



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Curso Académico 2014/2015

VARIEDAD DE PLANTEAMIENTOS EN EL TRABAJO DEL CORE

“VARIETY OF APPROACHES IN THE WORK OF CORE”

Autor/a: Jonatan Cabeza Calderón

Tutor/a: Eugenio Izquierdo Macón

Fecha: 15 / 12 / 2014

VºBº TUTOR/A

VºBº AUTOR/A

ÍNDICE

I.	RESUMEN.	(Página 2)
II.	INTRODUCCIÓN.	(Página 3)
III.	OBJETIVOS.	(Página 4)
IV.	CONCEPTO DE CORE.	(Página 4)
V.	RELACIÓN DEL CORE CON LA ESTABILIDAD.	(Página 5)
	a. CONCEPTO.	(Página 5)
	b. COMPONENTES.	(Página 6)
	• Componente músculo-esquelético activo.	
	• Componente músculo-esquelético pasivo.	
	• Componente de control neural.	
VI.	APLICACIÓN PRÁCTICA DEL CORE.	(Página 9)
	1. Entrenamiento de la musculatura lumbo-abdominal con fines de salud.	
	2. Inclusión de estos programas de entrenamiento en rendimiento deportivo.	
VII.	INCLUSIÓN DE MATERIALES INESTABLES.	(Página 15)
VIII.	NECESIDAD DE VALORAR ANTES DE PRESCRIBIR.	(Página 16)
IX.	CONCLUSIONES.	(Página 18)
X.	BIBLIOGRAFÍA.	(Página 19)

I. RESUMEN

Llevando a cabo un proceso de revisión bibliográfica de las publicaciones escritas sobre las bases del entrenamiento de la musculatura de la denominada “zona media” o también llamada CORE, exponemos que son múltiples las propuestas prácticas para su entrenamiento, incluyendo los ejercicios de estabilización raquídea y el empleo de diversas superficies inestables.

En este trabajo presentaremos los aspectos prácticos de las múltiples variedades de este entrenamiento, definiendo sus bases para una adecuada adaptación a las características individuales. Así lograremos realizar un entrenamiento eficaz según los objetivos pretendidos.

El procedimiento de la puesta en práctica de este trabajo está enmarcado en la división de dos grandes grupos de sujetos que poseen objetivos comunes a la hora de desarrollar este tipo de actividad física. Se diferenciarán en deporte salud y rendimiento deportivo.

Además se incluyen una variedad de test que se utilizan, según la bibliografía revisada, para valorar los componentes relevantes sobre el tema desarrollado propiamente en este trabajo.

Abstract: Talking on account the process of bibliography revision, about the written publications of the medium zone or CORE training, it is exposed that there are multiple practice proposes for its training, including the spinal stabilization exercises and the use of different unstable surfaces.

In this work we presented the practice aspects of the different varieties of this training, defining its bases to an adequate adaptation for the individual characteristics. In this way achieve to do an adequate training according to the previous goals.

The procedure of the practice of this work is in the division of two big groups of person who have the same goals at the time the develop this type of physical activity. Their differences are the health sport and the performance sportive.

Furthermore it is included a variety of test that are used, as the bibliography revised said, to evaluate the relevant component about the theme we are talking in this work.

Palabras clave: músculos de tronco o raquis, ejercicio físico, inestabilidad, salud.

Important words: spinal muscles, physical exercise, instability, health.

II. INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN, CONTEXTUALIZACIÓN O MARCO TEÓRICO

Al referirnos al trabajo del CORE se entiende la expresión como “núcleo de la zona central del cuerpo”. Se utiliza para especificar un entrenamiento en la zona media del cuerpo (músculos flexores y extensores de la columna) para crear una estabilidad en torno a la columna vertebral. Esto será muy importante tenerlo en cuenta en el ámbito del rendimiento deportivo ya que se pretende conseguir los movimientos de la manera más eficaz posible, en acciones técnicas o gestos deportivos. Para lograrlo con éxito se necesita un apoyo lo más estable posible.

Algunos autores definen la estabilidad como “capacidad de usar fuerza y resistencia muscular de forma funcional” (Bliss y Teeple, 2005).

Este núcleo del cuerpo es responsable de la transmisión de la fuerza entre el tronco superior e inferior. Así que mejorando la coordinación intermuscular entre los diferentes segmentos se verá beneficiada la armonía en los movimientos y evitar lesiones musculares y/o articulares.

Un entrenamiento adecuado de los músculos lumbares puede contribuir a acelerar el proceso de recuperación resultando de gran utilidad en el ámbito terapéutico (Lisón y cols., 1998). Es muy importante además combinarlo con un trabajo de la flexibilidad.

En ejercicios isométricos, al no existir movimiento, se minimiza el riesgo de lesión de estructuras osteoligamentosas (Lisón y cols., 1998).

Sarti y cols. (1999) en los ejercicios de extensión del tronco recomiendan mantener posturas isométricas dada la mayor efectividad respecto a las fases dinámicas, disminuyendo así las fuerzas inerciales como factor de riesgo.

Últimamente se utiliza el entrenamiento en superficies inestables, ya que, según estudios, se logran mejores resultados en la ganancia de tono muscular. Los ejercicios realizados en superficies inestables no solo pueden incrementar la activación de la musculatura del núcleo, sino también pueden incrementar la activación de los músculos de las extremidades (Anderson y Behm, 2005; Marshall y Murphy, 2006a, 2006b)

Es muy atractivo este trabajo porque se pueden adaptar ejercicios específicos para infinidad de deportes. Y además podemos elegir ejercicios que desarrollen de manera aislada algún grupo muscular en especial, o trabajar como una zona que está relacionada con otras e incluir otros grupos musculares: flexores de caderas, miembros superiores, miembros inferiores...

Además, a la hora de planificar los entrenamientos hay que tener en cuenta que las acciones con sobrecarga en condiciones de inestabilidad pueden resultar en una reducción de la fuerza (Anderson y Behm, 2004; Behm y cols., 2002; McBride y cols., 2006), potencia (Drinkwater y cols., 2007; Kornecki y Zschorlich, 1994), velocidad y rango de movimiento (Drinkwater y cols., 2007).

III. OBJETIVOS DEL TRABAJO:

El objetivo principal es realizar una revisión bibliográfica sobre los componentes que integran este tipo de ejercicios físicos, y los métodos de entrenamiento que se han ido poniendo en práctica principalmente basados en la musculatura dorso-lumbar y abdominal.

