

Ejercicios para el entrenamiento de la musculatura flexora del tronco en el medio acuático

■ JUAN CARLOS COLADO SÁNCHEZ

■ SALVADOR LLANA BELLOCH

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
Universidad de Valencia

■ Palabras clave

Ejercitación acuática, Entrenamiento de fuerza, Ejercicios abdominales, Análisis cinemático

Abstract

In respect to abdominal exercising on land multiple studies that have evaluated different aspects have been done.

However it should be pointed out that up until now there are very few publications that have gone deeply either quantitatively or qualitatively in abdominal exercising the water.

Departing from a bidimensional use of camera and video a cinematic analysis has been done of 12 aquatic exercises of trunk flexion using abdominal muscles. As the study is its preliminary stage only one subject was used. The anthropometric model used for the cinematic analysis consisted in an alambic model of 3 segments: thigh, pelvis and lumbar zone. These 3 segments determine the 2 angles of interest: hip angle and lumbar angle.

The results obtained have backed up the efficiency and security of most of the proposed movements. With the information gained from this study new possibilities have been opened up for the healthy practising in different scopes in the water, offering, as well, a theoretical and practical alternative to the typical idea of "getting out of the pool" to carry out said exercises.

Key words

Aquatic exercise, Strength training, Abdominal exercise, Cinematic analysis

Resumen

Al respecto de la ejercitación abdominal en el medio terrestre se han realizado múltiples estudios que han evaluado diversos aspectos. Sin embargo, se debe resaltar que hasta la fecha son escasas las publicaciones que se han centrado en ahondar de manera cualitativa y/o cuantitativa en la ejercitación abdominal en el medio acuático.

A partir de un estudio bidimensional de fotogrametría y vídeo se ha realizado un análisis cinemático de 12 ejercicios acuáticos de flexión de tronco que involucran la musculatura abdominal. El estudio está en sus fases preliminares, por lo que se llevó a cabo con un único sujeto. El modelo antropométrico utilizado para el análisis cinemático consistió en un modelo alámbrico de 3 segmentos: muslo, pelvis y zona lumbar. Estos tres segmentos determinan los dos ángulos de interés: ángulo de cadera y ángulo lumbar.

Los resultados obtenidos han corroborado la eficacia y seguridad de la mayoría de los movimientos propuestos. Con los datos que se aportan en este estudio se abren nuevas posibilidades de actuación para los diversos ámbitos de práctica física saludable en el medio acuático, ofreciendo, además, una alternativa teórica y práctica a la típica idea de "salirse de la piscina" para realizar dichos ejercicios.

Introducción

Antecedentes y estado actual del objeto de estudio

Sobre la ejercitación de la zona abdominal se ha hablado y escrito de manera prolija,

puesto que su adecuado acondicionamiento tiene repercusiones positivas tanto en el rendimiento deportivo como en el mantenimiento de la salud (Campbell, 1953; Norris, 1993; Demont y cols., 1999; Juker y cols., 1998; Monfort, 1998; Gusi y Fuentes, 1999).

En el ámbito deportivo se sabe que favorece la realización de movimientos más enérgicos y precisos, además de aportar seguridad ante posibles lesiones y descompensaciones (Brungardt, 1995). En el ámbito de la salud se conoce que su acondicionamiento es crucial para favorecer un correcto equilibrio muscular a nivel pélvico con su influencia directa sobre el raquis (Monfort, 1998), siendo frecuente que su falta de tono pueda provocar patologías lumbares (Norris, 1993; Shirado y cols., 1995; Jiménez, 1998; Demont y cols., 1999). Se acepta que para evitar dichas patologías se necesita a nivel muscular un correcto equilibrio y armonización con la musculatura extensora de tronco y flexora y extensora de cadera.

Si los músculos de la zona abdominal poseen el tono adecuado, debido a su disposición y a sus aponeurosis, se favorecerá una mejora en la apariencia corporal (estética) y se creará un corsé natural de protección (Howley y Franks, 1995), que favorecerá que ante esfuerzos que puedan implicar un riesgo para la columna, se vea protegida y estabilizada por la presión intra-abdominal y el soporte que pueden provocar. Es por esto por lo que se puede decir que es el único sistema no invasivo por medio del cual se puede ejercer una influencia efectiva y permanente sobre la estructura y la función de la columna ver-

tebral (Howley y Franks, 1995). Por estas y otras razones, la musculatura abdominal ha cobrado la importancia que se le concede.

No obstante, de manera abundante y en un prisma antagónico, también se encuentra una extensa bibliografía que comenta las repercusiones nocivas que puede acarrear la ejercitación técnica inadecuada de tales ejercicios (Norris, 1993; Shirado y cols., 1995; Colado, 1996; Axler y McGill, 1997; López, 2000).

También se puede indicar que no existe ningún tipo de práctica física y deportiva que acondicione globalmente esta zona, a no ser que se busquen ejercicios exclusivos para tal fin (Brungardt, 1995). Incluso entre los ejercicios específicos, no existe uno único que sirva para fortalecer correctamente toda la musculatura de la zona abdominal, haciéndose necesario combinar diferentes movimientos para conseguirlo (Axler y McGill, 1997). Esta dificultad suele provocar que incluso entre personas físicamente activas se puede encontrar una preparación de la musculatura abdominal insuficiente (Norris, 1993). Al respecto de la ejercitación abdominal en el medio terrestre se han realizado múltiples estudios que han evaluado la amplitud de los movimientos, la especificidad en la involucración muscular, la frecuencia e intensidad de los ejercicios, la eficacia entre diversos movimientos con y sin implementos, la influencia de un correcto acondicionamiento para la salud y el rendimiento deportivo, etc. (Guimaraes y cols., 1991; Norris, 1993; Shirado y cols., 1995; López y López, 1995 y 1996; Sarti y cols., 1996a; Axler y McGill, 1997; DeMichele y cols., 1997; Andersson y cols., 1998; Juker y cols., 1998; Monfort, 1998; Demont y cols., 1999). Sin embargo, se debe resaltar que hasta la fecha son escasas las propuestas que se han centrado en ahondar de manera cualitativa y/o cuantitativa en la ejercitación abdominal en el medio acuático. Al respecto se puede encontrar la aportación de Sanders y Rippee (2001) que indica que sólo con realizar con buena higiene postural los ejercicios gimnásticos en el agua, es suficiente para mejorar la resistencia y la fuerza de la musculatura abdominal, aunque no aporta datos sobre la posibilidad de utilizar

ejercicios específicos para tal fin. Por contra, existen otras orientaciones (Jiménez, 1998) que indican que el medio acuático no es adecuado para realizar ejercicios analíticos como son los ejercicios abdominales, recomendando que debido a que no se garantiza unas posiciones estables y seguras, y que además se necesitan supuestamente posiciones complejas, se deben practicar fuera del agua.

Con el propósito de aportar datos al respecto de esta carencia en cuanto al conocimiento sobre la ejercitación abdominal en el medio acuático, en el presente estudio se ha realizado un análisis cinemático de ejercicios anisométricos concéntricos para la musculatura abdominal en dicho medio, y más concretamente sobre 12 ejercicios que tienen como fin fortalecer agonísticamente el recto anterior del abdomen y sinérgicamente los músculos oblicuos. Con este propósito se han analizado ejercicios de encogimientos frontales superiores, inferiores y totales (Colado y Moreno, 2001), puesto que existen estudios (en Monfort (1998) como los de Vincent y Britten (1980), Quinne y Smith (1984), y Faulkner y Stewart (1982)) que recomiendan dicho ejercicio y sus variantes como uno de los mejores para el fortalecimiento de la musculatura abdominal. Al respecto de que se hayan evaluado sólo las acciones anisométricas concéntricas, se puede indicar que son las acciones musculares características del medio acuático y que en cuanto a términos de eficacia con su entrenamiento existen diferentes autores (Pipes y Wilmore, 1975; Housh y cols., 1992; González y Gorostiaga, 1995) que justifican que los resultados en cuanto a entrenamiento de la fuerza serán similares con aquellas ejercitaciones que incluyen acciones excéntricas, pudiéndose conseguir la misma ganancia de masa muscular y evitando la aparición de la inflamación muscular retardada (Cometti, 1998).

