

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
FACULTAD DE MEDICINA
TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA



Análisis de la función respiratoria y las cadenas musculares y su correlación con el equilibrio en jugadores de baloncesto: un estudio transversal.

AUTOR: DELTELL REQUENA, NOELIA.

Nº expediente: 1636.

TUTOR: SILVANA LOANA DE OLIVEIRA SOUZA

COTUTOR: GEMA CONCEPCIÓN MAS PENALVA.

Departamento y Área: PATOLOGÍA Y CIRUGÍA. ÁREA DE FISIOTERAPIA.

Curso académico 2018 - 2019

Convocatoria de Junio

ÍNDICE

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	1
2. INTRODUCCIÓN, HIPÓTESIS DEL TRABAJO Y OBJETIVOS	
2.1. Introducción.....	3
2.2. Hipótesis del trabajo.....	5
2.3. Objetivos.....	5
3. MATERIAL Y MÉTODOS	
3.1. Diseño del estudio.....	6
3.2. Ámbito del estudio y período.....	6
3.3. Sujetos.....	6
3.4. Variables.....	7
3.5. Instrumentos y procedimientos de medición.....	7
3.6. Análisis de las variables.....	12
4. RESULTADOS	
4.1. Características generales de los sujetos.....	13
4.2. Relación entre variables respiratorias y equilibrio.....	13
4.3. Relación entre cadenas musculares y equilibrio.....	14
5. DISCUSIÓN.....	16
6. CONCLUSIONES.....	19
7. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS.....	20
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.

Introducción: El equilibrio corporal es una variable fundamental para jugadores de baloncesto. Es requerido para responder de forma eficiente al cambio postural y para realizar de forma correcta los tiros libres. Diversos son los factores que pueden influyen en el equilibrio, entre ellos, biomecánica respiratoria y las cadenas musculares.

Objetivos: Describir las características de la biomecánica respiratoria y determinar los tipos de cadenas musculares de una muestra de jugadores de baloncesto y examinar si existe relación con el equilibrio, medido con el Y Balance Test.

Material y métodos: Estudio observacional, de corte transversal, con una muestra de 12 jugadores de baloncesto (media de edad $25,0 \pm 5,13$). El equilibrio dinámico fue medido a través del Y Balance Test, siguiendo los protocolos establecidos. Las variables de la biomecánica respiratoria fueron evaluadas por medio de vídeo y las cadenas musculares mediante registro fotográfico. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS versión 22.0. Se analizaron estadísticos descriptivos, correlaciones bivariadas mediante el coeficiente de correlación de Pearson y análisis de varianza (ANOVA).

Resultados: Se evidenció correlación significativa e inversa entre la puntuación del Composite Score del MID del Y Balance Test y la frecuencia respiratoria ($r = -0,642$; $p = 0.025$). También se observaron diferencia de medias significativa entre la puntuación del Composite Score del MID del Y Balance Test y el tipo de cadena muscular predominante ($p = 0.031$). En contraposición, no se observaron relaciones significativas ($p > 0.05$) entre el Y Balance Test con el tipo de patrón respiratorio ni con el tipo de cadena relacional.

Conclusión: La puntuación del Composite Score del MID del Y Balance Test se relaciona con la frecuencia respiratoria y la cadena muscular predominante de nuestra muestra de jugadores de baloncesto.

Palabras clave: equilibrio postural, biomecánica respiratoria, baloncesto, cadenas musculares.

ABSTRACT

Introduction: Body balance is a fundamental variable for basketball players. It is required to respond efficiently to the postural change and to perform the free throws correctly. There are several factors that can influence the balance, among them, respiratory biomechanics and muscular chains.

Objectives: Describe the characteristics of respiratory biomechanics and determine the types of muscle chains of a sample of basketball players and examine whether there is a relationship with balance, measures with the Y Balance Test.

Material and methods: Observational, cross-sectional study, with a sample of 12 basketball players (mean age 25.0 ± 5.13). The dynamic balance was measured through the Y Balance Test, following established protocols. Respiratory biomechanics variables were evaluated with means by video and muscular chains through photographic record. The statistical package IBM SPSS version 22.0 was used to analyze the data. We analyzed descriptive statistics, bivariate correlations using the Pearson's correlation coefficient and analysis of variance (ANOVA).

