



JUNTA DE ANDALUCIA
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

**Reducción de las compresiones axiales sobre el raquis
durante el entrenamiento aeróbico en el medio acuático y
criterios metodológicos para la prescripción de programas**

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. INTRODUCCIÓN SOBRE EL ACONDICIONAMIENTO FÍSICO EN EL MEDIO ACUÁTICO

En las sociedades industrialmente desarrolladas, y desde hace varias décadas, se le otorga un sustancial protagonismo a la realización de ejercicios de acondicionamiento físico que ayuden a compensar los estilos de vida casi predominantemente sedentarios que suelen seguirse (Colado, 1996; Colado et al., 2006). Esto ha provocado que una parte de la población, en un número de momento insuficiente pero esperanzadoramente creciente, practique ejercicios de acondicionamiento físico y, lo más importante aún, que los integren en un estilo de vida físicamente activo durante todo su ciclo vital (Colado, 2004). Esto, a su vez, ha originado que en algunos países a partir de la década de los 80 se gestase una preocupación social por prácticas físicas no agresivas que se pudieran mantener en el tiempo.

Desde este planteamiento, surge la idea del entrenamiento cruzado como recurso para evitar las sobrecargas propias de la reiteración de las mismas actividades y, además, como medio para conseguir una combinación de diferentes cualidades físicas y, de manera añadida, un reparto corporal más generalizado de los diversos beneficios del ejercicio físico. Desde esta óptica, el acondicionamiento físico en el medio acuático según los planteamientos del fitness y el wellness cobró un gran protagonismo (Terret, 2001).

De hecho, 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.

Esta gran eclosión del acondicionamiento físico en el medio acuático se gesta en dos momentos cruciales en los que verdaderamente cobró un claro protagonismo respecto a las prácticas terrestres. El primero fue cuando en Europa y Estados Unidos, a partir de 1960, se exploran otras poblaciones y escenarios de práctica desde el ámbito terapéutico. El segundo vino condicionado por el fenómeno naciente del “fitness” en USA. A partir de aquí, en las décadas de los 80 y de 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, apareció un sector comercial y profesional concreto.

Desde este breve marco de referencia, el objetivo de este capítulo y del siguiente es exponer sucintamente algunos de los beneficios más importantes que el acondicionamiento físico en el medio acuático tendrá sobre la salud de las estructuras y funciones de la columna vertebral. Esta descripción se enmarcará desde la perspectiva profiláctica o de atención primaria, indicándose principios y recomendaciones con un carácter general. No obstante, desde aquí se debe recordar la importancia que los ejercicios en el medio acuático tienen en las fases tempranas y en el tratamiento de la recuperación de los dolores de la zona lumbar (Wajchemberg et al., 2002).

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

Por tanto, para poder argumentar el propósito de estos dos capítulos, a continuación se desarrollará un apartado en el que se describirán brevemente algunos de los beneficios que las propiedades físicas del medio acuático pueden otorgar a las ejercitaciones que en él se desarrollen.

Posteriormente, en el apartado número tres de este capítulo, se hará un breve análisis de las limitaciones que los estilos de natación pueden tener para alcanzar un nivel de acondicionamiento físico saludable desde los criterios actuales del acondicionamiento en el tiempo de ocio o de manera recreativa.

Finalmente, en el apartado número cuatro del presente capítulo se analizarán preliminarmente las ventajas que tiene el entrenamiento acuático en posiciones verticales para reducir el estrés articular que habitualmente se produce en tierra con sus ejercicios equivalentes y, posteriormente, se propondrán unos aspectos metodológicos básicos con los que poder desarrollar programaciones acuáticas para el entrenamiento aeróbico.

2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL MEDIO ACUÁTICO

De manera generalizada, se dice que la ejercitación en el agua es un tipo de práctica que reúne las ventajas y los requisitos necesarios para poder considerarla saludable (Lloret y Violán, 1991; Sova, 1993; Rodríguez y Moreno, 1998), aunque no toda ejercitación va a ser adecuada, debiendo reunir unos mínimos de calidad. Las propiedades físicas especiales que posee el medio acuático van a favorecer en gran medida una amplitud de planteamientos y opciones. Por este motivo, a continuación se citan los beneficios que algunas propiedades físicas acuáticas van a aportar al acondicionamiento físico en dicho medio. De esta forma quedarán justificados algunos de los por qué de la realización de los programas de acondicionamiento físico en el medio acuático frente a los realizados en el medio terrestre.

2.1. Efectos beneficiosos de algunas propiedades específicas del medio acuático

2.1.1 Hipogravidez

a. Características de la flotación acuática

Como recoge Selepak (1999), todos los objetos sobre la tierra y el agua están sujetos a la atracción de la gravedad terrestre, aunque en el agua está contrarrestada parcialmente por la fuerza en sentido ascendente de la flotación. Este fenómeno está explicado por el Principio de Arquímedes, que indica que cualquier objeto sumergido o flotando será empujado hacia arriba por una fuerza de sentido opuesto a la acción de la gravedad que será equivalente a la fuerza del peso del volumen de agua desplazado por dicho objeto (Reischle, 1993).

Por tanto, debido a la fuerza de flotación, al entrar en el agua se experimentará una pérdida aparente de peso que equivale a la fuerza del peso de volumen de agua desplazado. Esto provocará que cuando el ejercitante está parcialmente sumergido sólo soportará el peso de las partes corporales que sobresalgan del agua. En la tabla I se indican los porcentajes de peso que soporta el ejercitante en función de la profundidad de la inmersión.

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

Nivel del cuerpo	PORCENTAJE DE PESO SOPORTADO	
	Hombre	Mujer
7ª vértebra cervical	8%	8%
Apófisis xifoides	28%	35%
Espina iliaca antero-superior	54%	47%

Tabla 1. Peso que soporta el ejercitante en función de la profundidad de la inmersión (Selepak, 1999).

Respecto a la flotación acuática, también es reseñable que la capacidad que cada ejercitante tiene para flotar en la zona profunda vendrá principalmente marcada por la proporción entre su peso óseo y muscular y por la cantidad y distribución de la grasa y la expansión torácica. En términos generales la gravedad específica del ser humano es levemente inferior a la del agua, por lo que tiende a flotar y, además, la gravedad específica de las diferentes partes corporales es distinta. Esto puede hacer que el ejercitante no flote de manera homogénea, no llegando a adquirir una flotación totalmente horizontal si ésta es requerida para la acción motriz.

Por tanto, estos aspectos darán como resultado que haya diferencias en la flotación entre los distintos ejercitantes, diferencias que se tendrán que considerar para aportar el material más adecuado a cada uno o para colocarlo en la zona de la piscina que más interese en función de los ejercicios a realizar. Caldentey (1999) indica que las personas con un porcentaje de grasa corporal más elevado flotarán más, así como que parece ser que la disminución de densidad ósea que se puede generar con el paso de los años hace que las personas mayores tiendan a flotar con más facilidad que los jóvenes.

