

Análisis y valoración de los principios de estabilización neuromuscular dinámica (dns). Su implicancia en el deportista en formación.

Prof. Sebastián Pascuas (UNLP) - Prof. Antonio Martínez (UNLP)

reeducaciondelmovimiento@gmail.com

Resumen

Las alteraciones en la activación neuromuscular anticipatoria y reactiva tanto en el tronco como en las extremidades pueden interferir con el inicio y la ejecución del movimiento coordinado. Cada posición articular, ya sea alterada o no, depende de la función muscular estabilizadora y la coordinación de los músculos locales y globales para garantizar una posición neutral o centrada de las articulaciones en la cadena cinética. La calidad de esta coordinación es crítica para la función conjunta y puede ser valorada. Una deficiente función estabilizadora puede resultar en una mayor actividad de la musculatura implicada, lo que probablemente conduzca a un esfuerzo excesivo debido a movimientos compensatorios. La interpretación de los mecanismos de *estabilización neuromuscular dinámica* enfatiza la importancia de la coordinación muscular precisa para un movimiento eficiente, así como para soportar la carga de compresión, que se produce en posturas estáticas o sostenidas.

Palabras clave: Valoración – Sistema Nervioso Central – Estabilización Neuromuscular Dinámica – Estabilidad Espinal

INTRODUCCIÓN

El análisis, valoración y control del movimiento ha sido nuestro objeto de estudio de estos últimos doce años. En esta búsqueda encontramos que el mismo puede verse, medirse y ser analizado desde diferentes perspectivas y el propósito puede ser un determinante en estas diferencias.

Sabemos que la alteración del movimiento proviene de previsibles respuestas a mecanismos repetitivos mal realizados (Janda, 1977). Éstas son causadas por el desequilibrio entre músculos propensos a desarrollar tensión y músculos propensos a desarrollar inhibición (Janda et al, 1938). Por otro lado, podemos afirmar que la estabilidad funcional de la articulación es un proceso fisiológico intrínsecamente complejo (Johansson, 1991). En ausencia de estabilidad mecánica por causas de disfunción o desequilibrio aparecen mecanismos compensatorios para proporcionar la

estabilidad suplementaria requerida, generando patrones motores incorrectos (Pavel Kolar, 2013).

Así, el objetivo que nos moviliza es la anticipación: detectar, analizar y abordar las disfunciones vinculadas con la pérdida de dicha capacidad puede facilitarnos la atención temprana de los mecanismos de sustitución sinérgica, que tienen un costo directo en la función neuromuscular y el rendimiento físico alejando al deportista del rendimiento óptimo y acercándolo a la zona de riesgo lesión.

El objetivo de esta propuesta se orienta a brindar información, experiencia y evidencia científica en relación con el análisis y valoración de los principios de *estabilización neuromuscular dinámica*¹ (Kolar, 2013) y los requisitos necesarios para responder de manera eficiente a la demanda deportiva.

CONSTRUCCIÓN DEL PERFIL DEL DEPORTISTA

El término sistema “sensoriomotor” es utilizado para definir el sistema funcional del movimiento humano (Janda, 1977). El sistema muscular a menudo refleja el estado del sistema sensoriomotor: cambios dentro de una parte del sistema se verán reflejados por compensaciones o adaptaciones en otros lugares dentro del sistema debido a un intento del cuerpo por recuperar la homeostasis a partir del desequilibrio muscular (Panjabi, 1992).

El desequilibrio muscular se puede presentar de diferentes maneras. La compensación es una de las primeras manifestaciones de este desbalance, alterando los patrones básicos de movimiento. A medida que pasa el tiempo, el patrón alterado se centraliza en el Sistema Nervioso Central (SNC) generando un ciclo vicioso de sustitución sinérgica que involucra la relación entre el SNC y el Sistema Nervioso Periférico (SNP).

