

# Exercicis per a l'entrenament de la musculatura flexora del tronc en el medi aquàtic

■ JUAN CARLOS COLADO SÁNCHEZ

■ SALVADOR LLANA BELLOCH

Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport.  
Universitat de València

■ Paraules clau

Exercitació aquàtica, Entrenament de força, Exercicis abdominals, Anàlisi cinemàtica

## 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*

## Resum

Pel que fa a l'exercitació abdominal en el medi terrestre s'han realitzat estudis múltiples que han avaluat diversos aspectes. Malgrat això, s'ha de ressaltar que fins avui son escasses les publicacions que s'han centrat en aprofundir de manera qualitativa i/o quantitativa en l'exercitació abdominal en el medi aquàtic.

A partir d'un estudi bidimensional de fotogrametria i vídeo s'ha realitzat un anàlisi cinemàtica de 12 exercicis aquàtics de flexió de tronc que involucren la musculatura abdominal. L'estudi està en les seves fases preliminars, motiu per al qual es va dur a terme amb únic subjecte. El model antropomètric utilitzat per a l'anàlisi cinemàtica va consistir en un model alàmbic de tres segments: cuixa, pelvis i zona lumbar. Aquests tres segments determinen els dos angles d'interès: angle dels malucs i angle lumbar.

Els resultats obtinguts han corroborat l'eficàcia i seguretat de la majoria dels moviments proposats. Amb les dades que aporta aquest estudi s'obren noves possibilitats d'actuació per als diversos àmbits de pràctica física saludable en el medi aquàtic, oferint a més a més, una alternativa teòrica i pràctica a la típica idea de "sortir-se de la piscina" per a realitzar aquests exercicis.

## Introducció

### Antecedents i estat actual de l'objecte d'estudi

Sobre l'exercitació de la zona abdominal s'ha parlat i escrit de manera prolixa, atès que el seu condicionament adequat té re-

percussions positives, tant en el rendiment esportiu com en el manteniment de la salut (Campbell, 1953; Norris, 1993; Demont i cols., 1999; Juker i cols., 1998; Monfort, 1998; Gusi i Fuentes, 1999).

En l'àmbit esportiu se sap que afavoreix la realització de moviments més enèrgics i precisos, a més a més d'aportar seguretat davant de possibles lesions i descompensacions (Brungardt, 1995). En l'àmbit de la salut es coneix que el seu condicionament és crucial per afavorir un correcte equilibri muscular a nivell pelvià amb la seva influència directa sobre el raquis (Monfort, 1998); és freqüent que la seva falta de to pugui provocar patologies lumbars (Norris, 1993; Shirado i cols., 1995; Jiménez, 1998; Demont i cols., 1999). S'accepta que per evitar aquestes patologies cal, a nivell muscular, un equilibri correcte i una bona harmonització amb la musculatura extensora de tronc i flexora i extensora de maluc.

Si els músculs de la zona abdominal tenen el to adequat, a causa de la seva disposició i de les seves aponeurosis, s'afavorirà una millora en l'aparença corporal (estètica) i es crearà una cotilla natural de protecció (Howley i Franks, 1995), que afavorirà que davant d'esforços que puguin implicar un risc per a la columna, aquesta es vegi protegida i estabilitzada per la pressió intraabdominal i el suport que poden provocar. És per això que es pot dir que és l'únic sistema no invasiu a través del qual es pot exercir una influència efectiva i permanent sobre l'estructura i la funció de la columna vertebral (Howley i Franks, 1995). Per

aquestes i per d'altres raons, la musculatura abdominal ha pres la importància que hom li atorga.

Malgrat tot, de manera abundant i en un prisma antagònic, també es troba una excelsa bibliografia que comenta les repercussions nocives que pot ocasionar l'exercitació tècnica inadequada d'aquests exercicis (Norris, 1993; Shirado i cols., 1995; Colorado, 1996; Axler i McGill, 1997; López, 2000).

També es pot indicar que no existeix cap tipus de pràctica física i esportiva que condicioni globalment aquesta zona, fora que es busquin exercicis exclusius per a aquesta finalitat (Brungardt, 1995). Fins i tot, entre els exercicis específics, no n'hi ha cap que tot sol serveixi per enfortir correctament tota la musculatura de la zona abdominal, i es fa necessari combinar diferents moviments per aconseguir-ho (Axler i McGill, 1997). Aquesta dificultat acostuma a provocar que fins i tot entre persones físicament actives es pot trobar una preparació de la musculatura abdominal insuficient (Norris, 1993).

Respecte a l'exercitació abdominal en el medi terrestre s'han realitzat múltiples estudis que han avaluat l'amplitud dels moviments, l'especificitat en la participació muscular, la freqüència i intensitat dels exercicis, l'eficàcia entre diversos moviments amb estris i sense, la influència d'un condicionament correcte per a la salut i el rendiment esportiu, etc. (Guimaraes i cols., 1991; Norris, 1993; Shirado i cols., 1995; López i López, 1995 i 1996; Sarti i cols., 1996a; Axler i McGill, 1997; DeMichele i cols., 1997; Andersson i cols., 1998; Juker i cols., 1998; Monfort, 1998; Demont i cols., 1999). Tanmateix, s'ha de ressaltar que fins avui són escasses les propostes que s'han centrat a aprofundir de manera qualitativa i/o quantitativa en l'exercitació abdominal en el medi aquàtic. Pel que fa a aquest tema, es pot trobar l'aportació de Sanders i Rippee (2001), que indica que només que es realitzin amb bona higiene de la posició els exercicis gimnàstics a l'aigua, n'hi ha prou per millorar la resistència i la força de la musculatura abdominal, encara que no aporta dades sobre la possibili-

tat d'utilitzar exercicis específics per a aquesta finalitat. Per contra, existeixen d'altres orientacions (Jiménez, 1998) que indiquen que el medi aquàtic no és adequat per realitzar exercicis analítics com ho són els exercicis abdominals, tot recomanant que, com que no es garanteixen unes posicions estables i segures, i que a més a més calen, suposadament, posicions complexes, s'han de practicar fora de l'aigua.

Amb el propòsit d'aportar dades respecte d'aquesta carència pel que fa al coneixement sobre l'exercitació abdominal en el medi aquàtic, en aquest estudi s'ha realitzat una anàlisi cinemàtica d'exercicis anisomètrics concèntrics per a la musculatura abdominal en el medi esmentat, i més concretament, sobre 12 exercicis que tenen com a finalitat enfortir agonísticament el recte anterior de l'abdomen i de manera sinèrgica els músculs oblics. Amb aquest propòsit s'han analitzat exercicis d'encongiments frontals superiors, inferiors i totals (Colorado i Moreno, 2001), atès que existeixen estudis (en Monfort (1998) com els de Vincent i Britten (1980), Quinne i Smith (1984), i Faulkner i Stewart [1982]) que recomanen l'exercici esmentat i les seves variants com un dels millors per a l'enfortiment de la musculatura abdominal.

Respecte al fet que s'hagin avaluat només les accions anisomètriques concèntriques, es pot indicar que són les accions musculars característiques del medi aquàtic i que pel que fa a termes d'eficàcia amb el seu entrenament hi ha diferents autors (Pipes i Wilmore, 1975; Housh i cols., 1992; González i Gorostiaga, 1995) que justifiquen que els resultats, pel que fa a entrenament de la força, seran similars amb les exercitacions que inclouen accions excèntriques, i que es pot aconseguir el mateix guany de massa muscular i evitar l'aparició de la inflamació muscular retardada (Cometti, 1998).