También debe considerarse que la tendencia a flotar del cuerpo humano puede provocar cierta inestabilidad en el ejercitante si su cuerpo no está correctamente equilibrado. Es decir, normalmente el centro de flotación o centro volumétrico se encuentra más cerca de la cabeza que el centro de gravedad, y además ambos deberán estar alineados entre sí. Por tanto, siempre que se den estas condiciones se conseguirá tener un equilibrio de fuerzas que repercutirá en una posición de ejercitación estable. En el momento que tal equilibrio se rompa, el par de fuerzas (de gravedad y de empuje) creará un momento de rotación hasta que se alcance tal equilibrio. En consecuencia, será sumamente necesario que el ejercitante aprenda a conseguir dicho equilibrio independientemente de la zona de la piscina en la que esté o del ejercicio y materiales con los que esté entrenando. Orientativamente se puede indicar que en una posición de bipedestación (con apoyo en el fondo del vaso), el centro de gravedad se encuentra a la altura de la quinta vértebra lumbar y el centro de flotación está situado a la altura de la tercera vértebra lumbar.

b. Algunos beneficios de la flotación acuática

Por tanto, y en función de lo expuesto, una vez que el ejercitante conoce su grado de flotación para diferentes tipos de prácticas y domina una colocación corporal estable con la que ejecutar correctamente los ejercicios, podrá extraer el máximo beneficio de algunas de las ventajas que le reportará su entrenamiento acuático. En este sentido, y como posteriormente se desarrollará, al disminuir el impacto con el suelo, y con esto las tensiones sobre las articulaciones, se posibilitará la realización de ejercicio de forma más frecuente e incluso con sesiones más duraderas.

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

Además, la disminución de la gravedad favorece una relajación de la musculatura, ya que los husos neuromusculares están menos excitados (Koury, 1998; Selepak, 1999). Incluso esta distensión muscular también puede favorecer un mayor volumen inspiratorio (Sanders y Rippee, 2001).

A su vez, la hipogravidez ayudará a que poblaciones con algún tipo de limitación en su movilidad puedan ver facilitados sus movimientos por liberación de peso y por propiciar un mayor radio de acción en las articulaciones, con la pertinente mejora psicológica que estos aspectos llevarán asociados.

2.1.2. Presión hidrostática

Al encontrarse el cuerpo en inmersión, se produce una ligera presión sobre la superficie corporal, que inicialmente puede provocar cierta molestia respiratoria, aunque con el tiempo podría dar lugar a una mejora de la fuerza de los músculos respiratorios (diafragmáticos, abdominales e intercostales) provocando un aumento de la capacidad ventilatoria.

También facilita una sujeción del cuerpo en la posición vertical, ayudando a poblaciones con limitaciones físicas a moverse sin necesidad de ayudas externas. Además, por la lentitud de movimientos experimentarán que las caídas son más difíciles, puesto que tienen un mayor tiempo para reaccionar. Evidentemente, este aspecto favorecerá no sólo una mejora física sino también psicológica.

La presión hidrostática también puede estabilizar las articulaciones inestables, favorecer los trabajos de propiocepción y mejorar la circulación de retorno. Este último aspecto es muy importante en el campo de la rehabilitación, ya que disminuirá los edemas, con lo que comenzarán antes los procesos de recuperación, incluso facilitará un mayor aporte sanguíneo hacia los órganos internos, siendo, a su vez, ideal en la prevención o tratamiento de las varices o de la flebitis.

Como posteriormente también se argumentará, Baun (2000) indica que la presión hidrostática en la parte inferior del cuerpo promueve un desvío de sangre y del líquido intersticial de aproximadamente 700 ml para la región del tórax, favoreciendo un aumento en el volumen sistólico y un funcionamiento más cómodo del sistema cardíaco, aunque esto dependerá del individuo, de la profundidad de inmersión y de la temperatura del agua (Ramírez y cols., 2002).

Incluso para el ámbito deportivo se convierte en un excelente recurso de recuperación fisiológica, puesto que puede disminuir los productos de desecho, acelerar los procesos adaptativos y de supercompensación, y evitar las sensaciones de pesadez y de sobrecarga muscular.

2.1.3. Resistencia al movimiento

La escasa hidrodinámica del cuerpo humano obliga a las moléculas de agua a fluir y circular alrededor de él, desviándolas de su trayectoria original. Esto provoca flujos de frenado y de succión que dificultan el movimiento acuático, lo que, unido a la mayor viscosidad de dicho medio, se convierte en un excelente lugar para el desarrollo de la fuerza. Este efecto se acentúa con el uso de implementos. Aunque aún son necesarias las evidencias científicas definitivas, un sector que por ejemplo se verá favorecido por estas características es el de las personas con osteoporosis, ya que esta resistencia al movimiento facilitará la deposición de calcio, evitándose, a su vez, los impactos lesivos que puede producir el medio terrestre.

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

También es destacable que la resistencia homogénea que existe alrededor del cuerpo, unida a la hipogravidez, hace que para cualquier movimiento deban trabajar los músculos agonistas “a la ida del movimiento” y los antagonistas “a la vuelta”, facilitando un trabajo equilibrado de pares musculares.

Por otro lado, y según Franklin et al. (1995), el estar sumergido hasta la altura del tórax se favorece la ejercitación simultánea de la zona superior e inferior del cuerpo, con lo que se estimula un equilibrio estético y funcional entre las distintas partes del cuerpo. Incluso estos autores llegan a apuntar que este acondicionamiento de la parte superior del cuerpo, tanto en aspectos de fuerza como de resistencia, podría favorecer a personas mayores y a pacientes con algún factor de riesgo cardiovascular.

A su vez, en el mundo de la competición deportiva, independientemente del factor compensatorio y reequilibratorio que pueden aportar a determinados deportes, cabría la posibilidad de que los deportistas encontraran en la práctica del ejercicio acuático un complemento ideal para su preparación, ya que podrían extrapolar hacia su práctica deportiva algunas transferencias. Se debe considerar que si las adaptaciones que se obtienen con el entrenamiento son específicas del tipo de práctica y de los grupos musculares implicados, para aumentar el rendimiento en deportes que involucren brazos, piernas y tronco con igual relevancia será necesario conseguir tal progreso en todas las zonas solicitadas. Por tanto, el entrenamiento sumergido en el agua, y en posiciones verticales o con combinaciones de verticalidad y horizontalidad podría aportar una excelente preparación para aquellos deportes en los que los brazos y el tronco también sean básicos de forma simultánea.

Incluso en la vida corriente, aquellos que no practican deportes pero que desarrollan actividades profesionales que requieren una marcada colaboración de sus miembros superiores también van a notar esta mejora. Además, se podrán adquirir adaptaciones para la vida cotidiana en la que, por ejemplo, se requiera una importante participación de las extremidades superiores e inferiores. Además, al dotar de fuerza y preparación las extremidades y la musculatura externa e interna del tronco se obtendrán beneficios en la prevención de patologías de la columna vertebral. En resumidas cuentas, en este sector el entrenamiento acuático puede aportar una mayor confianza y autonomía y una mejor calidad de vida.

3. LA NATACIÓN COMO ACTIVIDAD DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO

Aunque la práctica exclusiva de los estilos de natación reúne muchas ventajas por realizarse en el medio acuático, debe considerarse que ésta podría tener una influencia sobre la salud menos importante y generalizada de lo que habitualmente se cree. Algunas de las razones que sustentan esta afirmación son las siguientes:

- Después de una amplia experiencia práctica, y a partir de algunas investigaciones piloto, se puede indicar que aún existe un número importante de personas incapaces de mantener un nado apropiado en cuanto a duración e intensidad para conseguir beneficios, ya no sólo sobre el sistema cardiorrespiratorio, sino también para el control de la composición corporal. A este respecto, se conoce que la natación podría ser una buena actividad para estimular un alto consumo calórico (tabla II) (ACSM, 2001); no obstante, la limitación expuesta es el principal escollo a sortear. Es posiblemente por esto por lo que Gwinup (1987), en un estudio sobre una población sedentaria y moderadamente obesa en el que comparó andar a ritmo rápido con la bicicleta estática y la natación, halló que la natación no provocó pérdida de grasa corporal, a diferencia de las otras dos actividades. Por otro

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

lado, entre los estilos que de forma recreativa se nadan más habitualmente, los que mayor consumo calórico provocan son la espalda y la braza (tabla III) (Grandjean, 1986),. aunque precisamente este último es uno de los más polémicos a la hora de recomendarlo libremente en la población general por sus posibles riesgos sobre la columna vertebral y las rodillas. Afortunadamente, las actividades aeróbicas en posición vertical en el medio acuático también provocan un buen consumo calórico, equiparable a andar o trotar en el medio terrestre (tabla II), sin contraindicaciones y con más opciones y variantes prácticas que el empleo de los estilos de natación.