Componentes del círculo vicioso de alteración

¹ Conceptualización definida por Pavel Kolar popularizada internacionalmente por la abreviatura de su título original en idioma checo *Dynamická Neuromuskulární Stabilizace®* (DNS) o en inglés *Dynamic Neuromuscular Stabilization*.

La construcción del perfil deportivo comienza con el análisis del ciclo de alteración funcional (Fig.1), para comprender cómo un desbalance muscular puede conducir a un deterioro articular.

Es necesario aclarar que entendemos que el desarrollo morfológico del esqueleto, las

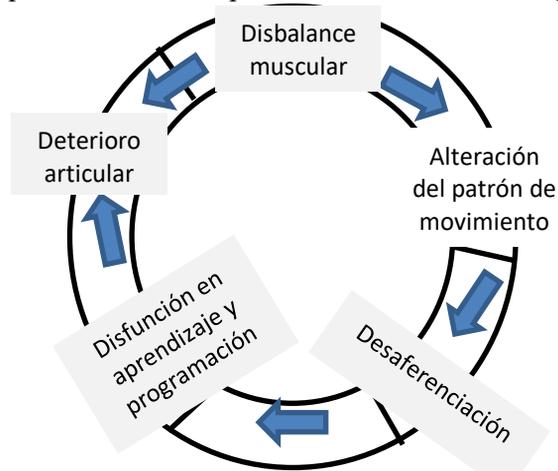


Fig. 1 Adaptado de Janda (1983) “Muscle Function Testing V”, en: The Chronic musculoskeletal pain cycle.

posiciones articulares y la postura dependen de la función estabilizadora de los músculos necesaria para el resultante patrón de movimiento. Por lo tanto, alteraciones en esta función causarán directamente alteraciones en la salud corporal y en el rendimiento del deportista en formación.

Evaluación funcional del desequilibrio muscular

La evaluación es la conjunción de múltiples piezas de información para formar una hipótesis global coherente de la posible etiología. En este sentido, nuestra propuesta en la construcción del perfil está conformada por dos métodos, dos abordajes fundados sobre las mismas bases a través de los que organizamos nuestro sistema:

- Método de inspección física a través de la vista

El arte de la inspección es de vital importancia y de muy simple aplicación. Cambios en la forma o en el contorno corporal pueden colaborar en identificar la zona muscular afectada, el movimiento alterado y su consecuente disfunción en la cadena cinética. Sabemos que la alteración de la tensión muscular es la primera respuesta que conduce al desequilibrio muscular el cual puede ser valorado por medio de la observación.

- Método de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS)

DNS es un abordaje surgido en el campo de la rehabilitación neurológica, dirigido a optimizar el sistema de movimiento. Sus bases se fundan en los principios del desarrollo motor y en los aspectos neurofisiológicos de la maduración del aparato locomotor. Su desarrollador es el profesor Pavel Kolar, un fisioterapeuta de origen checo que ha recibido

la influencia de los maestros de la Escuela de Medicina Manual de Praga, entre ellos Karel Lewit, Vladimir Janda y Vaclav Vojta.

PROTOCOLO DE VALORACIÓN

Inspección física a través de la observación

Análisis de la postura erguida

Durante el análisis muscular postural se debe observar simetría, contorno y tono de los músculos ya que los mismos responden, por un lado, con hiperactividad, hipertonicidad e hipertrofia; o, por otro, con inhibición, debilidad o atrofia. (Recomendamos el siguiente esquema para organizar el protocolo de observación:

EJE LUMBOPÉLVICO	
MIEMBRO INFERIOR	MIEMBRO SUPERIOR
Isquiotibiales	Extensores del raquis a nivel lumbar
Gemelos	Extensores del raquis a nivel dorsal
Forma del talón	Región escapular
Pie	

La importancia de valorar el eje lumbopélvico, radica en que su posición influye en el balance de la cabeza y otras partes del cuerpo, generando, en caso de estar en desequilibrio, disfunción, necesidad de compensación y pérdida de eficiencia en patrones de movimiento. Se debe observar la posición de la pelvis buscando alteraciones de la columna lumbar y articulación sacro-iliaca. Sugerimos el plano frontal posterior y el plano sagital para la valoración de este núcleo.