Kinesiología de la musculatura abdominal

La pared abdominal anterior está compuesta por cuatro grupos de músculos: recto anterior (*rectus abdominis*), obli-

cuos externos (*external oblique*), oblicuos internos (*internal oblique*) y transversos (*transversus abdominis*) (Norris, 1993). No existe un ejercicio exclusivo que pueda acondicionar global y específicamente cada uno de estos músculos, puesto que sus acciones son diversas (Axler y McGill, 1997), si bien existen movimientos que favorecen actuaciones sinérgicas. Para poder realizar un trabajo específico muscular sobre el recto anterior del abdomen, es decir, para realizar una acción muscular donde el músculo solicitado sea el agonista (López y López, 1995), será necesario combinar ejercicios de flexión frontal de tronco, tanto superior como inferior. En la *tabla 1* se ha sintetizado la acción, origen e inserción de cada uno de los músculos citados anteriormente, mientras que en la *tabla 4* se presenta el mismo análisis pero con los músculos primarios de la flexión de la cadera. Del conocimiento de su acción, y tomando como referencia su origen e inserción, se puede concluir de manera preliminar qué movimientos de ejercitación van a ser los que pueden proporcionar un trabajo específico muscular. No obstante, en el apartado siguiente se tratará este aspecto de manera más concreta.

De manera preliminar se debe matizar que en la flexión del tronco el recto anterior del abdomen es el principal agonista por la contracción global de sus fibras musculares. No obstante, y de manera muy discutida parece ser que los movimientos en los que el tórax se acerque hacia la pelvis involucrarán más la porción supraumbilical del recto anterior del abdomen y que los que provoquen el efecto inverso lo harán con la inferior (Guimaraes y cols., 1991; Norris, 1993; Sarti y cols., 1996a; Monfort, 1998; Tous, 1999 y 2001), pudiéndose realizar un movimiento conjunto de encogimiento de la parte superior e inferior con punto de giro aproximadamente a la altura de la cuarta vértebra lumbar (López y López, 1996; López, 2000). También se sabe (Monfort, 1998) que los ejercicios que movilicen los segmentos corporales inferiores provocarán una intensidad de contracción superior del recto anterior del abdomen si se compara con los que movili-

■ **TABLA 1.**

Acción, origen e inserción de la musculatura de la pared abdominal. (Kendall y Kendall, 1985; Norris, 1993; Sartí y cols., 1996a; López y López, 1995; Kapandji, 1980).

MÚSCULO	ACCIÓN	ORIGEN	INSERCIÓN
Transverso del abdomen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Descarga tensión a la columna en los levantamientos. ■ Modela el talle abdominal (junto a los oblicuos). ■ Facilita las espiraciones profundas. 	En la cara interna de la VII-XII costilla, en la cresta ilíaca y en la mitad lateral del ligamento inguinal.	En la línea alba y el pubis.
Recto anterior del abdomen	Acerca el tórax y la pelvis, es decir, realiza la flexión de tronco. No obstante, la flexión superior involucrará en mayor medida la porción supraumbilical mientras que la flexión inferior lo hará con la infraumbilical, pudiéndose provocar también una flexión conjunta de la parte superior e inferior.	En el apéndice xifoides del esternón y en los cartílagos costales V-VIII.	En el borde superior del pubis, entre sínfisis y espina.
Oblicuos externos o mayores del abdomen (uno a cada lado del abdomen)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Contraídos al unísono, flexionan el tronco. ■ Si lo hacen independientemente, rotan el tronco hacia el lado contrario del que se contrae. ■ Sus fibras externas favorecen las inflexiones laterales. ■ Modelan el talle 	En la cara externa y bordes inferiores de la V-XII costilla.	En la cresta ilíaca, en el labio anteroinferior del ilion, en el pubis y en la línea alba.
Oblicuos internos o menores del abdomen (uno a cada lado)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Contraídos al unísono, flexionan el tronco. ■ Si lo hacen independientemente, rotan el tronco hacia el mismo lado del que se contrae (será agonista con el oblicuo externo del lado contrario). ■ Sus fibras externas favorecen las inflexiones laterales. ■ Modela el talle. 	En la fascia lumbodorsal, en los dos tercios anteriores de la cresta ilíaca y en la mitad lateral del ligamento inguinal.	En X-XII costillas, en la línea alba, en la cresta del pubis y en la parte interna de la línea pectínea.

zan los segmentos superiores. No obstante, estos últimos provocarán un mejor trabajo en sinergia entre todos los músculos del tronco (Monfort, 1998). El movimiento activo de flexión de tronco en la zona lumbar, y a partir de un eje longitudinal del cuerpo, se realiza en el plano sagital y su amplitud de movimiento por tramo de raquis lumbar es pequeña, aunque sumadas en global sí que aportan un mayor rango de recorrido. Éste varía en

función de diversos autores, como muestra de la diversidad de criterios se puede ver en la *tabla 2*. Para el presente estudio, se tomará como referencia activa de flexión máxima de tronco una posición intermedia según los autores de la *tabla 2*. Esta será de 40 grados. No obstante, se debe considerar que las amplitudes de movimiento pueden variar sustancialmente según los sujetos (Kapandji, 1980), pudiendo influir aspectos

■ **TABLA 2.**

Amplitud global de movimiento del raquis lumbar en la flexión activa del tronco.

AUTORES	GRADOS DE FLEXIÓN
La Ban y cols. (1965)	30
Howley y Franks (1995)	30
López (2000)	30
Kapandji	40
Pearcy y cols. (1984)	40
Colado (1996)	40
Andesson y cols. (1998)	40
Tous y Balaguer (1998)	45
Mutoh y cols. (1983)	45
Shirado y cols. (1995)	45
Dvorak y cols. (1991)	46

tos como la flexibilidad, la fuerza local y la intensidad del ejercicio. Según Pearcy y cols. (1984), para una activa flexión de tronco en la zona lumbar, a partir de un eje longitudinal y tomando como referencia de amplitud máxima los 40 grados, se pueden apreciar los grados de movilidad por articulaciones vertebrales mostrados en la *tabla 3*. También se debe destacar que la cintura pelviana forma la base del tronco, siendo un anillo osteoarticular cerrado compuesto por los huesos ilíacos y el sacro. Este último pertenece a dicho sistema articulado, siendo su opción de movilidad mínima debido a sus ligamentos que son extremadamente potentes y obstaculizan casi todo desplazamiento (Kapandji, 1980). En consecuencia, el sacro, el raquis y la pelvis forman un conjunto único. Si la articulación de la cadera está flexionada el papel más importante en la retroversión pélvica lo desempeñan los músculos del abdomen (Tous y Balagué, 1998). Dicha retrover-

sión pélvica en la mayoría de los casos es seguida de un cifosamiento lumbar, ya que se arrastran las vértebras lumbares (Calais-Germain y Lamotte, 1995) a partir de la charnela sacro-lumbar. Esta leve cifosis estará provocada por la flexión de la parte inferior del tronco con un eje de giro que se sitúa aproximadamente a la altura de la cuarta vértebra lumbar.

En la *tabla 4* se presenta de manera sintetizada la acción, origen e inserción de los músculos involucrados en la flexión de cadera.

Se debe destacar, de cara a la mejor comprensión de la dinámica de algunos de los ejercicios propuestos, que la flexión activa de caderas con la rodillas flexionadas puede alcanzar una amplitud de 120 grados (Greene y Heckman, 1997), mientras que con las rodillas en extensión sólo alcanzará 90 grados (Kapandji, 1980).

Modelo de ejecución correcta de ejercicios abdominales

En la actualidad se recomienda que la ejercitación de la musculatura abdominal se asiente sobre un trabajo previo de conocimiento teórico (Norris, 1993) y de propiocepción de los movimientos para favorecer una mayor eficacia y seguridad con los ejercicios.

