



LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA
POSGRADO EN KINESIOLOGIA DEPORTIVA

TESIS

Eficacia del trabajo diafragmático en futbolistas entre 18 y 26 años amateur y profesionales radicados en Ibiza

AUTORA

Lic. Rocío Belén Serrano

TUTORA

Lic. Marisa Catalano

AGRADECIMIENTO:

A la universidad abierta interamericana, una universidad que siempre me sentí como en casa, a las autoridades, a los directores por darme la oportunidad de seguir construyéndome como profesional, a pesar de la distancia, y especializándome en la kinesiología deportiva que siempre soñé hace 5 años, hoy finalizando este posgrado, con perseverancia, amor y disciplina todo es posible.

Destaco el agradecimiento a Facundo Caloggero, Carlos Leoni, Javier Crupkni y Jorge Fernández, por enseñarme durante estos 7 años, aprendí mucho de ustedes y los admiro como profesionales y como personas. A Marisa Catalano por acompañarme por segunda vez en la tesis, siempre con su amabilidad y predisposición y enseñarme junto a Daniel Clavel el mundo de la terapia manual

A mi familia, que me apoya en cada decisión.

A mis compañeros y futuros colegas, con los que compartí varios años de aprendizaje que me incentivan continuamente a seguir adelante.

A mi amigo Fernando Losada y a los jugadores del club S.E penya Independent de Ibiza por darme la posibilidad de aplicar mis conocimientos e investigaciones para concluir el trabajo final.

Índice

Introducción, fundamentación y justificación.....	4
Marco teórico	7
Antecedentes	20
Hipótesis	22
Objetivos	23
Metodología y recursos	24
Cronograma de actividades	28
Resultados de la recolección de datos	29
Discusión	42
Conclusión	46
Bibliografía	47

Introducción, fundamentación y justificación.

En el mundo, el fútbol es el deporte estrella, Es muy común ver en cualquier cancha del país, en una plaza, en el recreo de un colegio, o en donde sea, 2 equipos enfrentados con diferentes números de jugadores, pelotas pequeñas, grandes, duras, livianas, hechas con cuero, plástico y hasta hay quienes juegan con tapas de botellas. Esto, por consiguiente, generó a su alrededor un mundo de especialidades científicas creadas con el fin de promocionar la salud del deportista profesional u ocasional, lograr la mejora de la performance, y rehabilitar las lesiones para poder continuar con la práctica deportiva y pasar la menor cantidad de tiempo fuera de las canchas.

Una de ellas que bregan por la salud de miles de jugadores en todo el país, y en todo el mundo es la Kinesiología deportiva acompañada de otras disciplinas como la osteopatía, la nutrición, etc.

Según Andrew Taylor Still¹, citado por Ricard², considerado el padre de la osteopatía, existen cuatro grandes principios sobre los cuales se basa su medicina: la estructura gobierna la función, la unidad del cuerpo, la capacidad de autocuración del mismo y la ley de la arteria. Según lo planteado por el autor en los primeros dos, la estructura representa los diferentes sectores del cuerpo, y la función es la actividad de cada una de sus partes; si la estructura está en armonía, la enfermedad no se puede desarrollar.

1 Andrew Taylor Still. The Philosophy and Mechanical Principles of Osteopathy Ed. Hudson-Kimberly, 1902

2 François R., Sallé JL. Tratado de Osteopatía. Ed. Médica Panamericana, 2003.

Por otro lado, Still plantea que el humano tiene la facultad de encontrar o reencontrar su equilibrio, (lo que comúnmente llamamos homeostasia), y le atribuye esta capacidad al sistema mio-fascio-esquelético. De esta forma, siempre va a tender al equilibrio. Si una zona corporal está en disfunción, se generarán compensaciones para resolver esa asimetría. Basándonos en esta filosofía de pensamiento, el sistema respiratorio cobra una importancia fundamental, a partir del diafragma como músculo llave, entre otras cosas, por su ubicación y disposición anatómica. Un diafragma que funcione correctamente, permitirá un correcto aporte sanguíneo, una eficaz comunicación nerviosa, movilidad eficiente mio-fascio-articular de diversas estructuras, una postura que tenderá a lo ergonómicamente adecuado, y otros beneficios asociados.

Los seres humanos estamos respirando de forma continua y automática, durante las 24 horas del día. Para ello deberíamos utilizar la musculatura cuya función sea la más idónea para lograr este cometido, pero esto no siempre termina sucediendo.

El músculo primordial de la respiración es el recientemente descrito diafragma, cuya posición central en el cuerpo y sus múltiples inserciones determinan su importancia a la hora de tratar una patología de origen o consecuencia miofascial. Es el principal actor en la

inspiración, funciona también como estabilizador de la columna, y su disfunción por consiguiente afecta a la postura del paciente, generando compensaciones, dolores, patrones respiratorios deficitarios y retracciones para buscar el equilibrio, lo cual cambiará irremediamente la funcionalidad de los movimientos, campo de estudio y trabajo factible de abordar para la kinesiología y osteopatía a través de sus fundamentos.

Uno de los profesionales que más se ocupó del tema del movimiento funcional, fue Gray Cook³. Este fisioterapeuta estadounidense, fue el inventor del método evaluatorio FMS, (o por sus siglas, Functional Movement Screening), que consta de una serie de pruebas cuyo objetivo es identificar patologías/disfunciones de manera temprana dentro de un grupo, y evaluar los patrones funcionales del paciente. Cada prueba tiene un sistema de puntajes asignado en base a ciertos parámetros, y con ellos se establecen diferentes tratamientos/entrenamientos específicos para cada persona. El sistema está compuesto de siete patrones de movimiento fundamentales/básicos(tests) que requieren un equilibrio entre movilidad y la estabilidad (incluyendo control motor). Según sus autores, estos patrones de movimiento fundamentales están diseñados para proporcionar un rendimiento observable de determinados movimientos básicos locomotores, manipulativos y de estabilización. En teoría, las pruebas/tests exponen al sujeto a posiciones extremas donde las debilidades y desequilibrios se hacen evidentes si no se dispone de la estabilidad y la movilidad apropiadas, dando como resultado un puntaje que nos indicará el nivel de funcionalidad del paciente (a mayor puntaje, mayor funcionalidad). Actualmente, se ha estudiado bastante acerca del FMS en deportistas, y del abordaje diafragmático. Sin embargo, a la fecha, no hay suficientes datos que hablen acerca de la relación entre ambas variables.

³ Cook G., Movement: Functional Movement Systems: Screening, Assessment, and Corrective Strategies, 2010.

De esta forma, con una investigación que supone un bajo costo, y es ampliamente factible por su practicidad, me propongo intentar darle el lugar de importancia que merece al complejo diafragmático y el sistema respiratorio, como base para el tratamiento posterior de todos los problemas de tejidos blandos. A través de un método denominado “Wim Hof” en honor a su creador, una herramienta que combina ejercicios de respiración, duchas de agua fría y meditación, quiero medir su impacto en la evaluación de FMS, pero sólo tomando en cuenta la parte del método que incluye las respiraciones, para centrarme específicamente en la actividad diafragmática y su relación con el cuerpo y la actividad deportiva futbolística.

Aquello que me llevó a querer iniciar la investigación es que esta investigación puede ser una oportunidad propicia para generar un aporte a la práctica.

Tengo un profundo interés por el cuerpo humano, y sus conexiones. Soy un firme creyente de que el estudio profundo de la anatomía, fisiología, biofísica, biomecánica y bioquímica nos permiten responder a grandes enigmas que se presentan en la clínica día a día, y el tema en cuestión, no es una excepción. El diafragma con sus múltiples relaciones nos induce a buscar más allá del primer vistazo, y creo que no terminamos de comprender su importancia en los diferentes sectores que buscamos la promoción de la salud.

Busco generar un aporte al conocimiento acumulado mediante la relación de un sistema de evaluación con aceptación en el ámbito científico clínico para predecir problemas al realizar las actividades (pero moderada cantidad de trabajos científicos que lo avalen), y una técnica específica de abordaje del músculo en cuestión, que está empezando a hacerse conocida en occidente. Con los resultados, confirmen o no mi hipótesis, pretendo sentar un precedente sobre el cual futuras investigaciones sobre el tema puedan apoyarse, enaltecer la importancia de la evaluación a veces dejada de lado por los kinesiólogos y continuar entendiendo al cuerpo como un todo, y no solamente como la suma de sus partes; de la misma forma que referentes de la terapia manual como Pavel Kolar, Jean Pierre Barral, Karel, Lewit, Andrew Taylor Still, Francois Ricard, Leon Chaitow, Serge Paoletti, Andrzej Pilat y tantos otros pregonan.

Según lo expuesto, con el presente trabajo, pretendo evaluar de los futbolistas mayores de dieciocho años y menores de veintiseis, de Ibiza, Baleares ,España, la relación entre un abordaje diafragmático y el cambio que puede suscitarse en una evaluación de FMS:

¿El trabajo diafragmático mejora el puntaje final de la evaluación del “Functional Movement Screening” en futbolistas masculinos entre dieciocho y veintiséis años amateur y profesionales en actividad actualmente radicados en Ibiza?

Marco teórico

Diafragma

El diafragma es un músculo ancho plano y delgado que forma un tabique entre el tórax y el abdomen. Tiene la forma de una cúpula con convexidad superior, torácica. Sus múltiples inserciones hacen que sea un músculo relacionado con gran cantidad de estructuras, mediante un centro frénico, y haces fibrosos-musculares ⁴.

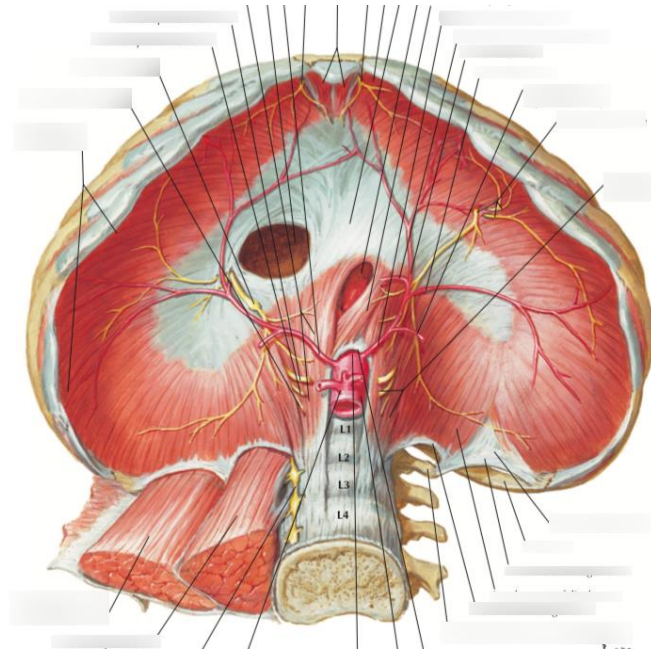


Figura 1. Diafragma vista inferior. (Extraído de “Netter- Atlas de Anatomía Humana. 6ta. edición, p.192)

Porción lumbar

Posee dos pilares principales en forma de cordones fibrotendinosos, uno a la derecha y otro a la izquierda. El derecho se inserta en la cara anterior de L1, L2 y L3, y sobre los discos intervertebrales correspondientes (a veces desciende hasta la 4ta lumbar).

El pilar izquierdo, desciende menos, se inserta sobre la 1ra y 2da lumbar y los discos correspondientes (a veces desciende hasta la 3era lumbar).

Posee dos pilares accesorios, situados a la derecha e izquierda de los precedentes.

Cada uno se inserta sobre la cara lateral del cuerpo de la 2da vértebra lumbar y del disco L1-L2, por detrás y lateral al pilar principal correspondiente. Estos pilares tienen fibras laterales

que se fijan sobre la extremidad de la apófisis costal de la 1ra lumbar, constituyendo el ligamento arcuato medial (arco del psoas), por donde pasa el psoas ilíaco, relación importante para entender la biomecánica y el funcionamiento en conjunto de ambos músculos.

4 Latarjet M. y Ruíz Liard A. Anatomía Humana. Editorial Médica Panamericana. Barcelona,1993.

Los últimos pilares son los terceros, que representan la transición entre las inserciones vertebrales y costales del diafragma. Del vértice costal de L1 va a la extremidad libre de la doceava costilla, o el número 11, cuando la 12 es corta, constituyendo el “ligamento arcuato lateral”, arco por donde pasa el cuadrado lumbar.

Porción costal.

Constituida por la 12va y 11va costilla anteriormente nombradas, y luego se insertan en la 10ma constituyendo las arcadas de Senac. Más arriba, van a la 9na, 8va y 7ma costilla, de forma condrocostal, condrolateral y condromedial respectivamente.

Porción esternal.

Se fija en la parte posterior de la apófisis xifoides por dos fascículos.

El diafragma posee muchas relaciones debido a la gran cantidad de hiatos, forámenes e inserciones que posee, conectándolo con la región cervical por ejemplo mediante su inervación con los nervios frénicos derecho e izquierdo (C3,C4,C5), y con muchas otras partes del cuerpo mediante la vena cava inferior, aorta, esófago, conducto torácico, arterias lumbares, nervio esplácnico mayor y menor, vena ácigos y hemiácigos, nervios vagos derecho e izquierdo por sus orificios principales y accesorios, y por sus relaciones de tejido conjuntivo. Posee ligamentos de inserción a nivel pleural con los pulmones, con el pericardio, con el peritoneo abdominal, ligamento falciforme y coronario con el hígado, ligamento frenocólico con el intestino, relaciones de tejido conectivo con el fundus del estómago y el bazo, el tronco celíaco por su parte anteromedial, con el duodeno por el ligamento de Treitz, y demás conexiones mediante el sistema fascial.