Existen dos puntos simples para observar en la pelvis:

- Incremento de la anteversión pélvica (Fig. 2.1): conlleva a un aumento asociado de la lordosis lumbar que conduce a síndrome de inclinación pélvica: signo de inestabilidad postural. Sus posibles factores causales pueden ser el acortamiento y la sobresolicitación del psoas y los extensores lumbares, alteración del diafragma en su función de estabilizadora, disfunción en los estabilizadores de cadera.

- Retroversión pélvica (Fig. 2.2): Frecuentemente ligada a una columna lumbar plana en la cual predomina la flexión en dicho núcleo –descentrado articular-. Generalmente asociada a un acortamiento e hipertono de los isquiotibiales, falla en la mecánica de los músculos de piso pélvico y falla del sistema cruzado posterior (Vleeming y Lee, 1997).



Fig. 2.1 A) Vista lateral. Pelvis en anteversión, columna lumbar en extensión. B) Vista posterior. Descentralización de la pelvis.



Fig. 2.2 A) Vista lateral. Pelvis en retroversión, columna lumbar en flexión. B) Vista posterior. Descentralización pélvica.

Análisis de los contornos de los miembros inferiores

Isquiotibiales

Se debe observar el contorno y simetría de los isquiotibiales en los dos tercios distales del vientre muscular del muslo posterior. La dominancia o incremento del volumen muscular



Fig. 3.1 Isquiotibial izquierdo tónico, hipertrófico.



Fig. 3.2 Isquiotibial derecho con disminución de volumen, hipotrófico. Signo de asimetría

de los isquiotibiales (Fig. 3.1) usualmente está asociada con hipotrofia o inhibición del glúteo mayor –amnesia glútea-. Los isquiotibiales trabajan de manera sinérgica con el glúteo mayor para producir la extensión de la cadera. Cuando el glúteo mayor está inhibido, los isquiotibiales compensan su función para producir la extensión de la cadera (Janda, 1978). Las asimetrías y disminución del contorno en los isquiotibiales (Fig. 3.2) puede estar asociada a descentralización del núcleo lumbopélvico y sobresolicitación de extensores del raquis a nivel lumbar.

Tríceps sural

Se debe observar el tamaño y forma de ambos gastrocnemios y el sóleo en sus porciones proximal y distal. Si el tríceps sural es hipertónico, el tendón de Aquiles es más corto y ancho. Si el sóleo es hipertónico e hipertrófico (Fig. 4.2), la pierna tiene apariencia cilíndrica en contraste a la normal (Fig. 4.1), de apariencia de botella invertida, que debe tener (Janda, Frank y Liebenson, 2007). El acortamiento del sóleo es una causa escondida de dolor lumbar (Travell y Simons, 1992), debido a la compensación lumbar para la progresión de la marcha y puede indicar disfunción.



Fig. 4.1 Gastrocnemio normal.



Fig. 4.2 Gastrocnemio alterado, hipertono soleo.

Forma de talón

Se debe observar el sujeto en plano frontal posterior. El talón, en el apoyo normal, es de forma redondeada (Fig. 5.1). Un talón de forma cuadrada indica que el centro de masa del sujeto se encuentra posterior, generando sobrecarga en el calcáneo y alterando la articulación tibiotarsiana (Fig. 5.2).

Postura del pie



Fig. 5.1

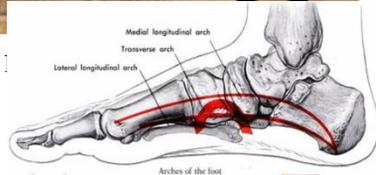


Fig. 6.1 Arco longitudinal tenso.
Alteración de la fascia plantar



Fig. 6.2 Inestabilidad Arco alterado interno. Pie pronado.