Otros objetivos serán:

- Analizar los ejercicios propuestos por diversos autores, en función de los objetivos de las personas o deportistas que ya incluyen este entrenamiento en su preparación.
- Exponer los beneficios de llevar a cabo un programa de “core” adaptado a las características individuales de cada deportista.
- Describir el método de inclusión de los materiales inestables en los ejercicios de “core”.
- Presentar la variedad de test que se pueden incluir en la valoración de los beneficios o adaptaciones que conlleva la práctica de estos programas de “core”.

IV. CONCEPTO DE CORE:

En el procedimiento de este trabajo, de revisión bibliográfica sobre el concepto del “core”, nos encontramos que las primeras investigaciones con resultados significativos datan a mediados del siglo XX.

En los años 1960 y 1970, los investigadores comenzaron a estudiar la estabilidad de la región media del cuerpo humano. Morris, Lucas, y Bresler (1961) fueron de los primeros investigadores que identificaron el tronco, tórax y abdomen como elementos importantes en la estabilidad de la zona lumbar de la columna vertebral. Más tarde, Aspden (1989) ilustra la importancia de la postura de la estabilidad espinal por la introducción de un nuevo modelo matemático en el que la columna vertebral se parecía a un arco.

Hoy en día se sigue investigando sobre la estabilidad del tronco, pero no de manera tan aislada sino que se incluyen la estabilidad de varias estructuras anatómicas. Bliss y Teeple (2005) introducen una simple descripción de las estructuras anatómicas que forman

el núcleo, afirmando que el núcleo incluye la musculatura que rodea la región lumbo-pélvica. Estos músculos son los abdominales, glúteos, para-espinales, abductores de la cadera y rotadores externos y el diafragma.

Kilber y cols. (2006) propone un año más tarde la definición detallada de la anatomía del núcleo. Su definición incluye a todas las estructuras musculo-esqueléticas de la columna vertebral, las caderas, la pelvis, el nivel proximal de las extremidades inferiores, y el abdomen.

Bliss y Teeple (2005), Kibler y cols. (2006), y Wilson y cols. (2005) contribuyeron a desarrollar la ubicación descriptiva del núcleo y todas las estructuras involucradas. Resumiendo, describen al núcleo como la sección media del cuerpo que une las extremidades inferiores a la cabeza, el cuello y las extremidades superiores a través del tórax y las regiones lumbo-pélvicas. Se compone de todas las estructuras musculares y neurológicas que hacen que esta vinculación sea anatómicamente posible, mientras que funcionalmente se pretende lograr eficiencia y eficacia.

V. RELACIÓN DEL CORE CON LA ESTABILIDAD.

a. **Concepto de estabilidad:**

No comprenderíamos de una manera global el concepto de “core” sin investigar de qué manera se vincula con el concepto de estabilidad. La estabilidad de la base es un concepto utilizado en varios ámbitos, incluyendo la salud y las profesiones médicas. Tanto si se utiliza para predecir el riesgo de lesiones de espalda entre los trabajadores (Luoto, Heliovaara, Hurri, y Alaranta, 1995) o para determinar la manera de mejorar su juego de golf (Tsai y cols., 2004), la definición de estabilidad de la base se ha ido variando a lo largo de la literatura científica.

En el estudio de la estabilidad de la columna, se debe determinar si estamos estudiando la estabilidad estática o dinámica, y luego observar el comportamiento de las vertebrae. La estabilidad estática se define como la capacidad de una estructura cargada a mantener el equilibrio estático (Bergmark, 1989).

Hodges (2004) pudo haber sido el primero en estudiar el concepto de estabilidad de la base analizando la estabilidad lumbo-pélvica. Hodges define la estabilidad lumbo-pélvica como “la dinámica en el proceso de control de la posición estática en el contexto funcional, pero permitiendo que exista movimiento del tronco en otras situaciones”.

Hodges (2004) también describe tres niveles de jerarquía interdependientes, que son: el control del equilibrio de todo el cuerpo, el control de la orientación lumbo-pélvica y el

control intervertebral. Ningún nivel es independiente. El control del equilibrio de todo el cuerpo es importante cuando el tronco es reposicionado con el fin de mover el centro de masa (COM). La orientación lumbo-pélvica controla la curvatura y la postura de la columna vertebral y la pelvis durante las actividades. El último nivel en la jerarquía es el control intervertebral, que controla tanto la translación y la rotación de cada vertebra. (Hodges, 2004).

Definiciones posteriores de estabilidad de la base tomaron un enfoque más simple, pero similar a la definición de Hodges (2004). Bliss y Teeple (2005) definen la estabilización dinámica de la columna vertebral como la capacidad de utilizar la fuerza muscular y la resistencia para mantener una postura neutral de la columna, y luego controlar la columna vertebral de la zona neutral cuando se realizan actividades.

Wilson, Dougherty, Irlanda, y Davis (2005) definen la estabilidad del núcleo como la capacidad del complejo lumbo-pélvico de volver al equilibrio después de una perturbación sin pandeo de la columna vertebral.

Por último, Kilber, Press, y Sciascia (2006) afirman que la estabilidad del núcleo es la capacidad de controlar la posición y el movimiento del tronco sobre la pelvis y las piernas produciendo y transfiriendo fuerza en este control de los movimientos de los segmentos de la cadena cinética durante la actividad.

b. Componentes:

A continuación, es necesario describir los componentes funcionales que contribuyen a la estabilidad de la base, para así seguir comprendiendo este amplio concepto.

Panjabi (1992) introdujo tres subsistemas interdependientes que componen el sistema de estabilización de la columna vertebral. Estos subsistemas son el musculo-esquelético activo, el musculo-esquelético pasivo y el de control neural.

- Componente musculo-esquelético activo.

El componente activo consta de los músculos y la fascia toraco-lumbar, que rodean el núcleo (Panjabi, 1992). Hodges (2004) afirma que el sistema activo contribuye a la estabilidad de la base por la capacidad de generar y transferir fuerza de los músculos y la fascia. Tanto Panjabi y Hodges sugieren que, aunque el sistema activo es de significativa importancia para la estabilidad espinal, no puede actuar en solitario y por lo tanto deben ser incluidos el componente pasivo y el neural.

Willson, Dougherty, Irlanda, y Davis (2005) incluyen una descripción detallada de la función del componente activo en su descripción de la estabilidad de la base. Ellos introdujeron tres mecanismos en los que el componente activo contribuye a la estabilidad de la base: la presión intra-abdominal, las fuerzas de compresión en la medula, y la rigidez muscular de la cadera y el tronco.