- La repetición de los movimientos sobrecarga, frecuentemente, las mismas zonas corporales, aunque exista una combinación de estilos (Rodríguez y Moreno, 1998). Por otro lado, tal repetición unida a una amplitud restringida de movimientos, presentará una clara limitación en la mejora de la fuerza y de la flexibilidad de algunas zonas corporales, necesitándose sesiones complementarias para su mejora, e incluso pudiendo desembocar en un marcado empobrecimiento motor.
- Todos los estilos natatorios llevan asociadas repercusiones negativas sobre la integridad de las estructuras articulares (Ceberio y Usoz, 1990; Jiménez, 1993, 1994 a, 1994 b, 1994 c; Johnson et al., 2003), que no sólo afectarán a los nadadores de alto rendimiento, a pesar de que cuenten con un seguimiento adecuado de entrenadores y médicos (Santonja, 1996). Son lesiones que aparecerán con más frecuencia en niveles amateurs, que si bien no realizan igual cantidad de metros que los profesionales, sí que presentan claras incorrecciones en sus movimientos.
- El ambiente grupal que se crea durante su práctica es muy pobre desde el punto de vista socio-afectivo, siendo en muchos casos más recomendable otro tipo de prácticas en las que la integración en el grupo y las relaciones interpersonales se vean más enfatizadas.

	Peso corporal (kg)													
	54	58.5	63	67.5	72	76.5	81	85.5	90	94.5	99	103.5	108	112.5
Ejercicios de acondicionamiento														
Ciclismo														
Estático	66	61	57	53	50	47	44	42	40	38	36	35	33	32
De exterior (recreativo)	83	76	71	66	62	58	55	52	50	47	45	43	41	40
Andar														
4 Km/h	110	102	94	88	83	78	73	70	66	63	60	58	55	53
5 Km/h	94	87	81	76	71	67	63	60	57	54	52	49	47	45
5.7 Km/h	83	76	71	66	62	58	55	52	50	47	45	43	41	40
Aeróbicos acuáticos	83	76	71	66	62	58	55	52	50	47	45	43	41	40
Nadar	41	38	35	33	31	29	28	26	25	24	23	22	21	20
Yoga	83	76	71	66	62	58	55	52	50	47	45	43	41	40
Ejercicios de fuerza	55	51	47	44	41	39	37	35	33	31	30	29	28	26
Bailar														
Aerobic coreografiado	55	51	47	44	41	39	37	35	33	31	30	29	28	26
Aerobic coreografiado de bajo impacto	66	61	57	53	50	47	44	42	40	38	36	35	33	32
Baile de salón (enérgico)	60	56	52	48	45	42	40	38	36	34	33	31	30	29
Baile de salón (tranquilo)	110	102	94	88	83	78	73	70	66	63	60	58	55	53

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

Actividades cotidianas														
Golf (andando)	73	68	63	59	55	52	49	46	44	42	40	38	37	35
Rastrillar el césped	83	76	71	66	62	58	55	52	50	47	45	43	41	40
Cortar el césped														
De pie	73	68	63	59	55	52	49	46	44	42	40	38	37	35
Montado	132	122	113	106	99	93	88	84	79	76	72	69	66	63
Aspiradora/Barrer	132	122	113	106	99	93	88	84	79	76	72	69	66	63

Tabla II. Minutos que se necesitan de actividad continua para el consumo de 300 kcal en función del peso corporal (adaptado de ACSM, 2001).

En función de estas limitaciones, es normal que las actividades de acondicionamiento físico acuático que sigan los criterios de desarrollo de propuestas prácticas que suelen aplicarse desde el concepto del fitness tengan una mayor posibilidad de éxito entre sus usuarios y para la instalación. Tal planteamiento favorecerá los siguientes aspectos:

- Todo tipo de personas podrán ejercitarse si se realizan en la zona poco o medianamente profunda.
- Se suelen utilizar movimientos variados y de gran amplitud. De esta forma no se sobrecargan las articulaciones y, además, se favorece un enriquecimiento motor.
- Se produce una mayor y variada implicación muscular, con lo que sin perder sus marcados beneficios aeróbicos también se conseguirá un trabajo de tonificación más global y eficaz.
- El clima de trabajo en grupos suele cuidarse al máximo, con lo que las sesiones son altamente divertidas y motivantes.

Ampliando algo más esta información y centrándose de manera concreta en la influencia que las actividades de natación tienen sobre las estructuras articulares y grupos musculares de la columna vertebral, se pueden precisar las siguientes consideraciones:

- Johnson et al. (2003) destacaron que aunque en nadadores de diferentes edades el porcentaje de lesiones más habitual se sitúa en la articulación glenohumeral, debe considerarse de manera especial el acondicionamiento de la musculatura estabilizadora del tronco, recomendando el desarrollo de programas paralelos que complementen su acondicionamiento físico. Esto se debe a que un mal desarrollo local no podrá evitar la habitual anteversión pélvica y con esto la lesiva ejercitación sistemática en posiciones de hiperlordosis lumbar. Por otro lado, el empleo de ciertos elementos de flotación, habituales en el perfeccionamiento de la técnica también podría provocar dicha hiperlordosis. Por tanto, se hacen necesarios métodos de entrenamiento que doten de fuerza y de resistencia muscular local a los grupos musculares del segmento lumbar.
- Inicialmente puede sorprender esta recomendación, puesto que de manera generalizada se piensa que la natación es una actividad que además de favorecer un adecuado desarrollo cardiovascular también aporta un estímulo generalizado para el desarrollo de la fuerza muscular. No obstante, como a continuación se justificará, la realidad es distinta.
- Según Zimmermann (2004), la intensidad mínima de un entrenamiento de fuerza que tenga efectos para el desarrollo, por lo menos en los músculos poco o no entrenados, debe estar próxima al 40% de la máxima contracción voluntaria (MCV). Por lo tanto aquellos ejercicios que se efectúen para tal propósito deben exceder como mínimo tal umbral. Clarys (1988) estudió 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 MCV, concretamente en los músculos de carácter estabilizador y no dinámico, como son

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

los flexores de los dedos y de la muñeca (43.10% de la MCV) y algunos de la musculatura abdominal (48.33% de la MCV), que fueron los que mayor activación tuvieron. 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 MCV 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 MCV. Estos resultados están en la línea de los obtenidos por Bollens et al. (1988). Además, considerando que estos registros son para velocidades máximas y en nadadores con una buena técnica y experiencia en el nado, cabría esperar que en 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, ni para grupos agonistas ni para los fijadores o estabilizadores.

Peso corporal (kg)	ESTILO			
	<i>Espalda</i>	<i>Braza</i>	<i>Crol</i> (ritmo rápido)	<i>Crol</i> (ritmo lento)
49,94	8.2	8.1	7.8	6.4
53,12	9.0	8.6	8.3	6.8
55,84	9.5	9.1	8.7	7.2
59,02	10.0	9.6	9.2	7.6
62,2	10.5	10.0	9.7	7.9
64,92	11.0	10.5	10.1	8.3
68,1	11.5	11.0	10.6	8.7
71,28	12.0	11.5	11.1	9.1
74	12.5	12.0	11.5	9.5
77,18	13.0	12.5	12.0	9.9
79,9	13.5	13.0	12.5	10.2
83,08	14.0	13.4	12.9	10.6
86,26	14.5	13.9	13.4	11.0
88,98	15.0	14.4	13.9	11.4
92,16	15.5	14.9	14.4	11.8
94,89	16.1	15.4	14.8	12.2
98,06	16.6	15.9	15.3	12.5

Tabla III. Consumo calórico (kcal/min) aproximado en función del peso corporal al nadar diferentes estilos (Grandjean, 1986).

