



ESTABILIDAD Y LEVANTAMIENTO DE PESAS - MECÁNICA DE ESTABILIZACIÓN - PARTE 1

RICHARD ULM, DC, MS, CSCS

La estabilización del tronco o la estabilidad del "core" es un tema discutido por prácticamente todos en la fuerza y el acondicionamiento, y aún existe mucha confusión sobre el tema generalizado. La estabilidad de la columna vertebral es importante, pero con más frecuencia la mecánica y la anatomía exactas de la estabilización se pasan por alto y se mencionan más en la oscuridad que en los detalles. Dada la importancia y la omnipresencia de la estabilidad de la columna vertebral en los deportes y el entrenamiento, una comprensión sólida de la mecánica detallada y la anatomía de la estabilidad son fundamentales para un entrenamiento efectivo. En este artículo, primera parte de una serie de cuatro partes, el enfoque estará en proporcionar un análisis detallado de la mecánica y la anatomía de la estabilización. En los siguientes tres artículos, el enfoque se centrará en aclarar aspectos de la estabilidad de la columna vertebral en lo que respecta a la función, el entrenamiento y el levantamiento de pesas.

Los músculos generan fuerza traccionando. Cuando un músculo se contrae, los puntos de inserción se mueven uno hacia el otro (a veces, un extremo se mueve más que el otro y, a veces, ambos extremos se mueven de manera uniforme). Cuando esto ocurre, el músculo se acorta, creando una fuerza de "tracción" sobre las inserciones. Ya sea de cadena abierta o cerrada; excéntrico o concéntrico; isotónico, isométrico o isocinético, un músculo debe tener un punto estable desde el cual pueda generar fuerza para funcionar de manera efectiva. En el cuerpo, un punto estable importante es la columna vertebral. La mayor parte del movimiento en los deportes y la competencia está precedida por la activación de los estabilizadores espinales (3,4,5,9). Sin dicha activación, un movimiento tan complejo como lanzar una

jabalina a tan simple como levantar un disco de pesas no sería posible.

La estabilización es un proceso neuromecánico complejo, continuo e instantáneo que requiere el análisis de una gran cantidad de información sensorial-motora (por ejemplo, táctil, propioceptiva, vestibular, visual) para dictar los movimientos corporales (6). Este proceso es tan rápido y complejo que el sistema nervioso central debe usar prácticamente todos sus componentes (por ejemplo, médula espinal, tronco encefálico, subcorteza y corteza cerebral) para mantener la estabilidad del movimiento y la función (6). En los deportes, quizás más que en cualquier otro momento de nuestras vidas, dependemos y desafiamos los límites de estabilidad de nuestro cuerpo. Entonces, ¿qué es la estabilidad?

DEFINICIÓN DE ESTABILIDAD

La estabilidad es la capacidad de mantener una posición deseada (estabilidad estática) o movimiento (estabilidad dinámica) a pesar del movimiento, la fuerza o las perturbaciones de control (12). Para el propósito de este artículo, la estabilidad puede considerarse como la capacidad de resistir cambios no deseados en posición o movimiento. Con respecto a los objetos estáticos, aquellos que requieren más fuerza para moverse (ya sea por una mejor integridad estructural [es decir, un centro de masa más bajo y / o una base de soporte más ancha] o por una masa de corte [inercia]) son más estables. Por ejemplo, en la Figura 1, el Triángulo A es más estable que el Triángulo B porque tiene una base de soporte más ancha y su centro de masa está más cerca del suelo, lo que dificulta que una fuerza externa lo incline. Sin embargo, el cuerpo es un objeto dinámico cuya estabilidad también debe ser dinámica. No estamos hablando simplemente

de mantener una posición estática (en la mayoría de los casos). En los deportes, pedimos a nuestros cerebros y a nuestros cuerpos que estabilicen y mantengan posiciones y / o movimientos simultáneamente mientras ejecutamos tareas complejas, como dar un golpe con una raqueta mientras corre lateralmente en un partido de tenis (Figura 2). En este ejemplo, el jugador debe estabilizarse con su pie izquierdo, rodilla y cadera para poder girar su tronco para golpear la bola en movimiento con precisión; todo mientras maneja su propio impulso y observa el movimiento del jugador contrario.