### **Cinesiologia de la musculatura abdominal**

La paret abdominal anterior està composta per quatre grups de músculs: recte an-

terior (*rectus abdominis*), oblics externs (*external oblique*), oblics interns (*internal oblique*) i transvers (*transversus abdominis*) (Norris, 1993). No existeix un exercici exclusiu que pugui condicionar globalment i específicament cada un d'aquests músculs, atès que les seves accions són diverses (Axler i McGill, 1997), encara que existeixen moviments que afavoreixen actuacions sinèrgiques. Per poder realitzar un treball específic muscular sobre el recte anterior de l'abdomen, és a dir, per realitzar una acció muscular on el múscul sol·licitat sigui l'agonista (López i López, 1995), serà necessari combinar exercicis de flexió frontal de tronc, tant superior com inferior.

A la *taula 1* hem sintetitzat l'acció, origen i inserció de cada un dels músculs esmentats anteriorment, mentre que a la *taula 4* es presenta la mateixa anàlisi, però amb els músculs primaris de la flexió del maluc. Del coneixement de la seva acció, i prenent com a referència el seu origen i inserció, es pot concloure de manera preliminar quins moviments d'exercitació seran els que poden proporcionar un treball específic muscular. Malgrat tot, a l'apartat següent es tractarà aquest aspecte de manera més concreta.

De manera preliminar s'ha de matisar que en la flexió del tronc el recte anterior de l'abdomen és el principal agonista per la contracció global de les seves fibres musculars. Malgrat tot, i de manera molt discutida, sembla ser que els moviments en els quals el tòrax s'acosti cap a la pelvis involucran més la porció supraumbilical del recte anterior de l'abdomen i que els que provoquin l'efecte invers ho faran amb la inferior (Guimaraes i cols., 1991; Norris, 1993; Sarti i cols., 1996a; Monfort, 1998; Tous, 1999 i 2001); es pot realitzar un moviment conjunt d'encongiment de la part superior i inferior amb punt de gir aproximadament a l'alçada de la quarta vèrtebra lumbar (López i López, 1996; López, 2000). També se sap (Monfort, 1998) que els exercicis que mobilitzin els segments corporals inferiors provocaran una intensitat de contracció superior del recte anterior de l'abdomen si es compara amb els que mobilitzen els segments superiors. Malgrat

■ **TAULA 1.**

*Acció, origen i inserció de la musculatura de la paret abdominal.* (Kendall i Kendall, 1985; Norris, 1993; Sartí i cols., 1996a; López i López, 1995; Kapandji, 1980).

| MÚSCUL                                                                      | ACCIÓ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ORIGEN                                                                                                                 | INSERCIÓ                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transvers de l'abdomen</b>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Descarrega tensió a la columna en els aixecaments.</li> <li>■ Modela la cintura abdominal (junt als oblics).</li> <li>■ Facilita les espiracions profundes.</li> </ul>                                                                                                                                              | En la cara interna de la VII-XII costella, en la cresta ilíaca i en la meitat lateral del lligament inguinal.          | A la línia alba i al pubis.                                                                             |
| <b>Recte anterior de l'abdomen</b>                                          | Acosta el tòrax i la pelvis, és a dir, realitza la flexió de tronc. Tanmateix, la flexió superior involucrarà en més mesura la porció supraumbilical mentre que la flexió inferior ho farà amb la infraumbilical; també es pot provocar una flexió conjunta de la part superior i inferior.                                                                  | A l'apèndix xifoide esternal i als cartílags costals V-VIII.                                                           | A la vora superior del pubis, entre símfisi i espina.                                                   |
| <b>Oblics externs o majors de l'abdomen (un a cada costat de l'abdomen)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Contrets a l'uníon, flexionen el tronc.</li> <li>■ Si ho fan independentment, fan girar el tronc cap al costat contrari del que es contreu.</li> <li>■ Les seves fibres externes afavoreixen les inflexions laterals.</li> <li>■ Modelen la cintura.</li> </ul>                                                     | A la cara externa i vores inferiors de la V-XII costella.                                                              | A la cresta ilíaca, al llavi anteroinferior de l'ílium, al pubis i a la línia alba.                     |
| <b>Oblics interns o menors de l'abdomen (un a cada costat)</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Contrets a l'uníon, flexionen el tronc.</li> <li>■ Si ho fan independentment, fan girar el tronc cap al mateix costat del que es contreu (serà agonista amb l'oblic extern del costat contrari).</li> <li>■ Les seves fibres externes afavoreixen les inflexions laterals.</li> <li>■ Modela la cintura.</li> </ul> | A la fàscia lumbodorsal, en els dos terços anteriors de la cresta ilíaca i a la meitat lateral del lligament inguinal. | A les costelles X-XII, a la línia alba, a la cresta del pubis i a la part interna de la línia pectínia. |

■ **TAULA 2.**

*Amplitud global de moviment del raquis lumbar en la flexió activa del tronc.*

| AUTORS                  | GRAUS DE FLEXIÓ |
|-------------------------|-----------------|
| La Ban i cols. (1965)   | 30              |
| Howley i Franks (1995)  | 30              |
| López (2000)            | 30              |
| Kapandji                | 40              |
| Pearcy i cols. (1984)   | 40              |
| Colado (1996)           | 40              |
| Andesson i cols. (1998) | 40              |
| Tous i Balaguer (1998)  | 45              |
| Mutoh i cols. (1983)    | 45              |
| Shirado i cols. (1995)  | 45              |
| Dvorak i cols. (1991)   | 46              |

flexibilitat, la força local i la intensitat de l'exercici.

Segons Percy i cols. (1984), per a una activa flexió de tronc a la zona lumbar, a partir d'un eix longitudinal i prenent com a referència d'amplitud màxima els 40 graus, es poden apreciar els graus de mobilitat per articulacions vertebrals mostrats a la *taula 3*.

També cal destacar que la cintura pelviana forma la base del tronc, i que és un anell osteoarticular tancat compost pels ossos coxals i el sacre. Aquest últim pertany al sistema articulat esmentat, i la seva opció de mobilitat és mínima a causa dels seus lligaments, que són extremadament potents i obstaculitzen gairebé qualsevol desplaçament (Kapandji, 1980). En conseqüència, el sacre, el raquis i la pelvis formen un conjunt únic. Si l'articulació del maluc està flexionada el paper més important en la retroversió pelviana l'exerceixen els músculs de l'abdomen (Tous i Balagué, 1998). Aquesta retroversió pelviana, en la majoria dels casos és seguida

tot, aquests últims provocaran un millor treball en sinergia entre tots els músculs del tronc (Monfort, 1998).

El moviment actiu de flexió de tronc a la zona lumbar, i a partir d'un eix longitudinal del cos, es realitza en el pla sagital i la seva amplitud de moviment per tram de raquis lumbar és petita, encara que sumades en global sí que aporten un major rang de recorregut. Aquest varia en funció de diversos autors; com a mos-

tra de la diversitat de criteris es pot veure la *taula 2*.

Per al present estudi, es prendrà com a referència activa de flexió màxima de tronc una posició intermèdia segons els autors de la *taula 2*. Aquesta serà de 40 graus. No obstant això, s'ha de considerar que les amplituds de moviment poden variar de manera substancial segons els subjectes (Kapandji, 1980), car hi poden influir aspectes com ara la

per la producció d'una cifosi lumbar, ja que s'arrosseguen les vèrtebres lumbar (Calais-Germain i Lamotte, 1995) des de la xarnera sacrolumbar. Aquesta lleu cifosi serà provocada per la flexió de la part inferior del tronc amb un eix de gir que se situa aproximadament a l'alçada de la quarta vèrtebra lumbar.

A la *taula 4* es presenta de manera sintetitzada l'acció, origen i inserció dels músculs involucrats en la flexió de maluc.

Cal destacar, amb vista a la millor comprensió de la dinàmica d'alguns dels exercicis proposats, que la flexió activa de malucs amb els genolls flexionats, pot assolir una amplitud de 120 graus (Greene i Heckman, 1997), mentre que amb els genolls en extensió només arribarà als 90 graus (Kapandji, 1980).

### Model d'execució correcta d'exercicis abdominals

Ara com ara es recomana que l'exercitació de la musculatura abdominal es basi sobre un treball previ de coneixement teòric (Norris, 1993) i de propiorecepció dels moviments per afavorir una major eficàcia i seguretat amb els exercicis.