Es debido a todas estas conexiones que consideramos que es un músculo fundamental en la evaluación, tratamiento y rehabilitación de las personas.

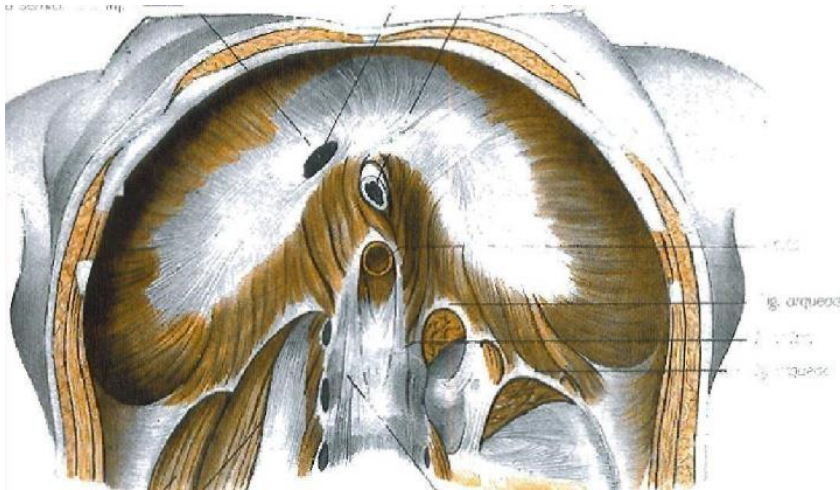


Figura 2. Diafragma con algunas de sus relaciones anatómicas musculo-esqueléticas. (Extraído de Rouvier- Anatomía Humana, volumen 2, 11va Edición, página 125).

Desde un punto de vista biomecánico, este músculo es fundamental en la respiración porque por sí solo, ensancha los 3 diámetros del volumen torácico⁵.

*Ensanchamiento del diámetro vertical por descenso del centro frénico (centro tendinoso).

*Ensanchamiento del diámetro transversal por elevación de las costillas inferiores.

*Ensanchamiento del diámetro anteroposterior por elevación de las costillas superiores mediante el esternón.

5 Kapandji I. A. Fisiología Articular. Tomo 3. Editorial Panamericana. 6ª Edición. Madrid, 2007

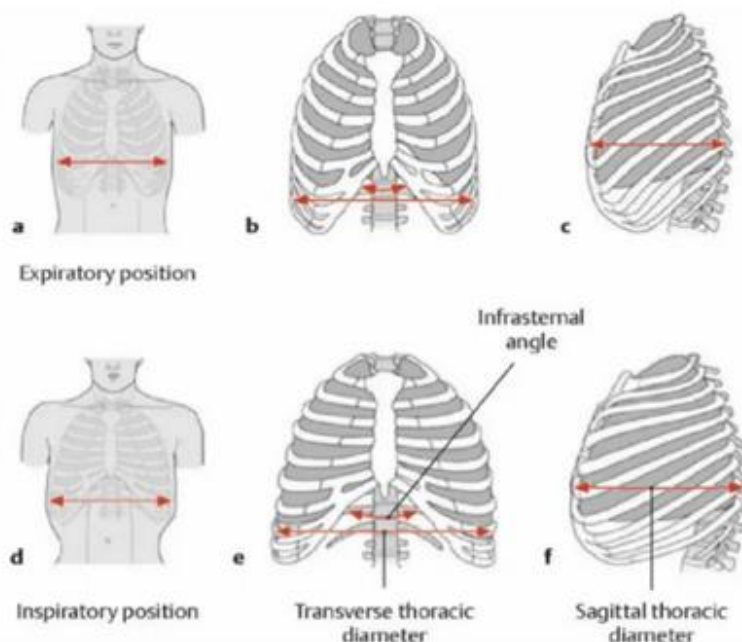


Figura 3. Cambios biomecánicos producidos a partir de la activación del diafragma en inspiración, y de su relajación en espiración. (Extraído de la página web <http://fisioterapialanchares.com/2020/12/09/diafragma>)

El diafragma, actúa como un pistón entre el tórax y el abdomen⁶. Su contracción, lo arrastra hacia la pelvis, y dicha contracción adopta diferentes formas según las fuerzas presentes por arriba y por abajo. Mientras que cuando el diafragma se relaja, se produce el mecanismo inverso, y los pulmones son atraídos hacia arriba, con el diafragma por abajo acompañándolos. La respiración activa movimientos específicos entre dos recintos, que algunos autores llaman “cajones”, muy diferentes mecánicamente: el cajón torácico y el abdominal.

Estos dos recintos están a su vez separados y unidos por el diafragma, que está unido al tórax por el pericardio y la pleura, y al abdomen por el peritoneo, constituyendo un “adhesivo de doble cara” entre ambos cajones, y generando a su vez una unidad indisoluble al realizar un movimiento respiratorio. Lo que ocurra en un cajón, va a influir en el otro.

El cajón torácico, está principalmente compuesto por aire, el cual es deformable y compresible, debido a su característica de elasticidad. A su vez, contiene el tejido pulmonar que también es deformable y elástico, esto quiere decir que se puede estirar,

⁶ Blandine Calais - Germain. La respiración - Anatomía para el movimiento, tomo IV Editorial LaLiebre de Marzo, 2007

y luego de generar el estiramiento puede volver a su posición inicial; pero si este estiramiento se mantiene por la fuerza del retorno elástico creado, el pulmón atrae hacia él las estructuras vecinas.

El cajón abdominal por su lado, contiene las vísceras abdominales, blandas, deformables e incompresibles: toda deformación realizada en esta parte, va a ser restituida en otra zona del volumen. Este aspecto biomecánico es fundamental porque explica por qué el abdomen se desplaza y se deforma en las respiraciones diafragmáticas.

La respiración diafragmática.

Proceso activo, a menudo llamado “respiración por el vientre”. Se hace mediante 2 fases: fase 1 y fase 2.

La fase 1 ocurre cuando el centro frénico diafragmático desciende hacia la pelvis, arrastra los pulmones hacia abajo y genera una presión negativa en estos últimos. De ese modo se crea una demanda de aire, que produce la inspiración, y el cajón inferior se ensancha principalmente hacia delante, por la falta de estructuras sólidas que se resistan al movimiento.

En la fase 2, el centro frénico se inmoviliza, forma un punto fijo y es su contorno el que se transforma en móvil. La contracción del diafragma tracciona en este caso, la parte baja de las costillas hacia este centro frénico es decir hacia arriba; por lo tanto, el diafragma actúa como elevador de las costillas, y como separador de las mismas.

Si queremos hablar de la fase espiratoria, el diafragma no es quien actúa, sino que la espiración se da principalmente debido a otras causas, que varían según los volúmenes respiratorios.

Método Wim Hof ⁷

Wim Hof, nacido en Sittard, Limburg (Países Bajos) ha desarrollado un método de entrenamiento de la respiración con una alta influencia del músculo diafragma, y de crioterapia. Los efectos y la aplicabilidad de este método están siendo investigados por varios científicos en la actualidad, e institutos, incluida la Universidad de Radboud.

Los resultados iniciales han demostrado que el método parece afectar el sistema nervioso autónomo y el sistema inmunológico. Esto significa, que la aplicación del método Wim Hof (WHM) puede ser de particular importancia en los campos de la salud pública, el deporte y en muchos otros niveles.

Los tres componentes del WHM son los siguientes:

- Ejercicios de respiración
- Entrenamiento de mentalidad / concentración
- Exposición gradual al frío

⁷ Isabelle Hof; The Wim Hof Method Explained; 2015.

Prácticas respiratorias

Regulado por el sistema nervioso autónomo, inhalar oxígeno es un proceso inconsciente. Afortunadamente, es de esta manera; de lo contrario, simplemente no tendríamos descanso, ya que tendríamos que lidiar con eso incesantemente. La cantidad de oxígeno que se inhala a través de nuestra respiración influye en la cantidad de energía que se libera en nuestras células corporales. A nivel molecular, esto progresa a través de diversas sustancias químicas y procesos fisiológicos. La forma en que respiramos afecta fuertemente las actividades químicas y fisiológicas en su cuerpo. A lo largo de los años, Wim Hof ha desarrollado un método, en el cual esfuerzos respiratorios especiales permiten que el cuerpo esté en condiciones óptimas y en total control en las condiciones más extremas.

La técnica de respiración⁸ se basa, ante todo, en inhalar profundamente y exhalar sin ningún uso de la fuerza.

Al no exhalar por completo, se llega a un punto en el que un residuo de aire permanece en los pulmones. Después de hacer esto treinta veces, se vuelve a exhalar sin ningún uso de fuerza. Luego de esto, no se vuelve a inhalar inmediatamente, sino que se mantiene la apnea hasta el momento en que la persona sienta que su cuerpo necesita oxígeno nuevo. Después de esto, todo el proceso comienza de nuevo, 2 veces más. Es normal empezar a tener sensaciones de ligereza, laxitud y hormigueo, en las rondas que se repiten varias veces.

Al entrenar la respiración activamente, se gana cada vez más control sobre una variedad de procesos fisiológicos en el cuerpo.

⁸ Isabelle Hof; The Wim Hof Method Explained; 2015.

Fisiología: respiración, cuerpo y sangre

La respiración es la principal fuente de vida. Todos los días, inhalamos y exhalamos en promedio 20.000 veces para asegurarnos de que absorbemos suficiente oxígeno.

Se entrega oxígeno (O₂) a través de nuestros pulmones, mientras que el dióxido de carbono (CO₂), que es solo un subproducto, (que el cuerpo, sin embargo, necesita) fluye. El sistema respiratorio suministra oxígeno para que el aire pueda ser transportado a través del bronquio primario al bronquiolo (el tracto respiratorio más pequeño). Estos bronquiolos son en donde el oxígeno y la sangre se unen. Durante esta difusión, el O₂ se absorbe a través de la sangre, mientras que el CO₂ se disuelve.

Este proceso es un proceso biológico conocido como intercambio de gases. Después de este intercambio, la sangre rica en oxígeno se transporta para ingresar a las células del cuerpo.

Debido a su gran elasticidad, las “burbujas” pulmonares generalmente tienen una difusión con significativa capacidad; por lo tanto, la llamada "superficie de difusión" es donde sucede el intercambio entre O₂ y CO₂. Cuando se respira con calma, esto puede extenderse hasta 70 m², pero cuando se inhala profundamente, esto puede expandirse a 100 m²⁹. La técnica de respiración WHM está diseñada como tal, para que cualquiera pueda alcanzar la mayor superficie posible. Practicando la respiración técnica, influirá en la relación entre O₂ y CO₂ en la sangre. Según evidencia en investigación científica¹⁰, los niveles en sangre de Wim Hof indicaron, después de 30 minutos de implementar la técnica de respiración, una baja significativa de la CO₂.

Después de una hora, los niveles de CO₂ eran aún más bajos. Además de esto, la cantidad de O₂, y su consumo se habían duplicado después de 45 minutos.

¿Qué sucede con el oxígeno cuando ingresa a las células del cuerpo? Para empezar, el oxígeno se convertirá en CO₂ y H₂O, proceso que tiene lugar en las mitocondrias.

Estos orgánulos de doble membrana son unas de las organelas que son responsables de liberar energía, todo con el propósito de que nuestros cuerpos funcionen correctamente. La demolición de nutrientes está conectada a la transferencia de oxígeno. Esto da como resultado una molécula conocida como ATP (trifosfato de adenosina). Este mecanismo se denomina disimilación aerobia. Este átomo es fundamental en prácticamente cualquier actividad corporal, desde el movimiento de nuestros músculos a la transferencia de nutrientes y materiales de desecho dentro y desde las células. Es más, el ATP es fundamental para la generación de señales eléctricas en el sistema nervioso.

Sin oxígeno (y una nutrición adecuada) simplemente no habría ATP; sin ATP simplemente no podríamos movernos, y mucho menos tener la capacidad de pensar.

Uno de los pilares del WHM es aumentar la resistencia.

Las técnicas se pueden explicar hasta el nivel molecular dentro de las células.

El oxígeno no es vital para producir ATP, sino que éste, también se puede producir en ausencia del mismo. Por ejemplo, cuando estamos ejerciendo cualquier tipo de actividad, los niveles de oxígeno en nuestra sangre disminuyen para abastecer adecuadamente a todas las células con este átomo. Este proceso se llama disimilación anaeróbica y es altamente ineficiente.

9 Mandigers & Van Straaten-Huygen, Anatomie en fysiologie, 2004. p.290-316

10 Kox M., van Eijk, L. T., Zwaag, et al, Voluntary activation of the sympathetic nervous system and attenuation of the innate immune response in humans, Proceedings of the National Academy of Sciences, 2014.

La relación entre el uso de oxígeno, la demolición de nutrientes y la producción de ATP

Para aprovechar al máximo una molécula de glucosa, la ruta metabólica debe progresar por completo. En la primera fase, la glucosa se convierte en piruvato¹¹.

Este proceso se denomina glucólisis y da como resultado dos moléculas de ATP.

Cuando hay suficiente oxígeno en la celda, el piruvato se transporta en las mitocondrias, donde se diseca más en acetil CoA para entrar en el ciclo del ácido cítrico. El proceso da como resultado una molécula de ATP.