El primer mecanismo, la presión intra-abdominal, que es la cantidad de presión dentro de la cavidad abdominal, se consigue mediante la activación de los músculos abdominales, el transverso del abdomen (Hodges, 1999), el diafragma, los músculos del suelo pélvico (Wilson y cols., 2005) y la tensión de la fascia toraco-lumbar (Tesh, Dunn y Evans, 1987). El aumento de la presión intra-abdominal es importante porque disminuyen las cargas de compresión en la columna vertebral y pueden reducir el riesgo de lesión (Daggfeldt y Thorstensson, 2003). Gardner-Morse y Stokes (1998) estudian el segundo mecanismo de la estabilidad, estimando que la co-activación de la musculatura antagónica de los músculos flexores y extensores del tronco aumentan la carga de compresión en la medula. El último mecanismo en el que el componente activo contribuye a la estabilidad del núcleo, de acuerdo a Willson y cols. (2005), es producir rigidez en los músculos de la cadera y el tronco.

Los músculos del tronco se engloban dentro del componente activo, y se pueden dividir en dos sistemas musculares: locales y globales (Bergmark, 1989). Bergmark define los músculos locales como los músculos profundos que tienen su origen o inserción en las vertebrae. Sus funciones son controlar la curvatura de la columna vertebral y proporcionar rigidez sagital y lateral (Bergmark, 1989). Los principales músculos locales son: el transverso del abdomen, el multifido lumbar, y las fibras posteriores de los oblicuos internos (O'Sullivan, Manip Phytty, Twomey, y Alison, 1997). Los músculos globales son grandes, que generan movimiento en el tronco, equilibran las cargas externas y las cargas de transferencia de fuerza del tórax a la pelvis (Hodges, 2004). Son los músculos erectores de la columna, los oblicuos internos (menos las fibras posteriores) y externos, el recto abdominal, y los segmentos laterales del cuadrado lumbar (Bergmark, 1989). La fascia toraco-lumbar, específicamente la capa posterior, puede ser incluida con los músculos globales ya que desempeña un papel importante en la transferencia de fuerzas entre la columna vertebral, la pelvis y las piernas (Vleeming, Pool-Goudzwaard, Stoeckart et al., 1995).

- Componente musculo-esquelético pasivo.

El componente musculo-esquelético pasivo consta de las vértebras, los discos intervertebrales, y los ligamentos de la columna vertebral (O'Sullivan, Manip Phyt, Twomey, y Allison, 1997). Las estructuras pasivas de la columna vertebral por si solas son muy inestables. Panjabi (1992) está de acuerdo afirmando que el componente pasivo proporciona la menor cantidad de la estabilidad de los tres componentes. Solo son significativos, los elementos del componente musculo-esquelético pasivo, en los rangos extremos de movimiento donde los ligamentos se estiran y limitan el movimiento espinal (Panjabi, 1992). Además, estos mismos ligamentos se pueden clasificar bajo el componente de control neural, debido al hecho de que proporcionan información sobre la posición vertebral y sus movimientos (Panjabi, 1992). Por lo tanto la función de este componente es limitar el movimiento de la medula espinal y transmitir fuerzas entre las vertebrae.

- Componente de control neural.

El último componente implicado en la estabilidad del núcleo es el componente de control neuronal. Panjabi (1992) sugiere que para que se produzca la estabilización de la columna vertebral, el componente neural debe de recibir información de una serie de transductores, determinar los requisitos específicos para la estabilidad, y luego iniciar la contracción del componente activo. Hodges (2004) afirma que el sistema nervioso central (SNC) interpreta continuamente la información enviada por los nervios aferentes hasta los mecanorreceptores, y comprando la información se considera "la estabilidad apropiada o postura", y estimula la actividad muscular de una manera precisa para mantener el control de la columna vertebral.

Aruin y Latash (1995) proponen dos subcomponentes del componente de control neural. El primer subcomponente es el ajuste anticipatorio del núcleo a las perturbaciones o movimientos. Para que este subcomponente sea eficaz requiere a un segundo subcomponente de retroalimentación, regenerando una respuesta correctiva que se inicia en los receptores periféricos. Estos dos subcomponentes son mecanismos para retener y restaurar la estabilidad (Aruin y Latash, 1995). El mecanismo de control anticipativo fue demostrado por los estudios que muestran la activación de los músculos del tronco que se producen antes del movimiento de las extremidades superiores e inferiores, y cuando una carga esperada se coloca en el tronco. Friedli, Hallet, y Simon (1984) observaron activación en los músculos del tronco (rectos del abdomen y erector de la columna) y de las piernas (cuádriceps y bíceps femoral) antes de un movimiento voluntario de la extremidad superior (codo). También observaron activación en los músculos del tronco antes del movimiento voluntario de la extremidad inferior. Hodges y Richardson (1997) observaron actividad

muscular en el transverso del abdomen, el recto abdominal, los oblicuos internos y externos antes de una flexión voluntaria de cadera.

El mecanismo de retroalimentación del componente neural proporciona información propioceptiva sobre el paradero y los movimientos del núcleo y otras articulaciones (Ebenbichler, Oddsson, Kollmitzer, y Erim, 2001). Al igual que con la estabilidad, la propiocepción es un término con varios significados en la literatura científica. Por lo tanto, utilizaremos a Riemann y Lephart (2002) que establecen que la propiocepción describe la información aferente de las zonas periféricas internas que contribuyan al control de la postura, la estabilidad y sensaciones conscientes. Las estructuras sensoriales que proporcionan información propioceptiva están llamados mecanorreceptores y se encuentran en los músculos, tendones, ligamentos y cápsulas articulares. Los cuatro mecanorreceptores más comunes son: los receptores de Ruffini, receptores de Pacini, los husos musculares y el órgano tendinoso del Golgi. Los receptores de Ruffini son los receptores de estiramiento, mientras que los de Pacini se activan por la compresión (Hogervorst y Brand, 1998). Los husos musculares se encuentran en las fibras musculares y proporcionan información relativa a la longitud del músculo y el cambio de su longitud (Riemann y Lephart, 2002). El órgano tendinoso de Golgi se encuentra en la unión músculo tendinosa y proporcionan información de la tensión muscular (Riemann y Lephart, 2002).

VI. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL CORE.

Una vez estudiados todos los componentes que afectan al “core”, vamos a revisar los ejercicios más adecuados en función al objetivo individual de la persona que vaya a poner en práctica un programa de actividad física de este ámbito.