A nivel general, la ejecución de los ejercicios de acondicionamiento físico deben respetar una serie de principios de entrenamiento, entre ellos destaca el de especificidad (Navarro y cols., 1990). Ésta, entre otros aspectos, hace referencia a la localización anatómica, es decir, a la necesidad de involucrar los grupos musculares pretendidos en los ejercicios, evitando la participación innecesaria de otros grupos, denominándose, como ya se ha comentado, trabajo específico muscular (López y López, 1995). A nivel particular, este aspecto también se tendrá en cuenta en la ejercitación de los músculos de la zona abdominal (Andersson y cols., 1998). En primer lugar, y por la revisión kinesiológica aportada en el apartado anterior, se puede indicar que los músculos flexores del

tronco no intervienen en la flexión de la cadera ya que no llegan sus inserciones al fémur. En consecuencia, diferentes autores indican la premisa de que para una correcta ejecución de ejercicios abdominales se debe reducir al mínimo la involucración de los flexores de cadera y más concretamente del músculo psoas-iliaco, buscando de manera correcta que se realice una localizada flexión de columna vertebral (Rasch y Burke, 1985; Wirhed, 1989; Shirado y cols., 1995; Sarti y cols., 1996a; Demont y cols., 1999).

Ésta será la característica prioritaria del ejercicio, provocando que la flexión activa de cadera sea mínima (López y López, 1995 y 1996; Andersson y col., 1998). La flexión activa de cadera en la ejecución de los ejercicios abdominales demostrará un trabajo específico incorrecto (López y López, 1995), adoleciendo, en consecuencia, el recto anterior del abdomen de una función agonística específica y disminuyendo, por tanto, la intensidad de su contracción (Shirado y cols., 1995; Sarti y cols., 1996b y c; Monfort, 1998).

La reiterada insistencia por parte de multitud de autores sobre la correcta ejecución técnica de los ejercicios abdo-

minales es debida a que si existe una debilidad de la musculatura abdominal (típica si no se ejercita al ser un músculo fásico –Norris, 1993–) y la intervención de los flexores de cadera, y más concretamente de la unidad funcional psoas-iliaco es manifiesta, se someterá a una tensión excesiva a las vértebras lumbares que tienden a inclinarse hacia adelante (Norris, 1993), provocándose un aumento anómalo de la lordosis lum-

■ **TABLA 3.**
Grados de movilidad por articulaciones vertebrales del raquis lumbar en los movimientos de flexión activa.

ARTICULACIÓN	GRADOS DE FLEXIÓN
L1-L2	7,41
L2-L3	7,98
L3-L4	7,41
L4-L5	9,12
L5-S1	7,98
TOTAL	39,9

■ **TABLA 4.**
Acción, origen e inserción de la musculatura flexora de cadera. (Kendall y Kendall, 1985; Norris, 1993; Sarti y cols., 1996a; López y López, 1995; Kapandji, 1980).

MÚSCULO	ACCIÓN	ORIGEN-INSERCIÓN
Recto anterior (femoral) del músculo cuádriceps femoral	Flexión de cadera y extensión de la rodilla.	Desde la espina iliaca antero-inferior (porción recta) y porción superior del acetábulo (porción refleja), a la tuberosidad anterior de la tibia (tendón rotuliano)
Sartorio	<ul style="list-style-type: none"> ■ Flexión, rotación externa y abducción de la cadera. ■ Flexión de la rodilla. 	Desde la espina iliaca antero-superior a la superficie interna de la tibia.
Psoas mayor y menor	Flexión, rotación externa de la cadera, flexión e inflexión lateral de la columna lumbar.	De la superficie lateral de D12 hasta L4, y las apófisis costiformes de L1 a L5 (mayor), y de la superficie lateral de D12 y L1 (menor), al trocánter menor del fémur.
Iliáco	Flexión, rotación externa de la cadera, flexión e inflexión lateral de la columna lumbar.	De la fosa iliaca y espina iliaca antero-inferior al trocánter menor y región adyacente del labio interno de la línea áspera del fémur.

bar, y en consecuencia originando una tensión excesiva sobre los discos intervertebrales y ligamentos vertebrales (Shirado y cols., 1995).

Además la reiteración de entrenamiento para este último músculo, de por sí tónico y con un predominio de tejido conectivo (Norris, 1993), provocará una descompensación de la curvatura lordótica ya que tenderá a mantener una hiperlordosis. Esta postura anómala hace que se reduzca la dimensión de los agujeros de conjunción con lo que los nervios que por ellos emergen pueden ser pinzados, además de otros efectos nocivos como que las facetas articulares posteriores de manera inapropiada servirán de superficie de apoyo, aspecto para el que no están diseñadas. Además alterar la colocación vertebral también puede degenerar el disco intervertebral (Kendall y Kendall, 1985).

Todas estas anomalías pueden aportar a medio y largo plazo molestias y degeneración de la zona (Norris, 1993; López y López, 1995; Wirhed, 1989; Colado, 1996; López, 2000). Aunque este aspecto será variable en función de:

- La tensión nociva que puedan suponer los ejercicios, relacionándose directamente con su volumen e intensidad de entrenamiento.
- El tiempo que se llevan realizando.
- Características antropométricas.
- La condición física local.
- La edad y los hábitos cotidianos.
- Aspectos genéticos.

Al respecto de la inhibición de los músculos flexores de cadera, se debe conocer que existe un patrón de movimiento que automáticamente surge al presionar con el pie en el suelo o al ser sujetado. Éste involucra al tibial anterior, al cuádriceps (incluido el recto anterior del cuádriceps –que también es flexor de cadera–) y al psoas-iliíaco (Norris, 1993; Ricci y cols., 1981; Axler y McGill, 1997; Andersson y cols., 1997). Una manera de evitar que en los ejercicios colabore en sinergia dicha cadena flexora será evitando la fijación de los pies (Norris, 1993; Monfort, 1998) y favoreciendo que durante la ejecución de ejercicios abdomi-

nales la columna lumbar esté alineada mediante una retroversión pélvica a partir de una flexión de caderas y de rodillas (Williams, 1937; Neeves y Barlow, 1975; Blackburn y Portney, 1981; Norris, 1993; Sarti y cols., 1996 a; Colado, 1996; López y López, 1996; Monfort, 1998; Demont y cols., 1999; López, 2000). Esta menor involucración de los flexores de cadera se consigue en un 20-30 % con las caderas flexionadas en 45 grados y un 50 % si se flexionan en 90 grados (Norris, 1993).

Indicados algunos de los puntos más importantes para una correcta ejecución de los ejercicios abdominales, a continuación se presenta una síntesis global de todos los aspectos que se deben tener en cuenta para garantizar que la ejecución de los ejercicios que proponemos sea eficaz y además segura. Las orientaciones genéricas que se aportan son válidas para la ejecución de los ejercicios abdominales tanto en el medio terrestre como en el acuático.

La técnica aconsejada para involucrar en mayor medida la zona supraumbilical del recto anterior del abdomen en la realización de los encogimientos frontales es la que a continuación se indica.

- Inicialmente se estará en una posición confortable en la que exista una flexión de caderas que puede oscilar entre los 45 y 90 grados y una flexión de rodillas que estará en torno a los 90 grados (López y López, 1995; Sarti y cols., 1996 a; Monfort, 1998; Demont y cols., 1999), disminuyendo aún más la involucración de los flexores de cadera si las piernas están apoyadas (López y López, 1996) pero no sujetas (Monfort, 1998).
- Desde esa posición inicial se debe notar como la cabeza y las escápulas salen de la horizontal respecto a un eje longitudinal (Demont y cols., 1999), manifestándose una amplitud de recorrido como se comentó con anterioridad de 40 grados. No obstante, independientemente de esta orientación, se suele indicar que al final de la fase concéntrica el sujeto debe notar que su musculatura abdominal ha llegado

a la máxima contracción posible (Shirado y cols., 1995). Una mayor amplitud involucrará al psoas-iliíaco (Guimaraes y cols., 1991; López, 2000), ya que articularmente la flexión de tronco deja de ser natural, forzándose, además, las zonas de articulación vertebral y los discos intervertebrales (Norris, 1993).