Posteriormente, en el Sistema de Transporte de Electrones, la producción de moléculas de ATP está conectada a la ingestión de productos derivados del ciclo del ácido cítrico, donde el oxígeno se convierte simultáneamente en CO₂ y agua.

Cuando este proceso se ha completado por completo, se ha generado 1 molécula de glucosa y alrededor de 30-32 moléculas de ATP (esto solo ocurrirá cuando haya suficiente oxígeno). Cuando las personas se sienten sin aliento durante un ejercicio extenso, esto a menudo significa que no hay suficiente oxígeno para terminar este proceso. Por lo tanto, sus células musculares pueden solo hacer uso de la primera parte de la ruta, a saber, la glucosa, que da como resultado dos moléculas de ATP. Al hacerlo, esto termina siendo muy ineficaz. El piruvato también se transforma en ácidos lácticos, que reducen los valores de pH en el cuerpo, lo que hace que el cuerpo sea más ácido.

Al inhalar y exhalar minuciosamente mientras se realizan los ejercicios de respiración, se consume mucho oxígeno. Además de esto, la concentración de CO₂ disminuye casi inmediatamente. Al hacerlo, se produce un cambio en la proporción de CO₂ y O₂ en la sangre.

Al inhalar y exhalar de manera sistemática y profunda, el valor del pH en la sangre aumenta (haciendo que la sangre sea más alcalina) mientras que la acidez disminuye.

Normalmente, en el valor medio del pH es de 7,4. Al ejercer las técnicas de respiración, esto se convierte en significativamente más alto.

Como tal, las células corporales pueden producir (a través de la disimilación aeróbica) mucho ATP durante más tiempo y de manera mucho más eficiente, mientras que al mismo tiempo previene la producción de ácidos lácticos. Dicho esto, los valores en sangre se normalizarán después de un tiempo.

Durante las respiraciones de Wim Hof, cuando inhalamos, tomamos oxígeno y liberamos dióxido de carbono de nuestra sangre. Nuestra sangre generalmente ya está completamente saturada de oxígeno (alrededor del 99% de saturación) y respirar profundamente no aumenta esa saturación. Sin embargo, respirar profundamente libera mucho dióxido de carbono. Esto, a su vez, reduce la "necesidad de respirar".

El tronco del encéfalo, (específicamente la protuberancia y el bulbo raquídeo), es sensible al dióxido de carbono. Tener demasiado dióxido de carbono en la sangre hará que el tronco encefálico permita la respiración. Al eliminar el dióxido de carbono de la sangre a través de la respiración profunda, se reduce este impulso de respirar del tronco encefálico.

En resumen, cuanto más bajo sea el nivel de dióxido de carbono, más tiempo se podrá contener la respiración. El impulso simplemente no se ha disparado todavía.

Además, al inhalar y exhalar de manera sistemática y profunda, el valor del pH en la sangre aumenta (haciendo que la sangre sea más alcalina) mientras que la acidez disminuye. Normalmente, el valor medio del pH es de 7,4. Al ejercer las técnicas de respiración, esta se vuelve significativamente más alta e incluso puede llegar a 7.75.

Como resultado, ocurren ciertos cambios fisiológicos importantes:

Pueden experimentarse mareos, ya que las arterias y venas del cerebro y el cuerpo se cierran ligeramente en reacción a la sangre alcalinizante. Puede experimentarse también una sensación de hormigueo en las extremidades y los músculos, debido a la disminución de los iones de calcio disponibles en la sangre. La eliminación de los iones de calcio libres aumenta la excitabilidad muscular.

Los glóbulos rojos que transportan oxígeno tienen dificultades para liberar su carga útil de oxígeno, Porque la acidez normalmente desencadena la liberación. Si la sangre es demasiado alcalina, el oxígeno unido a los glóbulos rojos no se libera. Esto hace que las células y los tejidos no puedan recibir oxígeno a pesar de que la saturación de oxígeno en sangre está al 100%. El oxígeno simplemente se “pega” al glóbulo rojo.

Esto también se conoce como "hipoxia", que se define como una deficiencia en la cantidad de oxígeno que llega a los tejidos.

Este leve estado hipóxico causado por la respiración profunda controlada pronto vuelve a la normalidad. En la última respiración profunda, exhalar y contener la respiración permitirá que la sangre restablezca la acidez y permitirá que los glóbulos rojos comiencen a liberar su oxígeno. Mientras se aguanta la respiración, no vuelve oxígeno nuevo a la sangre. Como resultado, la saturación de oxígeno en la sangre disminuye y disminuye a medida que el cuerpo la consume. También hay menos dióxido de carbono, lo que facilita la retención de la respiración.

El cuerpo entonces experimenta una forma de hipoxia a corto plazo, que es una forma de estrés a nivel celular. Las células no obtienen los niveles normales de oxígeno y su metabolismo comienza a cambiar. Este estrés le indicará al cuerpo que reaccione y se fortalezca. Se activan las respuestas simpáticas del cuerpo y se fortalecen las vías necesarias para entregar ese oxígeno a las células. Estas vías podrían incluir varios sistemas diferentes, como el aumento de glóbulos rojos, el aumento de la capacidad pulmonar, la mejora de la circulación y la mejora de la eficiencia metabólica a largo plazo.

Este breve período de hipoxia es un factor estresante positivo. Indica al cuerpo que reaccione, se fortalezca y se enfrente mejor al estrés a largo plazo.

Teniendo el estudio de endotoxinas de Radboud¹² mencionado anteriormente, donde midieron a los participantes entrenados que realizaban la técnica de respiración, su sangre se alcalinizó primero a través de la respiración y luego se acidificó durante la contención de la

respiración; liberando oxígeno al tejido y reduciendo la saturación de oxígeno en sangre. La técnica de respiración se realizó en múltiples rondas, bajando y disminuyendo la saturación de oxígeno en sangre en cada ronda.

Otro efecto fisiológico interesante del método respiratorio es el aumento del nivel de adrenalina en la sangre. El estudio de Radboud registró cantidades tan grandes de adrenalina en sus participantes que se especula que el método de respiración tuvo una influencia en la médula suprarrenal, ubicada en la glándula suprarrenal. Esta es una de las fuentes más abundantes de adrenalina en el cuerpo y, dados los niveles elevados que el estudio registró en los participantes, tendría sentido que el método de respiración tuviera influencia sobre esta importante respuesta simpática. Una influencia que no se creía posibles antes del estudio de Radboud, y que condiciona el trabajo físico posterior al que sometamos al cuerpo.

11 Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, Philadelphia, Elsevier, 2016

Patrones de respiración y desórdenes en el deporte.

El cambio en la mecánica respiratoria durante el ejercicio puede provocar una taquipnea (aumento de la frecuencia respiratoria a expensas de mantener el volumen corriente)¹³, aumento de la hiperinflación dinámica¹⁴ y un posterior aumento del trabajo en la respiración¹⁵. En consecuencia, un mayor trabajo respiratorio puede provocar un “robo de sangre”¹⁶: fenómeno en el que la sangre se desvía de los músculos periféricos en funcionamiento, a los músculos respiratorios para satisfacer la mayor demanda. Tal disminución del flujo sanguíneo puede afectar negativamente a la capacidad de los músculos periféricos para generar energía¹⁷. Además, un mayor trabajo respiratorio puede resultar en fatiga de los músculos implicados en ese proceso¹⁸ y un aumento de la disnea¹⁹, los cuales pueden generar un efecto adverso en el rendimiento.

Tradicionalmente, la idea de que la respiración pueda ser un factor limitante en el ejercicio de alta intensidad ha sido ignorada por la aparente reserva respiratoria observada en los atletas incluso al más alto nivel de esfuerzo. Sin embargo, con evidencia que sugiere que la limitación del flujo espiratorio puede ocurrir en atletas de élite y que el trabajo de respirar durante el ejercicio intenso puede causar el “robo de sangre” antes mencionado²⁰, se ha llamado la atención sobre la posibilidad de que la respiración pueda llegar a ser una limitación al rendimiento en los atletas (Dempsey, 2006). El aparente éxito de técnicas como el entrenamiento de los músculos inspiratorios (IMT)²¹ e hiperpnea isocápnic voluntaria (VIH)^{22 23} en la mejora del rendimiento en el deporte de resistencia sugiere que se pueden emplear estrategias de intervención específicas para superar esta limitación.

Aunque existen pruebas sólidas que sugieren que el IMT es eficaz para aumentar el rendimiento, la fuerza y la resistencia de los músculos respiratorios y reducir la fatiga del músculo inspiratorio el IMT en sí mismo no aborda el patrón de respiración.

- 18 Johnson BD, Aaron EA, Babcock MA, et al. Respiratory muscle fatigue during exercise: implications for performance. *Med SciSports Exerc.* 1996
- 19 Stendardi L, Grazzini M, Gigliotti F, Lotti P, Scano G. Dyspnea and leg effort during exercise. *Respir Med.* 2005.
- 20 Harms CA, Wetter TJ, St Croix CM, et al. Effects of respiratory muscle work on exercise performance. *J Appl Physiol.* 2000.
- 21 Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *J Sports Sci.* 2002.
- 22 Holm P, Sattler A, Fregosi RF. Endurance training of respiratory muscles improves cycling performance in fit young cyclists. *BMC Physiol.* 2004.
- 23 McMahon ME, Boutellier U, Smith RM, et al. Hyperpnea training attenuates peripheral chemosensitivity and improves cycling endurance. *J Exp Biol.* 2002.

FMS²⁴

El “Functional Movement Screening” es un examen completo que evalúa la calidad de los patrones de movimiento fundamentales para identificar limitaciones o asimetrías del individuo. Un patrón fundamental de movimiento es un movimiento básico, utilizado para simultáneamente poner en prueba el rango de movimiento, la estabilidad y el equilibrio. El examen requiere fuerza muscular, flexibilidad, rango de movimiento, coordinación, equilibrio y propiocepción para completar con éxito una serie de siete patrones fundamentales. El atleta se puntúa de cero a 3 en cada uno de los ejercicios, determinando el puntaje 3, como el máximo alcanzable en cada prueba (3 =capacidad para completar correctamente el patrón de movimiento sin compensaciones predefinidas; 2 = realizar el movimiento con cualquiera de las compensaciones específicas del patrón de movimiento; 1 = incapacidad para realizar el patrón de movimiento; y 0 = presencia de dolor durante cualquier parte del patrón de movimiento). Los patrones se suman y se obtiene una puntuación total. La confiabilidad intra-evaluador de la puntuación tiene un valor ICC de 0,9824.

Información adicional sobre el desarrollo y los usos del FMS fueron documentados previamente por Foran,²⁵ y Cook²⁶. Se exploran los extremos de movilidad y estabilidad para descubrir asimetrías y limitaciones relacionadas con el movimiento funcional en base a estas 7 pruebas²⁷:

*Patrón de movimiento de sentadilla profunda.

*Patrón de movimiento de paso de valla.

*Patrón de movimiento de estocada en línea.

*Patrón de movimiento de movilidad del hombro.

*Patrón de movimiento de elevación de pierna recta activa.

*Patrón de movimiento de flexión de estabilidad del tronco.

*Patrón de movimiento de estabilidad rotatoria

24 Anstee L, Docherty C, Gansneder B, Shultz S. Inter-tester and intra-tester reliability of the Functional Movement Screen Paper presented at: National Athletic Training Association National Convention, 2003.

25 Foran B. High Performance Sports Conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics; 2001.

26 Cook E. Athletic Body Balance. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.

27 Cook G., Movement: Functional Movement Systems: Screening, Assessment, and Corrective Strategies, 2010.

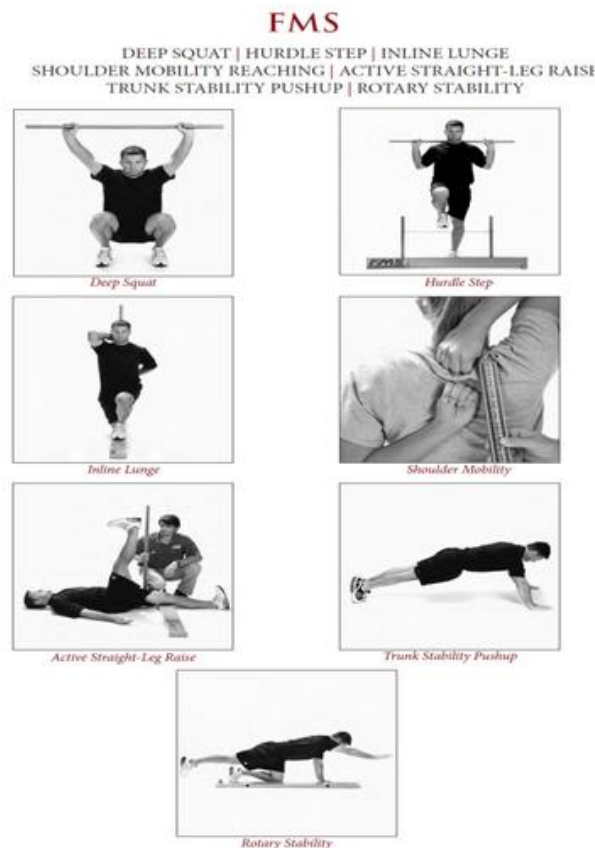


Figura 4. Las 7 pruebas funcionales propuestas por Gray Cook. (Extraído de “Functional Movement Systems: Screening, Assessment and Corrective Strategies- Gray Cook, 2010).

Según lo expuesto por Gray Cook en su libro, existen 5 principios sobre los cuales

debe basarse el “movimiento funcional”.