Dos grandes grupos:

1. Entrenamiento de la musculatura lumbo-abdominal con fines de salud.

Para definir el concepto de entrenamiento del “core”, nos estamos refiriendo a la habilidad del complejo muscular lumbo-pélvico para prevenir las distensiones en los ligamentos de la columna y la capacidad de devolver el equilibrio. Son cadenas cinéticas integradas, que transfieren y controlan las fuerzas y movimiento en las extremidades (Chulvi, I. 2011).

Considerando el conjunto de músculos estabilizadores del raquis, la musculatura lumbar, representada esencialmente por multífido y erector espinal, juegan un papel determinante. Se ha demostrado la relación entre debilidad lumbar y algias lumbares (Lisón y cols., 1998; Morini y Ciccarelli, 1998; Carpenter y Nelson, 1999 citados por López, 2004),

por lo que el entrenamiento de la musculatura lumbar podría estar indicado para prevenir alteraciones raquídeas (Mannion y cols., 1997 citados por López, 2004).

Sartri y cols. (1999) o López (2004) recomiendan en la ejecución de los ejercicios de extensión del tronco el mantenimiento de posturas isométricas, dada la mayor efectividad respecto a las fases dinámicas, disminuyendo así las fuerzas inerciales como factor de riesgo.

El ejercicio estático reduce las fuerzas de compresión y cizalla en el raquis (Davis y Marras, 2000; Granata y Marras, 1995; Vera y cols., 2006), pero poseen la desventaja de su influencia sobre el incremento de la tensión arterial. Vera y cols. (2006) recomienda el empleo de métodos estáticos y dinámicos en combinación para un adecuado acondicionamiento de la musculatura abdominal en personas sanas.

La hiper-extensión lumbar es más problemática si se realiza de forma balística, ya que crea un momento de fuerza que supera el control muscular (Cotton, 1993; López, 2004) y conllevará hiperextensiones forzadas que aumentarían los riesgos sobre las estructuras articulares, además de reducir la efectividad del trabajo muscular (López, 2004).

Los estudios que tratan el concepto de volumen mínimo de entrenamiento de la musculatura lumbar para sujetos con objetivos de salud han venido a referir que, para lograr un correcto fortalecimiento lumbar es suficiente entrenar una vez por semana. Se consigue incrementar los niveles de fuerza, a la vez que se reduce la incidencia de dolor lumbar en la edad adulta (Carpenter y Nelson, 1999 citados por López, 2004).

También diversos autores recomiendan el fortalecimiento de la musculatura paravertebral lumbar (Pamblanco, 2000; Lisón y cols., 1998), junto al fortalecimiento de la musculatura abdominal (Lisón y Sartri, 1998), en una proporción equilibrada que tienda a equilibrar las tendencias naturales tónico-fásicas.

Vera (2000) matiza que dentro de los programas de ejercicio físico y salud hay que desarrollar la musculatura abdominal, dando mayor importancia al fortalecimiento de los músculos anchos del abdomen (transverso, y oblicuos interno y externo).

Un eficaz y saludable acondicionamiento de la musculatura lumbo-abdominal está basado en ejercicios de una activación electromiográfica moderada, que generan bajos niveles de estrés sobre las diferentes estructuras vertebrales (López, 2004).

Heredia y cols. (2006) proponen seguir este orden metodológico para el entrenamiento de la musculatura abdominal, especificando cómo y cuánto tiempo deben ejecutarse los ejercicios.





	Ejercicios Musculatura	Progresión		Ejecución
		NIVEL I (Inicial) → NIVEL II (Avanzado)		
Abdominal ↓	Traverso abdominal Retroversión pélvica			Estático (10') Concentrico-lento
	Oblicuos internos			Estático (10') Concentrico-lento
	Oblicuos externos Recto abdominal			Concentrico-lento con posibilidad paradas isométricas (2" 3") final fase concéntrica
2-4 Entrenamiento semanales (2 trabajo 1 descanso) con un volumen de 150-250 repeticiones sesión. Utilización STT y respiración adaptada ejercicio.				
Lumbar	Cuadrado lumbar Glúteos			Concentrico-lento con posibilidad paradas isométricas (2" 3") final fase concéntrica

Tabla 1: propuesta metodológica para el entrenamiento de la musculatura lumbo-abdominal desde una perspectiva saludable (Heredia y cols., 2006).

Se recomienda la utilización de ejercicios como el curl-up (crunch abdominal) y el decúbito lateral horizontal en las primeras fases del entrenamiento abdominal con fines saludables (Vera y cols., 2006). Posteriormente estos autores recomiendan la inclusión de ejercicios realizados en superficies inestables.

Otros autores también respaldan esta propuesta para prescribir ejercicios lumbo-abdominales en programas de salud (López, 2004; Heredia y cols., 2004).

2. Inclusión de estos programas de entrenamiento en rendimiento deportivo.

Los ejercicios de fortalecimiento de los músculos estabilizadores se han convertido en componentes clave de los programas de entrenamiento para los atletas de todos los niveles. La musculatura implicada en la ejecución de ejercicios estabilizadores actúa como un puente entre las extremidades superiores e inferiores, y la fuerza se transfiere desde el núcleo hacia las extremidades. Un programa de entrenamiento para atletas iniciales debe comenzar con ejercicios que aíslan los músculos centrales específicos, pero deben progresar para incluir movimientos complejos e incorporar otros principios de entrenamiento (Dicha, L.S. y Teeple, P., 2005).

Domingo Sánchez (2011) elabora una propuesta de tareas que siguen un principio de jerarquía. Este autor establece cinco niveles, para que todos los deportistas puedan seguir una evolución o adaptación a estas exigencias físicas.

El nivel uno, también llamado nivel de activación. El objetivo es conseguir activar la musculatura del tronco conjuntamente con los movimientos articulares y funciones como la respiración. Los ejercicios de este nivel conseguirán desarrollar un mejor control postural y una puesta en acción de la musculatura profunda, base imprescindible para posteriormente dominar y ejecutar con seguridad los ejercicios de niveles superiores.

Estos ejercicios no se caracterizan por su intensidad, sino por su control postural y transferencia hacia otros ejercicios, por tanto, no es un nivel solo para iniciados sino que debe estar siempre presente en cualquier nivel y objetivo.

Muchos de estos ejercicios encajan perfectamente como calentamiento e inicio de una sesión de entrenamiento, conseguirás activar a tus estabilizadores de la columna.

El nivel dos, también llamado nivel de estabilidad sobre el suelo. En este apartado se realizan ejercicios muy seguros con apoyo dorsal sobre una superficie en los que no son necesarios aún una gran estabilidad y control postural. Son ejercicios muy analíticos y considerados tradicionalmente como ejercicios de abdominales. El carácter funcional aun no se desarrolla en este nivel.