A nivell general, l'execució dels exercicis de condicionament físic han de respectar un seguit de principis d'entrenament, entre ells destaca el d'especificitat (Navarro i cols., 1990). Aquesta, entre d'altres aspectes, fa referència a la localització anatòmica, és a dir, a la necessitat d'involucrar els grups musculars pretesos en els exercicis, tot evitant la participació innecessària d'altres grups, cosa que s'anomena, com ja s'ha comentat, treball específic muscular (López i López, 1995).

A nivell particular, aquest aspecte també es tindrà en compte en l'exercitació dels músculs de la zona abdominal (Andersson i cols., 1998). En primer lloc, i per la revisió cinesiologia aportada en l'apartat anterior, es pot indicar que els músculs flexors del tronc no intervenen en la flexió del maluc, perquè les seves insercions no arriben al fèmur. En conseqüència, diferents autors indi-

quen la premissa que per a una correcta execució d'exercicis abdominals s'ha de reduir al mínim la participació dels flexors de maluc i més concretament del múscul psoes ilíac, tot buscant de manera correcta que es realitzi una flexió localitzada de columna vertebral (Rasch i Burke, 1985; Wirhed, 1989; Shirado i cols., 1995; Sarti i cols., 1996a; Demont i cols., 1999).

Aquesta serà la característica prioritària de l'exercici, cosa que provocarà que la flexió activa de maluc sigui mínima (López i López, 1995 i 1996; Andersson i cols., 1998). La flexió activa de maluc en l'execució dels exercicis abdominals demostrarà un treball específic incorrecte (López i López, 1995), en conseqüència, el recte anterior de l'abdomen estarà mancat d'una funció agonística específica i en disminuirà, per tant, la intensitat de la contracció (Shirado i cols., 1995; Sarti i cols., 1996b i c; Monfort, 1998).

La reiterada insistència per part de multitud d'autors sobre la correcta execució tècnica dels exercicis abdominals és deguda al fet que si existeix una debilitat de la musculatura abdominal (típica si no s'exercita, perquè és un múscul fàsic -Norris, 1993-) i la intervenció dels flexors de

maluc, i més concretament de la unitat funcional psoes ilíac és manifesta, se sotmetran a una tensió excessiva les vèrtebres lumbar que tendeixen a inclinar-se cap endavant (Norris, 1993), tot provocant un augment anòmal de la lordosi lumbar, i per tant originant una tensió excessiva sobre els discos intervertebrals i lligaments vertebrals (Shirado i cols., 1995).

#### ■ Taula 3.

*Graus de mobilitat per articulacions vertebrals del raquis lumbar en els moviments de flexió activa.*

| ARTICULACIÓ  | GRAUS DE FLEXIÓ |
|--------------|-----------------|
| L1-L2        | 7,41            |
| L2-L3        | 7,98            |
| L3-L4        | 7,41            |
| L4-L5        | 9,12            |
| L5-S1        | 7,98            |
| <b>TOTAL</b> | <b>39,9</b>     |

#### ■ Taula 4.

*Acció, origen i inserció de la musculatura flexora de maluc.* (Kendall i Kendall, 1985; Norris, 1993; Sarti i cols., 1996a; López i López, 1995; Kapandji, 1980).

| MÚSCUL                                                        | ACCIÓ                                                                                                                           | ORIGEN-INSERCIÓ                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Recte anterior (femoral) del múscul quàdriceps femoral</b> | Flexió de maluc i extensió del genoll.                                                                                          | Des de l'espina ilíaca anteroinferior (porció recta) i porció superior de l'acetàbul (porció reflexa), a la tuberositat anterior de la tibia (tendó de la ròtula)      |
| <b>Sartori</b>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Flexió, rotació externa i abducció del maluc.</li> <li>■ Flexió del genoll.</li> </ul> | Des de l'espina ilíaca anterosuperior a la superfície interna de la tibia.                                                                                             |
| <b>Psoes major i menor</b>                                    | Flexió, rotació externa del maluc, flexió i inflexió lateral de la columna lumbar.                                              | De la superfície lateral de D12 fins a L4, i les apòfisis costiformes d'L1 a L5 (major), i de la superfície lateral de D12 i L1 (menor), al trocànter menor del fèmur. |
| <b>Ilíac</b>                                                  | Flexió, rotació externa del maluc, flexió i inflexió lateral de la columna lumbar.                                              | De la fossa ilíaca i l'espina ilíaca anteroinferior al trocànter menor i regió adjacent del llavi intern de la línia aspra del fèmur.                                  |

A més a més, la reiteració d'entrenament per a aquest últim múscul, per si mateix tònic i amb un predomini de teixit connectiu (Norris, 1993), provocarà una descompensació de la curvatura lordòtica ja que tendirà a mantenir una hiperlordosi. Aquesta posició anòmala fa que es redueixi la dimensió dels forats de conjunció amb la qual cosa els nervis que n'emergeixen poden ser pinçats, a més a més d'altres efectes nocius com ara que les facetes articulars posteriors, de manera inadequada, serviran de superfície de suport, aspecte per al qual no estan dissenyades. A més a més, alterar la col·locació vertebral també pot degenerar el disc intervertebral (Kendall i Kendall, 1985).

Totes aquestes anomalies poden aportar a mig i llarg termini molèsties i degeneració de la zona (Norris, 1993; López i López, 1995; Wirhed, 1989, Colado, 1996; López, 2000). Encara que aquest aspecte serà variable en funció de:

- La tensió nociva que puguin suposar els exercicis, cosa que es relaciona directament amb el volum i intensitat d'entrenament.
- El temps que fa que es realitzen.
- Característiques antropomètriques.
- La condició física local.
- L'edat i els hàbits quotidians.
- Aspectes genètics.

Pel que fa a la inhibició dels músculs flexors de maluc, cal saber que existeix un patró de moviment que automàticament sorgeix en pressionar a terra amb el peu o en ésser subjectat. Aquest involucra el tibial anterior, al quàdriceps (incloent el recte anterior del quàdriceps –que també és flexor de maluc–) i el psoes ilíac (Norris, 1993; Ricci i cols., 1981; Axler i McGill, 1997; Andersson i cols., 1997). Una manera d'evitar que en els exercicis col·labori en sinergia la cadena flexora esmentada serà evitant la fixació dels peus (Norris, 1993; Monfort, 1998) i afavorint que durant l'execució d'exercicis abdominals la columna lumbar estigui alineada mitjançant una retroversió pelviana des d'una flexió de malucs i de genolls (Williams, 1937; Neeves i Bar-

low, 1975; Blackburn i Portney, 1981; Norris, 1993; Sarti i cols., 1996 a; Colado, 1996; López i López, 1996; Monfort, 1998; Demont i cols., 1999; López, 2000). Aquesta menor participació dels flexors de maluc s'aconsegueix en un 20-30 % amb els malucs flexionats 45 graus i un 50 % si es flexionen 90 graus (Norris, 1993).

Indicats alguns dels punts més importants per a una correcta execució dels exercicis abdominals, a continuació es presenta una síntesi global de tots els aspectes que s'han de tenir en compte per garantir que l'execució dels exercicis que proposem sigui eficaç i a més a més segura. Les orientacions genèriques que s'aporten són vàlides per a l'execució dels exercicis abdominals tant en el medi terrestre com en l'aquàtic.

