

Journal of Human Sport and Exercise online

J. Hum. Sport Exerc.

Official Journal of the Area of Physical Education and Sport.

Faculty of Education, University of Alicante, Spain

ISSN 1699-1605

An International Electronic Journal

Volume 1 Number 1 July 2006

**FUNCIÓN Y ENTRENAMIENTO DE LA MUSCULATURA ABDOMINAL.
UNA VISIÓN CIENTÍFICA.**

**THE ABDOMINAL MUSCLES FUNCTION AND TRAINING.
A SCIENTIFIC APPROACH**

D. Fernando Naclerio Ayllón¹ y D. Daniel Forte Fernández².

¹Prof. Entrenamiento deportivo II. Facultad de ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Europea de Madrid (UEM)

²Dr. Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Licenciado en Medicina y Cirugía. Profesor de Biomecánica de las lesiones Deportivas. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Europea de Madrid (UEM).

Adress for correspondence:

fernandojose.nacleiro@uem.es

RESUMEN

La ejercitación de la musculatura abdominal ha sido objeto de grandes y controvertidos debates, no sólo en cuanto a la forma correcta de realizar los ejercicios sino también en todo aquello relacionado con la participación muscular específica. El presente artículo parte de una revisión y descripción anatómica de la musculatura abdominal, su función, aplicada a diferentes acciones como por ejemplo, caminar y correr y un análisis detallado de los ejercicios más comúnmente utilizados en su entrenamiento. Han sido revisados estudios científicos que analizan la participación diferenciada de los abdominales y la musculatura de la cadera al ejecutar diferentes ejercicios (con y sin elementos). Se destaca la importancia del fortalecimiento de la musculatura abdominal para mantener los niveles requeridos de fuerza y resistencia así como mantener el equilibrio y la estabilización global de la zona media. La realización sistemática de ejercicios de flexión del tronco con amplitudes de movimiento completas, sin sujetar los miembros inferiores, y manteniendo una flexión de caderas y rodillas de 45° y 90° es un medio efectivo para entrenar la musculatura abdominal. **Palabras clave:** abdominales, estabilización global, control postural, entrenamiento.

ABSTRACT

The training of the abdominal muscles has been a topic of strong debate, not only in regards to the correct way of performing the exercises but also in regards to all that relates to the specific muscular participation. The current article starts from a review and anatomical description of the abdominal muscle, as well as its function applied to different actions like for example, to walk and to run. It also includes a detailed analysis of the more commonly used exercises in its training. Scientific studies analyzing the differentiated action of the abdominal muscle and the hip muscles when performing different exercises (with and without elements) have been reviewed. The relevance of strengthening the abdominal muscle in order to maintain the required levels of strength and endurance, as well as to maintain the core balance and stabilization, is stressed. The systematic performance of trunk flexion exercises including whole range of movement, without holding the lower body, and maintaining the hips and knees in a 45° and 90° flexion is an effective way to train the abdominal muscles. **Key words:** abdominal, global stabilization, postural control, training.

INTRODUCCIÓN

El fortalecimiento y la resistencia de la musculatura abdominal constituyen objetivos de gran importancia para la salud y el rendimiento físico (Hildenbrand, 2004; Tyson, 1997). Recientes investigaciones coinciden en la necesidad de disponer de niveles mínimos u óptimos de fuerza y resistencia de la musculatura de la zona anterior del tronco, constituida por el recto abdominal, los oblicuos externos, los oblicuos internos, y el transversal abdominal (fig. 1), para mantener una adecuada estabilización del esqueleto axial que garantice un eficiente equilibrio y movimiento de los miembros superiores e inferiores al realizar diversas actividades deportivas o de la vida cotidiana (Hildenbrand, 2004; Harman, 2000; Bompá 1995).