Son ejercicios muy indicados para personas que se inician o que desean un objetivo de salud y sin riesgos en su ejecución. Es importante que en este nivel ya controlemos la coordinación del movimiento con la respiración y la activación de la musculatura profunda del abdomen.

El nivel tres, también llamado nivel de ejercicios funcionales en apoyo. se disminuye la base de sustentación para así obligar al trabajo de estabilización dentro de cadenas musculares. En este nivel cobra importancia el control postural en la correcta ejecución. Se eliminan los apoyos de forma progresiva, tomando más protagonismo el componente de estabilidad.

Al participar en el gesto las cadenas musculares, pasa de ser un ejercicio analítico a tener un carácter funcional. Por esta particularidad, comienzan a ponerse en marcha mecanismos neurales en los que el sistema nervioso interviene de forma significativa y se desarrolla la coordinación intermuscular. Es decir, existe un control neuromuscular donde los diferentes grupos musculares se coordinan en una secuencia de activación para conseguir fluidez y eficiencia en el movimiento.

El nivel cuatro ya incorpora material alternativo. Se incluyen medios materiales con el objetivo de aumentar la dificultad técnica, se necesita un control postural más elevado que en niveles anteriores donde las superficies eran estables. Se mejoran los niveles de fuerza por una mayor estimulación y activación neuromuscular. Se incluyen materiales alternativos como el bosu, el fitnessball, medios en suspensión, tensores, roller, e incluso pesos libres como mancuernas.

Por último, el nivel cinco, incluyen movimientos en los que hay que tener en cuenta la inercia y la potencia. Aparecen los movimientos con aceleraciones y frenadas excéntricas. El objetivo es desarrollar la potencia, necesaria para una transferencia hacia gestos deportivos. Son ejercicios con aumentos de velocidad, inercias, impulsos e incluso lanzamientos. Se utilizan materiales como tensores, balones medicinales y kettlebells. Son ejercicios agresivos e intensos, por tanto, es el nivel en el que también encontraremos el riesgo de lesión más elevado.

Este nivel está muy indicado para personas que necesiten una preparación física específica aplicada a otros deportes en los que aparezcan estos gestos motrices y quede justificada la transferencia a nivel motriz. Necesario para deportes de contacto, lanzamientos en atletismo, deportes de raqueta, golf, y deportes colectivos como balonmano, baloncesto y voleibol.



Tabla 2: La pirámide del core (Sánchez, 2011)

Existe un dilema en los entrenadores que lo desean incluir en sus planificaciones, ya que en los deportes en los que hay muchos factores de rendimiento apenas tienen tiempo para trabajarlo todo. Por este motivo algunos autores han estudiado el concepto de frecuencia de entrenamiento en el ámbito del “core”.

Este concepto deberá atender al proceso de supercompensación y garantizar la recuperación suficiente para asegurar las adaptaciones y evitar el sobre-entrenamiento (Vera y cols, 2006). Estos autores recomiendan realizar de dos a tres sesiones de entrenamiento a la semana para desarrollar la fuerza y resistencia muscular en individuos no entrenados.

En la mayoría de la literatura sobre el entrenamiento lumbo-abdominal utilizan frecuencias de tres sesiones por semana en días alternos (Bell y Laskin, 1985; Cresswell y cols., 1994; Demont y cols., 1999; Mens y cols., 2000; Smidt y cols., 1989; Thomas y Ridder, 1989; Vera-García, 2002; Vera y cols, 2006).

Sin embargo dos sesiones serán suficientes para el acondicionamiento de la musculatura abdominal en personas no entrenadas (DeMichele y cols., 1997; Vera-García, 2002).

El lugar que deben ocupar este tipo de ejercicios en la sesión de entrenamiento, cuando no es uno de los objetivos principales de la sesión, deberá ocupar un lugar donde no influya negativamente en la ejecución de otros ejercicios donde sea necesario un control y estabilización de tronco. Así que la bibliografía recomienda no realizarlos al inicio de la sesión, ni como parte de la fase preparatoria de la misma (Sparto y cols, 1997; Van Dieën, 1996; Vera y cols, 2006).

Este tipo de programas de entrenamiento tienen como musculatura principal la de la región lumbo-abdominal, y existen unos criterios básicos para la prescripción de los ejercicios para la musculatura abdominal.

El Dr. Vera defiende que (Vera y cols., 2006) las sesiones de entrenamiento de la musculatura abdominal deberán incluir varios ejercicios, ya que no existe una única tarea que cumpla dos criterios principales, es decir, producir un nivel de activación elevado en todos los músculos del abdomen y no ejercer un estrés importante en las estructuras raquídeas (Axler y McGill, 1997; Juker y cols., 1998; Knudson, 1999; Monfotr, 1998).

Criterios de seguridad y efectividad de un ejercicio abdominal (López, 2004; Heredia y cols, 2004):

- Ejercicios que supongan una activación mioeléctrica moderada-intensa en los músculos de la pared abdominal.
- Que impliquen la mayor inhibición posible de los flexores coxofemorales.
- Que supongan un nivel de compresión inferior a 3000 Newtons.

VII. INCLUSIÓN DE MATERIALES INESTABLES.

Actualmente no se entrena de manera analítica sino que se trabajan ejercicios de estabilización raquídea. La gran parte de las actividades de la vida diaria solicitan patrones dinámicos multi-articulares y multi-planares, así que será necesaria la transmisión de fuerza entre extremidades. Así que esta calidad de vida está supeditada a la función sinérgica neuromuscular del centro (core), necesitando entrenar el equilibrio, la propiocepción y el control de la fuerza (Heredia y cols., 2006).

Una correcta actitud tónico postural equilibrada (ATPE) durante la ejecución de los ejercicios es la base para trabajar la estabilización, y por consecuencia la musculatura estabilizadora (Heredia y cols., 2004).

Bergmark (1989) ha clasificado los músculos lumbares y abdominales de acuerdo a su función estabilizadora en dos grandes grupos (ver tabla 2):

Sistema Estabilizador Local	Sistema Estabilizador Global
Intertraverso	Longísimo del torax (porción torácica)
Interespinal	Intercostal (Porción torácica)
Multífido	Cuadrado lumbar (fibras laterales)
Longísimo del torax (Porción lumbar)	Recto Abdominal
Llicostal lumbar	Oblicuo Externo
Cuadrado lumbar (fibras mediales)	Oblicuo interno
Traverso Abdominal	
Oblicuo Interno (inserción en fascia toracolumbar)	

Tabla 3: Clasificación de los músculos lumbares y abdominales en relación a su función estabilizadora. Bergmark; A: Stability of the Lumbar Spine. A Study in Mechanical Engineering. Acta Ortopaedica Scandinavica, 230 (suppl), 1989.