La tècnica aconsellada per involucrar en més mesura la zona supraumbilical del recte anterior de l'abdomen en la realització dels encongiments frontals és la que s'indica a continuació:

- Inicialment s'estarà en una posició confortable en què hi hagi una flexió de malucs que pot oscil·lar entre els 45 i els 90 graus i una flexió de genolls que estarà al voltant dels 90 graus (López i López, 1995; Sarti i cols., 1996 a; Monfort, 1998; Demont i cols., 1999), tot disminuint encara més la participació dels flexors de maluc si les cames estan recolzades (López i López, 1996) però no subjectes (Monfort, 1998).
- Des d'aquesta posició inicial s'ha de notar que el cap i les escàpules surten de l'horitzontal respecte d'un eix longitudinal (Demont i cols., 1999), i es manifesta una amplitud de recorregut, tal com es va comentar anteriorment, de 40 graus. Malgrat tot, independentment d'aquesta orientació, s'acostuma a indicar que al final de la fase concèntrica el subjecte ha de notar que la seva musculatura abdominal ha arribat a la màxima contracció possible (Shirado i cols., 1995). Una major amplitud involucrarà el psoes ilíac (Guimaraes i cols., 1991; López, 2000), atès que articuladament la flexió de tronc

deixa de ser natural, i a més a més es forcen les zones d'articulació vertebral i els discos intervertebrals (Norris, 1993).

- La flexió de tronc esmentada ha de procurar que la zona lumbar inferior es trobi immòbil (López, 2000), i l'eix de gir s'ha de trobar aproximadament a l'alçada de la quarta vèrtebra lumbar.
- El cap ha d'eleva-se en prolongament de la columna dorsal (Sarti i cols., 1996a), encara que existeixen estudis (Shirado i cols., 1995) que demostren que si s'accentua la flexió cervical s'estimula una major activació del múscul recte de l'abdomen. Malgrat tot, hi ha diversos autors que cataloguen aquesta postura de potencialment perillosa per a la zona cervical (Timmermans i Martin, 1987; Colado, 1996; Kuritzky i White, 1997; López, 2000).
- Els braços no faran en cap moment moviments de sacsejades o estreba-des que disminueixin la participació agonista dels músculs abdominals (Sarti i cols., 1996 a). Monfort (1998) indica que si els exercicis s'executen amb suport de braços, per fixar i aïllar més el moviment, es provocarà més intensitat de la contracció muscular.

La tècnica aconsellada per involucrar en més gran mesura la zona infraumbilical del recte anterior de l'abdomen en la realització dels encongiments frontals és la que s'indica a continuació.

- Els genolls i els malucs han d'estar flexionats aproximadament 90 graus (Sarti i cols., 1996a).
- En aquest exercici es buscarà que la sínfisi del pubis basculi cap al tòrax per la contracció de la musculatura abdominal (Sarti i cols., 1996a), tot deixant la zona lumbar fixada amb eix de gir a l'alçada aproximada de la quarta vèrtebra lumbar.
- Per aconseguir una participació principal del recte anterior de l'abdomen s'ha d'intentar de portar les cuixes cap al tòrax; aquest moviment provocarà una acció articular de retroversió pelviana amb la consegüent cifosi de la



zona lumbar inferior (Calais-Germain i Lamotte, 1995; Greene i Heckman, 1997; López, 2000). Encara que l'acció inicial de flexió de malucs podria semblar temerària, l'augment esmentat es considerarà necessari (Kapandji, 1980; Tous i Balaguer, 1998) i a més a més no serà significativament intens per a la participació dels flexors de maluc (López, 2000; Greene i Heckman, 1997), car ha de tenir-se en compte que en l'articulació del maluc l'amplitud de recorregut activa i amb el genoll en flexió és de 120 graus (Roach i Miles, 1991) i seria poc significativa la mobilització d'uns pocs graus per facilitar la retroversió pelviana.

- Els braços estaran recolzats per provocar una execució més precisa i eficaç del moviment (Guimaraes i cols., 1991; Norris, 1993; Monfort, 1998).

## Mètode

### Subjecte de l'estudi

Estudis precedents sobre la resposta electromiogràfica a l'execució d'exercicis abdominals (Sarti i Cols., 1996a) indiquen que els subjectes que s'han d'estudiar han de ser seleccionats per la seva destresa en l'execució correcta dels exercicis proposats més que no pas exclusivament per la seva condició física. De fet, els estudis bibliogràfics de Guimaraes i cols. (1991) indiquen que una de les causes més importants que fan que certs estudis obtinguin resultats diferents pot fonamentar-se en l'execució incorrecta dels exercicis. No obstant això, a més a més d'una execució tècnica correcta, també s'aconsella que els subjectes d'estudi tinguin un nivell de condició física local adequat pot afavorir que l'execució sigui més precisa.

Tenint en compte tot el que hem exposat, els criteris de selecció per obtenir el subjecte d'estudi han estat els següents:

- Formació prèvia teoricopràctica sobre la correcta exercitació abdominal en el

medi terrestre. Per a això li vam demanar una titulació acadèmica que avalés la seva formació, programa de continguts en què es demostrés que ha estudiat els aspectes esmentats i llocs on ho ha posat en pràctica. A més a més, va ser filmat a terra per observar si la seva execució coincidia amb els criteris d'execució correctes marcats al apartat "Model d'execució correcta d'exercicis abdominals".

- Nivell de condicionament dels músculs flexors de tronc excel·lent. Per a això li vam passar la "Prova Canadenca de Força de Tronc" de Faulkner i cols. (1988).
- Formació teoricopràctica específica en motricitat aquàtica i, més concretament, en els moviments que impliquen la musculatura abdominal. Per a això li vam demanar una titulació acadèmica que avalés la seva formació, programa de continguts en què es demostrés que ha estudiat els aspectes esmentats i llocs on els ha posat en pràctica.
- A més a més, el subjecte d'estudi mai no ha tingut dolor discapacitant a la zona lumbar.

En la selecció del subjecte no es van tenir en compte les diferents variacions antropomètriques (longitud membre inferior-tronc) ni les variacions de graus en la curvatura dorsolumbar (en el pla sagital i entre les posicions de ferm i relaxat), perquè com va demostrar Monfort (1998), en el primer aspecte (fins i tot diferenciat per sexe) no afecta a la intensitat de l'activació de la musculatura del tronc. I al segon només pot influir en el cas que es realitzin exercicis per a la musculatura abdominal sobre plans inclinats, aspecte que no es dona en els exercicis aquàtics seleccionats.

### Procediment

#### Execució dels exercicis

El ritme d'execució dels moviments aconsellat per Sarti i cols. (1996a), Monfort (1998) i Tous (1999 i 2001) ha de ser normal, és a dir, que pugui afavorir una execució còmoda i controlada.

Aquest ritme aïlla el moviment de la intervenció sinèrgica d'altres zones corporals (López i López, 1995) i a més a més afavoreix la diferenciació dels exercicis per la intervenció prioritària de la zona superior i inferior del recte anterior de l'abdomen (Tous i Balagué, 1998; Tous, 1999 i 2001). Per facilitar el control del ritme de l'execució dels moviments, un dels observadors va acompanyar amb la seva veu la cadència i tipus d'acció a cada repetició.

La respiració s'ha de portar d'acord amb el criteri indicat per López i López (1995): a) Inspiració en posició inicial del moviment. b) Espiració en fase concèntrica i en la tornada a la posició inicial del moviment.

Per evitar una acumulació de fatiga en el subjecte, que pugui interferir amb l'execució tècnica correcta s'han tingut en compte els aspectes següents:

- Realitzar sèries curtes, màxim 5 repeticions.
- Intercalar períodes de descans amplis.
- Permetre una major recuperació si en algun dels exercicis manifesta un cansament més accentuat.

Prèviament a la realització dels exercicis estudiats, els investigadors van explicar l'exercici i el van realitzar. A continuació el va executar el subjecte i hom li va fer indicacions verbals i tàctils en el cas que l'execució no fos tècnicament correcta. Així es va fer amb cada un dels exercicis.

La descripció de cada exercici s'exposa a l'annex, igual com també es mostra una fotografia en la fase inicial i final de cada moviment.