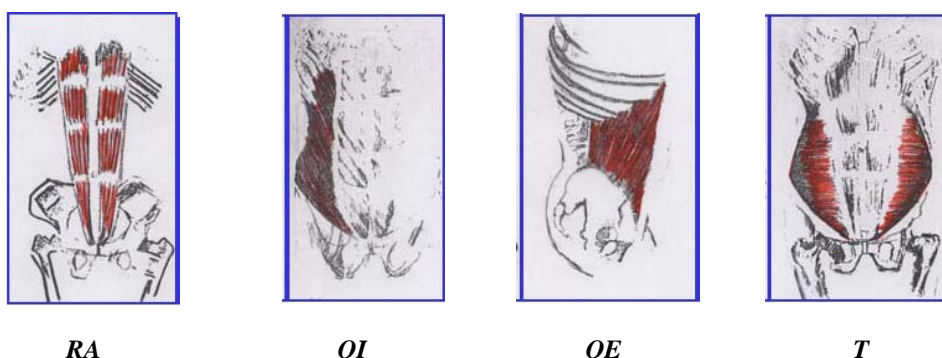


Figura 1. Esquema de la musculatura abdominal.

RA: Recto anterior. Origen: proceso Xifoideo del esternón y cartílagos de las costillas 5^o, 6^o y 7^o. Inserción: cresta del pubis, tubérculo del pubis y en la parte frontal de la sínfisis púbica.

OI: Oblicuo Interno. Origen: Cresta iliaca y el ligamento inguinal. Inserción: línea alba del recto anterior

OE: Oblicuo Externo. Origen: 5^a a 12^a costillas Torácicas. Inserción: cresta iliaca y ligamento inguinal.

T: Transverso abdominal, Origen: 6 costillas inferiores, y la Cresta iliaca. Inserción: línea alba del recto abdominal.

(Adaptado de Wirhed, 1986; Clark y col. 2003)

Diferenciación y función de la musculatura abdominal

Si bien no existe una clara distinción anatómica entre abdominales superiores e inferiores, puede ser considerada una cierta especificidad de activación atribuible a las particularidades de la inervación al realizar determinadas acciones motoras. El recto abdominal y los oblicuos externos e internos reciben una inervación segmentaria de los nervios intercostales por encima del ombligo, mientras que por debajo de éste son inervados por los nervios ilioinguinales e iliohipogástricos (Tayson, 1997^a; Clark y col., 2003).

Las fibras **superiores** del recto abdominal, oblicuo externo e interno, actúan en conjunto, para flexionar el tronco tanto en el plano sagital como en movimientos multiplanares (en diagonal) (Koch, 1994; Tayson, 1997^a) mientras que las fibras **inferiores** del recto abdominal, oblicuo externo e interno, actúan en conjunto traccionando la pelvis en retroversión, para permitir el descenso gradual del tronco al retornar a la posición inicial en el ejercicio de encogimiento (fig.2). No obstante la función mas importante de las fibras inferiores es la de controlar y estabilizar el movimiento de la pelvis durante actividades como caminar, correr y mantener una posición estática de la cadera (Koch, 1994; Cissik,

2002).

Varios autores han comunicado que un pobre control o estabilización de la pelvis constituye la causa principal de alteraciones posturales y disfunciones de la columna lumbar. (Axler, 1997; Hildenbrand, 2004). El fortalecimiento de la región inferior del abdomen es considerado por lo tanto, de importancia fundamental para los deportistas y para la población general. (Bompa, 1995; Koch, 1994, Tayson, 1997^a).