Por tanto, de los estudios expuestos se puede colegir que el estímulo que aportan las actividades de natación para el fortalecimiento de las extremidades y de la musculatura estabilizadora del tronco es pobre y aún más para personas que nadan con velocidades bajas y medias, como son la mayoría de los ejercitantes recreativos. Es por esto por lo que se deben buscar y proponer otro tipo de actividades, a poder ser acuáticas, que cumplan la doble misión de alcanzar un umbral óptimo de trabajo para el desarrollo de la fuerza, independientemente del nivel de aptitud física del ejercitante, y además de conseguirlo con pocos y fáciles movimientos. Por tanto, con posterioridad se dedicará un apartado a este propósito.

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

4. EL ENTRENAMIENTO AERÓBICO CON ACTIVIDADES DE CARRERA EN EL MEDIO ACUÁTICO

Según se explicó anteriormente, la hipogravidez es una de las propiedades físicas más importantes del medio acuático y aportará unos claros beneficios tanto al ejercitante recreativo como al profesional. Por este motivo el entrenamiento aeróbico en el medio acuático a partir de actividades de carrera ha sido generalmente prescrito para muchos sectores de ejercitantes y con los más diversos fines. En este apartado se mostrará cómo dicha ejercitación puede reducir el estrés articular típico del medio terrestre y, además, aportar unas pautas generales para el diseño de programas que analizarán la evaluación inicial de la condición aeróbica del ejercitante, los ejercicios más habituales que pueden emplearse, los criterios básicos con los que controlar la intensidad y las diferentes zonas de entrenamiento existentes, la duración y características de cada etapa de una progresión a medio y largo plazo, y, finalmente, una cuantificación orientativa del consumo calórico de dichas actividades.

Comenzado la exposición de este apartado, se puede destacar que Dowzer et al. (1998) analizaron cómo el entrenamiento aeróbico a partir de la actividad de correr en la zona profunda de la piscina es beneficioso por la disminución de las cargas compresivas que se producen sobre la columna vertebral respecto a su equivalente terrestre. Algunas de las cuestiones más importantes del estudio se expondrán a continuación junto con otros estudios que delimitan también algunos criterios básicos para garantizar un entrenamiento eficaz.

El entrenamiento aeróbico mediante la actividad de correr genera un estrés considerable tanto en las extremidades inferiores como en la parte baja de la espalda. Al correr una distancia de un kilómetro pueden existir aproximadamente entre 600 y 1200 apoyos con sus correspondientes cargas compresivas, conociendo que éstas en función de la velocidad del desplazamiento pueden oscilar entre 2 y 4 veces el peso corporal del sujeto. Este impacto es amortiguado entre las zapatillas (siempre que sean las adecuadas), las extremidades inferiores y la columna vertebral. Dichas cargas provocan una pérdida de fluido de los discos intervertebrales, disminuyendo la separación entre las vértebras y creando una situación mecánica que dificulta la absorción de tales impactos. Esta situación suele darse rápidamente desde los primeros minutos del entrenamiento y se produce por igual tanto en métodos interválicos como continuos.

Considerando estos riesgos potenciales de la actividad de correr, desde los años 80 se pensó en diversas propuestas con las que eludir tal riesgo, entre las que se encuentran el entrenamiento con circuitos de musculación, la práctica de ciclismo recreativo, la creación de máquinas cardiovasculares que reduzcan el impacto, surgiendo, por ejemplo, en 1985 el *step*, en 1995 la elíptica y en 2005 la *cardio wave*. También se pensó con este propósito el entrenamiento en el agua en posiciones verticales que permitan que la cabeza quede cómodamente fuera del agua (Chu y Rhodes, 2001).

Por esta razón, a partir de la década de los años 70 y principalmente desde los años 80, los estudios al respecto han sido profusos, estudiándose aspectos como las respuestas fisiológicas al ejercitarse a distintas temperaturas del agua, tanto en posiciones horizontales como verticales, las respuestas fisiológicas entre la carrera terrestre y la natación y entre la carrera terrestre y la carrera en la piscina profunda y poco profunda por parte de ejercitantes de elite, aficionados y sedentarios, e incluso se ha evaluado cómo influyen la competencia motriz acuática, el nivel de condición física y el empleo de material sobre las respuestas fisiológicas durante la actividad de correr a diferentes profundidades.

Por ejemplo, Davidson y McNaughton (2000) compararon los efectos de la carrera en agua profunda y en tierra sobre el consumo máximo de oxígeno de mujeres desentrenadas,

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

hallando que si las directrices generales de FITT para la ejercitación aeróbica son seguidas, el entrenamiento de carrera en agua profunda provoca la suficiente demanda fisiológica para crear los efectos adaptativos pretendidos. Bushman et al. (1997) evaluaron si los atletas de competición podían mantener su nivel de rendimiento en la carrera terrestre usando cuatro semanas de entrenamiento exclusivo de carrera en piscina profunda, encontrando que sí se mantiene el nivel de rendimiento y fisiológico de los corredores con nivel competitivo alto.

Davidson y McNaughton (2000) también destacaron que la demanda metabólica y las respuestas fisiológicas son más parecidas al medio terrestre en la zona poco profunda que en la profunda. Esto es debido a que los ejercitantes en la zona profunda que no llevan, por ejemplo, cinturones de flotación deben alterar la mecánica normal del ejercicio para mantenerse a flote, olvidándose de la técnica y provocando una situación de estrés añadido que no mejora la demanda de oxígeno, aunque aumente considerablemente la frecuencia cardiaca. Es por esto por lo que se recomienda el empleo de elementos de flotación en la zona profunda para garantizar que las vías respiratorias estén libres en los ejercitantes de posiciones verticales, de esta forma sólo tendrán que “preocuparse” por seguir las consignas que le marque su profesor o su programa de ejercicio para conseguir las respuestas fisiológicas esperadas y deseadas. Aquellos estudios que no contemplan estos elementos de flotación encuentran que las respuestas fisiológicas y metabólicas son menos efectivas en la zona profunda en comparación con las que se obtienen en el medio terrestre, a pesar de que los ejercitantes perciben un mayor esfuerzo que el que deberían realizar en tierra para una intensidad similar.

De manera característica, las investigaciones también han identificado una menor frecuencia del ciclo de carrera en el ejercicio acuático debido a la diferencia entre medios y a la participación de las extremidades superiores. Además, el hecho de experimentar la hipogravidez hace que los no habituados no sepan cómo aumentar la intensidad del esfuerzo y cuando la aumentan ponen tal énfasis que superan la zona de intensidad a la que se querían ejercitar. Otro elemento añadido que puede alterar las demandas en la zona profunda, si se compara con la carrera terrestre, es que en esta última los grupos musculares más solicitados son los grandes músculos de las extremidades inferiores, mientras que en el agua éstos pierden una parte importante del protagonismo, que parcialmente asumen los de las extremidades superiores. Por ello, para aumentar la sollicitación de las extremidades superiores es necesario el empleo de guantes de resistencia que incrementen el requerimiento para dichos grupos musculares y con esto elevar la demanda metabólica.

Por otro lado, se puede destacar que en los estudios en los que se ha recurrido a personas con baja experiencia y condición no se ha podido conseguir la suficiente elevación de la intensidad del esfuerzo hasta alcanzar unas demandas equiparables a las terrestres, aunque en algunos estudios que comparan en corredores experimentados el entrenamiento aeróbico en la zona profunda con el terrestre a partir del ejercicio de carrera, éstos son capaces de aumentar y controlar la intensidad del esfuerzo en tierra pero son motrizmente incompetentes en la técnica y percepciones exigidas para el mismo entrenamiento en la zona profunda de la piscina.