1) Los patrones básicos de movimiento del peso corporal no deben provocar dolor. Si hay dolor en el movimiento, la actividad y el ejercicio deben modificarse, interrumpirse o detenerse a medida que se recopila información adicional. De lo contrario, pueden producirse una compensación y patrones de movimiento alterados, y es probable que estos agraven el problema y causen problemas de movimiento secundarios si no se tratan.

2) La gran limitación de los patrones de movimiento fundamentales, incluso si no son dolorosos, puede causar compensación y sustitución, lo que conduce a una eficiencia deficiente, problemas secundarios y un mayor riesgo de lesiones en las poblaciones activas.

3) Los patrones de movimiento fundamentales que involucran los lados izquierdo y derecho del cuerpo deben ser en su mayoría simétricos. Estos patrones de movimiento no se basan en habilidades y están presentes antes de que el deportista/persona logre alguna especificidad en algún gesto motor. Aunque las actividades y el dominio unilateral son comunes en una vida activa normal en la que se involucran habilidades, una cantidad significativa de habilidad simétrica en patrones básicos debe estar presente a lo largo de la vida.

4) La capacidad de movimiento fundamental debe preceder a la capacidad basada en el rendimiento. Para asegurar que una medida de desempeño evalúe solo el desempeño, primero debemos establecer una base de movimiento funcional sólida.

De lo contrario, las pruebas que revelen un rendimiento deficiente también pueden capturar un problema de movimiento fundamental que no se puede corregir o remediar con el entrenamiento de rendimiento.

5) La capacidad de movimiento fundamental debe preceder principalmente a la actividad de movimiento complejo o al entrenamiento de habilidades complejas. Los patrones de movimiento básicos son parte del crecimiento y desarrollo antes que patrones complejos o especializados, y deben permanecer presentes durante toda la vida. Estos movimientos forman una base neuromuscular para actividades avanzadas y reducen la necesidad de compensación y sustitución que a menudo se observa cuando el movimiento fundamental es limitado.

Antecedentes

Al momento de la recopilación de información, realizada al inicio de la investigación con fuentes primarias, no se encontraron trabajos disponibles que relacionen las variables en cuestión. Los antecedentes presentados en esta sección del trabajo, corresponden a alguna de las variables por separado, que indefectiblemente constituyen un aporte para lograr llegar al estado del arte, construir el marco teórico, y principalmente conocimiento.

Información sobre el desarrollo y los usos del FMS fueron documentados previamente por Foran,²⁸ Cook²⁹, y artículos de revistas publicados recientemente^{30 31}, en donde se comparan capacidades físicas tales como la fuerza, flexibilidad, movilidad, estabilidad de tronco, balance y movimiento funcional a través del test en cuestión. En uno de ellos, se concluye que la evaluación propuesta por el FMS, permite detectar factores de riesgo modificables de lesiones, en futbolistas de alto rendimiento, lo cual sirve de base para tratar las relaciones entre las variables.

En jóvenes activos, existen estudios que hablan acerca de la media en cuanto a puntuación final del test según el sexo: en hombres llega a $15,8 \pm 1,8$ puntos, y $15,6 \pm 2,0$ puntos en mujeres³². Teyhen et al. encontraron puntuaciones similares ($16,2 \pm 2,2$ puntos) utilizando una población militar. Investigaciones anteriores demostraron asociaciones entre el riesgo de lesiones y ≤ 14 puntos como puntuación final de los tests^{33 34 35 36 37 38 39}, lo cual permite entender la relevancia del movimiento funcional adecuado. En una revisión sistemática, esta puntuación se consideró apropiada para la predicción de lesiones y la provocación del dolor⁴⁰, sin embargo, no hay comparación directa entre puntuación y la existencia de dolor. Kiesel et al., encontraron durante una pretemporada de fútbol, que los jugadores que sacaban ≤ 14 puntos tenían un riesgo de lesión 11,7 veces mayor al resto. Sin embargo, otras investigaciones no han podido encontrar un vínculo entre las puntuaciones de FMS y el riesgo de lesión^{41 42} y cuestionaron la validez del punto de corte de riesgo para lesiones ≤ 14 , como la investigación de Kiesel en 2007 y otras^{43 44 45 46 47}.

Disfunciones en el aparato respiratorio, podrían causar alteraciones en la calidad de los movimientos funcionales según la revisión hecha por Leon Chaitow⁴⁸. Un estudio reciente ha evaluado la influencia de los trastornos del patrón respiratorio como la hiperventilación, sobre la eficiencia en los patrones de movimiento. Bradley y Esformes⁴⁹ han encontrado que "las personas que exhibieron signos bioquímicos y biomecánicos de este tipo de trastornos, eran significativamente más propensos a obtener una puntuación baja en el FMS" y que "la respiración ineficiente puede resultar en un desequilibrio muscular, control motor, alteraciones y adaptaciones fisiológicas que son capaces de modificar movimiento".

28 Foran B. High Performance Sports Conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics; 2001.

29 Cook E. Athletic Body Balance. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.

30 Teyhen DS, Riebel MA, McArthur DR, et al. Normative data and the influence of age and gender on power, balance, flexibility, and functional movement in healthy service members. Mil Med. 2014.

- 31 Kiesel K, Plisky PJ, Voight ML. Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a Preseason Functional Movement Screen? *N Am J Sports Phys Ther.* 2007.
- 32 Schneiders AG, Davidsson A, Horman E, et al. Functional movement screen normative values in a young, active population. *Int J Sports Phys Ther.* 2011.
- 33 Teyhen DS, Shaffer SW, Butler RJ, et al. What Risk Factors Are Associated With Musculoskeletal Injury in US Army Rangers? A Prospective, 2015.
- 34 Butler RJ, Contreras M, Burton LC, et al. Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work.* 2013.
- 35 Chorba RS, Chorba DJ, Bouillon LE, et al. Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010.
- 36 Kiesel KB, Butler RJ, Plisky PJ. Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in American football players. *J Sport Rehabil.* 2014.
- 37 Letafatkar A, Hadadnezhad M, Shojaedin S, et al. Relationship between functional movement screening score and history of injury. *Int J Sports Phys Ther.* 2014.
- 38 Wieczorkowski WP. Functional movement screen as a predictor of injury in high school basketball athletes. Department of Exercise Science. Vol M.S.: University of Toledo; 2010.
- 39 Bonazza NA, Smuin D, Onks CA, et al. Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen: A Systematic Review and Metaanalysis. *Am J Sports Med.* 2016.
- 40 Bushman TT, Grier TL, Canham-Chervak MC, et al. Pain on Functional Movement Screen Tests and Injury Risk. *J Strength Cond Res.* 2015; 29 Suppl 11:S65-70.
- 41 Sorenson E. Functional movement screen as a predictor of injury in high school basketball athletes. Department of Human Physiology. Vol Ph.D. University of Oregon, 2009.
- 42 Warren M, Smith CA, Chimera NJ. Association of the Functional Movement Screen with injuries in division I athletes. *J Sport Rehabil.* 2015.
- 43 O'Connor FG, Deuster PA, Davis J, et al. Functional movement screening: predicting injuries in officer candidates. *Med Sci Sports Exerc.* 2011
- 44 Kazman JB, Galecki JM, Lisman P, et al. Factor structure of the functional movement screen in marine officer candidates. *J Strength Cond Res.* 2014.
- 45 Frost DM, Beach TA, Callaghan JP, et al. FMS scores change with performers' knowledge of the grading criteria - Are general whole-body movement screens capturing "dysfunction"? *J Strength Cond Res.* 2013.
- 46 Frost DM, Beach TA, Campbell TL, et al. An appraisal of the Functional Movement Screen grading criteria- Is the composite score sensitive to risky movement behavior? *Phys Ther Sport.* 2015.
- 47 Whiteside D, Deneweth JM, Pohorence MA, et al. Grading the Functional Movement Screen: A Comparison of Manual (Real-Time) and Objective Methods. *J Strength Cond Res.* 2016.
- 48 Chaitow, L., Functional movement and breathing dysfunction, *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 2014.
- 49 Bradley H, Esformes J. Breathing pattern disorders and functional movement. *Int J Sports Phys Ther.* 2014.

Hipótesis

El trabajo diafragmático influye de forma positiva en el puntaje final obtenido luego de una evaluación de FMS de forma tal, aquellos futbolistas que realizan un trabajo respiratorio que involucra esta musculatura, previo a un re-testeo, aumentan su valoración final.

Objetivo general

- Evaluar el cambio en el resultado del FMS a partir de ejercicios respiratorios diafragmáticos en futbolistas jóvenes que estén en actividad, en Ibiza, año 2023.

Objetivos específicos

- Caracterizar la funcionalidad del patrón respiratorio de los sujetos a evaluar.
- Identificar potencial riesgo lesional a futuro a través del puntaje obtenido mediante el uso del FMS de todos los jugadores en general.
- Indagar si el nivel de profesionalismo influye en el puntaje final obtenido y en el patrón respiratorio del deportista.
- Generar el diseño de un protocolo kinésico preventivo incluyendo al diafragma como músculo llave previo a la realización de la práctica deportiva en el fútbol.

Metodología y recursos

A los objetivos que persigue la investigación, se realizará un estudio cuantitativo, descriptivo y transversal, en donde participarán 30 futbolistas masculinos jóvenes radicados en Ibiza, durante el año 2023.

Según Hernández Sampieri,⁵⁰ en este tipo de investigaciones, cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. Debido a que los datos obtenidos son producto de mediciones, se representan en este trabajo mediante números (cantidades) y se deben analizar con métodos estadísticos constituyendo una explicación de cómo los resultados encajan en el conocimiento existente de la forma más objetiva posible.

50 Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. Metodología de la investigación (6a. ed.), 2014

Población

Futbolistas masculinos menores de veintiséis años amateur y profesionales en actividad radicados en Ibiza en el 2023.

Unidad de análisis

Cada uno de los futbolistas masculinos entre 18 y 26 amateur y profesionales en actividad radicados en Ibiza en el 2023

Criterios de inclusión

- *Sexo masculino.
- *Jugador de fútbol en actividad que desee participar del estudio.
- *Edad igual o mayor a 18 años y menor o igual a veintiséis
- *Radicado en Ibiza en 2023

Criterios de exclusión

- *Sexo femenino.
- *Lesión músculo-esquelética manifestada al momento de la evaluación.
- *Edad superior a veintiséis años o menor a dieciocho.
- *Último entrenamiento/práctica deportiva 10 días atrás o más al momento de la evaluación.
- *Lugar de residencia fuera de Ibiza en 2023.

Variables

Las principales variables a considerar en la investigación serán:

- *Funcionalidad del movimiento según puntaje FMS
- *Potenciales riesgos lesionales
- *El nivel de profesionalismo
- *Edad
- *Peso
- *Altura
- *Posición del jugador
- *Cantidad de horas de entrenamiento semanal
- *Antecedentes lesionales

Fuentes

Primarias.

Instrumentos de recolección

- *Test FMS (Functional Movement Screening): método de evaluación diseñado para evaluar de forma conjunta la fuerza muscular, flexibilidad, rango de movimiento, coordinación, equilibrio y propiocepción, con el fin de determinar la funcionalidad del movimiento a través de un puntaje final.
- *Encuesta autoadministrada por correo: recolección de datos de cada sujeto a evaluar previo a la medición para el posterior análisis de datos. En la encuesta se pretende recopilar información acerca de las variables propuestas, con el objetivo de enriquecer la investigación y poder realizar un análisis posterior más global, sobre a quiénes se les miden los resultados, y llegar a conclusiones (parciales) sobre la diferencia o no en el puntaje final obtenido.

Instrumentos de recolección

*Test FMS (Functional Movement Screening): método de evaluación diseñado para evaluar de forma conjunta la fuerza muscular, flexibilidad, rango de movimiento, coordinación, equilibrio y propiocepción, con el fin de determinar la funcionalidad del movimiento a través de un puntaje final.

*Encuesta autoadministrada por correo: recolección de datos de cada sujeto a evaluar previo a la medición para el posterior análisis de datos. En la encuesta se pretende recopilar información acerca de las variables propuestas, con el objetivo de enriquecer la investigación y poder realizar un análisis posterior más global, sobre a quiénes se les miden los resultados, y llegar a conclusiones (parciales) sobre la diferencia o no en el puntaje final obtenido.

Procedimiento de las mediciones

Este procedimiento se llevó a cabo informándole a todos los involucrados acerca de la investigación y se les consultó si estaban de acuerdo con someterse a la toma de mediciones.

Para poder comprobar la eficacia del trabajo diafragmático en futbolistas entre dieciocho y veintiséis años, amateur y profesionales, en actividad actualmente radicados en Ibiza, se llevaron a cabo dos mediciones del test FMS. Ambas se desarrollaron antes e inmediatamente después de que el sujeto realice el protocolo propuesto de los ejercicios respiratorios del método Wim Hof.