Results: There was a significant and inverse correlation between the Composite Score LRL of the Y Balance Test and the respiratory frequency ($r = -0.642$, $p = 0.025$). We also observed a significant difference between the Composite Score of the LRL of the Y Balance Test and the predominant muscular chain type ($p = 0.031$). In contrast, no significant relationships ($p > 0.05$) were observed between the Y Balance Test with the type of respiratory pattern or with the type of relational chain.

Conclusion: The Composite Score of the LRL of the Y Balance Test is related to the respiratory frequency and the predominant muscular chain of our sample of basketball players.

Key-words: postural balance, respiratory biomechanics, basketball, muscular chains.

2. INTRODUCCIÓN, HIPÓTESIS DEL TRABAJO Y OBJETIVOS.

2.1. INTRODUCCIÓN.

El equilibrio, también conocido como control postural, puede ser definido como la habilidad de mantener una base de soporte con el mínimo movimiento de forma estática y, de forma dinámica, como la habilidad de realizar un movimiento mientras se mantiene una posición estable (Bressel E et al., 2007). Tener equilibrio es importante para poder mantener una posición estable, pero también para reducir las posibles lesiones que puedan aparecer por la falta del mismo (Butler RJ et al., 2013).

La forma en que el sistema nervioso regula el aparato locomotor para asegurar el control postural en bipedestación y para controlar la posición del cuerpo exige la producción y coordinación de la alineación del cuerpo, el tono muscular y el tono postural (Shumway-Cook A et al., 1995), entre otras. Para el mantenimiento del equilibrio es necesario que la proyección al suelo del centro de gravedad se mantenga en el interior de la base de sustentación. En cuanto al equilibrio durante los distintos movimientos de tronco o extremidades, es necesario que el movimiento voluntario vaya precedido de un movimiento contrario y anticipado que traslade la proyección al suelo del centro de gravedad dentro de la nueva base de sustentación que pretende utilizar (Horak FB et al., 1994).

El equilibrio corporal es una variable fundamental para muchos deportistas. En concreto, para los jugadores de baloncesto, es necesario que puedan responder de forma eficiente en todas las situaciones de cambio, que se requieren de forma constante, durante el juego (Struzik A et al., 2015). También es imprescindible para poder realizar de forma correcta los tiros libres, pues el éxito en este tipo de tiros solo se puede lograr a través de una variedad de combinaciones y de configuraciones posturales que permitan una correcta trayectoria del movimiento (Verhoeven FM, Newell KM, 2016).

La literatura reporta infinidad de factores que pueden alterar al equilibrio, desde características musculares hasta capacidades cognitivas. Entre estos aspectos, las cadenas musculares y la biomecánica respiratoria parecen jugar un papel importante en el mantenimiento del equilibrio.

Actualmente el concepto de cadenas musculares se está asentando de forma sólida en la comunidad científica, aunque todavía se centra en la descripción anatómica más tradicional, basada en un modelo

de movimiento más biomecánico. En el modelo convencional se encuentra la “teoría de músculos aislados”, en la que los músculos no presentan una transmisión continua con los músculos vecinos (Myers TW, 2010).

Los sistemas más globalistas u holísticos se analizan desde la teoría del caos y sus fractales (Romanelli L, 2006). Esta teoría trata los sistemas complejos y dinámicos como comportamientos inesperados, pues debido a factores externos no siguen el comportamiento que deberían seguir. De este comportamiento se observan propiedades que describen las interacciones orgánicas corporales tales como la tensegridad.

La tensegridad a nivel macroorgánico se produce entre los huesos, que actúan como componentes comprimidos, y las fascias, que actúan como componentes que traccionan los mismos (Ingber DE, 2008). Este equilibrio entre huesos y fascias es clave para que el cuerpo se mantenga erguido (Myers TW, 2010).