Resumiendo estas aportaciones, se debe considerar que en el entrenamiento aeróbico en la zona profunda de la piscina a partir de ejercicios de carrera se debe emplear un elemento de flotación como por ejemplo el cinturón. Éste permite tener una mejor técnica del movimiento a la vez que facilita el empleo de las extremidades superiores para aumentar el esfuerzo del ejercicio. También se tendrá presente como aspecto caracterizador de la ejercitación aeróbica en el medio acuático que todos los movimientos deben realizarse con la

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

mayor amplitud y energía posible, además de involucrar siempre que sea factible el mayor número de extremidades.

De manera concreta, y respecto a la carga compresiva de la carrera en el medio terrestre comparada con la producida en el acuático, Dowzer et al. (1998) encontraron que si la carrera se produce con una inmersión hasta la cintura no existe diferencia compresiva sobre el raquis (cinta -3.35 ± 1.48 mm, zona poco profunda -4.52 ± 2.15 ; $p > 0.05$) mientras que, como era previsible, si se desarrolla en la zona profunda no existe disminución en el espacio intervertebral (-1.85 ± 1.48 mm; $p > 0.05$) y sí que existe diferencia significativa respecto a las otras dos propuestas ($p < 0.05$).

De los datos obtenidos debe destacarse, por tanto, la necesidad del empleo de un calzado adecuado para el entrenamiento en la zona poco profunda, calzado que tendrá un doble cometido, por un lado favorecer una mayor adherencia al suelo para generar un impulso más eficaz, y por otro que mediante dispositivos anti-impacto absorban las cargas que sí que se crean a pesar de la inmersión parcial. No obstante, aún deben desarrollarse más estudios que delimiten los niveles de compresión a diferentes inmersiones en la zona profunda y desde el nivel de la cintura hasta el del acromion.

No obstante, para conseguir estimular el sistema cardiorrespiratorio se puede recurrir a diversos ejercicios que pueden verse favorecidos en el medio acuático por la reducción del estrés articular así como por una amplia gama de movimientos que mejorará y ampliará el acervo motriz de sus practicantes. En la tabla IV se muestra una clasificación de los diversos movimientos que se pueden emplear, entre los que se encuentran de manera concreta las actividades de relacionadas con el gesto motriz de correr. Esto supone que en el ámbito del acondicionamiento físico orientado a la salud, lo realmente importante es generar un estrés fisiológico que provoque unas adaptaciones concretas; es por esto por lo que la ejecución del gesto de la carrera lo más parecido posible al que se produce en tierra pasa a ser un aspecto secundario, a diferencia de los atletas que corren en el agua utilizándola como un elemento complementario o de recuperación. Por tanto, en función de lo expuesto, durante las actividades con inmersión superior a la altura de la cintura, el empleo de las extremidades superiores y de movimientos diversos enriquecerá y favorecerá el entrenamiento en el medio acuático y minimizará su influencia nociva sobre la columna vertebral.

4.1. Criterios generales y específicos para el control de la intensidad y el desarrollo de prescripciones

Dados los beneficios que para las articulaciones puede aportar el entrenamiento de la carrera en la zona profunda de la piscina, a continuación se enumeraran algunas consideraciones que favorecerán un mejor control de este tipo de actividad.

Respecto al control de la intensidad mediante la frecuencia cardiaca de trabajo, debe tenerse en cuenta que en la zona poco profunda ésta será inferior entre 10 y 17 pulsaciones por minuto si se compara con la que se obtendría en el medio terrestre al realizar la carrera para esa misma intensidad. Esta reducción se atribuye a un aumento del volumen sanguíneo central causado por la presión hidrostática, el cual consecuentemente aumentará el volumen de eyección y disminuirá la frecuencia cardiaca, manteniéndose constante el gasto cardiaco (Chu y Rhodes, 2001). Estos autores también indican que esta diferencia disminuye en la zona poco profunda de manera directamente relacionada con la profundidad de la inmersión, es decir, a menor inmersión menor diferencia.

No obstante, según Chu y Rhodes (2001) esta respuesta cardiovascular es distinta en una situación de reposo, puesto que con una inmersión entre la cadera y la apófisis xifoides la

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

frecuencia cardiaca comparada con la terrestre es inferior debido a la influencia ejercida sobre los baroreceptores, existiendo de manera refleja un aumento en el rendimiento cardiaco debido a un aumento en la presión sistémica arterial y a un ligero aumento en el volumen sanguíneo torácico, mientras que con una inmersión hasta la barbilla los receptores del estiramiento atrial provocan una aceleración cardiaca a través del reflejo de Brainbridge.

A pesar de esta reducción de la frecuencia cardiaca de trabajo, e incluso del consumo máximo de oxígeno durante la ejercitación en la zona profunda, en programas a corto plazo no aparecen afectadas las respuestas adaptativas a nivel fisiológico, de tal forma que en 4-6 semanas se obtienen incrementos similares en la capacidad aeróbica a los conseguidos con programas terrestres (Chu y Rhodes, 2001).

Un criterio básico para la prescripción acertada del ejercicio aeróbico es que de manera previa al control de la intensidad a la que se ejercitarán con la actividad de la carrera, es necesario conocer el nivel de acondicionamiento aeróbico de los ejercitantes para adaptar dicha intensidad al nivel concreto de cada ejercitante. Conley et al. (1991) hicieron un estudio para validar el test de nado durante 12 minutos hallando que tenía una baja validez y que no debía ser utilizado como método de evaluación alternativo a la prueba equivalente de correr en tierra. Además, esta prueba estaba mediatizada por la competencia motriz acuática de los ejercitantes. Más tarde, el grupo de Kaminsky et al. (1993) validó una ecuación que sí que permitía estimar en jóvenes el consumo máximo de oxígeno mediante una sencilla prueba de carrera en el agua poco profunda, independientemente del género. Aunque su nivel de precisión no es demasiado exacto ($\pm 6-7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) para ser utilizado como prueba científica, sí que es adecuada para la clasificación del nivel de acondicionamiento aeróbico de poblaciones jóvenes y aparentemente sanas.

Su protocolo consiste en completar en el menor tiempo posible la distancia de 457.2 metros corriendo a la máxima velocidad con una inmersión entre el ombligo y las areolas del pecho. La ecuación que se debe emplear es la siguiente:

$$VO_{2max} (\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}) = 89.42 - 4.22 \cdot \text{tiempo} - 0.52 \cdot \% \text{ grasa corporal}$$

(El tiempo en completar la prueba se introduce en la fórmula en minutos.)

Tomando como referencia el valor de consumo máximo de oxígeno obtenido se puede recomendar una zona óptima para el entrenamiento aeróbico. Las tablas V y VI muestran el nivel de acondicionamiento aeróbico en función del género y del VO_2 máx obtenido.

Edad (años)	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
18-24	<35	35-39	40-49	50-60	>60
25-34	<30	30-34	35-44	45-55	>55
35-44	<25	25-29	30-39	40-50	>50
45-54	<20	20-24	25-34	35-45	>45
55-64	<15	15-19	20-29	30-40	>40
≥65	<10	10-14	15-24	25-35	>35

Tabla IV. Valoración en hombres de la aptitud aeróbica en función del consumo máximo de oxígeno estimado ($\text{ml}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) (Rodríguez et al., 1998).