Para diseñar ejercicios de estabilización raquídea con material desestabilizador, debemos asegurarnos de conocer los efectos del desarrollo de ejercicios sobre superficies inestables, considerando que llevar a cabo una progresión desde situaciones más o menos estables hacia movimientos en situaciones o superficies inestables.

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Fitball, pelota suiza, physioball	Una pelota de plástico de gran diámetro (variable entre sujetos)
Bossu	“Both sides up”. Es un aparato que nace de la división de una pelota gigante. Es decir, tiene una parte estable y otra inestable
Dyna disc	Pequeños discos de goma hinchados
Tablas de inestabilidad	Tablas con un elemento central más prominente
Espuma de estireno	Espuma diseñada de forma tubular
Physio-roll	Resultado de la suma de dos pelotas gigantes (aparentando un “cacahuete”)
Superficies con densidades diferentes	Superficies con diferentes densidades, siendo menos densas cuanto más inestabilidad se pretenda

Tabla 4: Descripción de material desestabilizador para el entrenamiento. Heredia y cols., 2006. Revisión del entrenamiento lumbo-abdominal saludable: análisis práctico y metodológico.

Vera y cols. (2000) exponen en relación a las superficies inestables que la realización de ejercicios abdominales sobre pelotas suizas, plataformas basculantes, etc., exige una mayor participación del sistema de control motor con el objeto de estabilizar y equilibrar el tronco. No obstante, estas tareas pueden someter al raquis lumbar a cargas demasiado elevadas para sujetos inexpertos o pacientes con lesiones raquídeas (Vera-García y cols., 2000).

El fitball ha sido demostrado como un método efectivo de entrenamiento (Behm y cols., 2002). Este elemento genera situaciones de estrés de la musculatura del “core stability”, con el fin de estabilizar la columna, además de aumentar las demandas propioceptivas (Cosio-Lima y cols., 2003).

La base de los ejercicios con este tipo de materiales debe ser la estabilización activa, la cual hará que participe mayor volumen muscular en el movimiento, integrando el esfuerzo muscular agonista, antagonista, sinergista y estabilizadores (Heredia, 2005).

EMG minivoltios <i>Curl-up</i>	Activación ejercicio tradicional	Activación con Fitball
Zona superior	236±163	874±125
Zona inferior	153±71	546±172
Oblicuo externo	60±37	237±39
Recto femoral	14±7	23±4
Esternocleidomastoideo	-	319±42

Tabla 5: niveles de activación en ejercicio de curl-up sin aparato y con la utilización de fitball. A partir de Whiting y cols. (1999).

VIII. LA NECESIDAD DE VALORAR ANTES DE PRESCRIBIR

El entrenamiento del core nos aporta diferentes mejoras funcionales, importantes para optimizar nuestras prestaciones y calidad de vida (Vera García, F.J., 2002). Por lo tanto debemos ser conscientes de la importancia de realizar una prescripción adecuada, con el fin de lograr adaptaciones beneficiosas tanto para el ámbito de la salud como para el ámbito deportivo.

Algunas de las valoraciones que nos aportan datos relevantes para la programación y prescripción del entrenamiento del core son:

- Control motor: test de estabilidad central de Sharmann (Sharmann 2002; Faries y Greenwood, 2007), test de descenso de piernas extendidas (Kendall y McReady, 1983), test de Trendelenburg (Janda, 1983; Kendall y cols., 2005; Wilson, 2005), test de equilibrio en apoyo simple y extensión anterior o frontal de una extremidad superior por encima de la cabeza (Fredericson y Wolf, 2005).
- Ritmo lumbo-pélvico: test de elevación de rodilla de pies, test en cuadrupedia (inclinación anterior y posterior), test de flexión de cadera en bipedestación.
- Resistencia: Test isoinerciales; test de curl-up parcial o encogimiento de tronco (Baechle y Earle, 2008), bench trunk curl test (Knudson y Johnston, 1995). Test isométricos: test modificado de Biering-Sorensen (Biering-Sorensen, 1984), test de puente lateral, test de puente prono (Bliss y Teeple, 2005).
- Fuerza: test isocinéticos e isométricos (dinamometría y sensores).
- Potencia: test de lanzamiento de balón medicinal.
- Estabilidad: protocolo de McGill (1999), test funcionales de la NASM (star excursión balance test, test de squat unipodal, test push-up).

IX. CONCLUSIONES.

Respecto al entrenamiento de la musculatura flexo-extensora del tronco desde una perspectiva saludable, es necesario analizar las necesidades individuales antes de realizar una prescripción de core. Normalmente será mayor el volumen e intensidad de la musculatura flexora (musculatura abdominal) sobre la extensora (musculatura lumbar) en relación de dos a uno.

Se recomienda conocer la biomecánica de los ejercicios propuestos para dotar a la prescripción de la mayor seguridad posible, y comprobar que se están produciendo las adaptaciones fisiológicas y anatómicas deseadas en función a los objetivos del deportista.

Es necesario para todos los deportistas, tanto deporte salud como para rendimiento deportivo, llevar a cabo una progresión ascendente en cuanto a la dificultad en la ejecución de los ejercicios.

Se debe empezar por ejercicios de flexión del tronco para desarrollar la musculatura abdominal (siempre guardando la relación de dos a uno con la musculatura lumbar).

Posteriormente se incluyen ejercicios de rotación y de flexión lateral para desarrollar los músculos oblicuos.

Y por último, llevamos a cabo los ejercicios de estabilización raquídea. Empezando por ejercicios estáticos en apoyo isométrico, maniobras dinámicas (como ejemplo, el hundimiento del abdomen), y ejercicios en superficies inestables.

En el deporte de rendimiento se recomienda la utilización de ejercicios que reproduzcan los requerimientos del deporte, siendo mecánica y estructuralmente similares a los movimientos y las posturas de la competición.

La base de una adecuada progresión y trabajo de la musculatura estabilizadora es una correcta adecuación tónico-postural durante la ejecución de los ejercicios.

Por último, previamente a la inclusión de un material inestable en la prescripción de un programa de core, debemos analizar y conocer los efectos del desarrollo de los ejercicios propuestos.