Stability

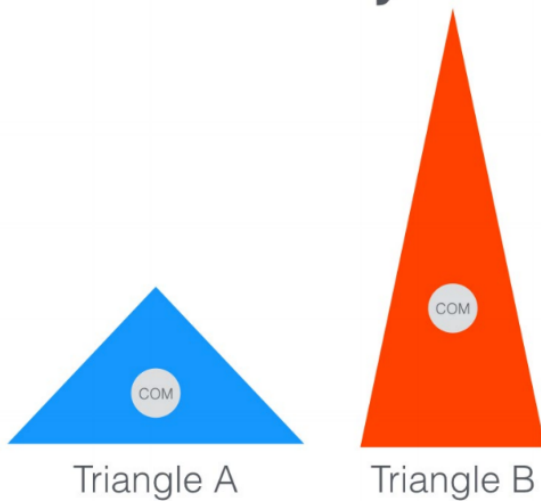


FIGURE 1. STABILITY TRIANGLES



FIGURE 2. TENNIS FOREHAND

La base de la estabilización del cuerpo es la presión dentro del abdomen, o como comúnmente se llama presión intraabdominal (PIA). Esta presión estabiliza la columna vertebral, la pelvis y la caja torácica, creando un punto fijo sólido desde el cual los músculos pueden tirar para crear, controlar o incluso evitar el movimiento. La cantidad de presión en el abdomen en cualquier momento depende de los requisitos de estabilidad para la tarea que se ejecuta (2,3,4,8,9). Si la fuerza para la tarea es pequeña (por ejemplo, sentado en un sofá), el PIA será mínima. Sin embargo, si la tarea es muy exigente y la fuerza es alta (por ejemplo, intentar un peso muerto máximo de una repetición

[1RM]), entonces el PIA debe ser elevada (2,4,8,9). La cantidad de presión en el abdomen se regula constantemente para satisfacer las demandas del movimiento que se ejecuta. Los investigadores han demostrado en múltiples estudios la existencia de estabilización subconsciente del tronco para el movimiento (2,3,8,9). El levantamiento de pesas y el levantamiento de pesas de estilo olímpico son ligeramente diferentes de otros deportes porque los atletas a menudo se concentran conscientemente en estabilizarse antes de iniciar el movimiento. Mientras que en otros deportes, como tenis, baloncesto o maratón, la estabilización es un proceso complejo que se ejecuta en segundo plano mientras el atleta se enfoca en tareas externas. En cada uno de estos casos, el cerebro debe trabajar continuamente para regular la PIA para preservar la estabilidad de la columna vertebral para el movimiento y la función, independientemente de su complejidad o requisitos de estabilidad. Una pregunta apropiada para plantear ahora es, "¿cómo se genera esta presión?"

MECÁNICA DE ESTABILIZACIÓN

La presión y el volumen están inversamente relacionados, por lo que aumentar o disminuir la presión dentro de un recipiente, sin cambiar el contenido o tener un cambio significativo en la temperatura, implica alterar su volumen. En los deportes y en el entrenamiento de resistencia, o en lo que respecta a la estabilidad de la columna vertebral, este concepto se aplica al abdomen. Si queremos aumentar la presión dentro del abdomen, necesitamos disminuir el volumen. Por lo tanto, cuanto más PIA se requiere para la ejecución de una tarea, más pequeño debe ser el volumen intraabdominal (VIA).

En su forma más simple, la cavidad abdominal (o contenedor) se compone de componentes estáticos y dinámicos, no contráctiles y contráctiles. Las estructuras estáticas son en su mayoría rígidas y no pueden cambiar activamente la forma o la longitud sin fuerza externa. Las estructuras estáticas en el cuerpo generalmente incluyen huesos, cartílagos y la mayoría de los ligamentos. En el abdomen, las estructuras estáticas incluyen la pelvis, la columna vertebral y la caja torácica. Las estructuras dinámicas, por otro lado, generalmente se refieren al músculo y pueden cambiar de forma, acortarse y generar fuerza. Las estructuras dinámicas en el tórax involucradas directamente con la estabilización incluyen el diafragma torácico, la pared abdominal (oblicuo externo, oblicuo interno y el transverso del abdomen), el cuadrado lumbar (QL), el erector de la columna, la fascia toracolumbar y el piso pélvico (Figura 3). Todas estas estructuras trabajan juntas para controlar VIA y, por lo tanto, PIA para satisfacer las demandas de estabilidad de una tarea (3,7).

Trunk Stabilizers [Sagittal Plane]