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

TIPO DE EJERCICIO	POSIBILIDADES DE DESPLAZAMIENTO	ALGUNAS VARIANTES QUE SE PUEDEN APLICAR
<p>MARCHA O CAMINAR</p> <p>Estos movimientos se caracterizan por la presencia en todo momento de un apoyo en el fondo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hacia delante. - Hacia atrás. - Hacia el lado. 	<p>Con propulsión de brazos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Simétricos con recuperación por fuera del agua. - Asimétricos con recuperación por fuera del agua. - Simétricos con recuperación subacuática. - Asimétricos con recuperación subacuática.
<p>CARRERA</p> <p>Estos movimientos se caracterizan por la presencia de un breve instante del movimiento sin apoyo en el fondo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hacia delante. - Hacia atrás. - Hacia el lado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con propulsión de brazos: <ul style="list-style-type: none"> - Simétricos con recuperación por fuera del agua. - Asimétricos con recuperación por fuera del agua. - Simétricos con recuperación subacuática. - Asimétricos con recuperación subacuática. • Con elevación de las extremidades inferiores: <ul style="list-style-type: none"> - Rodillas arriba frontalmente. - Rodillas arriba lateralmente. - Talones atrás. - Talón mano delante y en el interior. - Patadas frontales y en diagonal. • Con inclinación del cuerpo: <ul style="list-style-type: none"> - Delante. - Atrás.
<p>SALTOS</p> <p>Estos movimientos se caracterizan por la presencia de un breve instante del movimiento sin apoyo en el fondo, aunque superior al de la carrera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En el sitio. - Hacia delante. - Hacia atrás. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con dos piernas o con una pierna. • Con ayuda de las extremidades superiores o sin ella. • Con variantes establecidas: <ul style="list-style-type: none"> - Jumping Jack. - Tijeras totales, a la mitad y en diagonal. - Peter Pan. - Carpa piernas extendidas o flexionadas. - Rodillas pecho (arriba). - Salto lateral con rodillas en extensión o en flexión. - Salto hacia atrás con patada frontal. - Meceadora.

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

<p>SUSPENSIONES BREVES ALTERNANDO CON APOYO Estos movimientos se caracterizan porque combinan momentos relativamente prolongados sin apoyo en el fondo con otros de recuperación o equilibración en él.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En vertical estática o con giros. - En flotación dorsal. - En flotación ventral. - En flotación lateral. <ul style="list-style-type: none"> • Variando la angulación de las rodillas y variando el plano de movimiento de las caderas y su amplitud de recorrido. • Moviendo las extremidades inferiores de manera simétrica o asimétrica. • Hacia los laterales de manera agrupada o extendida.
<p>SUSPENSIONES CON O SIN MATERIAL DE FLOTACIÓN Estos movimientos se caracterizan por realizarse de manera exclusiva sin apoyo en el vaso, aunque pueden emplear elementos de flotación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hacia delante. - Hacia atrás. - Hacia el lado. - Estáticas. <ul style="list-style-type: none"> • Carrera en posición vertical o inclinada. Con propulsión de brazos simétrica o asimétrica. • Pedaleos en posición vertical o inclinada. Con propulsión de brazos simétrica o asimétrica. • Nadar según los estilos establecidos. Nadar combinando movimientos de diferentes estilos o con una propulsión muy determinada. • Sólo brazos hacia delante, atrás y lateralmente. Sólo brazos girando. • Péndulos anteroposteriores y laterales. • Tijeras grandes, pequeñas y laterales. • Flexiones de cadera simétricas y asimétricas. • Batidos hacia delante, atrás o lateralmente, en posiciones verticales u oblicuas.

Tabla V. Ejemplos de movimientos que se pueden realizar para el entrenamiento aeróbico en el medio acuático.

Con esta perspectiva de clasificar el nivel del ejercitante tras realizar esta prueba, Case (2001) propone, para personas menores de 30 años, una tabla del nivel de condición aeróbica en función del tiempo empleado en completar la distancia (tabla VII).

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

Edad (años)	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
18-24	<25	25-29	30-39	40-45	>45
25-34	<25	25-29	30-34	35-45	>45
35-44	<25	25-29	30-34	35-40	>40
45-54	<20	20-24	25-29	30-35	>35
55-64	<10	10-14	15-19	20-25	>25
≥65	<7	7-11	12-16	17-21	>21

Tabla VI. Valoración en mujeres de la aptitud aeróbica en función del consumo máximo de oxígeno estimado ($ml \cdot Kg^{-1} \cdot min^{-1}$) (Rodríguez et al., 1998).

	Hombres	Mujeres
Excelente	<6.47	<7.58
Bien	6.48-7.30	7.59-8.38
Suficiente	7.31-8.14	8.39-9.19
Pobre	8.15-8.57	9.20-10.00
Muy pobre	>8.58	>10.01

Tabla VII. Cuadro normativo de la capacidad aeróbica en función del tiempo (en minutos) empleado en completar la prueba.

Una vez conocido el nivel de aptitud aeróbica, se puede prescribir de manera adaptada e individualizada la intensidad del ejercicio. Con esta finalidad, Edwards (2003) propone 5 zonas para el entrenamiento aeróbico (tabla VIII). La zona 1, o saludable, mejorará el nivel de salud y de forma poco significativa la condición física. Influirá positivamente sobre la eficacia cardiaca, la reducción de la grasa corporal y la mejora de los valores de colesterol y tensión arterial, influyendo positivamente sobre las enfermedades degenerativas crónicas. Suele prescribirse para el calentamiento y la vuelta a la calma, así como para momentos de recuperación activa en la sesión o, incluso, para etapas de rehabilitación.

La zona 2, o moderada, favorece la movilización y el transporte de las grasas y si se mantiene con una duración prolongada mejorará de manera básica la capacidad cardiorrespiratoria. Se alcanza fácilmente si se pasa, por ejemplo, de andar a trotar.

La zona 3, o aeróbica, mejorará la capacidad funcional de las personas y la eficacia del sistema cardiovascular al aumentar el número y tamaño de los vasos sanguíneos y la capacidad respiratoria, así como aumentará el tamaño del corazón y retrasará la aparición de la fatiga.

La zona 4, o del umbral anaeróbico, continuará mejorando la capacidad funcional de las personas (percibiéndose más rápidos y más en forma). El entrenamiento en esta zona mejorará la capacidad anaeróbica. La duración del entrenamiento en esta zona es limitado.

La zona 5, o roja, es una zona con alto riesgo de lesión y accidentes. No es recomendable para adultos sanos que entrenan de manera recreativa. El tiempo de ejercicio en esta zona es mínimo.

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

	FC máx (%)	FC resv (%)	EEP (0 a 10)	EEP (descripción cualitativa)	FCT (puls/min)
Zona 1	50 – 60	35 – 48	1 – 2.5	Muy fácil – Fácil	100 – 120
Zona 2	61 – 70	49 – 60	2.6 – 4	Fácil – Algo duro	121 – 140
Zona 3	71 – 80	61 – 73	4.1 – 5	Algo duro – Duro	141 – 160
Zona 4	81 – 90	74 – 86	5.1 – 7.5	Duro – Muy duro	161 – 180
Zona 5	91 – 100	87 – 100	7.6 – 10	Muy, muy duro – Esfuerzo máximo	181 – 200

Tabla VIII. Descripción de las diversas formas de controlar la intensidad del entrenamiento en cada una de las diferentes zonas de acondicionamiento.

FC máx: Frecuencia cardiaca máxima. FC resv: Frecuencia cardiaca de reserva. EEP: Escala del esfuerzo percibido. FCT: Frecuencia cardiaca de trabajo.

Complementariamente se puede indicar que el ACSM (1998) realizó una clasificación de la intensidad del ejercicio aeróbico (tabla IX) que también permitiría controlar y planificar una progresión en la prescripción del entrenamiento.