Se debe observar el pie desde una vista frontal posterior y lateral sin calzado. Analizar el arco longitudinal y trasverso –bóveda plantar- y el hallux: alteraciones en el arco longitudinal y trasverso pie en pronación (Fig. 6.1) o hallux en aducción (Fig. 6.2) conllevan a la pérdida de estabilidad funcional y su necesidad compensatoria. Un pie que se adapta a las demandas del deporte sin requisitos entrará indefectiblemente en el circuito del desequilibrio muscular.

Análisis de la región dorsolumbar

Extensores del raquis

Se evalúa al sujeto en bipedestación en el plano frontal posterior. Durante la observación se compara la simetría de los vientres musculares de los extensores lumbares y torácicos. Una hipertrofia de los extensores tóraco-lumbares puede indicar sobresolicitación compensatoria como resultado de una pobre estabilización centra (Fig. 7). Paralelamente, podemos inferir debilidad del glúteo mayor y/o acortamiento de los flexores de cadera. En presencia de un glúteo débil e inhibido, los extensores del raquis ipsilaterales ayudan a extender el tronco sobre el miembro inferior durante el patrón de marcha. Esto crea momentos de inestabilidad repetitiva de los segmentos tóraco-lumbares espinales.

Región escapular

La posición de la escápula y la distancia entre el borde vertebral de la escápula y la

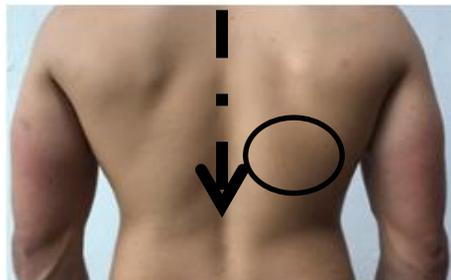


Fig. 7 Hipertono de extensores del raquis nivel tóraco-lumbar.

columna ofrecen información valiosa acerca de la calidad de la musculatura de esta región. Normalmente la escápula está ubicada entre D2 y D7 y alrededor de 6 cm de la columna (Sahrmann, 2001). Se debe observar al sujeto en plano frontal posterior. Cualquier desviación de la posición normal provee información valiosa de la calidad y cantidad de activación de la musculatura de la cintura del hombro (Janda, Frank y Liebenson, 2007). Durante la observación podemos encontrar:

Despegue alado, sobresolicitación de trapecio superior (Fig. 8.1). Podemos inferir disbalance en estabilizadores de la escápula y disfunción del romboides mayor y de los trapecios (porción inferior). Área interescapular plana con abducción escapular bilateral (núcleo glenohumeral en antepulsión) (Fig. 8.2). Podemos inferir disfunción del serrato anterior y trapecio medio.

UN TODO INTEGRADO. EL MÉTODO DNS.

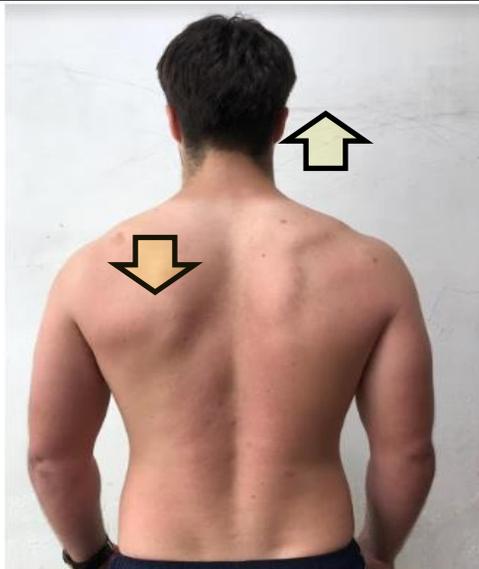


Fig. 8.1 Despegue alado escápula izquierda, signo de asimétrica



Fig. 8.2 Área interescapular plana, abducción bilateral de escapular

Los años de formación en esta metodología del *Dynamic Neuromuscular Stabilization* (DNS), a través de la Escuela de Rehabilitación de Praga, generaron de manera progresiva

una nueva forma de intervenir en la construcción del perfil de los deportistas. Sumamos herramientas de análisis y valoración que enriquecieron la tarea pedagógica de selección de actividades para el incremento de la capacidad de estabilización espinal.