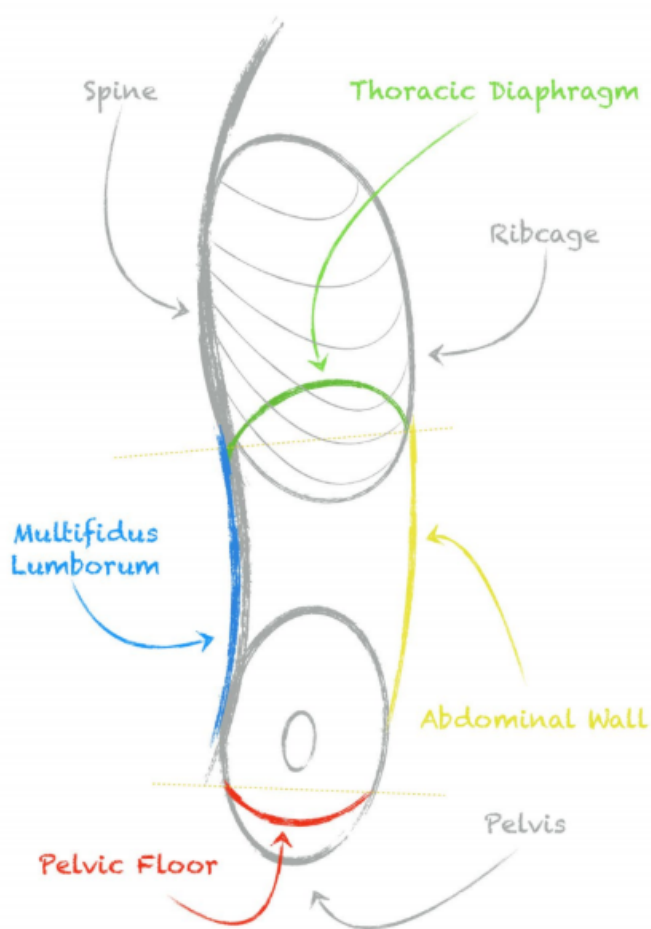


FIGURE 3. TRUNK STABILIZERS

EL PAPEL DEL DIAFRAGMA EN ESTABILIDAD

El evento iniciador en la generación de PIA (particularmente en el entrenamiento de resistencia) es la contracción concéntrica del diafragma (7). El trabajo de Pavel Kolar, fisioterapeuta de la Escuela de Rehabilitación de Praga, ha analizado el papel del diafragma en la estabilización. Comprensiblemente, el foco estaba en los músculos superficiales (más visibles) como el erector de la columna vertebral o la pared abdominal (por ejemplo, el transverso del abdomen). Las estructuras superficiales obviamente juegan un papel vital en la estabilización, pero no representan el sistema de estabilización completo. El diafragma es un músculo en forma de cúpula compuesto por un tendón central no contráctil plano, orientado horizontalmente, rodeado de fibras musculares orientadas verticalmente (Figura 4). Uniéndose a las cuatro costillas inferiores y la columna vertebral en la unión toracolumbar, el diafragma se sienta en el torso con el tendón central ubicado alrededor del nivel del proceso xifoides (en la parte inferior del esternón), separando la cavidad torácica de la cavidad abdominal (1,13).

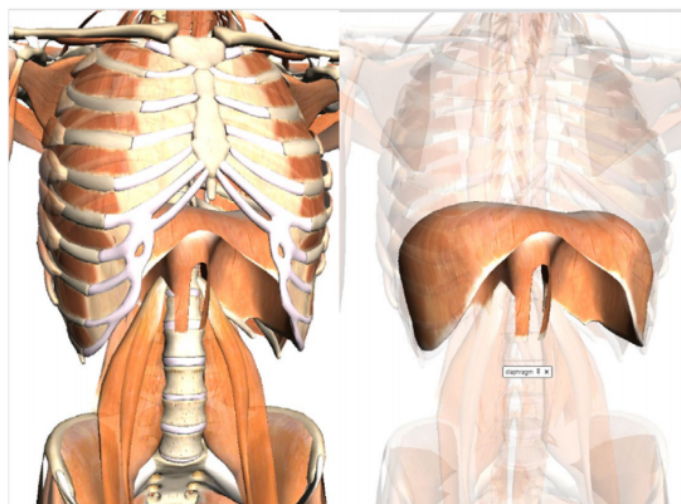


FIGURE 4. DIAFRAGMA

Al asumir una alineación postural adecuada (que debe mantenerse en la mayoría de los movimientos de levantamiento de pesas y entrenamiento de resistencia), el diafragma se contrae concéntricamente y el tendón central desciende hacia la pelvis (7,13). Esta acción comprime el líquido, el tejido, los gases y otros contenidos en el abdomen, creando una fuerza de empuje hacia afuera que empuja y activa excéntricamente la pared abdominal, el piso pélvico y los estabilizadores posteriores (erector de la columna, cuadrado lumbar y fascia toracolumbar) (7). Es importante comprender que la pared abdominal, el piso pélvico y la musculatura de la espalda deben activarse excéntricamente en respuesta a la fuerza de empuje hacia afuera creada por el diafragma que se aproxima a la pelvis. Estas estructuras a menudo se activarán concéntricamente para estabilizar el tronco (es decir, arrastrando el abdomen hacia adentro a través de la contracción concéntrica del transverso del abdomen ["hollowing"] o arqueando la parte inferior de la espalda con la contracción concéntrica de los erectores espinales). La activación concéntrica de estas estructuras bloquea el movimiento completo del diafragma, distorsiona la postura y evita la generación óptima de la PIA(7). Este tema se discutirá en detalle en la Parte 2.