Según Esteve (2005), normalmente con un nivel inferior a $40 \text{ ml}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ en cualquier zona y con cualquier método se puede mejorar, pero el entrenamiento progresivo por zonas evitará riesgos innecesarios para la salud del ejercitante. De manera generalizada, con un nivel superior a $40 \text{ ml}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, para progresar se debe alcanzar como mínimo un 70% de la FC máx.

Intensidad	Intensidad relativa			Intensidad absoluta (METs) en adultos sanos (edad en años)			
	FC resv	FC máx	EEP (6-20)	Jóvenes (20-39)	Adultos (40-64)	Ancianos (65-79)	Muy ancianos (> 80)
Muy ligero	< 25	< 30	< 9	< 3.0	< 2.5	< 2.0	≤ 1.25
Ligero	25-44	30-49	9-10	3.0-4.7	2.5-4.4	2.0-3.5	1.26-2.2
Moderado	45-59	50-69	11-12	4.8-7.1	4.5-5.9	3.6-4.7	2.3-2.95
Fuerte	60-84	70-89	13-16	7.2-10.1	6.0-8.4	4.8-6.7	3.0-4.25
Muy fuerte	≥ 85	≥ 90	> 16	≥ 10.2	≥ 8.5	≥ 6.8	≥ 4.26
Máximo	100	100	20	12.0	10.0	8.0	5.0

Tabla IX. Clasificación de la intensidad del ejercicio aeróbico (ACSM, 1998).

Los valores máximos son valores promedios alcanzados durante ejercicio máximo en adultos sanos. Los valores de intensidad absoluta (equivalente metabólicos -METs-) son valores aproximados para hombres. Los valores promedio para mujeres son aproximadamente 1 ó 2 METs menores que los de los hombres.

Para calcular la FCT tomando como referencia los umbrales óptimos de entrenamiento a partir de la FC máx (55-90%), se debe multiplicar el porcentaje/100 al que se desea entrenar por la FC máx de cada sujeto. Aunque existen numerosas fórmulas para el cálculo de dicha FC máx. que deben validarse, puesto que su error de estimación es aún bastante elevado, Robergs y Landwehr (2002) proponen la que a continuación se indica como una de las más adecuadas para hombres y mujeres sanos entre los 20 y 70 años. Su error de estimación es de 6.4 puls/min.

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

$$FC \text{ máx} = 205.8 - 0.685(\text{edad})$$

Para calcular la FCT tomando como referencia los umbrales óptimos de entrenamiento a partir de la FC resv (40-85%), se debe emplear la fórmula de Karvonen:

$$FCT = \%/100 \cdot (FC \text{ máx} - FC \text{ rep}) + FC \text{ rep}$$

(%/100 es el porcentaje al que se desea entrenar. FC rep es la frecuencia cardiaca en reposo del sujeto.)

Para poder seguir un proceso racional y que no comporte riesgo para la salud de los ejercitantes se debe programar la progresión del entrenamiento siguiendo un proceso de periodización, es decir, dividiendo en ciclos el programa de entrenamiento, correspondiendo cada ciclo con unos objetivos y unos contenidos determinados, como a continuación se enumerará.

Todo programa precisa de una etapa inicial basada en el volumen como base para el posterior incremento de la intensidad. El volumen constituye la base imprescindible sobre la que incrementar posteriormente la calidad del ejercicio a medio y largo plazo, e incluso facilitar la recuperación entre sesiones. Es reseñable que el volumen y la intensidad tendrán un carácter antagónico. El ACSM recomienda el incremento del volumen preferiblemente sobre el incremento de la intensidad, por la solidez para la salud de los beneficios y por la mayor adherencia que se consigue a los programas de ejercitación. Inicialmente, con el progresivo aumento del volumen las mejoras empiezan siendo proporcionales al incremento, pero posteriormente disminuye y con superiores aumentos de volumen se alcanza un estancamiento y un posterior riesgo de lesión por sobreuso o sobreentrenamiento. Para este aumento inicial del volumen, al principio se recomienda prolongar la duración de las sesiones y, posteriormente, aumentar también la frecuencia semanal. El ACSM recomienda esta progresión frente al aumento inicial de la intensidad, aunque contextualizado con la disponibilidad, características y objetivos del ejercitante

La fase inicial o de “puesta en forma” tendrá una duración variable que puede oscilar desde las 6-10 semanas para los muy desacondicionados, de 4-6 semanas para los desentrenados y 1-2 semanas para los algo entrenados. En esta etapa se debe entrenar en la zona 1, con una duración de 10-15 minutos hasta un total de 20-25 minutos. La acumulación de periodos independientes de 10 minutos mínimo es también aceptable. Los métodos aconsejados de entrenamiento son el continuo uniforme extensivo y el interválico extensivo largo pero muy adaptado, con amplios periodos de recuperación y bajos niveles de FCT.

La siguiente fase se denomina de mejora, y tendrá una duración variable en función del objetivo final; ésta oscilará entre los 6 y los 18 meses. Debe entrenarse en la zona 2 y 3. Conforme el ejercitante adquiera un nivel elevado, y siempre que los objetivos lo requieran, se podría entrenar en la zona 4. La duración de la sesión puede estar entre los 40-45 minutos, siendo el límite máximo el de 60 minutos. Como ya se ha indicado, el criterio habitual de progresión que se suele aplicar es primero aumentar la duración y posteriormente la intensidad (con menor o igual duración).

Una vez alcanzado el nivel pretendido se pasa a la fase de mantenimiento. Se sabe que para periodos de 5 a 15 semanas, siempre que se mantenga la intensidad, la condición adquirida se reduce muy poco e incluso se mantiene. Si anteriormente se realizaban tres sesiones a la semana se recomienda mantener al menos 2, entrenando con una intensidad que no sea inferior al 70-75% de la FC máx y con una duración no inferior a los 20 minutos.

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

El Índice Global de Illuta y Dimitrescu permitirá cuantificar la carga del entrenamiento y con esto controlar mejor la progresión a seguir (Esteve, 2005). Consiste en multiplicar la duración del ejercicio por el porcentaje del valor medio de la FCT (respecto la FC máx), para posteriormente dividir su valor por el tiempo total del ejercicio, obteniéndose así dicho índice.

$$\text{Índice de intensidad global} = (\text{minutos} \cdot \% \text{ de FCT [“respecto la FC máx”]}) / \text{minutos totales}$$

(En el caso de que se entrenara a intervalos con una FCT distinta se sumarían añadiéndolos en el numerador, mientras que en denominador se pondría la duración total de la sesión)

En el caso de que el entrenamiento de la carrera en el agua se realizara con el objetivo de incidir sobre la composición corporal, de momento y ante la falta de una propuesta más específica, se podrían aplicar las fórmulas validadas por Hiilloskorpi et al. (2003) para ejercicios en el medio terrestre, que determinan una estimación de las kcal consumidas por minuto de práctica. Debe recordarse que para conseguir una mayor precisión en el cálculo del consumo calórico habrá que considerar, como anteriormente se explicó, la posible disminución de la FCT en función del nivel de inmersión y la zona de la piscina. Estas fórmulas presentan un error de estimación de $1.41 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ (5.89 kJ).