Tanto en los deportes como en el entrenamiento de la fuerza, la efectiva estabilización espinal es crucial. Esto no solo protege al atleta de potenciales lesiones sino que además, debido a la estabilidad mejorada del tronco, puede optimizar el rendimiento deportivo. Por lo tanto estabilizar el tronco con adecuadas estrategias, es decisivo para ambos: performance y prevención de lesiones.

Es aquí donde radica la importancia de valorar los requisitos necesarios que un deportista debe tener para realizar de manera coordinada, automática y eficiente, la interconexión del esqueleto, sus núcleos articulares y la musculatura durante el movimiento.

¿Estabilidad mecánica?

Un parámetro que influye en la mecánica espinal y la rigidez es la presión intra abdominal (PIA) (Frank C, Kobesova A, Kolar P, 2013). Existe un consenso general de que un aumento en la PIA estabiliza la columna vertebral, ya puesto de manifiesto por varios autores como Panjabi, Cholewicki, McGill y Hodges por nombrar algunas referencias; siendo el diafragma, el suelo pélvico y el músculo trasverso abdominal quienes regulan la PIA y proporcionan estabilidad anterior a la columna lumbar. Sin embargo, el papel de la PIA en la disminución de carga sobre la columna vertebral sigue siendo controvertido. Numerosas publicaciones han presentado al aumento de la PIA, como un factor determinante para quitarle carga a la columna vertebral durante las tareas de levantamiento estático y dinámico (Hodges PW, 2000).

Sistema integrado de estabilización espinal

El sistema integrado de estabilización espinal (SIEE), tal como lo describe Kolar (Kolar P, 2006), consiste en la coactivación equilibrada entre los flexores cervicales profundos y los extensores de la columna vertebral en la región cervical y torácica superior, así como el diafragma, el suelo pélvico y todas las secciones de los extensores abdominales y espinales en la región torácica inferior y lumbar. Estos músculos estabilizadores espinales intrínsecos proporcionan rigidez espinal en coordinación con la PIA, que sirve para proporcionar estabilidad dinámica de la columna vertebral. Constituyen el "núcleo profundo" y operan bajo el "mecanismo de control anticipatorio" automático y subconsciente, precediendo a cualquier movimiento intencional. El papel de la actividad muscular anticipatoria del tronco en adultos ha sido ampliamente estudiado y discutido

en un intento por describir los determinantes de la estabilidad de la columna para el movimiento y la función musculoesquelética. Esto sugiere que el entrenamiento de la sincronización tanto de los músculos proximales, como distales se debe considerar al diseñar programas de intervención.

El papel del diafragma

La activación postural estabilizadora del diafragma se ha estudiado en tareas de manipulación de cargas y activación de las extremidades. Un estudio reciente de Kolar (Kolar P. y cols., 2012) demostró que la activación postural anormal del diafragma (Fig. 9)

cuando se aplicó resistencia isométrica hasta las extremidades podría servir como un mecanismo subyacente del dolor lumbar crónico debido a una mayor tensión en la región ventral de la columna vertebral. Según Kolar, la regulación de la PIA y el SIEE pueden verse interrumpidas por una función postural insuficiente del diafragma, lo que a menudo

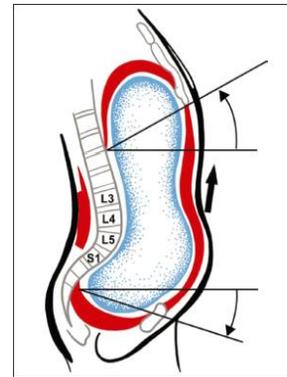


Fig. 9 SIEE alterado. Su resultado es una fuerza de cizalla anterior en los segmentos lumbares.

produce un aumento de las fuerzas compresivas en la columna debido a la actividad compensatoria de los extensores espinales superficiales y la posición anormal del tórax debido a un desequilibrio entre la musculatura torácica superior e inferior. El SIEE proporciona el punctum fixum (base estable fija) desde el cual los músculos pueden generar movimiento.