- Dicha flexión de tronco debe procurar que la zona lumbar inferior se encuentre inmóvil (López, 2000), encontrándose el eje de giro aproximadamente a la altura de la cuarta vértebra lumbar.
- La cabeza debe elevarse en prolongación de la columna dorsal (Sarti y cols., 1996a), aunque existen estudios (Shirado y cols., 1995) que demuestran que si se acentúa la flexión cervical se estimula a un mayor activación del músculo recto del abdomen. No obstante, existen diversos autores que catalogan esta postura de potencialmente peligrosa para la zona cervical (Timmermans y Martin, 1987; Colado, 1996; Kuritzky y White, 1997; López, 2000).
- Los brazos en ningún momento realizarán movimientos de sacudidas o tirones que disminuya la participación agonista de los músculos abdominales (Sarti y cols., 1996a). Monfort (1998) indica que si los ejercicios se ejecutan con apoyo de brazos, para fijar y aislar más el movimiento, se provocará una mayor intensidad de la contracción muscular.

La técnica aconsejada para involucrar en mayor medida la zona infraumbilical del recto anterior del abdomen en la realización de los encogimientos frontales es la que a continuación se indica.

- Las rodillas y las caderas deben estar flexionadas aproximadamente en 90 grados (Sarti y cols., 1996a).
- En este ejercicio se buscará que la sínfisis del pubis bascule hacia el tórax por la contracción de la musculatura abdominal (Sarti y cols., 1996a), dejando la zona lumbar fijada con eje de giro a la altura aproximada de la cuarta vértebra lumbar.

- Para conseguir una involucración principal del recto anterior del abdomen se debe intentar llevar los muslos hacia el tórax, provocando este movimiento una acción articular de retroversión pélvica con el consiguiente cifosamiento de la zona lumbar inferior (Calais-Germain y Lamotte, 1995; Greene y Heckman, 1997; López, 2000). Si bien la acción inicial de flexión de caderas podría parecer desaconsejada, dicho aumento se considerará necesario (Kapandji, 1980; Tous y Balaguer, 1998) y además no será significativamente intenso para la involucración de los flexores de cadera (López, 2000; Greene y Heckman, 1997), ya que debe tenerse en cuenta que en la articulación de la cadera la amplitud de recorrido activa y con la rodilla en flexión es de 120 grados (Roach y Miles, 1991) siendo poco significativa la movilización de unos pocos grados para facilitar la retroversión pélvica.
- Los brazos estarán apoyados para provocar una ejecución más precisa y eficaz del movimiento (Guimaraes y cols., 1991; Norris, 1993; Monfort, 1998).
- Formación previa teórico-práctica sobre la correcta ejercitación abdominal en el medio terrestre. Para esto se le pidió una titulación académica que avalara su formación, programa de contenidos en el que se demuestre que ha estudiado dichos aspectos y lugares donde lo ha puesto en práctica. Además se le filmó en tierra para observar si su ejecución coincidía con los criterios de ejecución correctos marcados en el apartado “Modelo de ejecución correcta de ejercicios abdominales”.
- Nivel de acondicionamiento de los músculos flexores de tronco excelente. Para esto se le pasó la “Prueba Canadiense de Fuerza de Tronco” de Faulkner y cols. (1988).
- Formación teórico-práctica específica en motricidad acuática y más concretamente en los movimientos que implican la musculatura abdominal. Para esto se le pidió una titulación académica que avalara su formación, programa de contenidos en el que se demuestre que ha estudiado dichos aspectos y lugares donde lo han puesto en práctica.
- Además el sujeto de estudio nunca ha tenido dolor discapacitante en la zona lumbar.

Método

Sujeto del estudio

Estudios precedentes sobre la respuesta electromiográfica a la ejecución de ejercicios abdominales (Sarti y Cols., 1996a) indican que los sujetos que se deben estudiar deben ser seleccionados por su destreza para ejecutar correctamente los ejercicios propuestos más que exclusivamente por su condición física. De hecho, los estudios bibliográficos de Guimaraes y cols. (1991) indican que una de las causas más importantes que hacen que ciertos estudios obtengan resultados diferentes puede fundamentarse en ejecución incorrecta de los ejercicios. No obstante, además de una ejecución técnica correcta, también se aconseja que los sujetos de estudio tengan un nivel de condición física local adecuado puede favorecer que dicha ejecución sea más precisa.

A tenor de lo expuesto, los criterios de selección para obtener el sujeto de estudio han sido los siguientes:

En la selección del sujeto no se tuvo en cuenta las diferentes variaciones antropométricas (longitud miembro inferior-tronco) ni las variaciones de grados en la curvatura dorso-lumbar (en el plano sagital y entre las posiciones de firme y relajado), ya que como demostró Monfort (1998), en el primer aspecto (incluso diferenciado por sexo) no afecta a la intensidad de la activación de la musculatura del tronco. Y en el segundo sólo puede influir en el caso de que se realicen ejercicios para la musculatura abdominal sobre planos inclinados, aspecto que no se da en los ejercicios acuáticos seleccionados.

Procedimiento

Ejecución de los ejercicios

El ritmo de ejecución de los movimientos aconsejado por Sarti y cols. (1996a), Monfort (1998) y Tous (1999 y 2001) debe ser

normal, es decir, que pueda favorecer una ejecución cómoda y controlada. Este ritmo aísla el movimiento de la intervención sinérgica de otras zonas corporales (López y López, 1995) y además favorece la diferenciación de los ejercicios por su intervención prioritaria de la zona superior e inferior del recto anterior del abdomen (Tous y Balagué, 1998; Tous, 1999 y 2001). Para facilitar el control del ritmo de la ejecución de los movimientos, uno de los observadores acompañó con su voz la cadencia y tipo de acción en cada repetición.

La respiración debe llevarse según el criterio indicado por López y López (1995): a) Inspiración en posición inicial del movimiento. b) Espiración en fase concéntrica y en la vuelta a la posición inicial del movimiento.

Para evitar un acumulo de fatiga en el sujeto que pueda interferir con la ejecución técnica correcta se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Realizar series cortas, máximo 5 repeticiones.
- Intercalar periodos de descanso amplios.
- Permitir una mayor recuperación si en alguno de los ejercicios manifiesta un cansancio más acentuado.

Previo a la realización de los ejercicios estudiados, los investigadores explicaron el ejercicio y lo realizaron. A continuación lo ejecutó el sujeto y se le dio indicaciones verbales y táctiles en el caso de que la ejecución no fuera técnicamente correcta. Así se hizo con cada uno de los ejercicios.

La descripción de cada ejercicio se expone en el anexo, así como también se muestra una fotografía en la fase inicial y final de cada movimiento.

Material auxiliar

La mejora de los materiales acuáticos existentes y el desarrollo de nuevos, ha facilitado la consolidación de los ejercicios de gimnasia acuática. Según indica Colado (en prensa) además de facilitar las propuestas en diferentes zonas de profundidad de la piscina han posibilitado muchos movimientos, han aumentado la intensidad de otros e incluso han aportado un

elemento de variedad y, por ende, de motivación que amplía las opciones de las propuestas. Por tanto, los materiales permitirán una mayor batería de opciones a la hora de programar las sesiones y además facilitarán la adaptación más precisa de las prácticas a los objetivos y características buscadas.

En el presente estudio se utilizan materiales estándar con características de flotación. Una de las propiedades de este tipo de material es asistir y facilitar los movimientos para diferentes segmentos y latitudes corporales (Colado y Moreno, 2001). En este sentido el material utilizado ha permitido la adopción de las posiciones idóneas de ejercitación y por otro lado, según criterios expuestos por Monfort (1998), asistir en algunos movimientos a una ejecución más intensa del ejercicio.