Se evaluaron los movimientos, con un máximo de tres intentos por cada gesto motor, con un puntaje de 0 a 3; en donde 0 indica presencia de dolor, 1 imposibilidad de realizar el patrón de movimiento, 2 realización del patrón con compensaciones, y 3 realización del patrón de movimiento de forma óptima. Los ejercicios a considerar fueron los siguientes: sentadilla profunda, estocada en línea, paso con obstáculo, movilidad de hombros, elevación de la pierna recta, estabilidad de tronco en push up, y estabilidad rotatoria

Luego de la colocación del puntaje correspondiente (de 0 a 21), se procedió a explicarle los ejercicios de respiración a los sujetos en cuestión. El método Wim Hof, propone desde la posición de decúbito supino sobre el piso, 3 bloques de respiraciones de 30 segundos, con apneas entre cada uno de ellos. Cada inspiración debía ser por la nariz, activa, potente, y forzada, con una biomecánica adecuada, inflando primero el abdomen, luego el pecho y por último el cuello, de forma sincrónica y fluida. Cada espiración, debía ser pasiva, por la boca, y produciéndose por el mismo retroceso elástico de los pulmones sin ningún esfuerzo por parte del jugador. Al llegar a la última espiración, se les pidió a los sujetos que contengan el aire, hasta que sientan la necesidad de exhalar, con previo aviso mediante un gesto de mano, lo cual fue cronometrado para generar un análisis posterior. Al realizarse la exhalación susodicha, se les pidió a los jugadores que efectúen una inspiración profunda durante 15 segundos, y luego vuelvan a exhalar. Una vez finalizado esto, comenzaba el siguiente ciclo

de 30 respiraciones, con la misma metodología, hasta completar la tercera serie, para luego reevaluar con el test FMS correspondiente posterior a eso.

Luego de finalizar los ejercicios respiratorios, se les concedió a los jugadores unos segundos de reposo, en la posición de decúbito supino, para evitar complicaciones debido al ejercicio exigente en el que fueron puestos a prueba.

Por último, se complementará la caracterización de estos pacientes con las siguientes variables:

- *Funcionalidad del movimiento según puntaje FMS

- *Potenciales riesgos lesionales

- *El nivel de profesionalismo

- *Edad

- *Peso

- *Altura

- *Posición del jugador

- *Cantidad de horas de entrenamiento semanal

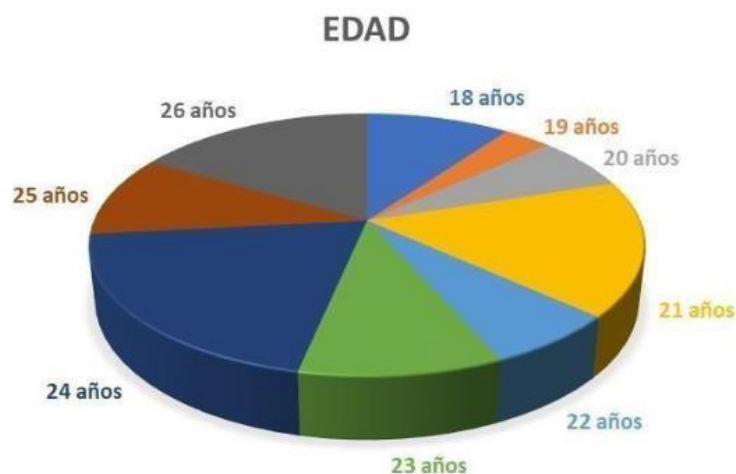
- *Antecedentes lesionales

Cronograma de actividades

Etapas	Tiempo en meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Elección del tema</i>												
<i>Elaboración del marco teórico</i>												
<i>Elaboración del proyecto</i>												
<i>Entrega del plan de tesina</i>												
<i>Realización de las mediciones</i>												
<i>Procesamiento de los datos y análisis de los resultados</i>												
<i>Informe final</i>												

Resultados de la recolección de datos

Grafico n1 Ibiza,2023

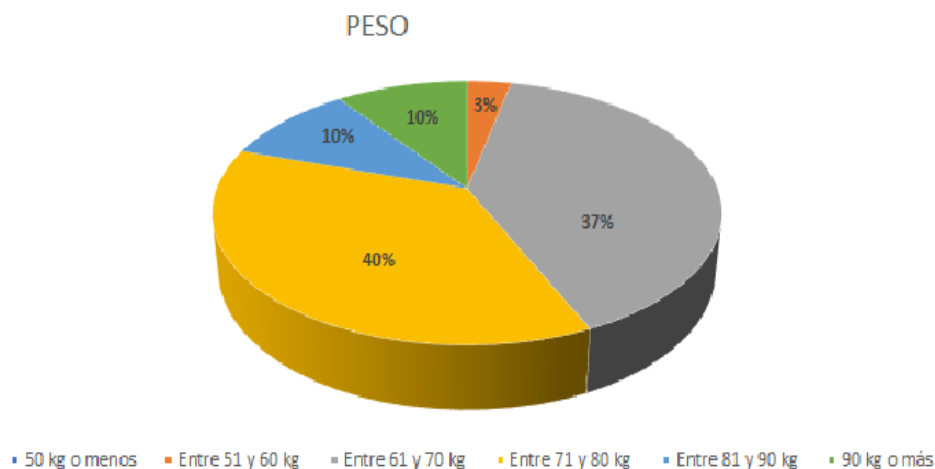


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 1 se puede observar la representación del conjunto de edades de la población de estudio. La moda de la distribución de frecuencias que conforman la muestra poblacional, es de 24 años (6) constituyendo el 20% de la población total, mientras que el valor menos representado en la misma son aquellos jugadores que tenían 19 años al momento de la medición (1) constituyendo el 3,33%.

Aquellos jugadores de 26 y 21 años representaron un 16,66% de la muestra (5), quienes tenían 25, 23 y 18 un 10% (3), y por último aquellos con 22 y 20 un 6,66%(2).

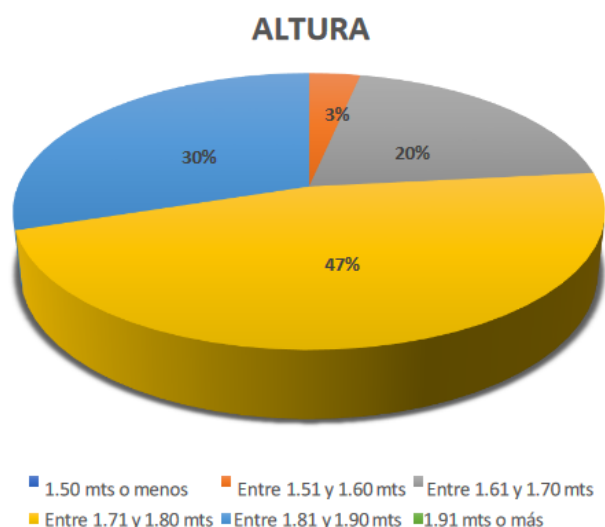
Gráfico N°2.Ibiza,2021.



Fuente: Elaboración propia

En este gráfico, se ve representada la variable peso. Su categoría más preponderante dentro de la muestra poblacional fue entre 71 y 80 kilos, con un 40% de la misma (12), constituyendo la moda estadística. La continúa en representación la categoría “entre 61 y 70 kg” con un 37% (11), y luego podemos encontrar los grupos de entre 81 y 90 kg, y 90 kg o más con un 10% (3), y por último 1 solo jugador con peso entre 51 y 60 kg (3%).

Gráfico n3, Ibiza,2023



Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se pone en evidencia la altura de la muestra seleccionada.

Primordialmente los jugadores tuvieron una altura de entre 1.71 y 1.80 mts, con un 47% (14). Un 30% de la muestra (9) mide entre 1.81 y 1.90 mts, un 20% de la misma mide entre 1.61 y 1.70 mts, y tan solo un jugador mide entre 1.51 y 1.60 mts.

Gráfico N4, Ibiza,2023



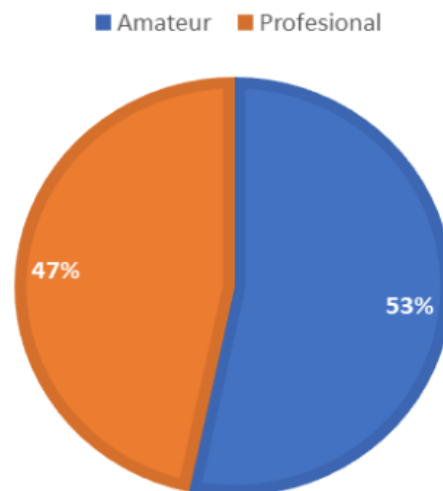
Fuente: Elaboración propia

En este gráfico podemos observar la diversidad poblacional en los puestos analizados.

La mayor parte de los jugadores evaluados son defensores y mediocampistas, con un 33,33% cada uno (10 jugadores cada grupo), le siguen los delanteros, con una representación del 26,66% (8 jugadores), y por último los arqueros, con un porcentaje del 6,66% (2).

Gráfico N5, Ibiza,2023

NIVEL DE PROFESIONALISMO



Fuente: Elaboración propia

Aquí podemos observar que la muestra se representa casi por igual en ambos grupos, amateurs y profesionales, con una diferencia de 1 jugador más amateur que profesional (16 y 14 respectivamente) sobre un total de 30.

Gráfico N6, Ibiza,2023



Fuente: Elaboración propia

El gráfico número 6, muestra la cantidad de horas de práctica deportiva semanal, de los participantes de la muestra. La mayor parte de los jugadores entrenan o juegan durante 8 horas o más (13) constituyendo un 43,33%. El grupo que lo sigue en orden decreciente, es el que entrena entre 2 y menos de 4 horas, con un porcentaje de 36,66% (11), y luego los grupos estadísticamente poco significativos: entre 6 y menos de 8 horas un 10% (3); entre 4 y menos de 6 horas un 6,66% (2); entre 0 y menos de 2 horas 3,33% (1).

Gráfico N7, Ibiza,2023



Fuente: Elaboración propia

En este gráfico puede apreciarse que la mayor parte de los sujetos evaluados sufrió algún tipo de lesión en el pasado, 27 de ellos (el 90%) tuvo alguna lesión, mientras que solo 3 (10%), nunca estuvieron lesionados.

Grafico N8, Ibiza,2023



Fuente: Elaboración propia

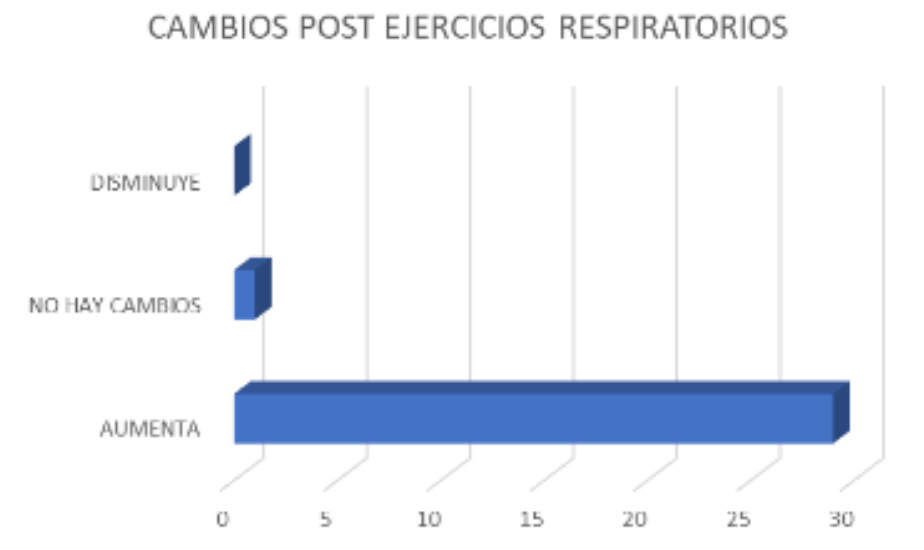
En el gráfico número 8, pueden observarse las lesiones que han sufrido los jugadores a lo largo de su vida, con las frecuencias de cada una de ellas. La moda estadística corresponde al esguince de tobillo, con un 43,33% de los jugadores (13), mientras que también reportaron significancia estadística el desgarro muscular del muslo (cuádriceps – isquiotibiales – aductores) con un 30% (9), y la ruptura de ligamentos de rodilla (cruzados, y colaterales), con un 20% (6).

Tabla N°1. Resultados de puntaje global pre y post ejercicios respiratorios.

JUGADOR	PUNTAJE OBTENIDO EN TEST 1	PUNTAJE OBTENIDO EN TEST 2	PORCENTAJE ALCANZADO EN TEST 1	PORCENTAJE ALCANZADO EN TEST 2
1	14	17	66,67	80,95
2	14	17	66,67	80,95
3	14	17	66,67	80,95
4	15	17	71,43	80,95
5	14	18	66,67	85,71
6	14	15	66,67	71,43
7	17	19	80,95	90,48
8	13	16	61,90	76,19
9	15	16	71,43	76,19
10	15	19	71,43	90,48
11	14	17	66,67	80,95
12	15	17	71,43	80,95
13	16	18	76,19	85,71
14	17	18	80,95	85,71
15	14	18	66,67	85,71
16	14	17	66,67	80,95
17	12	15	57,14	71,43
18	11	14	52,38	66,67
19	15	18	71,43	85,71
20	16	17	76,19	80,95
21	14	15	66,67	71,43
22	14	17	66,67	80,95
23	17	19	80,95	90,48
24	16	17	76,19	80,95
25	15	17	71,43	80,95
26	16	18	76,19	85,71
27	15	15	71,43	71,43
28	15	18	71,43	85,71
29	15	16	71,43	76,19
30	15	18	71,43	85,71

Fuente: Elaboración propia

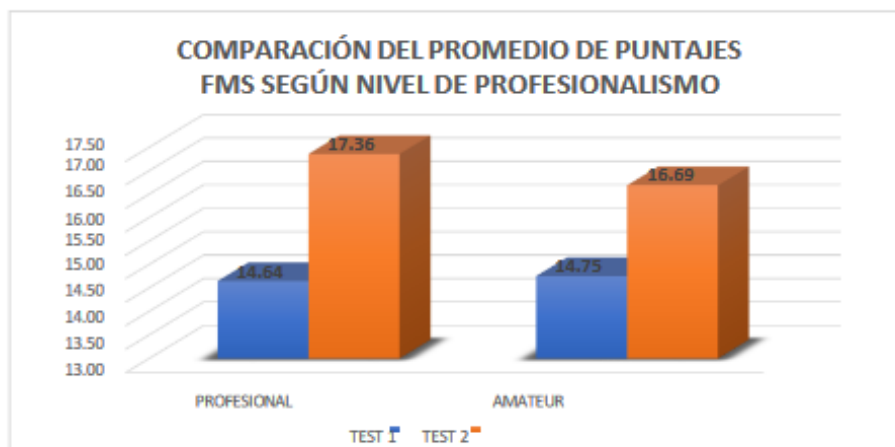
Gráfico N9, Ibiza,2023



Fuente: Elaboración Propia

La tabla número 1 y el gráfico número 9 hacen referencia a los cambios que se suscitaron luego de los ejercicios respiratorios, objetivados a través de la evaluación de FMS pre y post ejercicios. Se puede observar que casi el 100% de la muestra poblacional mejoró sus puntajes finales (96,66%). 1 sólo jugador mantuvo los mismos puntajes que en el primer test.