En una revisión realizada por Koch, y col. (1994) se destaca que el ejercicio de flexión del tronco, partiendo de la posición de espalda plana, con flexión de caderas y rodillas y los pies apoyados sobre un banco (fig. 2), o en el suelo, para evitar el exceso de tensión en la zona lumbar, se desarrolla en un rango de movimiento muy pequeño. La consecuencia es que se limita especialmente la participación de las fibras de la zona inferior, que son las más implicadas en las funciones de estabilización de la cadera y del tronco, cuando se producen movimientos con los miembros superiores e inferiores. La amplitud de movimiento de la musculatura abdominal puede ser comprobada al sentarse en una silla y dirigir el tronco hacia atrás manteniendo el pecho orientado hacia arriba, partiendo de una ligera hiperextensión de columna, para luego efectuar una flexión completa del tronco. En este movimiento los abdominales actúan desde la primera fase, (columna lumbar arqueada en extensión), hasta la flexión completa, a diferencia de los ejercicios tradicionales en el suelo que no actúan sobre la primera fase no permitiendo la participación de las fibras abdominales en esta porción del recorrido articular (Koch y col 1994).



Figura 2. Ejercicio de flexión de tronco (encogimientos). Puede también ser realizado apoyando los pies en el suelo, manteniendo la flexión de rodillas y caderas en un ángulo próximo a 90° (Koch y col, 1994).

El mantenimiento de tensiones isométricas por largos períodos de tiempo para estabilizar el centro de gravedad al andar o correr induce una rápida fatiga local que puede disminuir la capacidad de los abdominales para estabilizar el tronco y las caderas. Esto puede motivar fallos mecánicos que se evidencian en la pérdida de eficiencia en los movimientos de los miembros inferiores ya que los abdominales no pueden proporcionar una sólida base de apoyo. Son las fibras inferiores del recto abdominal y los oblicuos internos las que estabilizan la pelvis durante la marcha o la carrera proporcionando un importante punto de apoyo para la acción de otros grupos musculares como por ejemplo, los glúteos que aplican fuerza para mover el cuerpo. (Tayson, 1997^a). La debilidad de las fibras de las zonas inferiores del abdomen, puede perjudicar significativamente la eficiencia mecánica de muchas actividades propias de los deportes, como caminar, correr y saltar (Bompa, 1995; Koch, 1994)

Activación de la musculatura abdominal en los ejercicios de flexión de tronco (encogimientos)

La máxima participación de la musculatura abdominal en un ejercicio dinámico no se logrará a menos que se realice una flexión completa del tronco, partiendo desde una posición inicial donde la zona lumbar se encuentre ligeramente elevada y apoyada y respetando la curvatura lordótica natural (fig.3). De esta manera existirá una ligera elongación de los abdominales que actuarían con una amplitud de movimiento mayor respecto a cuando se ejecuta este ejercicio partiendo desde una posición con la espalda plana. Al realizar el ejercicio de contracción abdominal descrito en la fig.3, durante los primeros 30° de flexión, el tronco se eleva por la activación de las fibras superiores e inferiores del recto anterior, oblicuo externo e interno y los flexores de la cadera, que colaboran para rotar la articulación sacroilíaca, hasta elevar la pelvis, y completar el movimiento donde la acción de las fibras inferiores del recto abdominal y los oblicuos internos adquieren progresivamente más importancia, hasta llegar a los últimos grados de flexión, cuando, el sujeto aproxima el pecho hacia las rodillas, que es cuando alcanzan su máxima activación (fig. 3C) (Koch, y col., 1994).

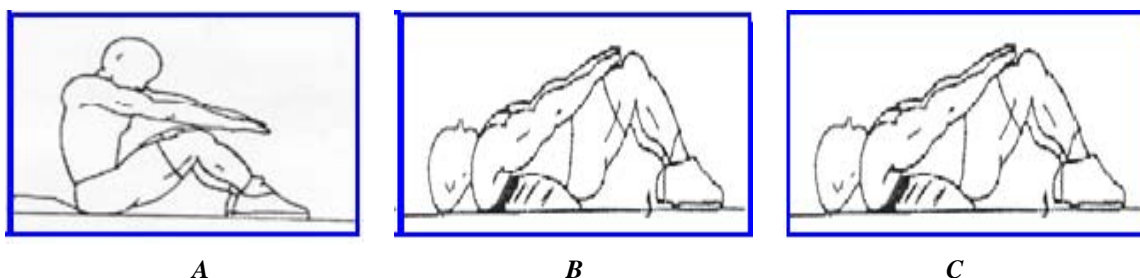


Figura 3. Variación del ejercicio de flexión de tronco, partiendo con una ligera hiperextensión de la columna para conseguir una mayor amplitud de movimiento (Koch y col., 1994).