Registro, tratamiento y análisis de los datos

Estudio bidimensional de fotogrametría y vídeo

López y López (1996) indican que el estudio electromiográfico es el mejor procedimiento para comprobar la acción muscular y su intensidad en movimientos determinados. No obstante, en este estudio se presenta el medio acuático como un elemento diferenciador al medio terrestre que hace que el uso de electrodos de manera directa y similar al procedimiento utilizado en las mediciones terrestres sea muy complejo. Autores como Halpern y Bleck (1979) y Shirado y cols. (1995) apuntan otro método indirecto típico como es la utilización de radiografías de los movimientos para comprobar la movilización de los segmentos óseos en posturas iniciales y finales de los ejercicios.

Debido a todas las dificultades que presentan para el estudio en el medio acuático los métodos típicos indicados, se ha decidido realizar otro estudio indirecto más apropiado para el medio acuático como es el análisis cinemático de los movimientos mediante técnicas de fotogrametría y vídeo. En consecuencia, y dado que los movimientos de estudio se reali-

zan en el plano sagital, se decidió realizar un estudio bidimensional (2D), por lo que la cámara fue colocada perpendicularmente al plano sagital del ejercitante (Sarti y cols., 1996a), a una distancia fija y a una altura próxima al eje de giro de los movimientos. Otros autores como Shirado y cols. (1995) y Sarti y cols. (1996a) han utilizado esta técnica para sus investigaciones en el medio terrestre, aunque en estos casos dada la facilidad de aplicación de otros métodos e instrumentales, éste se empleaba como recurso complementario al estudio electromiográfico.

Marcadores corporales

Para analizar el movimiento, según algunas de las orientaciones de estudios precedentes (Shirado y cols., 1995; Sarti y cols., 1996a), se utilizó un modelo del cuerpo humano definido por tres segmentos: fémur, pelvis y columna lumbar. Dichos segmentos estaban delimitados por los marcadores que a continuación se describen.

Los diversos marcadores se colocaron en las siguientes posiciones: tobillo, rodilla, cadera (trocánter mayor), espinalca iliaca antero-superior (aproximadamente a la altura de la cuarta vértebra lumbar), a la altura de la tercera vértebra lumbar y decimosegunda dorsal. En el caso de que para algún movimiento alguno de estos marcadores estuviera fuera del agua también se han colocado los siguientes: entre la rodilla y el trocánter mayor y a la altura de la areola de la zona pectoral.

Filmación y análisis

Inicialmente se grabó el sistema de referencia (una estructura rectangular de 0,54 m x 0,64 m) y posteriormente se grabó al sujeto de ensayo en bipedestación con los hombros en flexión de 90° para que se vieran todos los marcadores y, a continuación, se pasó a grabar los ejercicios de estudio.

Una vez filmados todos los movimientos, con una tarjeta capturadora de imágenes se crearon tantos ficheros *.avi como ejercicios de estudio, siguiendo las indicaciones de dos observadores experimentados que analizaron las imágenes de las filma-

ciones desde un criterio de especificidad citado en el punto 1.3.

Dichos ficheros fueron tratados en el programa de análisis biomecánico Kinescan Digital-IBV v.1.0, creándose las siguientes variables de estudio:

- **Ángulo de cadera.** Definida como el ángulo formado entre los marcadores que delimitaban el segmento fémur y el segmento pelvis.
- **Ángulo de columna lumbar.** Definido entre los tres marcadores ubicados en la zona dorso-lumbar y el marcador ubicado en la cresta iliaca.

Instrumentos

La grabación de los movimientos se realizó mediante una cámara Handycam Vision CCD-TRV46E Hi-8 de Sony, instalada dentro de una carcasa subacuática SPK-TRC y colocada en un trípode fijado al suelo de la piscina.

Los materiales de flotación utilizados en la realización de los ejercicios son normales y están al acceso de cualquier persona en tiendas deportivas o fabricas especializadas. Fueron los que a continuación se describen: dos flotadores tubulares normales y dos más largos, un conector de flotadores tubulares pequeño y dos grandes, y dos tablas de natación.

Resultados

En las *tablas 5, 6 y 7* se aprecian los grados de movimiento de cada ejercicio para la flexión de tronco producida y para la de caderas. En los ejercicios de encogimientos superiores se aportan los grados de movimiento desde L1 hasta L4, estando aproximadamente en esta última vértebra el eje de giro del movimiento. Según indica Percy y cols. (1984) la suma teórica del movimiento en flexión de tronco desde L1 hasta L4 debe sumar orientativamente 22,8 grados. Estos grados sumados a los 17,1 provenientes de la flexión de tronco desde la altura de L4 hasta S1 darán los 40 grados de flexión máxima del tronco respecto al eje longitudinal y para la zona lumbar indicados en el apartado "Kinesiológia de la musculatura abdominal-".

En los ejercicios de encogimientos inferiores se aportan los grados de movimiento desde L4 a S1, estando aproximadamente en esta primera vértebra lumbar el eje de giro del movimiento. Según indica Pearcy y cols. (1984) la suma teórica del movimiento en flexión de tronco desde L4 hasta S1 debe sumar orientativamente 17,1. Estos grados sumados a los 22,8 provenientes de la flexión de tronco desde la altura de L4 hasta L1 darán los 40 grados de flexión máxima del tronco respecto al eje longitudinal y para la zona lumbar indicados en el apartado “Kinesiología de la musculatura abdominal”.

En los ejercicios de encogimientos totales se aportan los grados de movimiento desde L1 hasta L4, y desde L4 a S1. No obstante se debe tener presente que para que se pueda producir tal movimiento aproximadamente desde L3 a L5 dicha zona deberá quedarse semi-inmóvil para poder servir de eje de giro. En consecuencia a la suma desde L1-L4 y L4-S1 se le deberá sumar la teórica desde L3 a L5 que es de 16,53 grados. De la suma de todos estos grados debe dar los 40 grados de flexión máxima del tronco respecto al eje longitudinal y para la zona lumbar indicados en el apartado “Kinesiología de la musculatura abdominal”.

Discusión y conclusiones

En función de los datos obtenidos en el análisis descriptivo que se aporta en el presente estudio, se pueden extraer diversas conclusiones. Éstas se exponen a continuación, clasificadas en función del tipo de ejercicio y de la sollicitación muscular requerida, para esto se han seguido los criterios aportados por Colado

y Moreno (1999, 2000 y 2001) junto con los expuestos en los apartados anteriores.

De manera concreta podemos indicar que los resultados obtenidos demuestran la posibilidad de dicha ejercitación acuática, ya que se ha corroborado la eficacia y se-

guridad de casi la mayoría de ejercicios. En consecuencia, con estos datos se aporta una propuesta teórica y práctica para la correcta y eficaz ejecución abdominal en el medio acuático, pudiendo aportar una alternativa a la típica idea de “salirse de la piscina” para realizar dichos ejercicios en

■ **TABLA 5.**
Encogimientos superiores.

EJERCICIO	GRADOS DE MOVIMIENTO DE LA CADERA			GRADOS DE MOVIMIENTO DEL TRONCO		
	Inicial	Final	Total	Inicial	Final	Total
1	39,7	38,2	-1,5	7,1	30,1	23
4	38,6	46,3	7,7	14	34,2	20,2
6	45,5	54,56	9,06	13,88	34,29	20,41
9	67,72	60,78	-6,94	15,84	36,6	20,76
10	48,54	41,39	-7,15	15,83	27,47	11,64

■ **TABLA 6.**
Encogimientos inferiores.

EJERCICIO	GRADOS DE MOVIMIENTO DE LA CADERA			GRADOS DE MOVIMIENTO DEL TRONCO		
	Inicial	Final	Total	Inicial	Final	Total
2	91,6	113,8	22,2	9	25,3	16,3
7	77,07	104,15	27,08	26,46	31,47	5,01
8	83,64	91,96	8,12	30,8	33,47	2,67
11	85,68	109,94	24,6	21,43	30,66	9,23
12	84,46	106,43	21,97	15,96	24,39	8,43

■ **TABLA 7.**
Encogimientos totales.