Gráfico N10, Ibiza,2023



Fuente: elaboración propia.

En este gráfico, puede observarse la comparación entre el promedio obtenido en el primer test, y el segundo test de FMS, según el nivel de profesionalismo. Los profesionales en su primera evaluación, tuvieron como puntaje promedio 14,64, mientras que los amateurs 14,75. Luego de los ejercicios respiratorios, se obtuvo un puntaje promedio por parte de los profesionales de 17,36, y de los amateurs de 16,69.

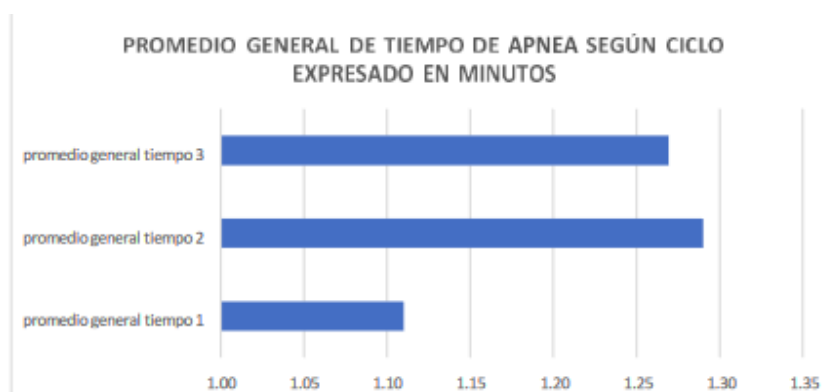
Tabla N°2. Resultados de los tiempos de apnea por ronda de cada jugador.

JUGADOR	TIEMPO 1 DE APNEA	TIEMPO 2 DE APNEA	TIEMPO 3 DE APNEA
1	0,47	0,37	1,02
2	0,48	1,28	1,37
3	1,25	2,00	2,18
4	0,58	1,31	2,31
5	1,06	1,20	1,24
6	0,53	1,07	1,31
7	1,21	1,54	2,35
8	0,33	0,22	0,41
9	1,28	2,48	2,06
10	0,51	0,56	1,29
11	0,59	1,29	1,31
12	0,55	1,10	1,42
13	1,29	1,32	1,20
14	0,54	1,08	1,16
15	1,37	2,14	2,43
16	1,11	1,15	1,43
17	0,56	0,55	1,08
18	0,55	0,57	0,58
19	0,27	0,32	0,39
20	0,41	0,56	1,13
21	1,01	0,53	1,09
22	1,06	1,25	1,38
23	0,53	1,06	1,17
24	0,53	1,30	2,01
25	1,04	1,19	1,21
26	0,58	1,27	1,38
27	0,28	0,19	0,18
28	0,47	0,41	0,45
29	0,28	0,45	0,32
30	0,54	1,05	1,22
Profesionales	Amateurs		

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla pueden visualizarse los valores obtenidos por cada jugador, de sus tiempos de apnea. En color naranja, se encuentran representados aquellos que son profesionales

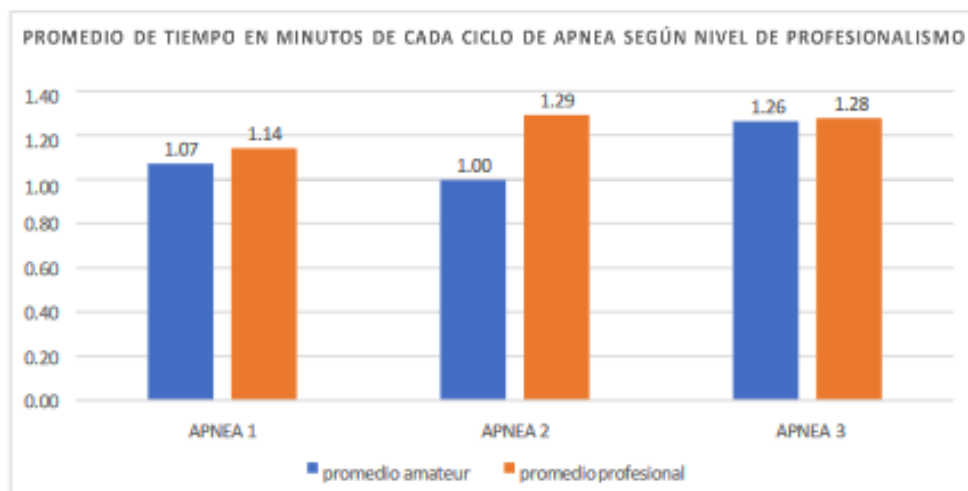
Gráfico N11



Fuente: Elaboración propia

En este gráfico puede observarse el promedio general de tiempo de apnea en minutos según cada ciclo respiratorio. Se obtuvieron los siguientes valores: en el primer ciclo 1.11 minutos, en el segundo ciclo, 1.29 minutos, y en el tercero 1.27 minutos

Grafico N12

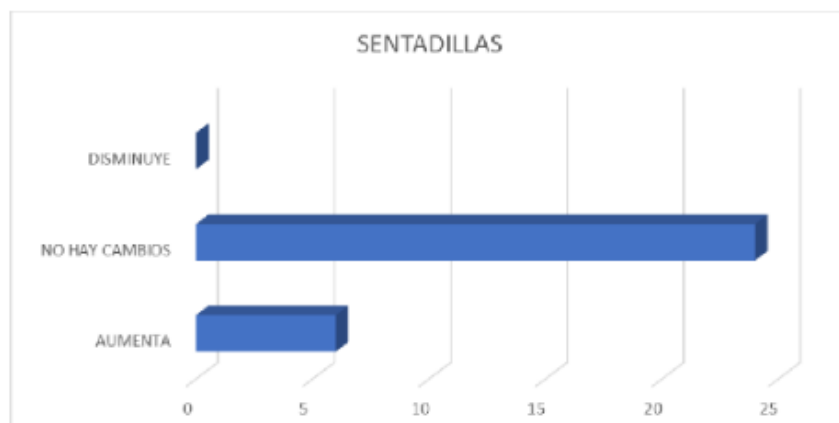


Fuente: Elaboración propia

Aquí puede observarse el promedio amateur promedio profesional respiratorio, según el nivel de profesionalismo de los jugadores. Se obtuvieron los siguientes valores: en el primer ciclo los amateurs lograron un promedio de 1.07 minutos y los profesionales 1.14. En el segundo ciclo, 1 minuto los amateurs, y 1.29 los profesionales, y en el tercero 1.26 minutos los amateurs, y 1.28 los profesionales.

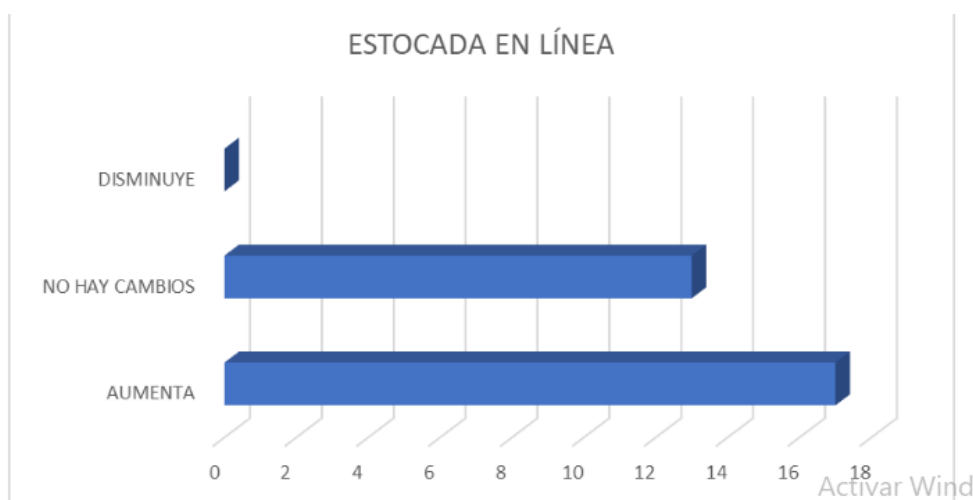
Variaciones individuales de cada uno de los 7 tests.

Grafico N13



En este gráfico se puede observar el nivel de variabilidad del patrón de movimiento de sentadillas, tras los ejercicios respiratorios. Principalmente no hubo cambios, con 24 jugadores dentro de este grupo (80%), mientras que 6 de ellos mejoraron su performance (20%), y ninguno disminuyó.

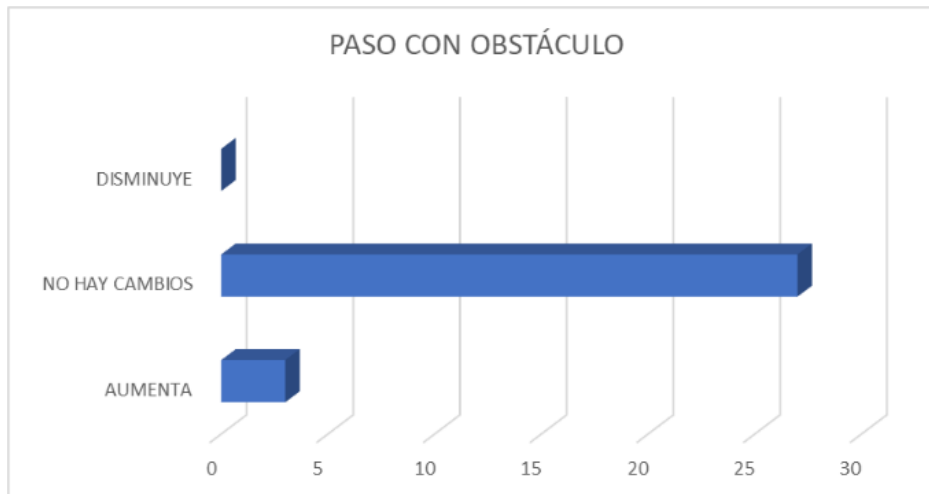
Gráfico N14:



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el nivel de variabilidad del patrón de movimiento de estocada en línea. Después de realizar el método Wim Hof, se puede ver que más de la mitad de las veces el jugador mejoró su puntaje final (17), un 56,66%. El 43,33% restante, no tuvo cambios, y ninguno disminuyó.

Gráfico N15:



Se puede observar el nivel de variabilidad del patrón de movimiento de paso con obstáculo luego de los ejercicios respiratorios. No hubo cambios principalmente, con 27 jugadores dentro de este grupo (90%), mientras que sólo 3 de ellos mejoraron su performance (10%), y ninguno disminuyó.