La predominancia de la acción de los abdominales para flexionar el tronco en los ejercicios que parten de decúbito dorsal se produce siempre que no se sujeten o bloqueen los pies, ya que de este modo se proporciona un punto de apoyo a los flexores de la cadera, (recto anterior y psoas iliaco) que aproximan el tronco hacia las rodillas, mientras que los abdominales, desarrollan esencialmente una función complementaria, como estabilizadores isométricos de la pelvis, para permitir la tracción del psoas iliaco y recto anterior que flexionan la cadera elevando el tronco en dirección a los muslos (Koch y col 1994; Wirhed, 1986).

El centro de gravedad del cuerpo al ejecutar el movimiento de contracción abdominal desde el suelo con las rodillas flexionadas (fig. 1) se sitúa en la zona del ombligo entre los segmentos anteriores del sacro superior o la 5ª vértebra lumbar (Koch y col., 1994).

Para favorecer la actividad de los abdominales durante los ejercicios de flexión del tronco, es necesario mantener el centro de gravedad ligeramente elevado, ya que los abdominales no se insertan por debajo de la pelvis ni en el fémur, y por ende, no elevan los miembros inferiores, pero sí estabilizan la pelvis al actuar isométricamente, permitiendo elevar el muslo y las piernas por la acción dinámica de los flexores de la cadera. (Koch y col, 1994).

Por otro lado si se sujetan las piernas o los pies, el centro de gravedad descenderá situándose a nivel de las caderas, facilitando la acción de los músculos psoas iliaco y recto anterior, que como ha sido mencionado se transforman en los principales ejecutores del movimiento de flexión del tronco sobre los muslos. Contrariamente al elevar las piernas y flexionar las caderas y las rodillas sobre el tronco, el centro de gravedad se desplaza exageradamente hacia arriba, de modo que al flexionar el cuerpo se estimularán preferentemente las fibras superiores del recto abdominal y los oblicuos internos (Koch y col 1994).

Con el objetivo de activar la mayor proporción de fibras de la musculatura abdominal ha sido propuestos diversos ejercicios de flexión del tronco, con y sin fijación de los miembros inferiores, manteniendo las rodillas y caderas flexionadas entre 45° a 90° y con los pies separados aproximadamente 30 cm., para permitir una adecuada rotación de la pelvis al completar la flexión. De esta manera la acción de la musculatura abdominal predominará sobre la de los flexores de la cadera que participan en la ejecución del movimiento como sinergistas y no como agonistas principales ya que no disponen de un punto de apoyo sólido para ejercer su acción (Koch,y col 1994).

Necesidad de fuerza y resistencia abdominal

Si bien no existe un verdadero consenso respecto al nivel de fuerza que deben alcanzar los abdominales durante la ejecución de diversos tipos de acciones, se acepta que no deben producir valores extremos, pero si mantener niveles submáximos por tiempos prolongados (Koch, 1994 Tayson, 1997). Algunos autores han manifestado que el nivel de tensión al que deben ser sometidos los abdominales para cumplir eficazmente su función estabilizadora no debe ser superior al 2%-3%, o como máximo, al 6-7% de su fuerza máxima isométrica (Koch, 1994; Tayson, 1997). Por consiguiente, si bien los abdominales deben ser fundamentalmente resistentes, también deben disponer de un nivel de fuerza máxima adecuada con el objetivo de poder desarrollar la capacidad de resistir durante el mayor tiempo posible los niveles de tensión a los que son sometidos durante diversas acciones (Tyson, 1997).