### Material auxiliar

La millora dels materials aquàtics existents i el desenvolupament de nous, ha facilitat la consolidació dels exercicis de gimnàstica aquàtica. Segons indica Colado (en impremta), a més a més de facilitar les propostes en diferents zones de profunditat de la piscina han possibilitat molts moviments, han augmentat la intensitat d'altres i també han aportat un

element de varietat i, doncs, de motivació que amplia les opcions de les propostes. Per tant, els materials permetran una bateria d'opcions superior a l'hora de programar les sessions i a més a més facilitaran l'adaptació més precisa de les pràctiques als objectius i característiques buscades.

En aquest estudi s'utilitzen materials estàndards amb característiques de flotació. Una de les propietats d'aquesta mena de material és assistir i facilitar els moviments per a diferents segments i latituds corporals (Colado i Moreno, 2001). En aquest sentit, el material utilitzat ha permès l'adopció de les posicions idònies d'exercitació i d'una altra banda, segons criteris exposats per Monfort (1998), assistir en alguns moviments a una execució més intensa de l'exercici.

## **Registre, tractament i anàlisi de les dades**

### **Estudi bidimensional de fotogrametria i vídeo**

López i López (1996) indiquen que l'estudi electromiogràfic és el millor procediment per comprovar l'acció muscular i la seva intensitat en moviments determinats. Malgrat tot, en aquest estudi es presenta el medi aquàtic com un element diferenciador pel que fa al medi terrestre, cosa que fa que l'ús d'elèctrodes de manera directa i similar al procediment utilitzat en els mesuraments terrestres sigui molt complex. Autors com Halpern i Bleck (1979) i Shirado i cols. (1995) indiquen un altre mètode indirecte típic, com ho és la utilització de radiografies dels moviments per comprovar la mobilització dels segments ossis en les posicions inicials i finals dels exercicis.

A causa de totes les dificultats que presenten per a l'estudi en el medi aquàtic els mètodes típics indicats, s'ha decidit de realitzar un altre estudi indirecte més apropiat per al medi aquàtic com ho és l'anàlisi cinemàtica dels moviments mitjançant tècniques de fotogrametria i vídeo. En conseqüència, i ja que els moviments d'estudi es realitzen en el pla sa-

gital, es va decidir de realitzar un estudi bidimensional (2D) i, en conseqüència, la càmera va ser col·locada perpendicularment al pla sagital de l'exercitant (Sarti i cols., 1996a), a una distància fixa i a una altura pròxima a l'eix de gir dels moviments. Altres autors com Shirado i cols. (1995) i Sarti i cols. (1996a) han utilitzat aquesta tècnica per a les seves investigacions en el medi terrestre, encara que en aquests casos, atesa la facilitat d'aplicació d'altres mètodes i instrumentals, aquest s'emprava com a recurs complementari a l'estudi electromiogràfic.

### **Marcadors corporals**

Per analitzar el moviment, segons algunes de les orientacions d'estudis precedents (Shirado i cols., 1995; Sarti i cols., 1996a), es va utilitzar un model del cos humà definit per tres segments: fèmur, pelvis i columna lumbar. Aquests segments es trobaven delimitats pels marcadors que descrivim a continuació.

Els diversos marcadors es van col·locar en les posicions següents: turmell, genoll, maluc (trocanter major), espina ilíaca anterior superior (aproximadament a l'alçada de la quarta vèrtebra lumbar), a l'alçada de la tercera vèrtebra lumbar i dotzena dorsal. En el cas que per fer algun moviment algun d'aquests marcadors quedés fora de l'aigua també s'han col·locat els següents: entre el genoll i el trocanter major i a l'alçada de l'arèola de la zona pectoral.

### **Filmació i anàlisi**

Inicialment es va enregistrar el sistema de referència (una estructura rectangular de 0,54 m x 0,64 m) i posteriorment es va enregistrar el subjecte d'assaig en posició dreta amb les espatlles en flexió de 90° perquè es veiessin tots els marcadors i, tot seguit, es va passar a gravar els exercicis d'estudi.

Una vegada filmats tots els moviments, amb una targeta capturadora d'imatges es van crear tants fitxers \*.avi com exercicis d'estudi, seguint les indicacions de dos observadors experimentats que van analitzar les imatges de les filmacions des d'un criteri d'especificitat citat a l'apartat

"Model d'execució correcta d'exercicis abdominals".

Aquests fitxers van ser tractats en el programa d'anàlisi biomecànica Kinescan Digital-IBV v. 1.0, i es van crear les variables d'estudi següents:

- Angle de maluc. Definida com a l'angle format entre els marcadors que delimitaven el segment fèmur i el segment pelvis.
- Angle de columna lumbar. Definit entre els tres marcadors situats a la zona dorsolumbar i el marcador ubicat a la cresta ilíaca.

## **Instruments**

L'enregistrament dels moviments es va realitzar mitjançant una càmera Handycam Vision CCD-TRV46E Hi-8 de Sony, instal·lada dins d'una carcassa subaquàtica SPK-TRC i col·locada en un trípode fixat al terra de la piscina.

Els materials de flotació utilitzats en la realització dels exercicis són normals i es troben a l'abast de qualsevol persona en botigues esportives o fàbriques especialitzades. Van ser els que es descriuen a continuació: dos flotadors tubulars normals i dos de més llargs, un connector de flotadors tubulars petit i dos de grans, i dues taules de natació.

## **Resultats**

A les taules 5, 6 i 7 s'aprecien els graus de moviment de cada exercici per a la flexió de tronc produïda i per a la de malucs.

En els exercicis d'encongiments superiors s'aporten els graus de moviment des d'L1 fins a L4, aproximadament en aquesta última vèrtebra es troba l'eix de gir del moviment. Segons indica Pearcy i cols. (1984) la suma teòrica del moviment en flexió de tronc des d'L1 fins a L4 ha de sumar, de manera orientativa, 22,8 graus. Aquests graus sumats als 17,1 provinents de la flexió de tronc des de l'alçada d'L4 fins a S1 donaran els 40 graus de flexió màxima del tronc respecte a l'eix longitudinal i per a la zona lumbar indicats a l'apartat Cine-siologia de la musculatura abdominal.

En els exercicis d'encongiments inferiors s'aporten els graus de moviment des d'L4 a S1, aproximadament en aquesta primera vèrtebra lumbar es troba l'eix de gir del moviment. Segons indica Pearcy i cols. (1984) la suma teòrica del moviment en flexió de tronc des d'L4 fins a S1 ha de sumar orientativament 17,1. Aquests graus, sumats als 22,8 provinents de la flexió de tronc des de l'alçada d'L4 fins a L1 donaran els 40 graus de flexió màxima del tronc respecte a l'eix longitudinal i per a la zona lumbar indicats a l'apartat Cinesiologia de la musculatura abdominal.

En els exercicis d'encongiments totals s'aporten els graus de moviment des d'L1 fins a L4, i des d'L4 a S1. No obstant això, cal tenir present que perquè es pugui produir aquest moviment aproximadament des d'L3 a L5 la zona esmentada haurà de quedar-se semiimmòbil per poder servir d'eix de gir. Per tant, a la suma des d'L1-L4 i L4-S1 caldrà sumar la teòrica des d'L3 a L5 que és de 16,53 graus. La suma de tots aquests graus ha de donar els 40 graus de flexió màxima del tronc respecte a l'eix longitudinal i per a la zona lumbar indicats a l'apartat Cinesiologia de la musculatura abdominal.

## Discussió i conclusions

En funció de les dades obtingudes en l'anàlisi descriptiva que s'aporta en aquest estudi, es poden extreure diverses conclusions. Aquestes s'exposen a continuació, classificades d'acord amb el tipus d'exercici i amb la sol·licitació muscular requerida; per fer-ho s'han seguit els criteris aportats per Colado i Moreno (1999,

2000 i 2001) junt amb els exposats als apartats anteriors.

De manera concreta podem indicar que els resultats obtinguts demostren la possibilitat de l'exercitació aquàtica esmentada, atès que s'ha corroborat l'eficàcia i seguretat de gairebé la majoria d'exercicis.