A medida que el tendón central del diafragma cae hacia la pelvis y el contenido del abdomen se empuja hacia la pared abdominal, el cerebro tiene una opción: permitir que la pared abdominal (incluidas las estructuras posteriores, como los erectores de la columna) y el suelo pélvico se expandan o aumentar la actividad contráctil de estas estructuras para resistir esta fuerza de empuje hacia afuera. Esta elección depende de las demandas de estabilidad del movimiento que se está ejecutando. Si la demanda es baja (p. Ej., Recostarse en el piso después de un entrenamiento difícil), entonces la pared abdominal permitirá que el abdomen se expanda para preservar el VIA al nivel necesario para mantener una PIA adecuada. Sin embargo, si la demanda es alta (por ejemplo, un atleta en la posición inferior de una sentadilla con un peso de 1,000 lb en la espalda),

entonces la pared abdominal aumentará la contracción para minimizar el alargamiento y trabajará con el diafragma descendente para reducir el VIA tan pequeño como sea necesario. para generar la cantidad adecuada de PIA (Figura 5).

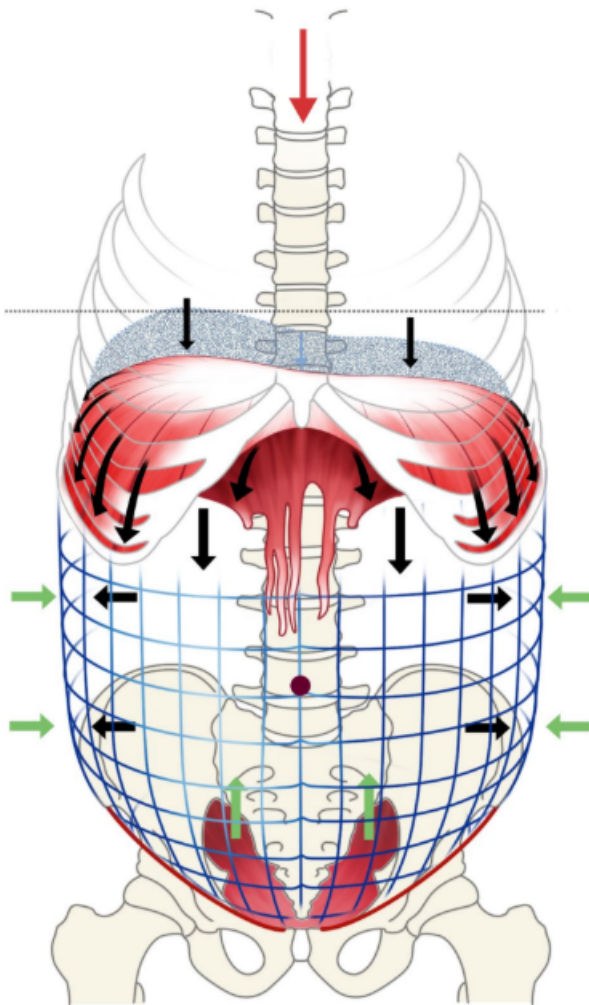


FIGURE 5. PRESSURE IN THE ABDOMEN

Otro contribuyente importante a la estabilización de la columna vertebral es la fascia toracolumbar, que es un gran pedazo de fascia en forma de diamante en la parte superior de la espalda baja (Figura 6). La fascia toracolumbar se relaciona con la estabilización, ya que se combina con prácticamente todas las estructuras contráctiles y no contráctiles en el área, incluyendo el erector de la columna, dorsal ancho, oblicuo externo, oblicuo interno, transverso del abdomen y el serrato posterior inferior, además de la pelvis, columna lumbar, e incluso las costillas inferiores (13). A medida que el tendón central del diafragma desciende y la pared abdominal reacciona para regular la PIA, suceden dos cosas: 1) la PIA que empuja hacia afuera aumenta, empujando no solo hacia adelante sino hacia atrás en la columna lumbar, y 2) el aumento de la PIA resulta de y provoca un aumento de la tensión en la pared abdominal. Debido a que la fascia toracolumbar se mezcla con la pared abdominal, el

aumento de la tensión en la pared abdominal provoca un aumento de la tensión de la fascia toracolumbar. Esencial para este proceso es el hecho de que la fascia toracolumbar se adhiere a la cara posterior de la columna, creando una conexión facial (Figura 6) (13). Esta conexión atrapa la columna entre la PIA de empuje posterior y la fuerza de tracción anterior de la fascia toracolumbar (Figura 7). La fascia toracolumbar esencialmente bloquea y asegura la columna lumbar en una posición neutral contra la PIA de una manera que no aumenta la compresión axial (aplastamiento) de la columna y requiere una actividad mínima de los erectores espinales.