Varios son los autores que han aportado avances a esta visión más global del cuerpo humano. François Mezières fue la primera en introducir los conceptos de globalidad, tonicidad y cadena muscular (Goussard J, 1987). Piret y Béziers introdujeron los conceptos de cadena articular, de unidad motriz y de la coordinación entre ambos (Campignon P, 2001). Finalmente, Godelive Denys-Struyf englobó todos los conceptos anteriores creando un método global de kinesiterapia y de enfoque comportamental, de prevención, de tratamiento y mantenimiento basado en la comprensión del terreno, organizado en cadenas de tensión miofascial (Campignon P, 2001).

Diversos son los estudios que relacionan el equilibrio con la biomecánica respiratoria. Cabe destacar que la respiración se lleva a cabo mediante el aparato respiratorio, donde destaca la estructura muscular del diafragma. El diafragma es la barrera física que separa la cavidad torácica de la cavidad abdominal y también es el músculo primario de la ventilación (Snell RS, 2008). Además, cumple otras funciones para la función cardíaca, el retorno venoso y el linfático, las funciones gastroesofágicas, la regulación de los estados emocionales y el umbral del dolor. Así mismo, tiene propiedades relacionadas con el mantenimiento de la estabilidad lumbar y el equilibrio (Kocjan J, et al., 2017).

El correcto movimiento del diafragma también influirá en aspectos como la movilidad torácica (Lanza FdeC, et al., 2013). Cuanto mayor sea el movimiento inspiratorio, el movimiento del diafragma durante la respiración en reposo y durante la profunda, mejores serán los parámetros de equilibrio (Kocjan J, et al., 2018).

Sin embargo, el desarrollo pulmonar y los volúmenes pulmonares también se verán alterados por el tipo de deporte, la intensidad y dureza del mismo, así como la duración y frecuencia de la realización de dicho deporte (Lazovic B, et al., 2015).

2.2. HIPÓTESIS DEL TRABAJO.

- Los jugadores con menor frecuencia respiratoria y patrón respiratorio de tipo diafragmático presentan mejores puntuaciones en el test de equilibrio (Y Balance Test).
- Tener una cadena muscular predominante de tipo PA-AP supone mejores puntuaciones en el test de equilibrio (Y Balance Test).

2.3. OBJETIVOS.

Los objetivos del estudio son:

- Conocer y describir las características de la biomecánica respiratoria de una muestra de jugadores de baloncesto, así como determinar los tipos de cadenas musculares presentes en estos jugadores.
- Examinar si existe relación entre el equilibrio, medido a través del Y Balance Test, y los parámetros tanto de biomecánica respiratoria, como de tipo de cadena cinética predominante.

3. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO.

Se ha realizado un estudio observacional transversal con una muestra de jugadores de baloncesto con el fin de responder al objetivo de nuestro estudio: observar la relación entre las variables de biomecánica respiratoria y cadenas musculares y el equilibrio de dichos sujetos.

3.2. ÁMBITO DEL ESTUDIO Y PERÍODO.

El ámbito de estudio quedó localizado dentro del Campo de deportes La Magdalena de Novelda (Alicante). En este campo de deportes se practican los entrenamientos y partidos oficiales del Club de Baloncesto Jorge Juan.

Las instalaciones disponen de una pequeña casa con dos plantas donde guardar los materiales de los entrenamientos, los equipajes, los recursos informáticos de cada entrenador, etcétera.

El estudio se realizó en la planta baja de la casa, reacondicionada para las pruebas del estudio en el período de tiempo comprendido entre el 9 de Abril y el 17 de Abril de 2019.

3.3. SUJETOS.

La población de referencia fueron los miembros del equipo sénior de baloncesto del club Jorge Juan de Novelda. Los deportistas que fueron incluidos en nuestro estudio debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Ser jugador del equipo sénior.
- Tener entre 20 y 40 años de edad.
- No haber jugado ni entrenado en las horas previas a la medición.

Criterios de exclusión:

- Ser fumador habitual.
- Estar lesionado en el momento de la medición.

- Sufrir patologías respiratorias en el momento de la medición o haberlas sufrido en un período menor de un mes cercano a la medición.

La fase de reclutamiento se realizó con ayuda del entrenador del equipo, quién reunió a los jugadores y les invitó a participar en el estudio. Aquellos que dieron su aprobación, fueron citados día y hora para tomar las mediciones. A todos se les garantizó la confidencialidad que dispone la ley Orgánica 15/1999 del 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal. (Figura 1. Consentimiento informado.)