Entrenar el cerebro

Panjabi (Panjabi M, 1992) describió el sistema de estabilización de la columna vertebral como una interacción de tres vías entre los sistemas neural (SNC), activo (musculatura) y pasivo (huesos, articulaciones). Muchos clínicos que han enfocado principalmente el tratamiento en los músculos y las articulaciones están reconociendo cada vez más la importancia de "entrenar el cerebro" al abordar los mecanismos de control motor a nivel del SNC. La interpretación del DNS intenta acortar la brecha para la comprensión de esta interacción de tres vías.

Se ha detectado que la mayoría de las disfunciones que se ven comúnmente pueden estar más relacionadas con el SNC o la "disfunción de control motor", que con la articulación local o una disfunción muscular. Dado que el SNC es el "conductor definitivo", se debe

prestar atención a los patrones de coactivación e integración muscular que se producen con el movimiento para proporcionar estabilidad en las articulaciones. Esta estrategia neuromuscular no es estática, es de naturaleza dinámica para proporcionar una articulación funcionalmente “neutra” o “centrada” que ha sido descrito por Kolar como centrado articular (Kolar P., y cols. 2014). El centrado articular o la posición neutra se produce cuando la congruencia de la superficie de la articulación y los músculos que la sostienen se encuentran con su ventaja mecánica óptima en todo el rango de movimiento y, por lo tanto, pudiendo producir fuerzas variables de acuerdo con la habilidad requerida. La articulación centrada permite una transferencia óptima de la carga de las fuerzas musculares a través de la articulación y a lo largo de la cadena cinética, con una tensión mecánica mínima en las estructuras pasivas, como los ligamentos, las cápsulas, el cartílago y las superficies de las articulaciones. Si el desequilibrio muscular no se detecta mediante un análisis cuidadoso, esto puede conducir a programas motores alterados persistentes y fijaciones en el SNC, que luego se traducirá en stress mecánico, dolor crónico y/o bajo rendimiento deportivo. Por lo tanto, las estrategias de estabilización correctivas siempre deben ser el principio fundacional de cualquier programa de entrenamiento.

Valoración del SIEE

DNS presenta un conjunto de pruebas funcionales (Kolar P, y cols. 2014) para evaluar el SIEE y para ayudar a encontrar el "eslabón clave" de la disfunción:

Función diafragmática supino (I)

Pedir al individuo que respire normalmente y observen los movimientos de la parrilla costal. Un movimiento hacia craneal de la parrilla costal y un movimiento hacia adentro

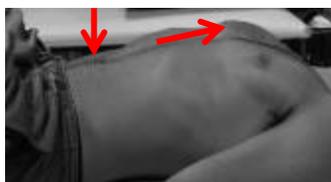


Fig. 10.1 Patrón respiratorio alterado. Ascenso costal, pérdida de PIA.



Fig. 100.2 Patrón respiratorio

del abdomen durante la inspiración es disfuncional, ya que debe haber una expansión de la caja torácica inferior y la pared abdominal en todas las direcciones. (Fig. 10.1 y 10.2).

Función diafragmática supino (II)

Una vez que el diafragma está activado, el siguiente paso es forzar el incremento de la presión intraabdominal (PIA) causada por la contracción diafragmática total hacia abajo dentro de la cavidad abdominal baja. Si la función respiratoria del diafragma es activada adecuadamente, el próximo paso es evaluar esta función de estabilización (Fig. 10.3).