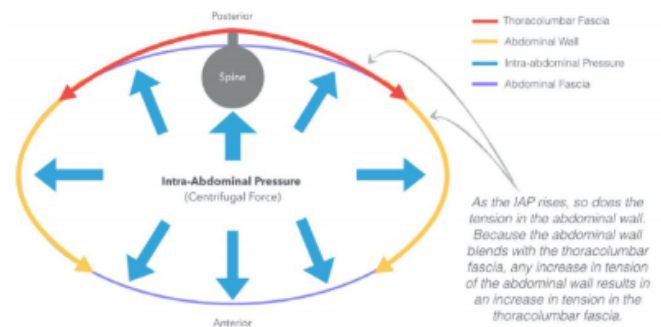
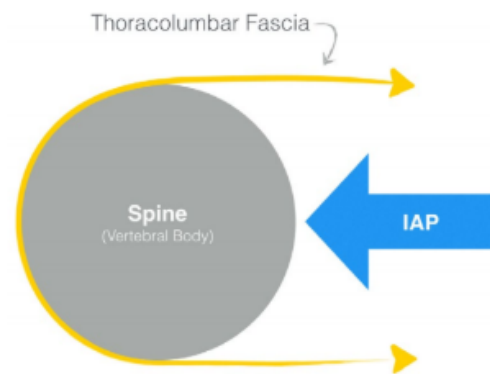


FIGURE 6. THORACOLUMBAR FASCIA AND IAP



The anterior pull of the thoracolumbar fascia works with and in opposition to the posterior push of IAP to stabilize the spine.

FIGURE 7. THORACO PULL

Para que el proceso de estabilización ocurra correctamente (Figura 8), el diafragma torácico y el piso pélvico deben colocarse paralelos entre sí (7). En esta posición, la columna torácica tendrá una cifosis leve, la caja torácica estará hacia abajo con el esternón orientado verticalmente, la columna lumbar tendrá una lordosis suave y la pelvis estará en una posición neutral. Cuando el tendón central del diafragma está orientado horizontalmente, el cuerpo puede generar PIA de manera eficiente y efectiva. Dado que el diafragma es un músculo en forma de domo con las fibras musculares orientadas verticalmente alrededor del tendón central, la acción concéntrica del diafragma tirará del tendón central

directamente hacia la pelvis, maximizando el cambio en el VIA. Si el diafragma es oblicuo al piso pélvico (por ejemplo, la caja torácica está elevada), la contracción concéntrica del diafragma moverá el tendón central más hacia adelante que hacia abajo, hacia la pelvis. El mal posicionamiento del diafragma prohíbe cambios significativos en el VIA, lo que puede resultar en una cantidad inadecuada de PIA para la tarea que se está ejecutando (por ejemplo, sacar un peso muerto de 1RM del piso) y obligar al atleta a usar estrategias estabilizadoras compensatorias menos eficientes. Esto se desarrollará en la Parte 2.

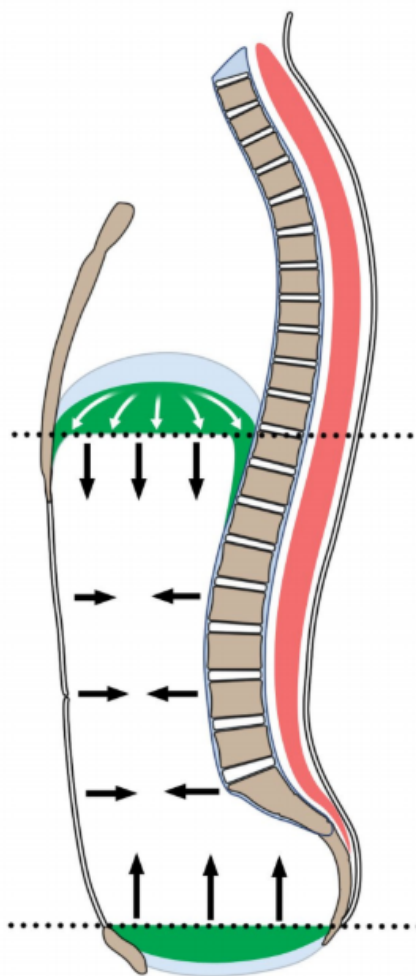


FIGURE 8. PROPER STABILIZING POSITION (SIDE VIEW)

Mantener el diafragma en orientación horizontal no es tarea fácil; requiere la activación de los oblicuos abdominales (oblicuo externo [EO] y oblicuo interno [IO]). Además de trabajar con el diafragma y el piso pélvico para regular el VIA, los oblicuos abdominales son responsables de tirar de la caja torácica hacia abajo para mantener la orientación adecuada del diafragma. Sin la activación de los oblicuos abdominales, la activación del diafragma y los músculos pectorales tirarán de la caja torácica hacia arriba, creando oblicuidad entre el diafragma y el piso pélvico. Tal posicionamiento no es ideal, puede impedir un rendimiento óptimo en el entrenamiento y en el deporte.