En total, 12 sujetos fueron seleccionados para el estudio, siendo todos los participantes hombres. La información necesaria para saber si cumplían los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo mediante la hoja de recogida de datos. (Figura 2. Hoja recogida de datos del paciente 1.; Figura 3. Hoja recogida de datos del paciente 2.)

Aquellos jugadores que participaron dispusieron de una hoja informativa acerca de los procedimientos y mediciones que se les iba a realizar en el estudio. (Figura 4. Hoja de información al participante.)

3.4. VARIABLES.

Las variables incluidas en nuestro estudio fueron:

- Variables relativas a los sujetos.
- Variables relativas a la cadena muscular predominante.
- Variables relativas al equilibrio.
- Variables relativas a la biomecánica respiratoria.

3.5. INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN.

3.5.1. Instrumentos de medición.

Para llevar a cabo las mediciones relativas a nuestro estudio utilizamos los siguientes instrumentos:

- Papel cuadriculado.

- Cinta métrica de 3 metros de longitud.
- Nivel burbuja.
- Bolas reflectantes.
- Cinta adhesiva de doble cara.
- Taburete giratorio sin respaldo.
- Cámara fotográfica Casio Exilim EX-ZR700 de 16.1 megapíxeles y un zoom óptico de x18.
- Trípode.
- Cinta de costura de 2 metros de largo.
- Kit Y Balance Test.
- Balanza digital con un rango de 0 a 150 kilogramos y 100 gramos de graduación.

3.5.2. Preparación de la sala de mediciones.

El papel cuadriculado fue pegado con cinta adhesiva de doble cara en una de las paredes de la sala. Para asegurarnos de que estaba correctamente posicionado utilizamos el nivel de burbuja.

Con la ayuda de una cinta métrica pegamos una de las bolas reflectantes en el suelo, a 50 centímetros de distancia de la pared en la que estaba el papel cuadriculado. En ese punto posicionamos el taburete giratorio sin respaldo, haciendo coincidir el centro del taburete en la bola reflectante.

Otra segunda bola reflectante fue pegada en el suelo a 2 metros y medio de distancia de la bola anterior. En ese punto fue posicionado el trípode y la cámara fotográfica. (Figura 5. Disposición materiales.)

El kit Y Balance Test fue dispuesto en un espacio de 2 metros cuadrados al otro lado de la sala. El kit se compone de una base central rectangular de plástico, tres tubos numerados y tres bloques rectangulares de plástico. La base central rectangular posee en una de sus caras una línea roja que va a marcar donde se posiciona el pie. Los tres tubos irán insertados en la base de forma que uno esté en la cara anterior y los restantes, de forma diagonal, hacia posterior en las caras laterales. Los otros tres bloques rectangulares de plástico irán insertados uno en cada tubo.

Por último, en otro rincón, establecimos la balanza digital con tal de poder pesar a los jugadores y saber su peso corporal exacto.

3.5.3. Procedimiento de las mediciones.

Los sujetos fueron citados individualmente a lo largo de tres días. Se estimó una media de 35 minutos por jugador con tal de poder realizar las mediciones de una forma correcta, tranquila y sin interrupciones.

A todos los sujetos se les solicitó el uso mínimo de ropa, en nuestro caso, un pantalón corto.

La sala donde se tomó el registro cumplía con una temperatura agradable, buena iluminación y una privacidad suficiente para respetar la intimidad de los sujetos.

En primer lugar, los jugadores leyeron la hoja de información al paciente y firmaron el consentimiento informado. Una vez hecho esto, cumplimentaron la hoja de recogida de datos.

A pesar de que todos ellos conocían su talla y peso, quisimos reevaluar estos datos. Para conocer su talla colocamos al paciente descalzo pegado al papel cuadriculado de la pared. Una vez en la posición, hicimos una pequeña marca en el papel justo por encima de la cabeza. Efectuada la marca, se pedía al sujeto que se retirase y se medía con la cinta métrica desde el suelo hasta la marca. Seguidamente, se pedía al paciente que subiera a la balanza para anotar su peso.