Acción de la musculatura abdominal en algunos ejercicios específicos

Existen numerosos estudios en los que ha sido analizado el grado de activación de la musculatura abdominal al realizar diversos movimientos. Willet y col. (2001) investigaron con electrodos de superficie la actividad electromiográfica de la musculatura abdominal en 5 ejercicios distintos:

1. Encogimientos (Posición inicial: caderas flexionadas a 45° y rodillas a 90° con los pies apoyados sobre un banco, aproximar el esternón a las piernas).
2. Reverso (desde la misma posición inicial del ejercicio 1, aproximar los muslos hacia el esternón).
3. Torsiones (desde la misma posición inicial del ejercicio 1, realizar encogimientos efectuando una torsión lateral del tronco, alternando a un lado y a otro).
4. Abdominal V (desde la misma posición inicial el ejercicio 1, elevar simultáneamente el tronco y los muslos hacia el centro del cuerpo).

5. Contracción isométrica máxima de los abdominales (en posición de pie, exhalando el aire en el momento de la máxima contracción).

Los autores comunicaron que existe una mayor actividad del oblicuo externo y las fibras inferiores del recto abdominal, durante el ejercicio reverso (2), y abdominal V (4), respecto a las otras variantes estudiadas. No existe una participación mayor del recto abdominal y el oblicuo externo en los ejercicios de encogimientos (1) y torsiones (3) respecto a las otras variantes. La flexión del tronco no mejora la participación de las fibras de la zona superior respecto a las de la zona inferior pero esta última si tendría una mayor actividad durante los ejercicios en los que la flexión del tronco, implica una aproximación de la pelvis hacia el esternón como el reverso (2) o el abdominal V (4).

Además, en los ejercicios 1 a 4 (dinámicos) los autores encontraron una actividad electromiográfica de al menos el 60% de la fuerza isométrica máxima en el recto anterior, oblicuo externo e interno, por lo que estos 4 ejercicios serían adecuados para estimular un incremento de la fuerza abdominal, mientras que el ejercicio isométrico (5) sólo produjo un nivel mínimo de fuerza en los oblicuos pero no en el recto abdominal.

Clark y col. (2003) compararon la actividad electromiográfica de la musculatura abdominal en 6 ejercicios diferentes no encontrando diferencias entre la actividad de las fibras de la zona superior e inferior del recto abdominal, aunque si observaron diferencias significativas en la actividad muscular entre los 6 ejercicios evaluados. Los autores destacaron que el nivel de entrenamiento de los sujetos influye significativamente en el grado de participación de las diferentes zonas musculares. Los sujetos mas entrenados tienden a alcanzar una participación proporcionalmente mayor de las fibras de la zona superior respecto a las de la zona inferior al realizar los ejercicios de encogimientos.

Sands y McNeal (2002) compararon la amplitud de movimiento en los ejercicios de encogimiento tradicionales y la producida cuando se utilizan dispositivos especiales (fig 4). Los autores observaron que al utilizar determinados dispositivos la amplitud de movimiento era menor respecto al ejercicio tradicional. No obstante Warden y col. (1999) destacan la importancia de estos dispositivos u otros similares para descargar la acción del cuello durante la realización de ejercicios de flexión del tronco para entrenar la musculatura abdominal. En sintonía con lo anterior Within y col. (1999) comparan la activación eléctrica muscular al realizar diferentes formas de encogimientos, con cuerpo libre o utilizando diferentes tipos de dispositivos. Los autores concluyen que la participación muscular no es significativamente diferente al utilizar dispositivos respecto al abdominal libre, y que sólo existe una menor activación del esternocleidomastoideo no observándose en ningún caso niveles de fuerza que puedan comprometer la zona lumbar.

*ABtrainer; ABS health reader**ABT 45; AB Shaper*

Figura 4. Algunos de los dispositivos utilizados para realizar ejercicios abdominales en los centros deportivos.