X. BIBLIOGRAFÍA.

- Anderson, K.; Behm, D.G. (2004). Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *J. Strength Cond. Res.* 18(3): 637 – 640.
- Anderson, K.; Behm, D.G. (2005). Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Can. J. Appl. Physiol.* 30(1): 33 – 45 abstract.
- Aruin, A. S.; Latash, M. L. (1995). Specificity posturales direction of the muscles in feed-forward postural reactions during fast voluntary arm movements. *Experimental Brain Research*, 103, 323 – 332.
- Aspden, R. M. (1989). La columna vertebral como un arco: un Nuevo modelo matemático. *Spine*, (14): 266 – 274.
- Axler, C. T.; McGill, S. M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29, 804-811.
- Behm, D.G.; Anderson, K.; Curnew, R.S. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *J. Strength Cond. Res.* 16(3): 416 – 422.
- Bell, R. D.; Laskin, J. (1985). The use of curl-up variations in the development of abdominal musculature strength and endurance by post 50-year-old volunteers. *Journal of Movement Studies*, 11, 319-324.
- Bermark, A. (1989). Stability of the Lumbar spine. A study in Mechanical Engineering *Acta Ortopaedica Scandinavica*. 230 (suppl).
- Bliss, L.S.; Teeple, P. (2005). Core stability: the centerpiece of any training program. *Current Sports Med. Rep.* 4(3): 179 – 183.
- Bliss, L.S.; Teeple, P. (2005). Core stability: the centerpiece of any training program. *Current Sports Med. Rep.* 4(3): 179 – 183.
- Carpenter, D. M.; Nelson, B. W. (1999). Low back strengthening for the prevention and treatment of low back pain. *Medicine Science in Sport and Exercise*, 31(1): 18 – 24.
- Chulvi, I. (2011). Aplicaciones prácticas para la valoración funcional de la aptitud muscular del core. NSCA.
- Cresswell, A. G.; Thorstensson, A. (1994). Changes in intra-abdominal pressure, trunk muscle activation and force during isokinetic lifting and lowering. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 68 (4): 315 – 321.
- Cotton, R. T. (1993). *Aerobic Instructor Manual*. Illinois: American Council on Exercise.
- Cosio-Lima, L. M.; Reynolds, K. L.; Winter, C.; Paolone, V.; Jones, M.T. (2003). Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *J. Strength Cond. Res.* 17(4): 721 – 725.
- Daggfeldt, K.; Thorstensson, A. (2003). The mechanics of back-extensor torque production about the lumbar spine. *Journal of Biomechanics*, (7), 27 – 32.
- Davis, K. G.; Marras, W. S. (2000). The effects of motion on trunk biomechanics. *Clinical Biomechanics*, 15: 703 – 717.
- DeMichele, P. L.; Pollock, M. L.; Graves, J. E.; Foster, D. N.; Carpenter, D.; Garzarella, L.; Brechue, W.; Fulton, M. (1997). Isometric torso rotation strength: effect of training frequency on its development. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78, 64-69.
- Demont, R. G.; Lephart, S. M.; Giraldo, J. L.; Giannantonio, F. P.; Yuktanandana, P.; Fu, F.H. (1999). Comparison of two abdominal training devices with an abdominal

- crunch using strength and EMG measurements. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39, 253-258.
- Dicha, L. S.; Teeple, P. (2005). The core stability: the central piece of any training. *Curr Sports Med. Rep.* Junio; 4(3): 179-183.
 - Drinkwater, E.J.; Pritchett, E.J.; Behm, D.G. (2007). Effect of instability and resistance on unintentional squat-lifting kinetics. *Int. J. Sports Physiol. Prerform* 2(4): 400 – 413.
 - Ebenbichler, G. R.; Oddsson, L. I. E.; Kollmitzer, J.; Erim, Z. (2001). The motor-sensory bottom rear of control: implications for rehabilitation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1889 – 1898.
 - Friedli, W. G.; Hallet, M.; Simon, S. R. (1984). Postural adjustments associated with rapid voluntary arm movements. Electromyographic data. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Phychiatry*, 47, 611 – 622.
 - Gardner-Morse, M. G.; Stokes, A. F. (1998). Los efectos de la co-activación del músculo abdominal en la estabilidad de la columna lumbar. *Spine*, 23, 86 – 92.
 - Granata, K. P.; Marras, W. S. (1995). The influence of trunk muscle coactivity on dynamic spinal loads. *Spine*, 20, 913 – 919.
 - Heredia, J. R.; Chulvi, I.; Ramón, M.; Isidro, F (2006). Revisión del entrenamiento lumbo-abdominal saludable: Análisis práctico y Metodológico. *Publice strand, G-SE*.
 - Heredia, J. R. (2005). El entrenador personal: Herramientas y protocolos. *Convención Play-ANEF*. Barcelona.
 - Heredia, J.R.; Ramón, M. (2004). Medias verdades, ¿grandes mentiras? En el entrenamiento de la musculatura abdominal: una visión integradora. *ISSN*. (71): 1514 – 3465.
 - Hodges, P. W. (2004). Lumbopelvic stability: a functional model of biomechanics and motor control. In: Richardson, C.; Hodges, P. W.; Hides, J. (Eds). *Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization: A Motor Control Approach for the Treatment and Prevention of Low Back Pain* (Lnded., pp.13-28). Edinburgh, UK: Churchill Livingstone.
 - Hodges, P. W. (1999). Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Manual Therapy*, 4, 74-86.
 - Hodges, P. W.; Richardsdson, C. A. (1997). Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics*, 40 (11): 1220 1230.
 - Hogervorst, T.; Brand, R. A. (1998). Current concepts review: Mechanoreceptors in joint function. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 80-A, 1365 – 1378.
 - Juker, D.; McGill, S. M.; Kropf, P.; Steffen, T. (1998). Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 30, 301-310.
 - Kibler, W.B.; Press, J.; Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine* 36(3): 189 – 198.
 - Knudson, D. (1999). Issues in abdominal fitness: testing and technique. *Journal of Physical Education, Recreation y Dance*, 70, 49-55,64.
 -
 - Kornecki, S.; Zschorlich, V. (1994). The nature of the stabilizing functions oj skeletal muscles. *J. Biomech.* 27(2): 215 – 225.
 - Lisón, J.F.; Monfort, M.; Sarti, M. A. (1998). Entrenamiento isométrico de la musculatura lumbar. M. González y cols. (Eds). *Educación Física e Deporte no século XXI. VI Congreso Galego de Educación Física*, pp. 167 – 174. Servicio de publicaciones. Universidad de Coruña.

