática. *Apunts: Educación Física y Deportes*. Octubre-diciembre, (70): 64-76, 2002.
- COLADO, J.C. Gimnasia Acuática. Fundamentos metodológicos para el diseño de sesiones. *NSW: Natación, saltos/sincro y waterpolo*. 23 (5): 12-21, 2002 b.
- COLADO, J.C. *Efectos de un entrenamiento experimental de fuerza en el medio acuático sobre el aumento de la sección transversal del músculo y la fuerza dinámica*. Tesis doctoral. Valencia: Universidad de Valencia, departamento de Educación Física y Deportiva, 2003.
- COLADO, J.C. *Acondicionamiento físico en el medio acuático*. Barcelona: Paidotribo, 2004.
- COLADO, J.C., BAIXAULI, A.M. Necesidad de formación en motricidad acuática. *Agua y Gestión*. May-jul (54):12-18, 2001.
- COLADO, J.C., CORTELL, J.M., FENOLLAR, A., BELMONTE, P.J., NACLERIO, F. Análisis de la eficacia de los programas de natación para el entrenamiento saludable de la fuerza. En *Actas del 3º Congreso Europeo de la Federación Internacional de Educación Física "La Educación Física actual: reflexión, acción y propuestas"*. Cáceres: Universidad de Cáceres, 2005 a.
- COLADO, J.C., CORTELL, J.M., CUTILLAS, J., TELLA, V. Respuesta cardiaca y metabólica ante un ejercicio de fuerza realizado con la misma resistencia en el medio acuático versus en el medio terrestre. En *Actas del I Congreso Internacional "Actividad Física y Deporte en la Sociedad del Siglo XXI"*. Madrid: Universidad Europea de Madrid, 2005 b.
- COLADO, J.C., LLANA, S. Ejercicios para el entrenamiento de la musculatura flexora del tronco en el medio acuático. *Apunts: Educación Física y Deportes*. 73: 86-100, 2003.
- COLADO, J.C., MORENO, J.A. *Fitness acuático*. Barcelona: Inde, 2001.

**Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la
condición física en el medio acuático**

COLADO, J.C., MORENO, J.A., BAIXAULI, A.M. Prescripción de ejercicio físico para el acondicionamiento muscular en el medio acuático. *Selección. Revista Española de Medicina de la Educación Física y el Deporte*. 11 (6): 364-75, 2002.

COLWIN, C. Fluidos dinámicos: circulación Vortex en la propulsión. *Natación, saltos y waterpolo*. Mayo-junio; X (57): 40-59, 1988.

DARBY, L.A., YAEKLE, B.C. Physiological responses during two types of exercise performed on land and in the water. *J Sports Med Phys Fitness*. 40: 303-311, 2000.

DISHMAN, B.K., WASHBURN, R.A., HEATH, G.W. *Physical activity epidemiology*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.

DURAND, R.J., CASTRACANE, V.D., HOLLANDER, D.B., TRYNIECKI, J.L., BAMMAN, M.M., O'NEAL, S., HEBERT, E.P., KRAEMER, R.R. Hormonal Responses from Concentric and Eccentric Muscle Contractions. *Med. Sci. Sports Exerc*. 35(6): 937-943, 2003.

FEIGENBAUM, M.S., POLLOCK, M. L. Prescription of resistance training for health and disease. *Med. Sci. Sports Exerc*. 31 (1): 38-45, 1999.

FUJISAWA, H., SUENAGA, N., MINAMI, A. Electromyographic study during isometric exercise of the shoulder in head-out water immersion. *J Shoulder Elbow Surg*. 7 (5): 491-4, 1998.

GARCÉS, G.L., MILUTINOVIC, L., MEDINA, L.D., RASINES, J.L., OLIVER, G. Uso de la isoestación B-200 y electromiografía de superficie en la valoración del dolor lumbar. *MAPFRE Medicina*. 12 (4): 241-249, 2001.

GONZÁLEZ, J. J. *Halterofilia*. Madrid: Comité Olímpico Español, 1991.