Además de ayudar a regular el VIA y tirar de la caja torácica hacia abajo, la pared abdominal también es responsable de estabilizar las inserciones costales (costillas) del diafragma. Como se mencionó anteriormente, el diafragma se adhiere a la columna vertebral en la unión toracolumbar y a las cuatro costillas inferiores (Figura 4) (13). Estructuralmente, la columna vertebral es un punto de inserción naturalmente estable; las costillas, sin embargo, no lo son. Requieren una considerable actividad muscular para estabilizarse. Cuando la pared abdominal funciona correctamente y el diafragma está en la posición adecuada, la circunferencia completa de las fibras musculares del diafragma trabajará en conjunto para tirar del tendón central directamente hacia el piso pélvico. Si la pared abdominal no funciona correctamente, la inserción de las fibras costales del diafragma será inestable, lo que provocará una activación ineficiente de las fibras costales del diafragma y/o la contracción de las mismas, lo que elevará la caja torácica. Si las costillas no están adecuadamente estabilizadas por la pared abdominal, entonces el diafragma caerá hacia su inserción en la columna espinal, lo que provoca la elevación de la caja torácica (7). Como se describió, un músculo siempre se aproximará hacia la inserción más estable.

RESUMEN DE PUNTOS CLAVE

En resumen, la estabilización adecuada de la columna vertebral y la pelvis se centra en generar presión dentro del abdomen. Es el diafragma, el piso pélvico, la pared abdominal y los erectores dorsales (es decir, el cuadrado lumbar, el erector de la columna y la fascia toracolumbar) los que trabajan juntos para regular el VIA para lograr la PIA necesaria para cumplir con las demandas de cualquier movimiento del cuerpo. Para optimizar nuestra capacidad de generar PIA, necesitamos que el diafragma y el piso pélvico estén paralelos entre sí. Esto requiere una activación considerable de la pared abdominal para mantener el posicionamiento adecuado de la caja torácica y estabilizar las fibras costales del diafragma necesarias para la producción de fuerza máxima y eficiente del diafragma.

IMPLICACIONES EN EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA: BRACING

Entonces, ¿cómo afecta esta comprensión de la estabilización al entrenamiento? Primero, cambia la forma en que estabilizamos conscientemente la columna vertebral y la pelvis para un levantamiento o movimiento. Ahora sabemos que cuando se prepara para un levantamiento máximo (o incluso submáximo), "bracing" o "apretar el núcleo" debe centrarse en generar PIA en lugar de contracción concéntrica de la pared abdominal ("abdominal hollowing") o el erector espinal, tirando de la pelvis hacia una inclinación pélvica anterior. Esto nos permite indicar y entrenar mejor a nuestros atletas para que se estabilicen para el entrenamiento. Es importante tener en cuenta que la generación de cantidades máximas de PIA (a través de la maniobra de Valsalva) solo debe hacerse durante cortos períodos de tiempo; uno debe respirar entre cada repetición. La generación de

niveles máximos de PIA eleva la presión arterial significativamente (2,10).

BRACING PARA UN LEVANTAMIENTO: USANDO LA SENTADILLA COMO EJEMPLO

1. *Respire (presurice) en el abdomen.* La contracción concéntrica del diafragma crea una fuerza de empuje hacia afuera, que activa excéntricamente la pared abdominal y el piso pélvico. Esto es realmente bastante difícil. Muchas personas son “respiradores de torácicos” y luchan con la activación del diafragma, que es necesario tanto para la respiración abdominal como para generar PIA. Estas personas elevarán la caja torácica a medida que respiran, lo que no aumenta la PIA de manera óptima. Los ejercicios específicos a menudo son necesarios para enseñar a los atletas cómo respirar en su abdomen.