EJERCICIO	GRADOS DE MOVIMIENTO DE LA CADERA			GRADOS DE MOVIMIENTO DEL TRONCO SUP. + INF. + ZONA INMÓVIL (16,53)		
	Inicial	Final	Total	Inicial (sup./inf.)	Final (sup./inf.)	Total
3	87,6	117,5	22,9	23,6/17,7	32,3/22,6	8,7 + 4,9 + 16,53 = 30,13
5	90,14	113,54	23,4	24,7/17,01	34,28/29,17	9,58 + 12,16 + 16,53 = 38,27

seco. Además, con este estudio se abren pautas de actuación para diversos ámbitos de práctica física como son el deportivo, el profiláctico, el estético e incluso para el campo terapéutico.

Encogimientos superiores

Como se puede apreciar en la tabla 5, la amplitud de la flexión superior de tronco para los ejercicios 1, 4, 6 y 9 se encuentra próxima al máximo teórico (22,8 grados): 1(100 %), 4(88,6 %), 6(89,5 %) y 9 (91,05 %). Además, se ha podido comprobar como la cadena flexora de cadera no participa en los ejercicios 1, 9 y 10, y participa tan sólo un 6,41 % del máximo de su movilidad activa en el ejercicio 4 y un 7,55 % en el 6, siendo dicha participación despreciable según las orientaciones expuestas en los apartados de “Kinesiología de la musculatura abdominal” y “Modelo de ejecución correcta de ejercicios abdominales”.

El único ejercicio en el que no se ha alcanzado un grado de flexión superior de tronco próxima al máximo es en el 10 (51,05 %). De los datos expuestos se puede concluir que los ejercicios 1, 4, 6 y 9 involucran de forma agonista la musculatura flexora del tronco, es decir, favorecen un trabajo prioritario de la porción supraumbilical del recto anterior del abdomen y un trabajo sinérgico de la musculatura oblicua, minimizando la aportación de los flexores de cadera.

Encogimientos inferiores

Involucración de la caderas

En primer lugar se debe resaltar que por las características de los movimientos existe una mayor participación de la flexión de cadera en estos ejercicios. Como se puede apreciar en la tabla 6, en el 2, 7, 11 y 12, por orden, existen los siguientes grados de movimiento: 22,2, 27,08, 24,6 y 21,97, que respecto al porcentaje de movilidad máximo de cadera representan, por orden,: 18,52 %, 22,57 %, 20,5 % y 18,3 %.

No obstante, se debe destacar que el grado de amplitud de participación es poco significativo. Además debe considerarse, como se expuso con anterioridad, que

para favorecer una retroversión pélvica más precisa y menos estresante para la zona lumbar, las caderas deben estar flexionadas casi al máximo para favorecer dicho movimiento de vasculación. Éste estará provocado principalmente por el recto anterior del abdomen, involucrándose en mayor medida la porción infraumbilical.

Una conclusión que se puede extrapolar de estos datos es que en la posición inicial de este tipo de ejercicios las caderas deben estar flexionadas muy próximas a los 120 grados para que ya de manera inicial intervenga la musculatura abdominal en el movimiento, a diferencia de las orientaciones actuales que indican que dicha flexión debe estar próxima a los 90 grados. De esta manera se puede conseguir una ejecución más precisa del movimiento y más segura.

Flexión inferior del tronco

Como se puede apreciar en la tabla 6, la amplitud de la flexión inferior de tronco para el ejercicio 2 es de 95,32 % (16,3 grados), estando próxima al máximo teórico (17,1 grados).

Como se puede apreciar en la tabla 6, la amplitud de la flexión inferior de tronco para el ejercicio 11 es del 53,98 % (9,23 grados) y para el 12 del 49,3 % (8,43 grados). Aunque en ambos no se ha llegado al máximo teórico de amplitud deben considerarse los siguientes aspectos: a) Es un ejercicio de los catalogados de alta intensidad debido a la posición vertical del cuerpo (Colado, 1996; López, 2000) y b) Greene y Heckman (1997) indican que en posición vertical y con flexión de cadera próxima a 90 grados es más difícil alcanzar amplitudes máximas de recorrido en la flexión de tronco. En consecuencia, se podría considerar que la amplitud de recorrido ha sido suficiente para garantizar una estimulación intensa de la musculatura abdominal.

La eficacia del ejercicio 8 debería ser comprobada en sujetos con una condición física local excepcional, ya que podría ser una opción de ejercitación muy interesante para tales sujetos. Aunque los datos obtenidos (tabla 6) indican que la amplitud de recorrido es pequeña (15,61 % de la máxima teó-

rica respecto la flexión inferior del tronco), se debe considerar que puede ser debido a la alta dificultad que representa para la ejecución de este ejercicio los siguientes aspectos: la extensión casi máxima de las rodillas que provocará una elevada tensión de los músculos isquio-tibio-peroneos y el gravamen que supone el gran brazo de palanca que representa tener las piernas extendidas. Además podría influir, al igual que en los ejercicios 11 y 12, la posición vertical del tronco unido a la flexión de las caderas (Greene y Heckman, 1997).

Como se puede apreciar en la tabla 6, en el ejercicio 7 la amplitud de la flexión inferior de tronco es de 29,3 % (5,01 grados). Consideramos que es una amplitud de flexión de tronco poco importante y que se debería contrastar con más estudios la eficacia de este ejercicio.

De los datos expuestos se puede concluir que el ejercicio 2, y en menor medida el 11 y 12, involucran de forma agonista la musculatura flexora del tronco, es decir favorecen una intervención prioritaria de la porción infraumbilical del recto anterior del abdomen, siendo casi mínima la aportación de los flexores de cadera.

Flexión total del tronco

Como se puede apreciar en la tabla 7, la amplitud de la flexión total de tronco para el ejercicio 3 es del 75,32 % (30,13 grados) y para el 5 del 95,67 % (38,27 grados) estando ambas próximas al máximo teórico (40 grados).

En cuanto a la participación de la flexión de la cadera sucede lo mismo que para los encogimientos inferiores, es decir, el grado de amplitud de participación es poco significativo y además, si se parte de una posición inicial de flexión próxima a 90 grados, debe considerarse casi necesaria, pudiéndose aplicar la misma recomendación aportada anteriormente de favorecer posiciones iniciales con flexión de cadera próxima al máximo.

De los datos expuestos se puede concluir que ambos ejercicios (3 y 5) involucran de forma agonista la musculatura flexora del tronco, siendo casi mínima la aportación de los músculos flexores de cadera.

DESCRIPCIÓN DE LOS EJERCICIOS ANALIZADOS Y FOTOGRAFÍAS

EJERCICIO 1. Encogimiento frontal superior sobre flotador tubular y con apoyo de tablas



DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

Tumbado longitudinalmente en flotación dorsal sobre el flotador tubular que se sujetará con los muslos, y con los brazos abducidos, sujetando en cada mano una tabla para favorecer un mejor apoyo y realización del ejercicio. Se realizará una flexión de la parte superior del tronco, dejando inmóvil las extremidades inferiores y manteniendo una ligera flexión de caderas y de rodillas que permita mantenerse en una posición estable.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor.

TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Un flotador tubular y dos tablas.

EJERCICIO 2. Encogimiento frontal invertido sobre flotador tubular y con apoyo de tablas



DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

Tumbado longitudinalmente sobre el flotador tubular que se sujetará con los muslos, y con los brazos abducidos, sujetando en cada mano una tabla para favorecer un mejor apoyo y realización del ejercicio. Se realizará una flexión de la parte inferior del tronco, mientras se mantiene inicialmente una flexión de caderas y de rodillas próxima a los 90 grados.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor.

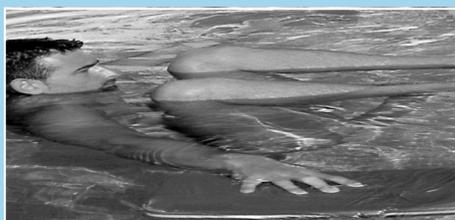
TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Un flotador tubular y dos tablas.