Mujeres

Baja intensidad

$$-4.70 + 0.0449 \cdot (\text{FCT}) - 0.0019 \cdot (\text{peso}) + 0.00052 \cdot (\text{FCT}) \cdot (\text{peso})$$

Alta intensidad

$$-5.92 + 0.0577 \cdot (\text{FCT}) - 0.0167 \cdot (\text{peso}) + 0.00052 \cdot (\text{FCT}) \cdot (\text{peso})$$

Hombres

Baja intensidad

$$4.56 - 0.0265 \cdot (\text{FCT}) - 0.1506 \cdot (\text{peso}) + 0.00189 \cdot (\text{FCT}) \cdot (\text{peso})$$

Alta intensidad

$$3.56 - 0.0138 \cdot (\text{FCT}) - 0.1358 \cdot (\text{peso}) + 0.00189 \cdot (\text{FCT}) \cdot (\text{peso})$$

(El peso es en kg y la FCT en pulsaciones por minuto).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American College of Sports Medicine (ACSM). (1998). AHA/ACSM Joint position statement: Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30 (6), 1009-1018.
- American College of Sports Medicine (ACSM). (2001). Position stand on the appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33 (12), 2145-2156.
- Baun, G. (2000). *Aquaeróbica. Manual de treinamento*. Sao Paulo: Manole.
- Bollens, E. ; Annemans, L. ; Vaes, W. ; Clarys, J.P. (1988). Peripheral EMG comparison between fully tethered and free front crawl swimming. In: Ungerechts B, Wilke K, Reischle K, editors. *Swimming Science V* (pp. 173-82). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Bushman, B.A.; Flynn, M.G.; Andres, F.F.; Lambert, C.P.; Taylor, M.S.; Braun W.A. (1997). Effect of 4 wk of deep water run training on running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29 (5), 694-699.

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

- Cabri, J.M.H.; Annemans, L. ; Clarys, J.P. ; Bollens, E. ; Publie, J. (1988). The relation of stroke frequency, force and EMG in front crawl tethered swimming. In: Ungerechts B, Wilke K, Reischle K, editors. *Swimming Science V* (pp. 183-190). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Caldenty, M.A. (1999). *La natación y el cuidado de la espalda. Método acuático correctivo (M.A.C.)*. Barcelona: Inde.
- Case, L. (2001). *Aquagym*. Barcelona: Hispano Europea.
- Ceberio, F.; Usoz, B. (1990). Escoliosis y natación. En *Anales ANAMEDE'90, Natación* (pp. 241-251). Pamplona: Archivos de Medicina del Deporte.
- Chu K.S.; Rhodes E.C. (2001). Physiological and cardiovascular changes associated with deep water running in the young. Possible implications for the elderly. *Sports Med*, 31 (1), 33-46.
- Colado, J.C. (1996). *Fitness en las salas de musculación*. Barcelona: Inde.
- Colado, J.C. (2004). *Acondicionamiento físico en el medio acuático*. Barcelona: Paidotribo.
- Colado, J.C.; Saucedo, P.; Benavent, J.; Abellán, J. (2006). Comparison of different materials for resistance training in early postmenopausal women. In: Pikaar RN, Koningsveld EAP, Settels PJM., editors. *Proceedings International Ergonomics Applied Congress, 2006 Jul 10-14; Maastricht, Netherlands*. Elsevier Ltd.
- Conley, D.S.; Cureton, K.J.; Dengel, D.R.; Weyand, P.G. (1991). Validation of the 12.-min swim as a field test of peak aerobic power in young men. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23 (6), 766-773.
- Davidson, K.; McNaughton, L. (2000). Deep water running training and road running traing improve vo2 max in untrained women. *J Strength Cond Res*, 14 (2), 191-195.
- Dowzer, C.N.; Reilly, T.; Cable, N.T. (1998). Effects of deep and shallow water running on spinal shrinkage. *Br J Sports Med*, 32, 44-48.
- Esteve, J. (2005). Prescripción de ejercicio aeróbico. En A. Jiménez, *Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones* (pp. 69-86). Barcelona: Inde.
- Franklin, B. ; Bryant, C. ; Perterson, J. (1995). The challenge of conditioning the upper body. *Fitness Management Magazine*, 9 (11), 38-41.
- Grandjean, A.C. (1986). Nutrition for swimmers. *Clinics in Sports Medicine*, 5 (1), 65-76.
- Gwinup, G. (1987). Weight loss without dietary restriction: efficacy of different forms of aerobic exercise. *American Journal of Sports Medicine*, 15 (3), 275-279.
- Hiilloskorpi, H.K.; Pasanen, M.E.; Fogelholm, M.G.; Laukkanen, R.M.; Mänttari, A.T. (2003). Use of heart rate to predict energy expenditure from low to high activity levels. *Int J Sports Med*, 24, 332-336.
- Jiménez, A. (2005). El entrenamiento personal hoy en día. Proyecciones y expectativas de futuro de un nuevo mercado en el campo de la actividad física. En A. Jiménez, *Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones* (pp. 17-28). Barcelona: Inde.
- Jiménez, J. (1993). La natación de competición y sus posibles incidencias en la columna vertebral (1ª parte). *Comunicaciones Técnicas*, 6, 44-49.
- Jiménez, J. (1994 a). La natación de competición y sus posibles incidencias en la columna vertebral (2ª parte). *Comunicaciones Técnicas*, 1, 44-47.
- Jiménez, J. (1994 b). La natación de competición y sus posibles incidencias en la columna vertebral (3ª parte). *Comunicaciones Técnicas*, 2, 46-50.
- Jiménez, J. (1994 c). La natación de competición y sus posibles incidencias en la columna vertebral (4ª parte). *Comunicaciones Técnicas*, 3, 8-12.
- Johnson, J.N.; Gauvin, J.; Fredericson, M. (2003). Swimming biomechanics and injury prevention. *The Physician and Sportsmedicine*, 31 (1), 1-7.

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

- Lloret, M.; Violán, M. (1991). Actividades Acuáticas y Salud. *En Actas del II Congreso de Actividades Acuáticas* (pp. 29-50). Barcelona: SEAE.
- Ramírez, L.P.; Ramírez, E.; Cancela, J. (2002). Aquagym: Una propuesta original de actividad física. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, Abril, 8 (47), <http://www.efdeportes.com/>
- Resischle, K. (1993). *Biomecánica de la natación*. Madrid: Gymnos.
- Robergs, R.A.; Landwehr, R. (2002). The surprising history of the “HRmax=220-age” equation. *JEPonline*, 5 (2), 1-10.
- Robertson, R.J.; Goss, F.L.; Rutkowski, J.; Lenz, B.; Dixon, C.; Timmer, J.; Frazee, K.; Dube, J.; Andreacci, J. (2003). Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 35 (2), 333–41.
- Rodríguez, P.L.; Moreno, J.A. (1998). Actividades acuáticas y salud. *Agua y Gestión*, 44, 12-22.
- Rodríguez, F.A.; Valenzuela, A.; Gusi, N.; Nàcher, S.; Gallardo, I. (1998). Valoración de la condición física saludable en adultos (II): fiabilidad, aplicabilidad y valores normativos de la batería AFISAL-INEFC. *Apunts de Educación Física y Deportes*, (54), 54-65.
- Sanders, M.E.; Rippee, N.E. (2001). *Fitness Acuático: Agua poco profunda*. Madrid: Gymnos.
- Santonja, F. (1996). 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.
- Selepak, G. (1999). Terapia acuática en la rehabilitación. En W.E. Prentice, *Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva* (pp. 216-224). Barcelona: Paidotribo.
- Sova, R. (1993). *Ejercicios acuáticos*. Barcelona: Paidotribo.
- Terret, T. (2001). *A history of aquatic fitness*. USA: Aquatic Exercise Association.
- Wajchemberg, M.; Pires, L.; Rodrigues, R.C.; Mano, K.S.; Sottomaior, M.S.; Cohen, M.; Abdalla, R.J.; Puerta, E.B. (2002). Early rehabilitation of athletes using hydrotherapy after surgical treatment of lumbar disc herniation: preliminary report of three cases. *Acta Ortop Bras*, 10 (2), 48-57.
- Werner, W.K.; Hoeger, W.W. (1995). Is water aerobics aerobic? *Fitness Management Magazine*, 5 (11), 28-30 y 43.
- Zimmermann, K. (2004). *Entrenamiento muscular*. Barcelona: Paidotribo.