2. *Sin exhalar, active la pared abdominal y lleve las costillas hacia abajo a una posición caudal.* Esto asegura que el diafragma esté colocado correctamente y que la pared abdominal se active adecuadamente. Es importante tener en cuenta que la espiración no debería ocurrir en este momento porque la espiración eleva el tendón central del diafragma, causando un aumento en el VIA y, por lo tanto, una reducción en la PIA (recuerde, la presión y el volumen están inversamente relacionados). Para esto, necesitamos la activación completa tanto de la pared abdominal como del diafragma, no solo de la pared abdominal. También debo enfatizar que llevar las costillas a una posición caudal debe ocurrir sin ninguna flexión de la columna espinal. A menudo, debido a que los atletas luchan para separar el movimiento de las costillas del movimiento de la columna vertebral, en un intento de tirar de las costillas hacia abajo, flexionan la columna vertebral en lugar de girar hacia abajo las articulaciones costovertebrales (las articulaciones donde las costillas se unen con la columna vertebral). La flexión de la columna vertebral hace que las costillas se orienten hacia abajo (se aproxima a ellas con la pelvis), pero lo hace a costa de una colocación inadecuada e insegura de la columna vertebral. Como se mencionó anteriormente, tanto para el rendimiento como para la seguridad, toda la columna vertebral desde el cráneo hasta la pelvis debe estar en una posición neutral durante todo el proceso de bracing y movimiento.

3. *Una vez que el abdomen ha sido presurizado y las costillas llevadas hacia abajo, el atleta se estabiliza adecuadamente y puede comenzar el movimiento.* En la mayoría de los ejercicios de presión (particularmente en la sentadilla), la posición de transición entre las fases excéntrica y concéntrica es la posición más débil en todo el movimiento. Esta debilidad es el resultado de un aumento del torque necesario para mantener o moverse a través de la posición secundaria al aumento del brazo de palanca cada vez más largo que actúan sobre el cuerpo. En la Figura 9, puede ver cuánto más largo es el brazo de palanca que actúa sobre la cadera en la parte baja de la sentadilla (derecha) en comparación con la parte alta de la sentadilla (izquierda).

4. *A medida que el atleta completa la transición y se mueve a través de la parte concéntrica del levantamiento, puede espirar lentamente a través de los labios fruncidos (o a través del grito común) para reducir la magnitud del bracing (a través de la elevación del diafragma).* El atleta puede aligerar el bracing a medida que continúa a través de la fase concéntrica del levantamiento porque la influencia sobre la resistencia mejora (la longitud del brazo de palanca disminuye) (Figura 9).

5. *Los atletas que intentan un máximo doble, triple o incluso series de cinco, deben exhalar en la parte superior del movimiento y respirar nuevamente, preparándose para la repetición posterior.* Los atletas a menudo hacen esto sin intención cuando dividen sus series pesadas en individuales. Esto le permite al atleta respirar entre series y prepararse adecuadamente para cada repetición.

6. *Para cargas que no requieren bracing intenso (es decir, series con una intensidad relativa menor al 85% o series más largas, más de seis repeticiones), el atleta debe mantener la respiración durante la mayor parte del movimiento, y también quizás en la transición.* Para permanecer con la sentadilla como ejemplo, los atletas deben mantener la respiración en el descenso hasta que alcancen una profundidad que deberán hacer bracing (aumentar la PIA) temporalmente durante la transición hasta que comiencen la porción concéntrica y puedan reanudar la respiración nuevamente. Debido a la mayor demanda de torque, los atletas a menudo sentirán un aumento involuntario en la intensidad de bracing (más PIA, más activación abdominal), incluso sin enfocarse en él a medida que descienden. Esta es la subcorteza que regula la PIA para satisfacer las demandas de la tarea (3,4,5,9).

Moment Arm Length Change in the Squat

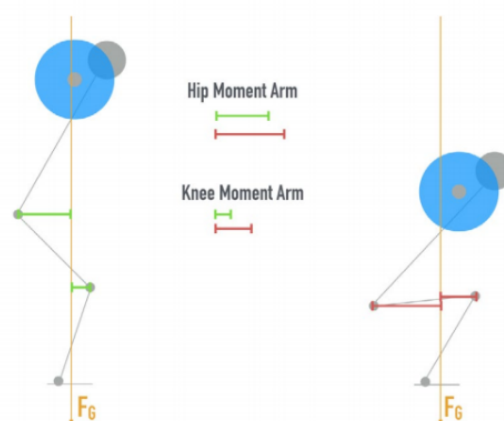


FIGURE 9. MOMENT ARM LENGTH CHANGE IN THE SQUAT

El uso de esta estrategia para levantamientos submáximos o máximos ayudará a los atletas a reducir la incidencia de lesiones e incluso podría mejorar el rendimiento por la simple razón de que su columna vertebral y la pelvis serán más estables y, por lo tanto, capaces de transferir energía de manera más eficiente.