GONZÁLEZ, J.J. Variables en el entrenamiento de la fuerza. *Natación, saltos y waterpolo (NSW)*. Ene-feb; 18 (1): 45-48, 1996.

GONZÁLEZ, J. J. Y GOROSTIAGA, E. *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde, 1995.

GRAVES, J.E., FRANKLIN, B.A. *Resistance training for health and rehabilitation*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2001.

HEINEMANN, K. *Introducción a la metodología de la investigación empírica*. Barcelona: Paidotribo, 2003.

HERRICK, A.B. Y STONE, W.J. The effects of perioditation versus progressive resistance exercise on upper and lower body strength in women. *J. Strength Cond. Res*. 10 (2): 72-6, 1996.

HINTERMEISTER, R.A., LANGE, G.W., SCHULTHEIS, J.M., BEY, M.J., HAWKINS, R.J. Electromyographic activity and applied load during shoulder rehabilitation exercises using elastic resistance. *American Journal of Sport Medicine*. 26 (2): 210-20, 1998.

HOLLANDER, D.B., DURAND, R.J., TRYNICKI, J.L., LAROCK, D., CASTRACANE, V.D., HEBERT, E.P., KRAEMER, R.R. RPE, pain, and physiological adjustment to concentric and eccentric contractions. *Med. Sci. Sports Exerc*. 35 (6): 1017-1025, 2003.

**Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la
condición física en el medio acuático**

- HIGBIE, E.J., CURETON, K.J., WARREN III, G.L., PRIOR, B.M. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *J. Appl. Physiol.* 81(5): 2173-2181, 1996.
- HORTOBAGYI, T, KATCH, F.I.. Role of concentric force in limiting improvement in muscular strength. *J. Appl. Physiol.* 68(2): 650-8, 1990.
- HOUSH, D.J., HOUSH, T.J., JOHNSON, G.O., CHU, W.K. Hypertrophic response to unilateral concentric isokinetic resistance training. *J. Appl. Physiol.* 73(1): 65-70, 1992.
- INDUSTRY STATISTICS. Lists a breakdown of fitness industry statistics. Fitness Management. 2003. Disponible en: <http://www.fitnessmanagement.com/info/fr/statistics.html>.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). Salud. Cifras INE. *Boletín informativo del Instituto Nacional de Estadística*.7: 16-17, 2002.
- JIMÉNEZ, A. *Fuerza y salud, la aptitud músculo-esquelética, el entrenamiento de la fuerza y la salud*. Barcelona: Ergo, 2003.
- JIMÉNEZ, A. *Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: Inde, 2005.
- JIMÉNEZ, J. La natación de competición y sus posibles incidencias en la columna vertebral (1ª parte). *Comunicaciones Técnicas*. 6: 44-49, 1993.
- JIMÉNEZ, J. La natación de competición y sus posibles incidencias en la columna vertebral (2ª parte). *Comunicaciones Técnicas*. 1: 44-47, 1994 a.
- JIMÉNEZ, J. La natación de competición y sus posibles incidencias en la columna vertebral (3ª parte). *Comunicaciones Técnicas*. 2: 46-50, 1994 b.
- JIMÉNEZ, J. La natación de competición y sus posibles incidencias en la columna vertebral (4ª parte). *Comunicaciones Técnicas*. 3: 8-12, 1994 c.
- JIMÉNEZ, J. *Columna vertebral y medio acuático*. Madrid: Gymnos, 1998.
- KELLY, B.T., ROSKIN, L.A., KIRKENDALL, D.T., SPEER, K.P. Shoulder muscle activation during aquatic and dry land exercises in nonimpaired subjects. *J Orthop Sports Phys Ther.* 30 (4): 204-210, 2000.
- KOURY, J. *Acuaterapia. Guía de rehabilitación y fisioterapia en la piscina*. Barcelona: Bellaterra, 1998.
- KRAEMER, W. J., RATAMESS, N.A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36, (4): 674-688, 2004.
- LAGALLY, K. M., ROBERTSON, R. J., GALLAGHER, K.I., GOSS, F.L., JAKICIC, J.M., LEPAHART, S., GOODPASTER, B. Perceived exertion, electromyography, and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34 (3): 552-559, 2001.
- LLORET, M., BENET, I., LEÓN, C., QUEROL, E. *Natación y salud*. Madrid: Gymnos, 2001.
- MASUMOTO, K., TAKASUGI, S., HOTTA, N., FUJISHIMA, K., IWAMOTO, Y. Electromyographic analysis of walking in water in healthy humans. *J Physiol Anthropol Appl. Human Sci.* 23: 119-27, 2004.

**Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la
condición física en el medio acuático**

- MAYHEW, T.P., ROTHSTEIN, J.M., FINUCANE, S.D., LAMB, R.L. Muscular adaptation to concentric and eccentric exercise at equal power levels. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27(6): 868-73, 1995.
- MCLESTER, J.R.; BISHOP, JR. Y GUILLIAMS, M.E. Comparison of 1 day and 3 days per week of equal-volume resistance training in experienced subjects. *J Strength Cond Res.* 14 (3): 273-81, 2000.
- MILLER, M.G., BERRY, D.C., BULLARD, S., GILDERS, R. [Comparisons of land-based and aquatic-based plyometric programs during an 8-week training period.](#) *Journal of sport rehabilitation.* 11 (4): 268-283, 2002.
- MIYASHITA, M. *The bio-physics of swimming. Three decades of research.* Tokyo: Graduate School of Education, 1997.
- MORENO, J.A., GUTIÉRREZ, M. Motivos de práctica en los programas de actividades acuáticas. *Áskesis.* 2, 1997.
- MORENO, J.A., GUTIÉRREZ, M. Análisis de la demanda de programas acuáticos. *Agua y Gestión.* Nov-dic; (40): 31-41, 1997.
- MORENO, J.A., GUTIÉRREZ, M. Perfil de los educadores de programas acuáticos. *Revista Española de Educación Física y Deportes.* VI (1): 12-23, 1999.
- MORENO, J.A., MARÍN, L.M. Perfil sociodemográfico de los practicantes en el medio terrestre frente al medio acuático. *Agua y Gestión.* Ene-mar; (57): 12-26, 2002.
- NAVARRO, F. La condición física en el fitness acuático. *NSW: Natación, saltos/sincro y waterpolo.* 21 (3): 34-39, 1999.
- PINK, M., PERRY, J., BROWN, A., SCOVAZZO, M.L., KERRIGAN, J. The normal shoulder during freestyle swimming: an electromyographic and cinematographic analysis of twelve muscles. *American Journal of Sports Medicine.* 19, 569-576, 1991.
- POLLOCK, M.L., FRANKLIN, B.A., BALADY, G.J., ET AL. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. Benefits, rationale, safety, and prescription. *Circulation.* 101: 828-833, 2000.
- PÖYHÖNEN, T., KESKINEN, K.L., HAUTALA, A., SAVOLAINEN, J., MÄLKIÄ, E. Human isometric force production and electromyogram activity of knee extensor muscles in water and on dry land. *Europ J Appl Phys.* 80: 52-6, 1999.
- PÖYHÖNEN, T., HEIKKI, K., KESKINEN, K.L., HAUTALA, A., SAVOLAINEN, J., MÄLKIÄ, E. Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. *Clinical Biomechanics.* 16: 496-504, 2001.
- PÖYHÖNEN, T. *Neuromuscular function during knee exercises in water with special reference to hydrodynamics and therapy.* Dissertation. Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2002.
- POYHÖNEN, T., SIPILÄ, S., KESKINEN, K.L., HAUTALA, A., SAVOLAINEN, J., MÄLKIÄ, E. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34 (12): 2103-109, 2002.
- REISCHLE, K. *Biomecánica de la natación.* Madrid: Gymnos, 1993.

**Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la
condición física en el medio acuático**

- ROBERTSON, R.J., GOSS, F.L., RUTKOWSKI, J., LENZ, B., DIXON, C., TIMMER, J., FRAZEE, K., DUBE, J., ANDREACCI, J. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35 (2): 333–41, 2003.
- ROBINSON, L.E., DEVOR, S.T., MERRICK, M.A., BUCKWORTH, J. The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *J. Strength Cond. Res.* 18 (1):84-91, 2004.
- RODRÍGUEZ, G. *La profundidad de los vasos polivalentes cubiertos: una respuesta a las diferentes demandas y un factor de ahorro en la gestión.* Tesis doctoral. Madrid: Departamento de Tecnología de los alimentos, 2001.
- RODRÍGUEZ, G. La práctica de actividades acuáticas en España (I). *Agua y Gestión.* Enero; (61): 18-25, 2003.
- ROMO, V. *Actividad física y calidad de vida en personas mayores de 65 años: efecto diferencial de programa.* Tesis doctoral. La Coruña: Universidad de la Coruña, departamento de medicina, 2001.
- SÁNCHEZ, J.L., MAGAZ, S. La técnica. En: Comité Olímpico Español, *Piragüismo I.* Madrid: COE, pp. 101-386, 1993.
- SANDERS, M.E. *Fitness acuático. Entrenamiento específico y de ejercicios en suspensión.* Madrid: Gymnos, 2001.
- SANDERS, M.E., RIPPEE, N.E. *Fitness Acuático: Agua poco profunda.* Madrid: Gymnos, 2001.
- SANTONJA F. Desalineaciones del raquis ¿natación terapéutica? En F. Santonja e I. Martínez (Eds.), *Deporte y Salud: Natación y Vela* (pp. 82-95). Murcia: Universidad de Murcia, 1996.
- SCOVAZZO, M.L., BROWNE, A., PINK, M., JOBE, F.W., KERRIGAN, J. The painful shoulder during freestyle swimming: an electromyographic cinematographic analysis of twelve muscles. *American Journal of Sports Medicine.* 19: 577-582, 1991.
- SELEPAK, G. Terapia acuática en la rehabilitación. En W.E. Prentice, *Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva.* Barcelona: Paidotribo, pp. 216-24, 1999.
- SODEBERG, G.L., KNUTSON, L.M. A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. *Physical Therapy.* 80 (5): 485-498, 2000.
- SOLER, A. Y JIMENO, M. *Actividades acuáticas para personas mayores.* Madrid: Gymnos, 1998.
- SOVA, R. *Ejercicios acuáticos.* Barcelona: Paidotribo, 1993.
- SOVA, R. *Aquatics. The complete reference guide for aquatics fitness professionals.* Port Washington, WI: DSL, Ltd, 2000.
- TAKESHIMA, N., ROGERS, M.E., WATANABE, E., BRECHUE, E.W., OKADA, A., YAMADA, T., ISLAM, M.M., HAYANO, J. Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33 (3): 544-551, 2002.
- TERRET, T. *A history of aquatic fitness.* USA: Aquatic Exercise Association, 2001.
- THOMAS, J.R., NELSON, J.K. *Research methods in physical activity.* 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2001.

**Aplicabilidad de las tendencias actuales en el mantenimiento y mejora de la
condición física en el medio acuático**

TOUS, J. *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo, 1999.

WERNER, W. K. Y HOEGER, W. W. Is water aerobics aerobic? *Fitness Management Magazine*. 5 (11): 28-30 y 43, 1995.

ZATSIORSKY, V.M. Intensity of strength training. Facts and theory: Russian and Eastern European Approach. *National Strength Cond. Assoc.* 14 (5): 46-57, 1992.

ZIMMERMANN, K. *Entrenamiento muscular*. Barcelona: Paidotribo, 2004.

ZINZEN, E., ANTONIS, J., CABRI, J., SERNELLS, P., CLARYS, J.P. Synchro-swimming: an EMG study of the arm muscles during the scull movement in the “single ballet leg alternate”. En *Biomechanics and medicine in swimming. Swimming science VI* (pp. 117-122). London: Spon Press, 1992.