EJERCICIO 3. Encogimiento total sobre flotador y con apoyo de dos tablas



DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

Tumbado longitudinalmente sobre el flotador tubular que se sujetará con los muslos, y con los brazos abducidos, sujetando en cada mano una tabla para favorecer un mejor apoyo y realización del ejercicio. Se realizará una flexión de la parte superior del tronco, a la vez que se realiza una flexión de la parte inferior del tronco mientras se mantiene inicialmente una flexión de caderas y de rodillas próxima a los 90 grados. Dicha flexión total provocará un agrupamiento del tronco.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor

TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Un flotador tubular y dos tablas.

EJERCICIO 4. Encogimiento frontal superior con silla en zona glútea y con apoyo de tablas

DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

Tumbado en flotación dorsal y con un apoyo de un flotador tubular en forma de silla (gracias al uso de un conector) en la región glútea. Con los brazos abducidos, sujetando en cada mano una tabla para favorecer un mejor apoyo y realización del ejercicio. Se realizará una flexión de la parte superior del tronco, dejando inmóvil las extremidades inferiores y manteniendo una ligera flexión de caderas y de rodillas que permita mantenerse en una posición estable.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor.

TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Un flotador tubular (con conector) y dos tablas.



EJERCICIO 5. Encogimiento total con silla en zona glútea y con apoyo de tablas

DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

Tumbado en flotación dorsal y con un apoyo de un flotador tubular en forma de silla (gracias al uso de un conector) en la región glútea. Con los brazos abiertos, sujetando en cada mano una tabla para favorecer un mejor apoyo y realización del ejercicio. Se realizará una flexión de la parte superior del tronco, a la vez que se realiza una flexión de la parte inferior del tronco mientras se mantiene inicialmente una flexión de caderas y de rodillas próxima a los 90 grados. Dicha flexión total provocará un agrupamiento del tronco.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor.

TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Un flotador tubular (con conector) y dos tablas.



EJERCICIO 6. Encogimiento frontal superior con flotadores y con apoyo de tablas

DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

Tumbado en flotación dorsal y con un apoyo de un flotador tubular en los tobillos y otro en la zona dorsal. Con los brazos abducidos, sujetando en cada mano una tabla (no aparecen en las fotografías) para favorecer un mejor apoyo y realización del ejercicio. Se realizará una flexión de la parte superior del tronco, dejando inmóvil las extremidades inferiores y manteniendo una ligera flexión de caderas y de rodillas que permita mantenerse en una posición estable.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor.

TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Dos flotadores tubulares y dos tablas (no aparecen en las fotografías).



EJERCICIO 7. Encogimiento frontal invertido con silla y flotador tubular**DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO**

Sentado sobre un flotador tubular en forma de silla (por la unión con un conector) con una flexión de caderas próxima a los 90 grados y con las rodillas con una ligera flexión y con fijación de la parte superior del tronco con el flotador tubular (estando las piernas por debajo de él). Realizar una flexión de la parte inferior del tronco a tocar con las piernas en la parte inferior del flotador tubular. En todo momento se mantendrá la angulación de las caderas y de las rodillas casi constante.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

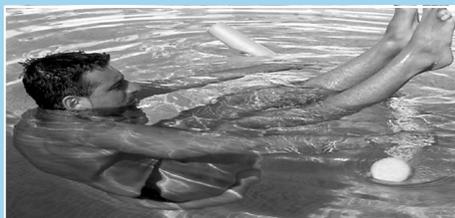
Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor.

TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Dos flotadores tubulares y el conector.

EJERCICIO 8. Encogimiento frontal invertido con silla y flotador (Variante)**DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO**

Sentado sobre un flotador tubular en forma de silla (por la unión con un conector) con una flexión de caderas próxima a los 90 grados y con las rodillas casi totalmente en extensión y con fijación de la parte superior del tronco con el flotador tubular (estando las piernas por encima de él). Realizar una flexión de la parte inferior del tronco para separar las piernas del flotador tubular. En todo momento se mantendrá casi constante la angulación de las caderas y de las rodillas.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor.

TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Dos flotadores tubulares y el conector.

EJERCICIO 9. Encogimiento frontal superior en isla pequeña**DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO**

Tumbado en flotación dorsal y con ayuda de una isla pequeña, en la que se apoyará los huesos poplíteos y la zona dorsal, a la vez que también se apoyan los brazos sobre ella. Se realizará una flexión de la parte superior del tronco, dejando inmóvil las extremidades inferiores y manteniendo una ligera flexión de caderas y de rodillas que permita mantenerse en una posición estable.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor.

TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Dos flotadores tubulares.
(La isla pequeña se compone de la unión de dos flotadores tubulares con dos conectores).

EJERCICIO 10. Encogimiento frontal superior en isla grande

DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

Tumbado en flotación dorsal y con ayuda de una isla grande, en la que se apoyará los tobillos y la zona dorso-cervical, a la vez que se apoyan los brazos en abducción para favorecer una mejor ejecución. Se realizará una flexión de la parte superior del tronco, dejando inmóvil las extremidades inferiores y manteniendo una ligera flexión de caderas y de rodillas que permita mantenerse en una posición estable.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor.

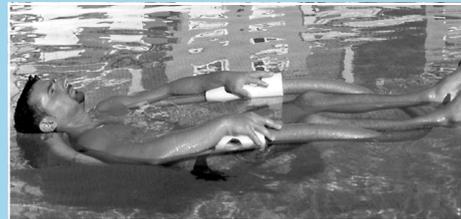
TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Dos flotadores tubulares.

(La isla grande se compone de la unión de dos flotadores tubulares más largos de lo habitual con dos conectores grandes.)



EJERCICIO 11. Encogimiento inferior con silla y flotador en posición vertical

DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

Sentado sobre la silla y con las manos apoyadas en el flotador tubular. Realizar una flexión de la parte inferior del tronco mientras se mantiene inicialmente una flexión de caderas y de rodillas próxima a los 90 grados.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor.

TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Dos flotadores tubulares.

(La silla es la unión de un flotador tubular pequeño con un conector pequeño.)



EJERCICIO 12. Encogimiento frontal invertido en posición vertical y con tablas

DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

En flotación vertical, con los brazos abducidos, sujetando en cada mano un tabla para favorecer un mejor apoyo y realización del ejercicio. Realizar una flexión de la parte inferior del tronco, mientras se mantiene inicialmente una flexión de caderas y de rodillas próxima a los 90 grados.

INTERVENCIÓN MUSCULAR

Recto mayor del abdomen y oblicuos mayor y menor.

TIPO DE PISCINA

Piscina medianamente profunda y profunda. El agua debe cubrir lo suficiente para realizar el movimiento.

MATERIAL

Dos tablas.