En conseqüència, amb aquestes dades s'aporta una proposta teòrica i pràctica per a la correcta i eficaç execució abdominal en el medi aquàtic, tot aportant una alternativa a la típica idea de "sortir de la piscina" per realitzar aquests exercicis en sec. A més a més, amb aquest estudi

■ **TAULA 5.**  
*Encongiments superiors.*

| EXERCICI | GRAUS DE MOVIMENT DEL MALUC |       |       | GRAUS DE MOVIMENT DEL TRONC |       |       |
|----------|-----------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|
|          | 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 |

■ **TAULA 6.**  
*Encongiments inferiors.*

| EXERCICI | GRAUS DE MOVIMENT DEL MALUC |        |       | GRAUS DE MOVIMENT DEL TRONC |       |       |
|----------|-----------------------------|--------|-------|-----------------------------|-------|-------|
|          | 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  |

■ **TAULA 7.**  
*Encongiments totals.*

| EXERCICI | GRAUS DE MOVIMENT DEL MALUC |        |       | GRAUS DE MOVIMENT DEL TRONC SUP. + INF. + ZONA IMMÒBIL (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 |



s'obren pautes d'actuació per a diversos àmbits de pràctica física com ara l'esportiu, el profilàctic, l'estètic i també per al camp terapèutic.

### **Encongiments superiors**

Com es pot apreciar a la *taula 5*, l'amplitud de la flexió superior de tronc per als exercicis 1, 4, 6 i 9 es troba pròxima al màxim teòric (22,8 graus): 1 (100 %), 4 (88,6 %), 6 (89,5 %) i 9 (91,05 %). A més a més, s'ha pogut comprovar que la cadena flexora de maluc no participa en els exercicis 1, 9 i 10, i participa tan sols un 6,41 % del màxim de la seva mobilitat activa a l'exercici 4 i un 7,55 % al 6, la participació esmentada seria negligible segons les orientacions exposades als apartats "Cinesiologia de la musculatura abdominal" i "Models d'execució correcta d'exercicis abdominals". L'únic exercici en què no s'ha arribat a un grau de flexió superior de tronc pròxima al màxim és al 10 (51,05 %).

De les dades exposades es pot concloure que els exercicis 1, 4, 6 i 9 involucren de forma agonista la musculatura flexora del tronc, és a dir, afavoreixen un treball prioritari de la porció supraumbilical del recte anterior de l'abdomen i un treball sinèrgic de la musculatura obliqua, i minimitzen l'aportació dels flexors de maluc.

### **Encongiments inferiors**

#### **Participació dels malucs**

En primer lloc, cal ressaltar que per les característiques dels moviments existeix una més gran participació de la flexió de maluc en aquests exercicis. Com es pot apreciar a la *taula 6*, al 2, 7, 11 i 12, per ordre, existeixen els següents graus de moviment: 22,2, 27,8, 24,6 i 21,97, que respecte al percentatge de mobilitat màxim de maluc representen, per ordre: 18,52 %, 22,57 %, 20,5 % i 18,3 %. Malgrat tot, s'ha de destacar que el grau d'amplitud de participació és poc significatiu. A més a més, cal considerar, com hem exposat anteriorment, que per afavorir una retroversió pelviana més precisa i que provoqui menys estrès a la zona lum-

bar, els malucs han d'estar flexionats gairebé al màxim per afavorir aquest moviment de basculació. Aquest serà provocat principalment pel recte anterior de l'abdomen, tot involucrant-se en més mesura la porció infraumbilical.

Una conclusió que es pot extrapolar d'aquestes dades és que en la posició inicial d'aquest tipus d'exercicis els malucs han d'estar flexionats molt a prop dels 120 graus perquè ja de manera inicial intervingui la musculatura abdominal en el moviment, a diferència de les orientacions actuals que indiquen que aquesta flexió ha d'estar pròxima als 90 graus. Així es pot aconseguir una execució més precisa del moviment i més segura.

#### **Flexió inferior del tronc**

Com es pot apreciar a la *taula 6*, l'amplitud de la flexió inferior de tronc per a l'exercici 2 és de 95,32 % (16,3 graus), que es troba a la vora del màxim teòric (17,1 graus).

Com es pot apreciar a la *taula 6*, l'amplitud de la flexió inferior de tronc per a l'exercici 11 és del 53,98 % (9,23 graus) i per al 12 del 49,3 % (8,43 graus). Encara que en tots dos no s'ha arribat al màxim teòric d'amplitud han d'ésser considerats els aspectes següents: a) És un exercici dels catalogats d'alta intensitat a causa de la posició vertical del cos (Colado, 1996; López, 2000) i b) Greene i Heckman (1997) indiquen que en posició vertical i amb flexió de maluc pròxima a 90 graus és més difícil assolir amplituds màximes de recorregut en la flexió de tronc. En conseqüència, es podria considerar que l'amplitud de recorregut ha estat suficient per garantir una estimulació intensa de la musculatura abdominal.

L'eficàcia de l'exercici 8 hauria de ser comprovada en subjectes amb una condició física local excepcional, perquè podria ser una opció d'exercitació molt interessant per a aquests subjectes. Encara que les dades obtingudes (*taula 6*) indiquen que l'amplitud de recorregut és petita (15,61 % de la màxima teòrica respecte a la flexió inferior del tronc), cal considerar

que això pot ser degut a l'alta dificultat que representen, per a l'execució d'aquest exercici, els aspectes següents: l'extensió gairebé màxima dels genolls, que provocarà una elevada tensió dels músculs isquiotibioperoneals i el gravamen que suposa el gran braç de palanca que representa tenir les cames esteses. A més a més, podria influir, igual com en els exercicis 11 i 12, la posició vertical del tronc junt amb la flexió dels malucs (Greene i Heckman, 1997).

Com es pot apreciar a la *taula 6*, en l'exercici 7 l'amplitud de la flexió inferior de tronc és de 29,3 % (5,1 graus). Considerem que és una amplitud de flexió de tronc poc important i que l'eficàcia d'aquest exercici s'hauria de contrastar amb més estudis.

De les dades exposades es pot concloure que l'exercici 2, i en més petita mesura l'11 i el 12, involucren de forma agonista la musculatura flexora del tronc, és a dir, afavoreixen una intervenció prioritària de la porció infraumbilical del recte anterior de l'abdomen, mentre que l'aportació dels flexors de maluc seria gairebé mínima.

#### **Flexió total del tronc**

Com es pot apreciar a la *taula 7*, l'amplitud de la flexió total de tronc per a l'exercici 3 és del 75,32 % (30,13 graus) i per al 5 del 95,67 % (38,27 graus) i totes dues estarien pròximes al màxim teòric (40 graus).

Pel que fa a la participació de la flexió del maluc s'esdevé el mateix que per als encongiments inferiors, és a dir, el grau d'amplitud de participació és poc significatiu i a més a més, si es parteix d'una posició inicial de flexió pròxima a 90 graus, ha de considerar-se gairebé necessària, i es pot aplicar la mateixa recomanació aportada anteriorment d'afavorir posicions inicials amb flexió de maluc pròxima al màxim.

De les dades exposades es pot concloure que tots dos exercicis (3 i 5) involucren de forma agonista la musculatura flexora del tronc, i l'aportació dels músculs flexors de maluc seria gairebé mínima.

## DESCRIPCIÓ DELS EXERCICIS ANALITZATS I FOTOGRAFIES

### EXERCICI 1. Encongiment frontal superior sobre flotador tubular i amb suport de taules



#### DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT

Ajagut longitudinalment en flotació dorsal sobre el flotador tubular que se subjectarà amb les cuixes, i amb els braços abduïts, cada mà subjecta una taula per afavorir un millor suport i realització de l'exercici. Es realitzarà una flexió de la part superior del tronc, deixant immòbil les extremitats inferiors i mantenint una lleugera flexió de malucs i de genolls que permeti de mantenir-se en una posició estable.

#### INTERVENCIÓ MUSCULAR

Recte major de l'abdomen i oblics major i menor.