Completada la información necesaria por parte de los jugadores, procedimos a realizar las mediciones.

En primer lugar, tomamos tres fotografías al jugador frente al papel cuadriculado. Los pies debían quedar alineados por detrás de la bola reflectante del suelo. Las fotografías fueron tomadas desde un plano frontal anterior (Figura 6. Plano frontal anterior.), un plano frontal posterior (Figura 7. Plano frontal posterior.) y un plano sagital (Figura 8. Plano sagital.).

Basándonos en la bibliografía utilizada (Campignon P, 2001) y en la observación de las fotografías clasificamos a los jugadores según su cadena muscular predominante:

- Cadena Antero-Medial (AM): aquellos que presentaban rodillas en flexión, sacro vertical, la espalda en cifosis y la cabeza basculada hacia delante.
- Cadena Postero-Medial (PM): aquellos con las rodillas en recurvatum, sacro horizontal, dorso plano y cabeza basculada hacia atrás.
- Cadena Postero-Anterior (PA): la columna en su totalidad está erguida y el tórax mantenido en posición inspiratoria.
- Cadena Antero-Posterior (AP): la masa pélvica se anteproyecta y se apoya sobre los psoas ilíacos, la masa torácica se aplasta en espiración en el centro frénico y la masa cefálica se anteproyecta.

Estas dos últimas cadenas trabajan de forma conjunta, activándose y desactivándose de forma rítmica para permitir el movimiento de lordosis cervical y lumbar durante la inspiración y la espiración.

Una vez clasificados en la cadena cinética predominante, los clasificamos según su cadena relacional.

Estas cadenas son las que rigen en el eje horizontal, mientras que las anteriores rigen en el eje vertical.

Los puntos observados en cada cadena fueron:

- Cadena Postero-Lateral (PL): las rodillas están en varum y las coxofemorales en abducción, extensión y rotación externa.
- Cadena Antero-Lateral (AL): las caderas estarán en flexión y rotación interna llevándolas a valgo. Los miembros superiores están replegados, con hombros en rotación interna.

Terminado este punto, pedimos al jugador que tomara asiento en el taburete delante del papel cuadriculado con los pies totalmente apoyados en el suelo y los brazos estirados alrededor del cuerpo.

Le explicamos que íbamos a grabar su respiración durante 1 minuto y medio, tanto en el plano sagital derecho como en el plano sagital izquierdo.

A cada jugador, antes de realizar el vídeo, se le pusieron bolas reflectantes pegadas al cuerpo a nivel de apófisis xifoides y supraumbilical, con el objetivo de facilitar el posterior análisis del vídeo.

Realizadas las grabaciones, tomamos la cirtimetría de cada uno de ellos. Sentados, en la misma posición que en los vídeos, les pedimos una inspiración profunda y una espiración total. Con la ayuda

de la cinta de costura medimos el perímetro a nivel abdominal, xifoideo y axilar en reposo. Posteriormente, medimos el perímetro en el momento de inspiración máxima. Por último, medimos el perímetro en el momento de espiración total.

Mediante la observación del vídeo y el resultado de la cirtometría obtuvimos la frecuencia respiratoria de cada uno de los jugadores y el tipo de patrón respiratorio.

Terminada esta parte, el jugador realizó la prueba Y Balance Test, un test simple usado para medir el equilibrio dinámico. En el YBT se le pide al jugador que se equilibre sobre una pierna al mismo tiempo que, con la otra, intenta alcanzar la máxima distancia posible en 3 direcciones diferentes y separadas: anterior, posterolateral y posteromedial (Chimera NJ, et al., 2015). Cada dirección cuenta con un total de 3 mediciones del pie derecho y 3 mediciones del pie izquierdo siendo el orden de realización el siguiente: derecho anterior, izquierda anterior, derecho posteromedial, izquierda posteromedial, derecho posterolateral e izquierdo posterolateral.

Al realizar el test el pie debía estar por detrás de la línea roja y las manos colocadas en sus caderas. Al alcanzar la máxima distancia no debía separar el talón de la base y, al volver a la posición vertical inicial, no podía tocar el suelo ni desequilibrarse.