- Lisón, J.F.; Sarti, M. A. (1998). Velocidad y rango de movimiento en el fortalecimiento de músculos posturales. Estudio preliminar. Archivos de Medicina del Deporte, 66: 291 – 298.
- López, P.A. (2004). Fortalecimiento lumbo-abdominal y estabilidad de la columna vertebral. Facultad de Educación. Universidad de Murcia.
- Luoto, S.; Heliovaara, M.; Hurri, H.; Alaranta, H. (1995). Static back endurance and the risk of low-back pain. Clinical Biomechanics, (10), 323 – 324.
- Mannion, A. F. (1999). Fibre type characteristics and function of the human paraspinal muscles: normal values and changes in association with low back pain. Journal of Electromyographic and Kinesiology. (9): 363 – 377.
- Marshall, P.W.; Murphy, B.A. (2006). Changes in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball. Appl. Physiol. Nutr. Metab. 31(4): 376 – 383a.
- Marshall, P.W.; Murphy, B.A. (2006). Increased deltoid and abdominal muscle activity during Swiss ball bench press. J. Strength Cond. Res. 20(4): 745 – 750b.
- McBride, J.M.; Cormine, P.; Deane, R. (2006). Isometric squat force output and muscle activity in stable and unstable conditions. J. Strength Cond. Res. 20(4): 915 – 918.
- Mens, J. M.; Snijders, C. J.; Stam, H. J. (2000). Diagonal trunk muscle exercises in peripartum pelvic pain: a randomized clinical trial. Physical Therapy, 80, 1164-1173.
- Monfort, M. (1998). Musculature del tronco en ejercicios de fortalecimiento abdominal. Valencia, Spain: Servei de Publicacions de la Universitat de València.
- Morini, S.; cicarelli, A. (1998). Anatomia funzionale e valutazioni isocinetica della muscolatura del tronco. Medicina dello Sport, 51: 85 – 90.
- Morris, J. M.; Lucas, D. B.; Bresler, B. (1961). Funcion del tronco en la estabilidad de la columna vertebral. Journal of Bone and Joint Surgery (Amer. Volumen), 43 - A, 327 - 351.
- O'Sullivan, P. B.; Manip Phyt, G. D.; Twomey, L. T.; Allison, G. T. (1997). Evaluacion del ejercicio de estabilización especifica en el tratamiento del dolor crónico de espalda baja con diagnóstico radiológico de la espondilólisis o espondilolistesis. Spine, 22, 2959 - 2967.
- Pamblanco, M. A. (2000). Ejercicios alternativos sobre banco romano para el desarrollo de la musculatura postural. Educación Física y salud. Actas del II Congreso Internacional de Educación Física. Jerez: FETE – UGT Cádiz.
- Panjabi, M. M. (1992). El sistema de estabilización de la columna vertebral: parte 1. Función, disfunción, adaptación y mejora. Diario de los trastornos de la columna vertebral, 5, 383 - 389.
- Riemann, B. L.; Lephart, S. M. (2002). El sistema sensoriomotor, parte 1: la base fisiológica de la estabilidad de la articulación funcional. Revista de Entrenamiento Deportivo, 37, 71 – 79.
- Sánchez, D. (2011). La pirámide del core. Editorial prowellness. 6 – 32.
- Sarti, M.A.; Bosch, A.H.; Vera, F.J.; Monfort, M.; Lisón, J.F.; Escribano, C. (1999). Selección de una postura para el fortalecimiento de la musculatura paravertebral lumbar. Archivos de Medicina del Deporte, 73: 427 – 434.
- Smidt, G. L.; Blanpied, P. R.; White, R. W. (1989). Exploration of mechanical and electromyographic responses of trunk muscles to high-intensity resistive exercise. Spine, 14, 815-30.

- Sparto, P. J.; Parnianpour, M.; Reinsel, T. E. y Simon, S. (1997). The effect of fatigue on multijoint kinematics, coordination, and postural stability during a repetitive lifting test. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 25, 3-12.
- Tesh, K. M.; Dunn, T. S.; Evans, J.H. (1987). Los músculos abdominales y la estabilidad vertebral. *Spine*, 12, 501 – 508.
- Thomas, T. R.; Ridder, M. B. (1989). Resistance exercise program effects on abdominal function and physique. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 29, 45-48.
- Tsai, Y. S.; Vender, T. C.; Myers, J. B.; Mc Cory, J. L.; Laudner, K. G.; Pasquale, M. R.; et al. (2004). The relationship between hip muscle strength and golf performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (36): S9.
- Van Dieën, J. H. (1996). Asymmetry of erector spinae muscle activity in twisted postures and consistency of muscle activation patterns across subjects. *Spine*, 21, 2651-2661.
- Vera-García, F. J. (2002). Adaptaciones neuromusculares tras un programa de entrenamiento abdominal dinámico y otro estático. Valencia, Spain: Servei de Publicacions de la Universitat de València.
- Vera-García, F. J.; Brown, S. H. M.; Gray, J. R.; Mc Gill, S. M. (2006). Effects of difference levels of torso coactivation on trunk muscular and kinematic responses to posteriorly applied sudden loads. *Clinical Biomechanics*, 21 (5), 443 – 455.
- Vera, F. J. (2000). Función de los músculos rectus abdominis y obliquus externus abdominis en el control de la postura erecta. I Congreso de la asociación Española de Ciencias del Deporte. Cáceres.
- Vera-García, F. J.; Grenier, S. G. y McGill, S. M. (2000). Abdominal response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*, 80, 564-569.
- Vera, F. J.; Monfort, M.; Sarti, M. A. (2005). Prescripción de programas de entrenamiento abdominal. Revisión y puesta al día. *Apunts Educación Física y Deportes*. Vol 81 – tercer trimestre: 38 – 46.
- Vleeming, A.; Pool-Goudzwaard, A. L.; Stoeckart, R.; Van Wingerden, J. P.; Snijder, C. J. (1995). The posterior layer of the thoracolumbar fascia: its function in load transfer from spine to legs. *Spine*, (20), 753 – 758.
- Whiting, W. C.; Rugg, S.; Coleman, A.; Vincent, W. J. (1999). Muscle activity during sit-ups using abdominal exercise devices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 339-345.
- Willson, J. D.; Dougherty, C.P.; Irlanda, M. L.; Davis, I. M. (2005). Estabilidad de la base y su relacion a la funcion de las extremidades inferiores y lesiones. *Revista de la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos*, 13, 316 - 325.