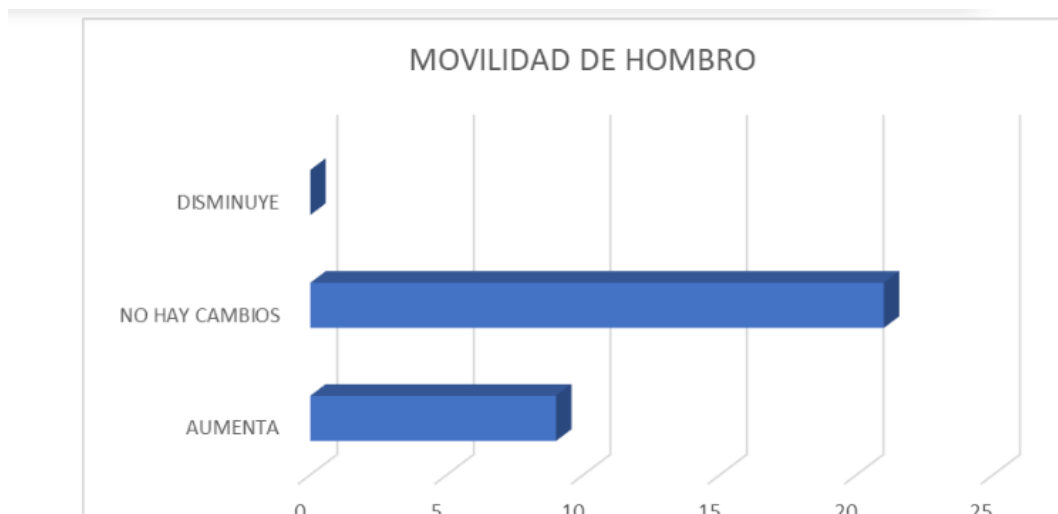
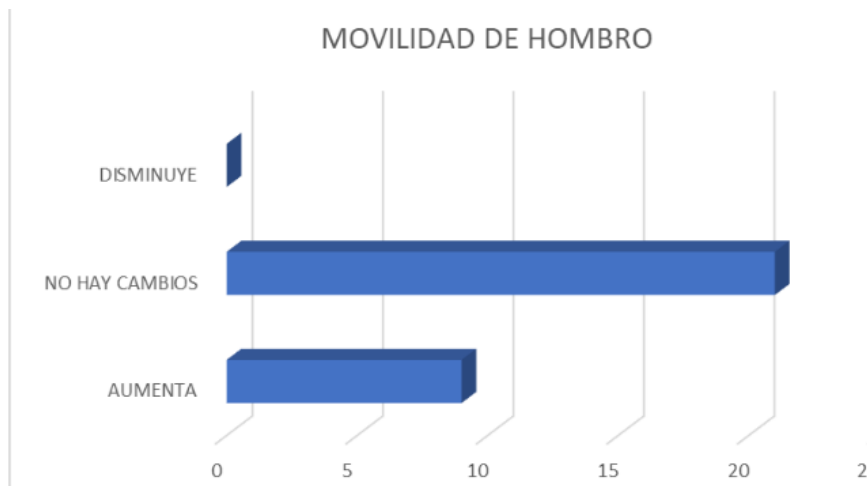
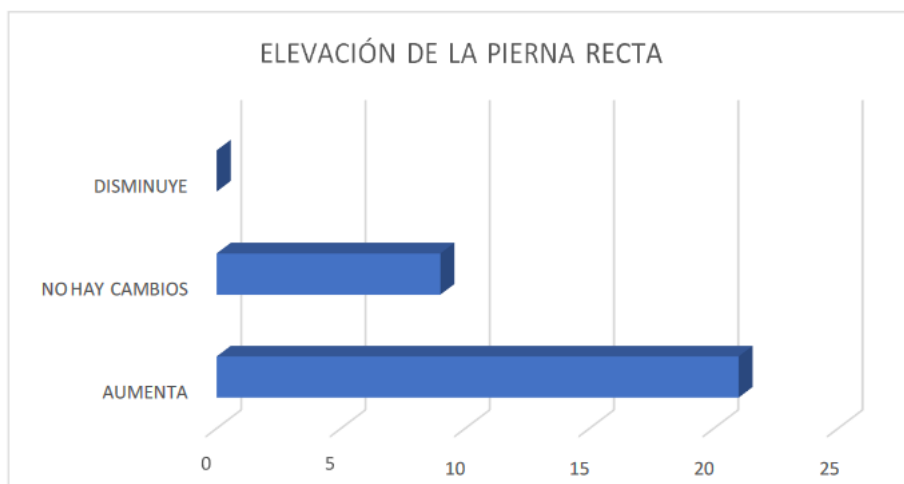


Grafico N16:



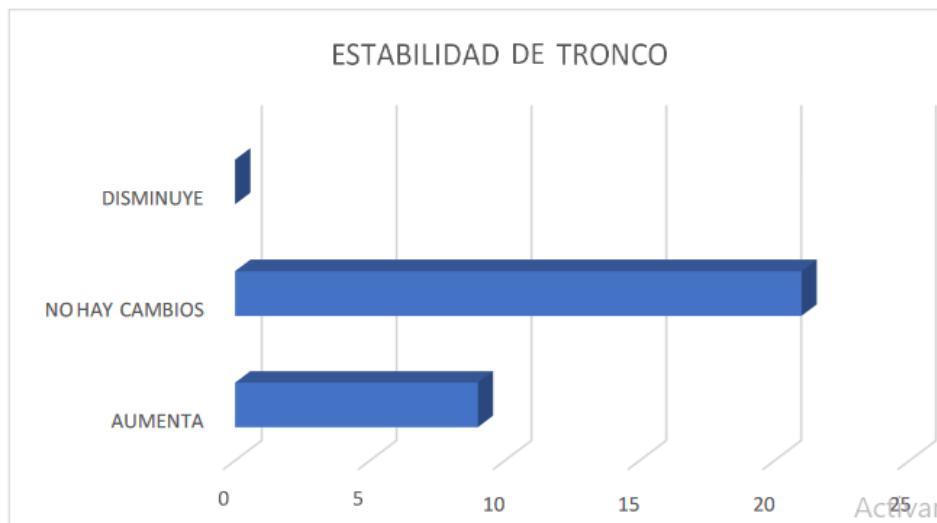
En este gráfico, se puede visualizar el nivel de variabilidad del patrón de movimiento de movilidad de hombro al hacer los ejercicios respiratorios. 21 jugadores no tuvieron cambios en el puntaje final (70%), mientras que 9 sí (30%), mejoraron su valoración, y ninguno disminuyó.

Grafico N17:



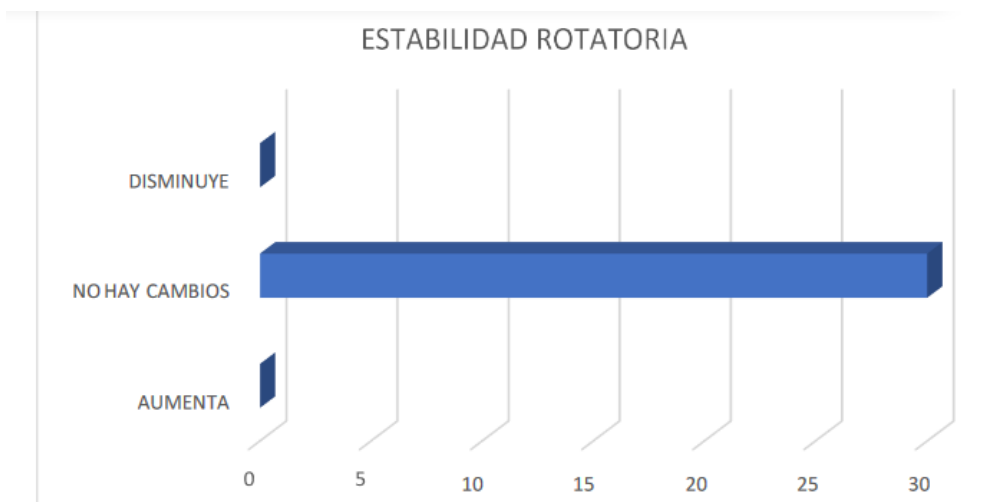
En el gráfico 17, vemos el nivel de variabilidad del patrón de elevación de la pierna recta al hacer los ejercicios respiratorios. 21 jugadores tuvieron cambios positivos en el puntaje final (70%), mientras que 9 no sufrieron modificaciones (30%), y ninguno disminuyó.

Grafico N18:



En el gráfico 18, se puede observar el nivel de variabilidad del patrón de estabilidad de tronco, al hacer los ejercicios respiratorios. 21 jugadores no tuvieron cambios en el puntaje final (70%), mientras que 9 aumentaron (30%), y ninguno disminuyó.

Grafico N19:



En el gráfico de barras número 19, se puede observar el nivel de variabilidad del patrón de estabilidad rotatoria. Después de realizar el método Wim Hof, ningún jugador mejoró o empeoró la ejecución del movimiento.

Discusión

Como ya he expresado previamente en el apartado de introducción, fundamentación y justificación, uno de los motores que me llevó a plantear esta pregunta problema e investigar al respecto, es la posibilidad de mejora en la performance deportiva en el fútbol, y la “omisión” del entrenamiento directo del sistema respiratorio para la realización de la misma.

Para la recolección de unidades de análisis, apelé a gente conocida de mi entorno, que, a su vez, mediante una selección de muestra a través del método “bola de nieve”, me contactaron con otros jugadores que eran conocidos de mis dos amigos de Ibiza para lograr el total de la muestra poblacional (30 jugadores).

Con el trabajo de campo realizado y la presentación y posterior análisis de datos, se pueden inferir varias cuestiones.

Primero en cuanto a las variables sociodemográficas, podemos observar que el grupo poblacional más representado fueron los jugadores de 24 años, lo cual, al igual que el resto de las categorías de edad, corresponde a gente joven, y a su vez activa desde el punto de vista físico. Si sumamos esto, a lo expresado en el gráfico número 2 (peso), y 3 (altura), estamos hablando de gente en su mayoría dentro de los rangos normales, constituyendo índices de masa corporal bastante deseables dentro de lo que se espera para este grupo evaluado (sin embargo, a pesar de estar en rangos normales, el IMC no es un método estadístico tan específico para determinar la composición corporal de cada uno de ellos, pero marca una tendencia cercana al normopeso). Creo que lo expresado en las líneas anteriores, podría llegar a ser bastante determinante en la expresión de los resultados finales. Dentro de los jugadores evaluados, sólo una pequeña minoría eran fumadores (2), dato que surgió en la misma evaluación durante el trabajo de campo, y constituye algo significativo para la correcta interpretación de los datos, y posibles afecciones del sistema respiratorio.

Luego, podemos decir que las posiciones de juego presentadas al recolectar la información, me permitieron obtener una muestra equitativa, menos en el grupo de los arqueros, en donde se evaluaron solo a dos. Cada jugador, según en la posición en que se desempeña normalmente, va generando adaptaciones en sus cualidades físicas, según la demanda del puesto: en palabras de A. Still⁵¹: “la estructura gobierna la función y viceversa.

También podemos ver una muestra equitativa en cuanto a nivel de profesionalismo (gráfico nº5), con 16 amateurs y 14 profesionales. Casi todos los jugadores que desarrollan la actividad de forma profesional, entrenan durante 8 horas o más durante la semana, incluyendo algunos de ellos entrenamientos de doble turno, a la mañana y a la tarde, con sesiones de campo y de gimnasio, mientras que solo 1 jugador de este grupo, manifestó hacerlo entre 6 y menos de 8 horas. Los amateurs variaron dentro de esta última categoría, y el resto de ellas, que representaban menor tiempo de actividad deportiva ya sea de entrenamiento o de partido, lo cual era esperable previo a la recolección de datos.

Del 100% de la población, el 90% (27 jugadores) tuvieron antecedentes lesionales. Esos 3 jugadores que no sufrieron lesiones en el pasado, son 2 amateurs, y tienen menos horas de

exposición a la práctica deportiva, y 1 profesional, actualmente en actividad en la tercera división del fútbol español. Dentro de los jugadores que sí tuvieron lesiones antes, se repite mucho la lesión de esguince de tobillo en todos ellos, los desgarros de muslo (cuádriceps e isquiotibiales principalmente), y rupturas ligamentarias de rodilla. Esto demuestra una tendencia a las lesiones de los miembros inferiores, principalmente debido a la hipersolicitación que se realiza durante la actividad, de estos tejidos. Los ligamentos cumplen entre otras funciones la de frenar a partir de ciertos rangos el movimiento articular, y los músculos son las bombas de propulsión de las estructuras para generar el movimiento. Cuando esto sobrepasa los niveles normales, es esperable ver ruptura de tejido. Desde una visión más holística del cuerpo (como se intentó realizar durante todo el trabajo de investigación) al afectarse un tejido de una cadena, siempre van a existir compensaciones, porque el cuerpo tiende al equilibrio para generar el menor gasto energético. A través del FMS, buscamos evidenciar esos déficits, muchas veces causa, y otras, consecuencia, de la falta de funcionalidad (incluyendo dentro de esta variable, la flexibilidad, fuerza, estabilidad, y movilidad en su conjunto).

El objetivo principal y original del trabajo de investigación era evaluar el cambio en el resultado del FMS a partir de ejercicios respiratorios diafragmáticos en futbolistas jóvenes (entre 18 y 26 años) que estén en actividad, en el año 2023

. Podemos decir que, en base a los resultados obtenidos, se produjeron cambios -positivos- en casi todos ellos. El sistema respiratorio es indivisible del resto de los sistemas del cuerpo humano. Es probable que, ya desde un punto de vista anatómico a través de las inserciones diafragmáticas, una estimulación de su contracción y relajación durante los ciclos propuestos, permita mejorar las cualidades planteadas durante el trabajo. 29 de 30 jugadores mejoraron su puntaje final de FMS, y ese único jugador que no lo logró aumentar (número 27), sufría problemas respiratorios (asma) y manifestó inhalar su medicamento previo a la realización de la misma. Dentro de la muestra, hubo otro jugador amateur, con asma, pero mejoró en 1 punto su puntaje final (patrón de movimiento de estabilidad de tronco, el jugador número 29). Como autocrítica, o como futura oportunidad de investigación, podría realizarse una nueva investigación, estableciendo como criterio de eliminación a aquellos jugadores con problemas respiratorios de base, para intentar homogeneizar la muestra. En el caso de ellos 2, esta patología se puede evidenciar en los tiempos de apnea (Tabla N°2), obteniendo valores más bajos que la mayoría de los jugadores.

Otro apartado importante a mencionar, es el componente emocional. El diafragma abdominal, como el resto de los diafragmas corporales, son zonas de transición de una estructura a otra, y en ellos, muchas veces, se anclan emociones. Durante el trabajo de campo, se evidenciaron jugadores que (bajo condiciones óptimas de lugares cerrados, en soledad, y tranquilidad) han realizado liberaciones somato- emocionales perceptibles como el llanto o la risa durante y post ejercicio. Aquellos jugadores que manifestaron (sin relevar estos datos de forma intencional con el total de la muestra poblacional) estar bajo tratamiento psicológico, o sufriendo ataques de ansiedad/pánico (jugadores número 19, 21 y 29), se vieron notablemente incómodos al momento de realizar los ejercicios respiratorios, pero pudieron

completarlos con éxito. Sería interesante lograr una investigación objetiva en profundidad, del nivel de injerencia de este componente en la performance deportiva.