La distancia alcanzada era apuntada y el bloque era devuelto al punto de partida con tal de poder realizar una nueva medición. Este procedimiento era repetido con medición y dirección.

Terminado el test, medimos y apuntamos la distancia entre la cresta ilíaca antero-superior y el borde inferior del maléolo interno de la pierna derecha del jugador. Con los datos registrado,s calculamos el rendimiento de la prueba mediante las siguientes ecuaciones (Shaffer SW, et al., 2013):

- Distancia de alcance absoluta (centímetros): $(\text{Alcance 1} + \text{Alcance 2} + \text{Alcance 3}) / 3$.
- Composite Score (%): $(\text{Suma de las 3 direcciones de alcance} / (3 \times \text{longitud miembro inferior derecho})) \times 100$.

Gracias a este test podemos medir la fuerza, la estabilidad y el equilibrio en varias direcciones de los deportistas (Chimera NJ, et al., 2015), teniendo cada deporte y población un punto de corte distinto en

sus resultados para predecir un riesgo de lesión en el miembro inferior (Plisky PJ, et al., 2006; Butler RJ, et al., 2013).

Toda la información fue recopilada mediante una hoja de recogida de datos del fisioterapeuta. (Figura 9. Hoja recogida de datos del fisioterapeuta 1.; Figura 10. Hoja recogida de datos del fisioterapeuta 2.)

3.6. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES.

Se construyó una base de datos utilizando el paquete estadístico SPSS para la introducción de los datos ya recogidos y su posterior análisis.

Algunas de las variables pasaron por un proceso de recodificación al ser introducidas. Las cadenas musculares fueron transformadas a valores numéricos, siendo cada valor el representativo a un tipo de cadena. De la misma forma, transformamos en valores los tipos de patrón respiratorio.

Se utilizaron estadísticos descriptivos de tendencia central (medias y desviaciones típicas), así como frecuencias relativas y absolutas. Para analizar la relación entre variables respiratorias y las puntuaciones del Y Balance Test (Composite Score), se utilizaron por un lado, una comparación de medias para muestras independientes, a través de la t de Student, y, por otro lado, correlaciones bivariadas, a través del coeficiente de correlación de Pearson. Finalmente, para examinar la relación entre el tipo de cadena muscular y las puntuaciones del Y Balance Test (Composite Score), también se utilizó una comparación de medias para muestras independientes, con el estadístico t de Student.

4. RESULTADOS.

4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUJETOS.

La Tabla resultados 1 refleja la media y desviación estándar para las variables demográficas y antropométricas de los sujetos del estudio. (Tabla 1. Descripción de los participantes.)

También refleja las variables respiratorias: el tipo de patrón respiratorio está representado en frecuencia y porcentaje válido, mientras que la frecuencia respiratoria, al ser una variable cuantitativa, se refleja en media y desviación estándar. Observamos que ninguno de los jugadores presenta un tipo diafragmático, sino que un 58.3% posee un patrón torácico y un 41.7% muestra un patrón mixto.

Además, esta tabla presenta las frecuencias y porcentajes válidos para cada tipo de cadena muscular predominante y relacional, siendo las cadenas postero-anterior – antero-posterior (PA-AP) en cuanto a cadena predominante con un 75%, y la cadena antero-lateral – postero-lateral (AL-PL) en cuanto a cadena relacional con un 41.7% con mayor predominancia.

En último lugar, observamos las medias y desviaciones estándar para los resultados del Y Balance Test, representados como el “Composite Score”. Se puede observar que los sujetos presentaron valores muy similares para los 3 scores (derecho, izquierdo y total), aunque fue ligeramente superior el score del lado derecho.

4.2. RELACIÓN ENTRE VARIABLES RESPIRATORIAS Y EQUILIBRIO.

La Tabla resultados 2 representa los resultados obtenidos del análisis de la relación entre las variables respiratorias y el equilibrio. (Tabla 2. Relación entre variables respiratorias y equilibrio.)