#### TIPUS DE PISCINA

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

#### MATERIAL

Un flotador tubular i dues taules.



### EXERCICI 2. Encongiment frontal invertit sobre flotador tubular i amb suport de taules



#### DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT

Ajagut longitudinalment sobre el flotador tubular que se subjectarà amb les cuixes, i amb els braços abduïts, cada mà subjecta una taula per afavorir un millor suport i realització de l'exercici. Es realitzarà una flexió de la part inferior del tronc, mentre es manté inicialment una flexió de malucs i de genolls pròxima als 90 graus.

#### INTERVENCIÓ MUSCULAR

Recte major de l'abdomen i oblics major i menor.

#### TIPUS DE PISCINA

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

#### MATERIAL

Un flotador tubular i dues taules.



### EXERCICI 3. Encongiment total sobre flotador tubular i amb suport de taules



#### DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT

Ajagut longitudinalment sobre el flotador tubular que se subjectarà amb les cuixes, i amb els braços abduïts, cada mà subjecta una taula per afavorir un millor suport i realització de l'exercici. Es realitzarà una flexió de la part superior del tronc, alhora que es realitza una flexió de la part inferior del tronc mentre es manté inicialment una flexió de malucs i de genolls pròxima als 90 graus. Aquesta flexió total provocarà un agrupament del tronc.

#### INTERVENCIÓ MUSCULAR

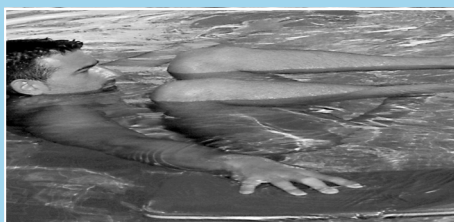
Recte major de l'abdomen i oblics major i menor.

#### TIPUS DE PISCINA

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

#### MATERIAL

Un flotador tubular i dues taules.



**EXERCICI 4. Encongiment frontal superior amb cadira en zona glútia i amb suport de taules****DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT**

Ajagut en flotació dorsal i amb el suport d'un flotador tubular en forma de cadira (gràcies a l'ús d'un connector) a la regió glútia. Amb els braços abduïts, cada mà subjecta una taula per afavorir un millor suport i realització de l'exercici. Es realitzarà una flexió de la part superior del tronc, tot deixant immòbils les extremitats inferiors i mantenint una lleugera flexió de malucs i de genolls que permeti de mantenir-se en una posició estable.

**INTERVENCIÓ MUSCULAR**

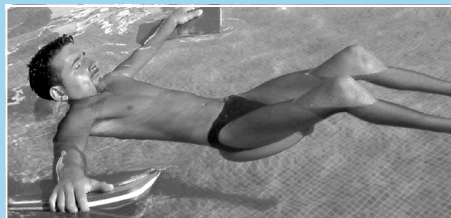
Recte major de l'abdomen i oblics major i menor.

**TIPUS DE PISCINA**

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

**MATERIAL**

Un flotador tubular (amb connector) i dues taules.

**EXERCICI 5. Encongiment total amb cadira en zona glútia i amb suport de taules****DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT**

Ajagut en flotació dorsal i amb el suport d'un flotador tubular en forma de cadira (gràcies a l'ús d'un connector) a la regió glútia. Amb els braços oberts, cada mà subjecta una taula per afavorir un millor suport i realització de l'exercici. Es realitzarà una flexió de la part superior del tronc, alhora que es realitza una flexió de la part inferior del tronc mentre es manté inicialment una flexió de malucs i de genolls pròxima als 90 graus. Aquesta flexió total provocarà un agrupament del tronc.

**INTERVENCIÓ MUSCULAR**

Recte major de l'abdomen i oblics major i menor.

**TIPUS DE PISCINA**

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

**MATERIAL**

Un flotador tubular (amb connector) i dues taules.

**EXERCICI 6. Encongiment frontal superior amb flotadors tubulars i amb suport de taules****DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT**

Ajagut en flotació dorsal i amb el suport d'un flotador tubular als turmells i un altre a la zona dorsal. Amb els braços abduïts, cada mà subjecta una taula (no apareixen a les fotografies) per afavorir un millor suport i realització de l'exercici. Es realitzarà una flexió de la part superior del tronc, deixant immòbils les extremitats inferiors i tot mantenint una lleugera flexió de malucs i de genolls que permeti de mantenir-se en una posició estable.

**INTERVENCIÓ MUSCULAR**

Recte major de l'abdomen i oblics major i menor.

**TIPUS DE PISCINA**

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

**MATERIAL**

Dos flotadors tubulars i dues taules (no apareixen a les fotografies).





**EXERCICI 7. Encongiment frontal invertit amb cadira i flotador tubular****DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT**

Assegut sobre un flotador tubular en forma de cadira (per la unió amb un connector) amb una flexió de malucs pròxima als 90 graus i amb els genolls amb una lleugera flexió i amb fixació de la part superior del tronc amb el flotador tubular (amb les cames per sota d'aquest). Realitzar una flexió de la part inferior del tronc a tocar amb les cames a la part inferior del flotador tubular. En tot moment es mantindrà l'angle dels malucs i dels genolls gairebé constant.

**INTERVENCIÓ MUSCULAR**

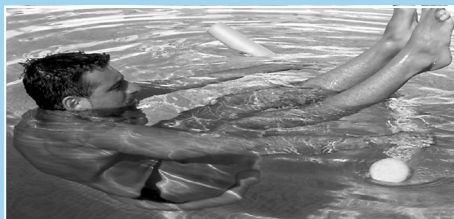
Recte major de l'abdomen i oblics major i menor.

**TIPUS DE PISCINA**

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

**MATERIAL**

Dos flotadors tubulars i el connector.

**EXERCICI 8. Encongiment frontal invertit amb cadira i flotador tubular (Variant)****DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT**

Assegut sobre un flotador tubular en forma de cadira (per la unió amb un connector) amb una flexió de malucs pròxima als 90 graus i amb els genolls gairebé completament en extensió i amb fixació de la part superior del tronc amb el flotador tubular (amb les cames per sobre d'aquest). Realitzar una flexió de la part inferior del tronc per separar les cames del flotador tubular. En tot moment es mantindrà gairebé constant l'angle dels malucs i dels genolls.

**INTERVENCIÓ MUSCULAR**

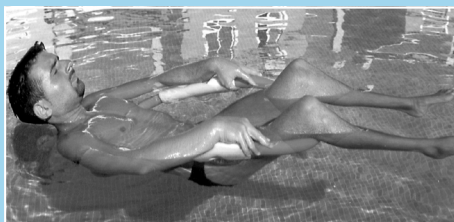
Recte major de l'abdomen i oblics un major i menor.

**TIPUS DE PISCINA**

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

**MATERIAL**

Dos flotadors tubulars i el connector.

**EXERCICI 9. Encongiment frontal superior en illa petita****DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT**

Ajagut en flotació dorsal i amb ajuda d'una illa petita, on es recolzaran els buits poplitis i la zona dorsal, alhora que també s'hi recolzen els braços. Es realitzarà una flexió de la part superior del tronc, deixant immòbils les extremitats inferiors i mantenint una lleugera flexió de malucs i de genolls que permeti de mantenir-se en una posició estable.

**INTERVENCIÓ MUSCULAR**

Recte major de l'abdomen i oblics major i menor.

**TIPUS DE PISCINA**

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

**MATERIAL**

Dos flotadors tubulars.  
(L'illa petita consta de la unió de dos flotadors tubulars amb dos connectors).

**EXERCICI 10. Encongiment frontal superior en illa gran****DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT**

Ajagut en flotació dorsal i amb ajuda d'una illa gran, on es recolzaran els turmells i la zona dorsocervical, alhora que s'hi recolzen els braços en abducció, per afavorir una millor execució. Es realitzarà una flexió de la part superior del tronc, deixant immòbils les extremitats inferiors i mantenint una lleugera flexió de malucs i de genolls que permeti de mantenir-se en una posició estable.