Bibliografía

- Andersson, E. A.; Nilsson, J.; Ma, Z. y Thorstensson, A. (1997). Abdominal and hip flexor muscle activation during various training exercises. *Eur J Appl Physiol.* (75), 115-123.
- Andersson, E. A.; Ma, Z. y Thorstensson, A. (1998). Relative EMG levels in training exercises for abdominal and hip flexor muscles. *Scand J Rehab Med.* (30), 175-183.
- Axler, C. T. y McGill, S. M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc.* (Junio 29). (6), 804-811.
- Blackburn, S. E. y Portney, L. G. (1981). Electromyographic activity of back musculature during Williams' flexion exercises. *Phys Ther.* (61), 878-885.
- Brungardt, K. (1995). *The complete book of ABS.* New York: Villard books.
- Calais-Germain, B. y Lamotte, A. (1995). *Anatomía para el movimiento. Bases de ejercicios.* Tomo II. Barcelona: Los libros de la liebre de marzo.
- Campbell, E. J. M. (1953). An electromyographic study of the role of the abdominal muscles in breathing. *J Physiol.* (120), 409-418.
- Colado, J. C. (1996). *Fitness en las salas de musculación.* Barcelona: Inde.
- (en prensa). Contextualización, definición y características de la gimnasia acuática. *Apunts. Educación Física y Deportes.*
- Colado, J. C. y Moreno, J. A. (1999). Ejercicios abdominales en el medio acuático. *En Actas del VI Congreso de Actividades Acuáticas.* Barcelona: SEAE.
- (2000). Desarrollo abdominal en el medio acuático. *En Actas del XX Congreso Internacional de Actividades Acuáticas y Natación Deportiva.* Toledo: Universidad de Castilla-La Mancha.
- (2001). *Fitness acuático.* Barcelona: Inde.
- Colado, J. C. y Baixauli, A. M. (2001). Necesidad de formación en motricidad acuática. *Agua y Gestión.* (54), 12-18.
- Cometti, G. (1998). *Los métodos modernos de musculación.* Barcelona: Paidotribo.
- DeMichele, P. L.; Pollock, M. L.; Graves, J. E.; Foster, D. N.; Carpenter, D.; Garzarella, L.; Brechue, W. y Fulton, M. (1997). Isometric torso rotation strength: effect of training frequency on its development. *Arch Phys Med Rehabil.* (Enero) 78 (1), 64-69.
- Demont, R. G.; Lephart, S. M.; Giraldo, J. L.; Giannantonio, F. P.; Yuktanandana, P. y Fu, F. H. (1999). Comparison of two abdominal training devices with an abdominal crunch using strength and EMG measurements. *J Sports Med Phys Fitness.* (Septiembre) 39 (3), 253-258.
- Dvorak, J.; Panjabi, M. M. y Chang, D. G. (1991). Functional radiographic diagnosis of the lumbar spine: Flexion-extension and lateral bending. *Spine* (16), 562-571.
- Evans, W. J. (1999). Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc.* (Enero) 31 (1), 12-17.
- Faulkner, R. A.; Springings, E. S.; McQuarrie, A. y Bell, R. D. (1988). *Partial curl-up research project final report.* Report submitted to the Canadian Fitness and Lifestyle Research Institute.
- Feigenbaum, M. S. y Pollock, M. L. (1999). Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc.* (Enero) 31 (1), 38-45.
- Fleck, S. J. y Kraemer, W. J. (1997). *Designing resistance training programs.* Champaign, Illinois: Human Kinetics Books. 2.ª ed.
- González, J. J. y Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza.* Barcelona: Inde.
- Greene, M. D. y Heckman, J. D. (1997). *Evaluación clínica del movimiento articular.* Madrid: Edika Med.
- Guimaraes, A. C.; Vaz, M. A.; De Campos, M. I. y Marantes, R. (1991). The contribution of the rectus abdominis and rectus femoris in twelve selected abdominal exercises. *J Sports Med Phys Fitness.* (Junio) 31 (2), 222-230.
- Gusi, N. y Fuentes, J. P. (1999). Valoración y entrenamiento de la fuerza-resistencia abdominal: validez comparativa y reproductibilidad de tres pruebas de evaluación en tenistas. *Apunts. Educación Física y Deportes.* (55), 55-59.
- Halpern, A. y Bleck, E. (1979). Sit-up exercises: an electromyographic study. *Clin Orthop.* (172), 172-178.
- Housh, D. J.; Housh, T. J.; Johnson, G. O. y Chu, W. K. (1992). Hypertrophic response to unilateral concentric isokinetic resistance training. *J Appl Physiol.* (Julio) 73 (1), 65-70.
- Howley, E. y Franks, D. (1995). *Manual del técnico en salud y fitness.* Barcelona: Paidotribo.
- Jackson, C. G.; Dickinson, A. L. y Ringel, S.P. (1990). Skeletal muscle fiber area alterations in two opposing modes of resistance-exercise training in the same individual. *Eur J Appl Physiol.* (61) (1-2), 37-41.
- Jiménez, J. (1998). *Columna vertebral y medio acuático.* Madrid: Gymnos.
- Juker, D.; McGill, S.; Kropf, P. y Steffen, T. (1998). Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks. *Med Sci Sports Exerc.* (Febrero) 30 (2), 301-310.
- Kapandji, I. A. (1980). *Cuadernos de fisiología articular.* Barcelona: Masson.
- Kendall, F. P. y Kendall, E. (1985). *Músculos: Pruebas y funciones.* Barcelona: JIMS.
- Kuritzky, L. y White, J. (1997). Low-back pain. Consider extension education. *The physician and sportsmedicine.* 25 (1).
- La Ban, M. M.; Raptou, A. D. y Johnson, E. W. (1965). Electromyographic study of function of iliopsoas muscle. *Arch Phys Med Rehab.* 46 (10), 676-679.
- López, F. y López, C. (1995). Marco teórico-práctico para la correcta ejecución del trabajo abdominal (I). *Apunts. Educación Física y Deportes.* (42), 36-45.
- (1996). Marco teórico-práctico para la correcta ejecución del trabajo abdominal (y II). *Apunts. Educación Física y Deportes* (43), 25-41.

- López, P. A. (2000). *Ejercicios desaconsejados en la actividad física*. Barcelona: Inde.
- Monfort, M. (1998). *Musculatura del tronco en ejercicios de fortalecimiento abdominal*. Tesis doctoral. Valencia: Facultad de medicina.
- Navarro, F.; Arellano, M.; Carnero, C. y Gosálvez, M. (1990). *Natación*. Madrid: Comité Olímpico Español.
- Neeves, N. y Barlow, D. (1975). Torque work and power differences in bent-knee and straight-leg sit-ups in women. *Med Sci Sports*. (7), 77.
- Norris, C. M. (1993). Abdominal muscle training in sport. *Br J Sp Med*; 27 (1), 19-27.
- Pearcy, M.; Portek, I. y Shepherd, J. (1984). Three-dimensional x-ray analysis of normal movement in the lumbar spine. *Spine* (9), 294-297.
- Pipes, T. V. y Wilmore, J. H. (1975). Isokinetic vs isotonic strength training in adult men. *Med Sci Sports*. Winter; 7(4), 262-274.
- Rasch y Burke (1985). *Kinesiología y anatomía aplicada*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Ricci, B.; Marchetti, M. y Figura, F. (1981). Biomechanics of sit-up exercises. *Med Sci Sports Exerc*. 13 (1), 54-59.
- Roach, K. E. y Miles, T. P. (1991). Normal hip and knee active range of motion: The relationship to age. *Phys Ther* (71), 656-665.
- Sanders, M. E. y Rippee, N. E. (2001). *Manual de instructor de fitness acuático*. Vol. I Agua poco profunda. Madrid: Gymnos.
- Sarti, M. A.; Monfort, M.; Fuster, M. A. y Villaplana, L. A. (1996a). Muscle activity in upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises. *Arch Phys Med Rehab*. (Diciembre); 77 (12), 1293-1297.
- Sarti, M. A.; Monfort, M. y Fuster, M. A. (1996b). Intensidad de la contracción del músculo recto mayor del abdomen. Estudio electromiográfico. *Archivos de medicina del Deporte*. (56), 441-446.
- Sarti, M. A.; Monfort, M.; Sanchis, C. y Aparicio, L. (1996c). Anatomía funcional del músculo rectus abdominis. Estudio electromiográfico. *Arch Esp Morfol*. (1), 143-149.
- Shirado, O.; Ito, T.; Kaneda, K. y Strax, T. E. (1995). Electromyographic Analysis of Four Techniques for Isometric Trunk Muscle Exercises. *Arch Phys Med Rehabil*. (Marzo), 76 (3), 225-229.
- Timmermans, H. y Martin, M. (1987). Top ten potentially dangerous exercises. *JOPERD*. 58 (6), 29-31.
- Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo.
- (2001). El entrenamiento de la musculatura abdominal. *Apuntes. Educación Física y Deportes* (64), 112.
- Tous, J. y Balagué, N. (1998). El entrenamiento de la musculatura abdominal: últimas tendencias. *Revista de entrenamiento deportivo*. XII (2), 17-21.
- Williams, P. C. (1937). Lesions of the lumbosacral spine. Part II. Chronic traumatic (postural) destruction of the lumbosacral intervertebral disc. *J Bone Joint Surg*. (19), 690-703.
- Wirhed, R. (1989). *Habilidad atlética y anatomía del movimiento*. Barcelona: Edika-Med.