Los jugadores profesionales, tuvieron un promedio de puntaje en el primer test FMS, de 14,64, y 17,36 en el segundo, mientras que los amateurs por su parte, un promedio de 14,75 en el primero, y 16,69 en el segundo (Gráfico N°10). Esto nos da una variación de un test a otro, en el caso de los profesionales de un 12,93% más, y en los amateurs de un 9,23% más (ninguno de los dos grupos disminuyó). Si bien estos datos marcan una tendencia real y objetiva, (que los profesionales mejoran más su promedio de puntaje en el test de FMS tras los ejercicios del método Wim Hof con respecto a los amateurs), los valores no son del todo confiables, debido a la variación existente entre los puntajes obtenidos por cada unidad de análisis. Lo mismo sucede con los tiempos de apnea (Tabla N°2).

Según el estudio de Schneiders⁵², que habla acerca de la media en cuanto a puntuación final del test según el sexo, en jóvenes activos, llega a $15,8 \pm 1,8$ puntos. Teyhen y colaboradores⁵³, encontraron puntuaciones parecidas ($16,2 \pm 2,2$ puntos) pero en una población militar. Tanto algunas investigaciones como la de Kiesel⁵⁴, encontraron durante una pretemporada de fútbol americano, que los jugadores que sacaban ≤ 14 puntos tenían un riesgo de lesión 11,7 veces mayor al resto. Teniendo en cuenta estos valores como referencia, podemos decir que los jugadores de la muestra, en un primer test, se encuentran dentro de los valores “normales” en su mayoría, si vemos los promedios de tanto amateurs como profesionales. Con los ejercicios respiratorios, vemos una mejora del puntaje que les permite a ambos grupos, posicionarse encima de la media encontrada en la búsqueda bibliográfica. Confiando en el valor predictivo lesional del test FMS, podríamos inferir que esta técnica respiratoria tendría un rol preventivo para los jugadores, posicionándolos por encima del punto de corte mínimo encontrado en la búsqueda de antecedentes (14), como puntaje límite para establecer el aumento del riesgo lesional, y caracterizándolos como “funcionales” a nivel respiratorio.

En última instancia, me propuse ver qué sucedía con cada patrón de movimiento en particular (Gráfico N°13-19).

Con un análisis puramente cuantitativo, podemos decir que encontramos los principales cambios en el puntaje final (diferente a los puntajes parciales de cada miembro) en los test de elevación de la pierna recta (70%), estocada en línea (56,66%), y en menor medida estabilidad de tronco y movilidad de hombro (30% cada uno de ellos). Según Gray Cook en su libro “Movement”: “...la evaluación de movimiento requiere que el cliente demuestre el trabajo simultáneo de múltiples articulaciones con rangos normales. Así la evaluación obtiene la compensación. **Si un segmento no está contribuyendo al patrón de movimiento, otro segmento debe dejar de lado algún grado de estabilidad o demostrar movilidad excesiva para completar el patrón por completo. Esto causa un obvio deterioro de la calidad del patrón de movimiento, y de esta forma es capturado por el test**”.⁵⁵

Por otro lado, en el mismo libro, Cook determina que la sentadilla, el paso con obstáculo y la estocada en línea, son considerados por él como los “tres grandes”, mientras que los otros cuatro, como los “pequeños cuatro”. Esto es debido a que, problemas en estos últimos cuatro tests, pueden producir compensación en los tres grandes, en algún grado. De esta forma marca

a los pequeños cuatro como “fundamentales”, y a los “tres grandes” como funcionales. Recomienda siempre trabajar primero con los pequeños cuatro, para luego ir a abordar los otros patrones de movimiento.

A sabiendas de lo recientemente expresado, podemos ver como principalmente obtuvimos mejoras más marcadas, con la respiración de Wim Hof, en tres de los cuatro pequeños, y tan sólo en uno de los tres grandes. Desde mi propio análisis, creo que es algo esperable, porque al poner en evidencia los patrones de los 3 grandes, se ponen en juego todas las cualidades al mismo tiempo, mientras que, en movimientos como la elevación de la pierna recta y la movilidad de hombro, prevalecen solo los factores de movilidad y flexibilidad, y en el de estabilidad de tronco, como lo indica su nombre, el factor estabilidad. Estos últimos, son “fundamentales”, para poder lograr patrones de movimientos más complejos, como una sentadilla, con la mejor calidad de movimiento.

51 François R., Sallé JL. Tratado de Osteopatía. Ed. Médica Panamericana, 2003.

52 Schneiders AG, Davidsson A, Horman E, et al. Functional movement screen normative values in a young, active population. Int J Sports Phys Ther. 2011.

53 Teyhen DS, Shaffer SW, Butler RJ, et al. What Risk Factors Are Associated With Musculoskeletal Injury in US Army Rangers? A Prospective, 2015.

54 Kiesel KB, Butler RJ, Plisky PJ. Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in American football players. J Sport Rehabil. 2014

55 libro de Grey cook

Conclusión

La hipótesis planteada en el comienzo de la tesis, se corrobora, y evidencia una relación positiva directa, entre la realización de los ejercicios respiratorios de Wim Hof, y la variación del puntaje FMS.

Por este motivo, de acuerdo a los datos obtenidos, se plantean nuevos interrogantes, para poder seguir indagando en futuras investigaciones sobre el fútbol, la performance deportiva, y la respiración:

- 1) ¿Cuánto tiempo se mantienen los cambios positivos generados tras los ejercicios respiratorios para cada jugador?
- 2) ¿Influye la cantidad de rondas de respiraciones con el método Wim Hof en el puntaje final del test FMS?
- 3) ¿Qué tanto valor objetivo adquiere el sistema límbico/emocional para la performance deportiva?
- 4) ¿Sería efectivo realizar un abordaje directo/indirecto del diafragma con cualquier técnica (manual/respiraciones/etc.) durante, pre, y/o post competición?
- 5) ¿El proceso de mejora en el puntaje final de la funcionalidad del movimiento, es a partir de la técnica de Wim Hof, o de cualquier abordaje que permita el deslizamiento del diafragma en todos sus parámetros?
- 6) ¿El puntaje del FMS se incrementa sólo en este grupo poblacional o en todo aquel que realice las respiraciones de Wim Hof?
- 7) ¿Por qué no se suele incluir dentro de la planificación de entrenamiento del fútbol al sistema respiratorio de forma directa, si termina influyendo directamente en el desempeño?
- 8) ¿Qué tanta influencia tienen los aspectos constitutivos de los jugadores evaluados (sexo, edad, altura, etc.) en los puntajes obtenidos?
- 9) ¿Seguiría corroborándose la tesis con una muestra poblacional más grande? Por último, y de acuerdo con lo obtenido durante la investigación a modo de cierre, propondría el método Wim Hof, como protocolo efectivo de entrenamiento de los jugadores de fútbol amateur y profesionales, para intervenir en la prevención de lesiones y en la mejora funcional de los mismos.

Bibliografía

Whiteside D, Deneweth JM, Pohorence MA, et al. Grading the Functional Movement Screen: A Comparison of Manual (Real-Time) and Objective Methods. J Strength Cond Res. 2016.

* Chaitow, L., Functional movement and breathing dysfunction, Journal of Bodywork & Movement Therapies, 2014.

* Bradley H, Esformes J. Breathing pattern disorders and functional movement. Int J Sports Phys Ther. 2014.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. Metodología de la investigación (6a. ed.), 2014

55

J Appl Physiol, 2000

* Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance

in trained cyclists. J Sports Sci. 2002.

* Holm P, Sattler A, Fregosi RF. Endurance training of respiratory muscles improves cycling performance in fit young cyclists. BMC Physiol. 2004

* McMahon ME, Boutellier U, Smith RM, et al. Hyperpnea training attenuates peripheral chemosensitivity

and improves cycling endurance. J Exp Biol. 2002.

* Teyhen DS, Riebel MA, McArthur DR, et al. Normative data and the influence of age and gender on

power, balance, flexibility, and functional movement in healthy service members. Mil Med. 2014.

* Kiesel K, Plisky PJ, Voight ML. Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a

Preseason Functional Movement Screen? N Am J Sports Phys Ther. 2007.

* Schneiders AG, Davidsson A, Horman E, et al. Functional movement screen normative values in a

young, active population. Int J Sports Phys Ther. 2011.

* Teyhen DS, Shaffer SW, Butler RJ, et al. What Risk Factors Are Associated With Musculoskeletal

Injury in US Army Rangers? A Prospective, 2015.

- * Butler RJ, Contreras M, Burton LC, et al. Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work*. 2013.
 - * Chorba RS, Chorba DJ, Bouillon LE, et al. Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *N Am J Sports Phys Ther*. 2010.
 - * Kiesel KB, Butler RJ, Plisky PJ. Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. *J Sport Rehabil*. 2014.
 - * Letafatkar A, Hadadnezhad M, Shojaedin S, et al. Relationship between functional movement screening score and history of injury. *Int J Sports Phys Ther*. 2014.
 - * Wieczorkowski WP. Functional movement screen as a predictor of injury in high school basketball athletes. Department of Exercise Science. Vol M.S.: University of Toledo; 2010.
 - * Bonazza NA, Smuin D, Onks CA, et al. Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen: A Systematic Review and Metaanalysis. *Am J Sports Med*. 2016.
 - * Bushman TT, Grier TL, Canham-Chervak MC, et al. Pain on Functional Movement Screen Tests and Injury Risk. *J Strength Cond Res*. 2015; 29 Suppl 11:S65-70.
 - * Sorenson E. Functional movement screen as a predictor of injury in high school basketball athletes. Department of Human Physiology. Vol Ph.D. University of Oregon, 2009.
 - * Warren M, Smith CA, Chimera NJ. Association of the Functional Movement Screen with injuries in division I athletes. *J Sport Rehabil*. 2015.
 - * O'Connor FG, Deuster PA, Davis J, et al. Functional movement screening: predicting injuries in officer candidates. *Med Sci Sports Exerc*. 2011
 - * Kazman JB, Galecki JM, Lisman P, et al. Factor structure of the functional movement screen in marine officer candidates. *J Strength Cond Res*. 2014.
 - * Frost DM, Beach TA, Callaghan JP, et al. FMS scores change with performers' knowledge of the grading criteria - Are general whole-body movement screens capturing "dysfunction"? *J Strength Cond Res*. 2013.
 - * Frost DM, Beach TA, Campbell TL, et al. An appraisal of the Functional Movement Screen grading criteria--Is the composite score sensitive to risky movement behavior? *Phys Ther Sport*. 2015
- Andrew Taylor Still. *The Philosophy and Mechanical Principles of Osteopathy* Ed. Hudson-Kimberly, 1902.
- * François R., Sallé JL. *Tratado de Osteopatía*. Ed. Médica Panamericana, 2003.
 - * Cook G., *Movement: Functional Movement Systems: Screening, Assessment, and Corrective Strategies*, 2010.

- * Latarjet M. y Ruíz Liard A. Anatomía Humana. Editorial Médica Panamericana. Barcelona,1993.
- * Kapandji I. A. Fisiología Articular. Tomo 3. Madrid: Panamericana. 6ª Edición. 2007.
- * Blandine Calais - Germain. La respiración - Anatomía para el movimiento, tomo IV Editorial La Liebre de Marzo, 2007.
- * Cook G, Burton L, Hogenboom B. The use of fundamental movements as an assessment of function- Part 1. NAJSPT. 2006;1:62-72.
- * Cook G, Burton L, Hogenboom B. Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function - Part 2. NAJSPT. 2006;1:132-139.
- * Anstee L, Docherty C, Gansneder B, Shultz S. Inter-tester and intra-tester reliability of the Functional Movement Screen Paper presented at: National Athletic Training Association National Convention,2003; St. Louis, MO.
- * Foran B. High Performance Sports Conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics; 2001.
- * Cook E. Athletic Body Balance. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
- * Isabelle Hof; The Wim Hof Method Explained; 2015.
- * Mandigers & Van Straaten-Huygen, Anatomie en fysiologie, 2004. p.290-316
- * Kox M., van Eijk, L. T., Zwaag, et al, Voluntary activation of the sympathetic nervous system and attenuation of the innate immune response in humans, Proceedings of the National Academy of Sciences, 2014.
- * Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, Philadelphia, Elsevier, 2016.
- * Lucía, Carvajal, Calderon, Alfonso y Chicharro, Breathing pattern in highly competitive cyclists during incremental exercise,1999.
- * Johnson BD, Saupe KW, Dempsey JA. Mechanical constraints on exercise hyperpnea in endurance athletes. J Appl Physiol. 1992
- * Harms CA, Wetter TJ, McClaran SR, et al. Effects of respiratory muscle work on cardiac output and its distribution during maximal exercise. J Appl Physiol,1998.
- * Sheel AW, Derchak PA, Morgan BJ, et al. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in resting leg blood flow in humans. J Physiol. 2001.
- * Dempsey JA, Romer L, Rodman J, et al. Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. Respir Physiol Neurobiol. 2006.
- * Johnson BD, Aaron EA, Babcock MA, et al. Respiratory muscle fatigue during exercise: implications for performance. Med Sci Sports Exerc. 1996
- * Stendardi L, Grazzini M, Gigliotti F, Lotti P, Scano G. Dyspnea and leg effort during exercise. RespirMed. 2005