Fig. 10.3 PIA zona abdominal

Función diafragmática sentado

El sujeto debe estar sentado con su columna erguida. Los dedos del examinador se conducen a lo largo de las costillas bajas y los espacios intercostales, buscando la expansión lateral de la parrilla costal y el ensanchamiento de los espacios intercostales durante la inspiración.

Test de PIA supino

Colocar al sujeto con posición supina con flexión de sus rodillas y caderas, con sus pies sostenidos en el aire. (Fig. 10.4). Se debe llevar el pecho del examinado a la posición caudal y retirar el soporte de los pies. Se pide luego al sujeto que activamente mantenga la posición mientras el examinador evalúa tanto la actividad de la pared abdominal como el movimiento del pecho. Debería haber una activación proporcional de todas las partes de la pared abdominal.



Fig. 10.4 Posición inicial. Test de PIA supino

Test de sentadilla profunda

El examinado comienza de pie con los pies separados igual al ancho de los hombros. Se pide al sujeto que lentamente comience el movimiento descendiente de sentadilla profunda. Durante este movimiento los hombros y las rodillas no deberán superar el plano formado por el antepié. Un adecuado patrón de sentadilla mantiene la columna extendida en todo momento; esto significa que no incrementa la cifosis o lordosis. La conjunción lumbosacra se encuentra centrada: la pelvis no cae en anteversión ni en retroversión. Durante todo el proceso de sentadilla, el centro de la rodilla apunta sobre el ángulo longitudinal del tercer metatarsiano. El soporte del pie está distribuido equilibradamente en todo el arco plantar y dedos. Como signos de insuficiencia podemos encontrar:

- Inhabilidad de hacer la sentadilla bajo las condiciones descriptas.

- Modificaciones en las curvaturas espinales durante la ejecución.
- Inclínación de la pelvis en el plano.
- Aumento del tono de la musculatura en extensores espinales, sobre todo a nivel cervical y lumbar
- Elevación de los hombros y sobre activación de la porción superior del trapecio.
- Direccíonamiento del centro de la rodilla hacia internamente, el eje longitudinal del tercer metatarsiano.
- Transferencia del soporte al borde medial del pie.

Aplicación del modelo DNS

Una evaluación cuidadosa de la calidad de la estabilización o del movimiento con el objetivo de restaurar el SIEE, según Kolar (Kolar, 2010) se puede realizar a través de ejercicios funcionales específicos basados en posiciones del desarrollo exhibidas por un bebé sano. Estos ejercicios deben activar los patrones óptimos necesarios para la estabilización (soporte) en la cadena cinética cerrada, así como los movimientos dinámicos en la cadena cinética abierta, que se producen al alcanzar, lanzar, dar un paso adelante o patear. En definitiva, sostenemos que "cada posición de desarrollo es una posición de ejercicio". Sin embargo, cada ejercicio debe seguir algunos principios básicos:

- Restaurar el patrón respiratorio adecuado y la regulación de PIA.
- Establecer un apoyo de buena calidad para cualquier movimiento dinámico de las extremidades.
- Asegurar que todas las articulaciones se encuentren centradas durante el movimiento.

La resistencia o la carga deben coincidir con la capacidad del atleta para mantener la forma adecuada durante el ejercicio o ejercicios. La estrategia definitiva es "entrenar el cerebro" para mantener el control central, la estabilidad de las articulaciones y la calidad de movimiento ideal que se logra a través de la orientación del médico. Finalmente, a través de la repetición de los ejercicios, el control central establece un modelo automático que se convierte en una parte fundamental del movimiento y las habilidades cotidianas. La integración de un patrón ideal de estabilización en las actividades deportivas no solo reduciría el riesgo de lesiones y síndromes de dolor secundarios resultantes de la sobrecarga, sino que también podría mejorar el rendimiento deportivo.