CONCLUSIÓN

Tanto en el entrenamiento como en el deporte, debemos recordar que el movimiento va precedido de la estabilización de la columna vertebral (2,3,4,5,8,9). En este artículo hemos cubierto la anatomía y la mecánica de la estabilización de la columna vertebral y cómo prepararse adecuadamente para los levantamientos máximos y submáximos. Debido a las fuerzas generadas y transmitidas por el cuerpo durante el entrenamiento de resistencia, tener una buena comprensión de la estabilización es fundamental para un entrenamiento seguro y efectivo. La Parte 2 de esta serie de cuatro partes cubrirá una estrategia común de estabilización compensatoria que llamé la Estrategia de estabilización de extensión/compresión. Esta estrategia de estabilización es endémica en la población de levantadores de peso. También discutiremos cómo esta nueva comprensión de la estabilización y la postura afecta la técnica y el entrenamiento de levantamiento de pesas. Richard Ulm presentó este tema en la Conferencia Nacional NSCA 2017 en Las Vegas, NV, y luego realizó un taller de seguimiento más tarde en el día con Drew Dillon para cubrir ejercicios auxiliares para mejorar la estabilidad y la técnica de la columna.

REFERENCIAS

1. Bordoni, B, and Zanier, E. Anatomic connections of the diaphragm: Influence of respiration on the body system. *Journal of Multidisciplinary Healthcare* (6): 281-291, 2013.
2. Hackett D, and Chow, C. The Valsalva maneuver: Its effect on intra-abdominal pressure and safety issues during resistance exercise. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 27(8): 2338-2345, 2013.
3. Hodges, PW, Eriksson, AE, Shirley, D, and Gandevia, SC. Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *Journal of Biomechanics* 38(9): 1873-1880, 2005.
4. Hodges, PW y Richardson, CA. Relación entre la velocidad de movimiento de las extremidades y la contracción asociada de los músculos del tronco. *Ergonomics* 40 (11): 1220-1230, 1997.
5. Hodges, PW y Gandevia, SC. Cambios en la presión intraabdominal durante la activación postural del diafragma humano. *Journal of Applied Physiology* 89 (3): 967-976, 2000.
6. Kobesova, A y Kolar, P. Kinesiología del desarrollo: tres niveles de control motor en la evaluación y el tratamiento del sistema motor. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 18 (1): 23-33, 2014.
7. Kolar, P y Andelova, V. Rehabilitación clínica. Praga: Rehabilitation Prague School; 39-48, 2013.
8. Kolar, P, Sulc, J, Kyncl, M, Sanda, J, Cakrt, O, Andel, R, et al. Función postural del diafragma en personas con y sin dolor lumbar crónico. *Revista de fisioterapia ortopédica y deportiva* 42 (4): 352-362, 2012.
9. Kolar, P, Sulc, J, Kyncl, M, Sanda, J, Neuwirth, J, Bokarius, AV, et al. Stabilizing function of the diaphragm: Dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. *Journal of Applied Physiology* 109(4): 1064-1071, 2010.
10. Lepley, A, and Hatzel, B. Effects of weightlifting and breathing techniques on blood pressure and heart rate. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 24(8): 2179-2183, 2010.
11. Page, P, Frank, K, and Lardner, R. Assessment and Treatment of Muscle Imbalances: The Janda Approach. Champaign, IL: Human Kinetics; 2010.
12. Reeves, NP, Narendra, KS, and Cholewicki, J. Spine stability: The six blind men and the elephant. *Clinical Biomechanics* 22: 266-274, 2007.
13. Schuenke, M, Schulte, E, Schumacher, U, Ross, LM, Lamperti, ED, and Voll, M. Atlas of Anatomy: General Anatomy and Musculoskeletal System. Stuttgart, NY: Thieme; 2010.

SOBRE EL AUTOR

Actualmente propietario y médico tratante en el Centro de Quiropráctica y Rehabilitación de Columbus en Dublin, OH, Richard Ulm trabaja con una amplia variedad de pacientes, desde atletas profesionales hasta aquellos que intentan evitar una cirugía seria. Antes de convertirse en un médico quiropráctico, Ulm compitió a nivel nacional en atletismo durante muchos años (clasificatorio para las pruebas del equipo olímpico de 2004 y 2008), y fue entrenador de fuerza de la División I en la Asociación Nacional Atlética Colegial (NCAA). Ulm es un instructor internacional de DNS para la Escuela de Rehabilitación de Praga y es un Entrenador Certificado de Ejercicios DNS. También es el creador de Athlete Enhancement, una organización a través de la cual imparte seminarios y clínicas sobre levantamiento de pesas, rehabilitación y terapia manual para entrenadores de fuerza, médicos, fisioterapeutas y quiroprácticos en todo el país.

RICHARD ULM, DC, MS, CSCS



Artículo Original de la National Strength and Conditioning Association (NSCA), traducido al español por Kinetic Union con el fin de compartir la información a nuestra comunidad de habla hispana. Para más información sobre los cursos ingresa a www.kineticunion.com, puedes seguirnos en instagram en [@kinetic_union](https://www.instagram.com/kinetic_union) y [@dns_latinoamerica](https://www.instagram.com/dns_latinoamerica)