**INTERVENCIÓ MUSCULAR**

Recte major de l'abdomen i oblics major i menor.

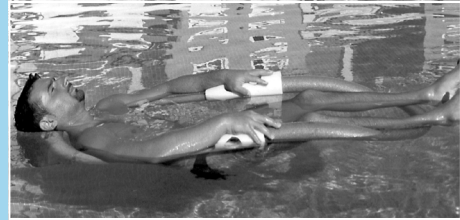
**TIPUS DE PISCINA**

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

**MATERIAL**

Dos flotadors tubulars.

(L'illa gran consta de la unió de dos flotadors tubulars més llargs que els habituals amb dos connectors grans.)

**EXERCICI 11. Encongiment inferior amb cadira i flotador tubular en posició vertical****DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT**

Assegut sobre la cadira i amb les mans recolzades en el flotador tubular. Realitzar una flexió de la part inferior del tronc mentre es manté inicialment una flexió de malucs i de genolls pròxima als 90 graus.

**INTERVENCIÓ MUSCULAR**

Recte major de l'abdomen i oblics major i menor.

**TIPUS DE PISCINA**

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

**MATERIAL**

Dos flotadors tubulars.

(La cadira és la unió d'un flotador tubular petit amb un connector petit.)

**EXERCICI 12. Encongiment frontal invertit en posició vertical i amb taules****DESCRIPCIÓ DEL MOVIMENT**

En flotació vertical, amb els braços abduints, cada mà subjecta una taula per afavorir un millor suport i realització de l'exercici. Realitzar una flexió de la part inferior del tronc, mentre es manté inicialment una flexió de malucs i de genolls pròxima als 90 graus. Intervenció muscular

**INTERVENCIÓ MUSCULAR**

Recte major de l'abdomen i oblics major i menor.

**TIPUS DE PISCINA**

Piscina mitjanament fonda i fonda. L'aigua ha de cobrir prou per realitzar el moviment.

**MATERIAL**

Dues taules.





## Bibliografia

- Andersson, E. A.; Nilsson, J.; Ma, Z. i 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. i 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. i McGill, S. M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc*, juny; 29 (6), 804-811.
- Blackburn, S. E. i 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*. Nova York: Villard books.
- Calais-Germain, B. i Lamotte, A. (1995). *Anatomía para el movimiento. Bases de ejercicios. Tom 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 premsa). Contextualització, definició i característiques de la gimnàsia aquàtica. *Apunts: Educació Física i Esports*.
- Colado, J. C. y Baixauli, A. M. (2001). Necesidad de formación en motricidad acuática. *Agua y Gestión* (54), 12-18.
- Colado, J. C. i Moreno, J. A. (2001). *Fitness acuático*. Barcelona: Inde.
- (1999). Ejercicios abdominales en el medio acuático. A *Actas del VI Congreso de Actividades Acuáticas*. Barcelona: SEAE.
- (2000). Desarrollo abdominal en el medio acuático. A *Actas del XX Congreso Internacional de Actividades Acuáticas y Natación Deportiva*. Toledo: Universidad de Castilla-La Mancha.
- 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. i Fulton, M. (1997). Isometric torso rotation strength: effect of training frequency on its development. *Arch Phys Med Rehabil*. Gen; 78 (1), 64-69.
- Demont, R. G.; Lephart, S. M.; Giraldo, J. L.; Giannantonio, F. P.; Yuktanandana, P. i Fu, F. H. (1999). Comparison of two abdominal training devices with an abdominal crunch using strength and EMG measurements. *J Sports Med Phys Fitness*. Sep; 39 (3), 253-258.
- Dvorak, J.; Panjabi, M. M. i 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*. Gen; 31 (1), 12-17.
- Faulkner, R. A.; Springings, E. S.; McQuarrie, A. i Bell, R. D. (1988). *Partial curl-up research project final report*. Report submitted to the Canadian Fitness and Lifestyle Research Institute.
- Feigenbaum, M. S. i Pollock, M. L. (1999). Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc*. Gen.; 31 (1), 38-45.
- Fleck, S. J. i Kraemer, W. J. (1997). *Designing resistance training programs*. Champaign, IL: Human Kinetics Books. 2a ed.
- González, J. J. i Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde.
- Greene, M. D. i Heckman, J. D. (1997). *Evaluación clínica del movimiento articular*. Madrid: Edika Med.
- Guimaraes, A. C.; Vaz, M. A.; De Campos, M. I. i Marantes, R. (1991). The contribution of the rectus abdominis and rectus femoris in twelve selected abdominal exercises. *J Sports Med Phys Fitness*. Juny; 31 (2), 222-230.
- Gusi, N. i Fuentes, J. P. (1999). Valoració i entrenament de la força-resistència abdominal: validesa comparativa i reproductibilitat de tres proves d'avaluació en tenistes. *Apunts: Educació Física i Esports* (55), 55-59.
- Halpern, A. i Bleck, E. (1979). Sit-up exercises: an electromyographic study. *Clin Orthop* (172), 172-178.
- Housh, D. J.; Housh, T. J.; Johnson, G. O. i Chu, W. K. (1992). Hypertrophic response to unilateral concentric isokinetic resistance training. *J Appl Physiol*. Juliol; 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. i 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. i 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*. Febrer; 30 (2), 301-310.
- Kapandji, I. A. (1980). *Cuadernos de fisiología articular*. Barcelona: Masson.
- Kendall, F. P. i Kendall, E. (1985). *Músculos: Pruebas y funciones*. Barcelona: JIMS.
- Kuritzky, L. i White, J. (1997). Low-back pain. Consider extension education. *The physician and sportsmedicine*. 25 (1).
- La Ban, M. M.; Raptou, A. D. i Johnson, E. W. (1965). Electromyographic study of function of iliopsoas muscle. *Arch Phys Med Rehab*. 46 (10), 676-679.
- López, F. i López, C. (1995). Marc teòric-pràctic per a la correcta execució del treball abdominal (I). *Apunts: Educació Física i Esports* (42), 36-45.
- (1996). Marc teòric-pràctic per a la correcta execució del treball abdominal (II). *Apunts: Educació Física i Esports* (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*. València: Facultad de medicina.
- Navarro, F.; Arellano, M.; Carnero, C. i Gosálvez, M. (1990). *Natación*. Madrid: Comité Olímpico Español.
- Neeves, N. i 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. i Shepherd, J. (1984). Three-dimensional x-ray analysis of normal movement in the lumbar spine. *Spine* (9), 294-297.
- Pipes, T. V. i Wilmore, J. H. (1975). Isokinetic vs isotonic strength training in adult men. *Med Sci Sports*. Winter; 7(4), 262-274.
- Rasch i Burke (1985). *Kinesiología y anatomía aplicada*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Ricci, B.; Marchetti, M. i Figura, F. (1981). Biomechanics of sit-up exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 13 (1), 54-59.
- Roach, K. E. i Miles, T. P. (1991). Normal hip and knee active range of motion: The relation-ship to age. *Phys Ther* (71), 656-665.
- Sanders, M. E. i 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. i Villaplana, L. A. (1996a). Muscle activity in upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises. *Arch Phys Med Rehab. Des.*; 77 (12), 1293-1297.
- Sarti, M. A.; Monfort, M. i 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. i Aparicio, L. (1996c). Anatomía funcional del músculo rectus abdominis. Estudio electromiográfico. *Arch Esp Morfol* (1), 143-149.
- Shirado, O.; Ito, T.; Kaneda, K. i Strax, T. E. (1995). Electromyographic Analysis of Four Techniques for Isometric Trunk Muscle Exercises. *Arch Phys Med Rehabil. Març*; 76 (3), 225-229.
- Timmermans, H. i 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). L'entrenament de la musculatura abdominal. *Apunts: Educació Física i Esports* (64), 112.
- Tous, J. i 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.