CONCLUSIONES

La propuesta de “*análisis y valoración de los principios de estabilización neuromuscular dinámica*” otorga una interpretación integradora de la función motora y sus consecuencias inmediatas sobre la musculatura sobresolicitada o inhibida. Poniendo de manifiesto la necesidad de valorar los sistemas de estabilización espinal y reconocer funciones de control motor básicas. Consideramos que es un aspecto clave a la hora de desarrollar programas de formación atléticos-deportivos que asuman la importancia del *control motor* y el desarrollo del sistema sensorio-motor (Lephart, 2000).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cholewicki J, Juluru K, McGill SM. (1999a). Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *J. Biomech.* , 32(1):13-17.

Cholewicki J, Juluru K, Radebold A, Panjabi M . (1999). Lumbar spine stability can be augmented with an abdominal belt and/ or increased intra-abdominal pressure. *Eur Spine J.*, 8(5):388-395.

Frank C, Kobesova A, Kolar P . (2013). Dynamic Neuromuscular Stabilization & Sports Rehabilitation. *International J of Sports Physical Ther*, 62-73.

Frank C., K. A. (2013). Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. . *International Journal of Sports Physical Therapy*, 62-73.

Frank C., L. R. (2010). *Assessment and Treatment of Muscle Imbalance: the Janda Approach*. Illinois: Human Kinetics.

Hodges PW, Eriksson AE, Shirley D, et al. (2005). Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. . *J. Biomech.* , 38(9):1873-80.

Hodges PW, G. S. (2000). Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *J Appl Physiol.*, 522:165-75.

Janda V., V. M. (1996). Sensory Motor Stimulation. En L. C., *Rehabilitation of the Spine* (págs. 513-530). Baltimore : Williams & Wilkins.

Janda, V. (1977). Muscles, central nervous motor regulation, and back problems. En I. M. Korr, *The Neurobiologic Mechanisms in Manipulative Therapy* (págs. 27-41). New York: Plenum Press .

Janda, V. (1983). *Muscle Function Testing*. Butterworth-Heinemann.

Janda, V. (1996). Evaluation of muscular imbalance. En C. Liebenson, *Rehabilitation of th Spine. Practitioner's Manual*. (págs. 97-112). Baltimore: Williams & Wilkins.

Johansson R., M. M. (1991). Human Postural Dynamics. *Clinical Reviews in Biomedical Engineering*, 413-437.

- Kobesová A., K. P. (2014). Developmental kinesiology: three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system . *J Bodyw Mov Ther*, 23-33.
- Kolar P. (2006). Facilitation of Agonist-Antagonist Co-Activation by Reflex Stimulation Methods. En C. Liebenson, *Rehabilitation of the spine - A Practitioner's Manual* (págs. 531-565). Lippincott Williams & Wilkins.
- Kolar P, e. a. (2014). 1.1.4 Dynamic Neuromuscular Stabilization. En K. P, *Clinical Rehabilitation* (págs. 252-266). Praga: Rehabps.
- Kolar P, Sulc J, Kyncl M, Sanda J, Cakrt O, Andel R, Kumagai K, Kobesova A . (2012). Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42(4):352-62.
- Kolar P. . (2013). *Clinical Rehabilitation*. Praha: Rehabilitation Prague School.
- Kolar P., K. A. (2014). Dynamic neuromuscular stabilization: treatment methods. En G. D. Bradley L., *Recognizing and Treating Breathing Disorders: a Multidisciplinary approach* (págs. 163-167). Edinburgh: Churchill-Elsevier.
- Lephart SM, Riemann B, Fu FH. (2000) Introduction to the sensorimotor system. En Lephart y cols. *Proprioception and Neuromuscular control in joint stability*. Champaign: Human Kinetics.
- McGill SM, Grenier S, Kavcic N, Cholewicki J. (2003). Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol.*, 13(4):353-359.
- Panjabi M. (1992). The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement. *Journal of Spinal Disorders.*, Vol. 5, No. 4, pp 383-389.
- Panjabi M. (1992). The Stabilizing System of the Spine. Part II. Neutral Zone and instability hypothesis. . *J Spinal Disord.* , 5(4):390-6.