El equilibrio (variable cuantitativa) y el patrón respiratorio (variable cualitativa) han sido analizados mediante una comparación de medias, con sus desviaciones estándar correspondientes. En dicha comparación observamos que los sujetos con patrón torácico tienen una media mayor de los Composite Score que aquellos con un patrón mixto. Sin embargo, analizando las diferencias entre

grupos y reflejando el p-valor que se obtiene en cada caso, ninguno de los valores es inferior al nivel de significación de 0.05 ($p \geq 0.05$). Por consiguiente, concluimos que no existen diferencias estadísticamente significativas entre estos grupos.

Por otro lado, el equilibrio y la frecuencia respiratoria, al ser variables cuantitativas, han sido analizadas mediante una correlación. De dicho análisis obtuvimos que la frecuencia respiratoria se correlaciona inversamente con los Composite Score derecho (-0.642), izquierdo (-0.457) y total (-0.560). Esa correlación inversa nos indica que cuanto mayor sean los resultados de una variable, menores serán los resultados de la otra variable.

Reflejando el p-valor obtenido en cada caso, el p-valor del Composite Score derecho es inferior a 0.05 (p-valor = 0.025), por tanto, encontramos diferencias estadísticamente significativas. En contraposición, el p-valor del Composite Score izquierdo no es inferior al nivel de significación ($p = 0.135$), mientras que el p-valor del Composite Score total queda ligeramente por encima (p-valor = 0.058) mostrando una inclinación hacia la significación.

4.3. RELACIÓN ENTRE CADENAS MUSCULARES Y EQUILIBRIO.

La Tabla resultados 3 muestra los análisis realizados entre las cadenas musculares, variables cualitativas, y el equilibrio, variable cuantitativa. Los resultados han sido obtenidos mediante una comparación de medias con sus respectivas desviaciones estándar. (Tabla 3. Relación entre tipo de cadena muscular y equilibrio.)

Por un lado, analizamos la relación entre la cadena muscular y el equilibrio. La cadena muscular PA-AP presenta medias más altas en la totalidad de los Composite Score, mientras que la cadena muscular PM encuentra diferencias entre los resultados del Composite Score derecho e izquierdo, siendo más baja la media de este lado. La desviación estándar de la cadena PA-AM no pudo ser analizada por un tamaño de muestra insuficiente ($n = 1$). Por consiguiente, la media de esta cadena es el resultado del test del sujeto con la misma.

Analizando las diferencias entre grupos, los análisis mostraron diferencias significativas para el Composite Score derecho (p -valor = 0.031), una tendencia a la significación para el Composite Score total (p -valor = 0.05) y no encontramos diferencias estadísticamente significativas para el Composite Score izquierdo, pues no rebasa el nivel de significación de 0.05 (p -valor = 0.083).

Por otro lado, analizamos la relación entre la cadena relacional y el equilibrio. No se observaron diferencias significativas entre las medias de los distintos tipos de cadenas relacionales, así como tampoco obtuvimos resultados significativos al reflejar el p -valor de los distintos grupos, pues todos cuentan con valores comprendidos entre 0.640 y 0.691.



4. DISCUSIÓN.

El objetivo de nuestro estudio fue evaluar la relación entre el equilibrio (Y Balance Test), parámetros respiratorios (frecuencia y patrón) y tipo de cadenas musculares en jugadores de baloncesto. Hemos observado una correlación inversa y significativa entre las puntuaciones del Y Balance Test (Composite Score) de la pierna derecha y frecuencia respiratoria, y una mayor puntuación del Composite Score derecho en aquellos jugadores con cadena muscular de tipo postero-anterior – antero-posterior (PA-AP). No se encontró relación entre el patrón respiratorio y ninguna de las puntuaciones del Composite Score.

Estudios previos (Hamaoui A, et al., 2014; Gurfinkel VS, et al., 1971) demostraron que la estimulación eléctrica diafragmática para producir un mayor número de movimientos toraco-abdominales, provoca disturbios posturales en sentido posterior en sujetos jóvenes sanos. Además, la estimulación unilateral del diafragma provoca perturbaciones posturales medio-laterales. Por tanto, nuestros resultados corroboran lo ya reportado en la literatura, a mayor cantidad de movimientos toraco-abdominales (mayor frecuencia respiratoria), mayor perturbación postural y menor puntuación en pruebas de equilibrio. Curiosamente, la frecuencia respiratoria ha afectado solamente las puntuaciones de la pierna derecha. Creemos que esto podría derivarse de la influencia de la dominancia deportiva de los jugadores, pero no hemos explorado este factor.