Axler y McGill (1997) estudiaron la actividad electromiográfica de 8 zonas musculares (fibras superiores e inferiores del recto abdominal, oblicuo interno, oblicuo externo, recto anterior, dorsal ancho, erector espinal superior e inferior) en 9 varones jóvenes que realizaron 10 ejercicios de abdominales dinámicos y 12 isométricos. Los autores destacan que mantener las rodillas flexionadas al realizar la flexión del tronco no produce una actividad significativamente diferente en el recto abdominal o el recto anterior. Tampoco observaron diferencias en la presión producida a nivel de la zona lumbar. Comunicaron además, que el ejercicio de flexión de tronco tradicional, es el que producía la mayor activación de las fibras superiores e inferiores del recto abdominal, siendo superado solamente por el abdominal realizado desde la posición de suspendido desde una barra, elevando las rodillas al pecho con una flexión completa del tronco. Esta última variante parece ser la que más activación produce a nivel de las fibras inferiores y superiores del recto anterior y los oblicuos.

Cosio-Lima y col. (2003) estudiaron los efectos del entrenamiento con flexiones de tronco (encogimientos) realizados sobre una pelota de 55 cm. a 65 cm. de diámetro (Swissball) comunicando que estos tienden a desarrollar más la capacidad propioceptiva y el equilibrio, mientras que la fuerza requerida sobre la musculatura abdominal es similar a la observada en los ejercicios de flexión de tronco tradicionales en colchoneta. No obstante puede que al inicio de un programa de entrenamiento los ejercicios sobre este tipo de pelotas que ofrecen una superficie inestable causen una mayor actividad y reclutamiento de la musculatura abdominal (Clark y col, 2003; Hildenbrand y Noble, 2004).

CONCLUSIONES

- La flexión del tronco acercando el esternón a la pelvis constituye una acción dinámica realizada fundamentalmente por la musculatura abdominal (siempre que no se sujeten los miembros inferiores) aunque no puede ser aislada completamente de la acción sinérgica de los flexores de la cadera.

- En los abdominales con las rodillas flexionadas sin sujetar los pies o piernas se reduce al mínimo la participación de los flexores de la cadera.
- La sujeción de los pies produce una mayor activación de los flexores de la cadera, especialmente el recto anterior, agonista principal del movimiento (Koch, 1994; Wirhed, 1986).
- Los ejercicios abdominales con los pies sujetos no son indicadores válidos de la fuerza o resistencia abdominal ya que los flexores de la cadera producen la mayor proporción de fuerza para elevar el tronco (Koch, 1994; Tayson, 1997^a; 1997^b).
- El fortalecimiento de la musculatura abdominal debe realizarse con ejercicios de flexión de tronco que comprendan rangos amplios de movimiento, sin sujetar o bloquear los miembros inferiores, manteniendo preferiblemente una flexión de aproximadamente 45° en las rodillas y 90° en las caderas (Koch, 1994; Koch y col., 1994; Tayson, 1997^a; Willet y col., 2001).
- El fortalecimiento de la musculatura abdominal puede desarrollarse convenientemente realizando ejercicios dinámicos como los encogimientos o sus variantes, considerando que con una flexión de caderas cerca de 45° y rodillas a 90°, la flexión del tronco hacia la pelvis no enfatiza la participación de las fibras superiores por sobre las inferiores, mientras que cuando la flexión se realiza aproximando la pelvis hacia el esternón, las fibras inferiores del recto anterior y los oblicuos internos aumentan su actividad (Willet, y col., 2001).
- Los movimientos de torsión al realizar los encogimientos no aumentan la participación de los oblicuos externos o internos (Willet, y col., 2001).
- La utilización de dispositivos como los de la fig 4 o similares determinan un rango de movimiento incluso menor que los ejercicios de encogimiento, pero pueden ser beneficiosos para descargar la actividad de la musculatura del cuello durante la realización de los ejercicios abdominales (Sands y McNeal, 2002; Warden y col., 1999).
- Los ejercicios de flexión de tronco, desde la posición de suspendido desde una barra, elevando las rodillas al pecho, alcanzando el máximo recorrido articular posible es la forma que más activación produce a nivel de la musculatura abdominal recto, oblicuo externo e interno (Axler y McGill, 1997).

REFERENCIAS

1. AXLER, C.T. and MCGILL, S.M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal ex: searching for the safest and challenge. *Med Sci. In Sport and Exc.* 29 (6): 804-810.
2. BOMPA, O.T. (1995). Periodización de la fuerza, la nueva onda en el entrenamiento de la fuerza. Argentina: Ediciones Biosystem Servicio educativo.

3. CISSIK, J.M. (2002). Programming Abdominal Training, Part I. *Journal of Strength and Conditioning*. 24(1):9-15.
4. CLARK, K.M.; HOLT L.E. and SINYARD J. (2003). Electromyographic comparison of the Upper and Lower Abdominals During Abdominal Exercises. *J. Strength Cond. Res.* 17 (3):475-483.
5. COSIO-LIMA, L.M.; REYNOLDS, K.; WINTER, C.; PAOLONE, V. and JONES M.T. (2003). Effects of physioball and Conventional Exercises on Early Phase Adaptation in Back and Abdominal Core Stability and Balance in Women. *J. Strength Cond. Res.* 17(4):721-725.
6. HARMAN, E. (2000). The Biomechanics of Resistance Exercise, Chapter 3. In: Baechle, T.R.; Earle, R.W., eds. *Essential of Strength Training and Conditioning* (NSCA). Champaign IL: Human Kinetics, pp. 25-56.
7. HILDENBRAND, K. and NOBLE, L. (2004). Abdominal Muscle Activity While Performing Trunk-Flexión Exercises using the Ab Roler, ABslide, FitBall and Conventionally Performed Trunk Curls. *J. of Athletic Training*. 39(1):37-43.
8. KOCH, F. (1994). *Strength Training For Sport*. Applied Futuristic, Inc USA.
9. KOCH, F.; BLOM, R.K. and ANDZEL, W. (1994). "Sit Ups" Revisited, The state of the abdominal training in 1995 Appendix I in Koch F. *Strength Training For Sport*, Applied Futuristic, Inc USA.
10. MCARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. (2000). *Essential of Exercise Physiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
11. SANDS, W.A. and McNEAL, J.R. A (2002). kinematic Comparison of four abdominal Training Devices and Traditional Abdominal Crunch. *J. Strength Cond. Res.* 16(1):135-141.
12. TYSON, A.D. (1997^a). Abdominal Antomy and Strength Assessment, part 1. *Strength & Conditioning*. 19(2): pp 38 –39.
13. TYSON, A.D. (1997^b). Abdominal Antomy and Strength Assessment, part 2. *Strength & Conditioning*. 19(3):70 - 71.
14. WARDEN, S.J.; WAJSWELNER, H. and BENNEL, K.L. (1999). Comparison of Abshaper & conventionally performed abdominal ex using surface electromyography. *Med Sci. In Sport and Exc.* 31(11):1656-1654.
15. WITHIN, W.C.; RUGG, S.; COLEMAN, A. and VINCENT, W.J. (1999). Muscle Activity During Sit ups using abdominal exercise devices. *J. Strength Cond. Res.* 13(4):339-345.
16. WILLET, G.M.; HYDE, J.E.; UHRLAUB, M.B.; WENDEL, C.L. and KARST G.M. (2001). Relative Activity of abdominal Muscles During Commonly Prescribed Strengthening Exercises. *J. Strength Cond. Res.* 15(4),480-485.
17. WIRHED, E. (1986). *Abilitá atletica e anatomia del movimento*. Milano: Edit Ermes.