Por otro lado, esperábamos encontrar una relación entre el tipo de patrón respiratorio y el equilibrio. Sin embargo, las puntuaciones entre los grupos (patrón torácico y mixto) fueron muy similares y no significativas. En el estudio realizado por Hamaoui (Hamaoui A, et al., 2010) se ha demostrado que el tipo de patrón respiratorio influye en las perturbaciones posturales. Los sujetos con patrón diafragmático presentaron menores oscilaciones posturales que aquellos con patrón torácico. Los sujetos de estudio presentaron en su totalidad patrones torácicos y mixtos, sin encontrar ningún patrón diafragmático, y quizás por este motivo no se haya hallado diferencias significativas. Dichos patrones podrían surgir como adaptación al deporte en cuestión (Lazovic B, et al., 2015; Durmic T, et al., 2015).

Respecto a la relación entre el tipo de cadena muscular y el equilibrio, hemos encontrado que solamente las cadenas predominantes afectan las puntuaciones del Composite Score, particularmente del derecho. En un principio, creímos que tanto las cadenas predominantes como las relacionales podrían influir, puesto que las primeras actúan en el eje vertical del sujeto, mientras que las segundas actúan en el eje horizontal y los jugadores de baloncesto se mueven en ambos ejes al jugar. Desafortunadamente, no podemos comparar nuestros resultados con otros estudios, pues no hemos logrado localizar ninguno que haya explorado esta relación.

Por otro lado, la cadena más predominante observada en nuestros jugadores fue la postero-anterior – antero-posterior (PA-AP). Sin embargo, no podemos confirmar que sea debido a una adaptación deportiva por el reducido número de sujetos del estudio. Así mismo, ninguna cadena relacional resultó más predominante, habiendo una gran variabilidad de resultados. Además, tuvimos dificultad en escoger un modelo de clasificación debido a la heterogeneidad entre autores. Por un lado, los autores que defendían una descripción anatómica más tradicional, en la que los músculos se encuentran aislados entre sí y no transmiten la tensión a los músculos contiguos (Myers TW, 2010) y, por otro lado, los autores que defendían la visión del cuerpo como un sistema globalista (Goussard J, 1987; Campignon P, 2001). La selección del método de cadenas musculares y articulares desarrollado por Godelieve Denys-Struyf para la clasificación de las cadenas de los sujetos de estudio se debe a que analiza el cuerpo de una forma más completa para el juego estudiado, pues clasifica los sujetos según 6 tipos diferentes de cadenas de tensión miofascial. Estas cadenas se crean por la aparición de una pulsión que desestabiliza al cuerpo y lo obliga a reclutar cada vez más músculos de forma permanente. Estos músculos tensionan las aponeurosis de los músculos vecinos y los aumentan de tono. Estos tensionan otros y acaban creando las cadenas descritas por el autor (Campignon P, 2001).

Finalmente, queremos comentar la elección del Y Balance Test como prueba de equilibrio dinámico (Chimera NJ, et al., 2015). Existe cierta dificultad para encontrar literatura científica sobre el uso de esta prueba como medición del equilibrio. El test es utilizado principalmente para saber el riesgo que tiene un jugador de lesionarse. A pesar de ello, la mayoría de información requerida se ha obtenido

mediante la lectura de investigaciones de la prueba de estrella del equilibrio (SEBT) por su parecido con el Y Balance Test (Plisky PJ, et al., 2006).

A pesar de las posibles limitaciones que pueda presentar esta prueba, hemos decidido usar el Y Balance Test como método de medición del equilibrio por la simplicidad del material, de la prueba y la fiabilidad que le respalda. Otra razón para su elección es que las lesiones previas o las cirugías no tienen impacto en el desarrollo del test (Chimera NJ, et al., 2015). La inestabilidad crónica de tobillo sí que provoca un bajo rendimiento en el test (Hubbard TJ, et al., 2007), pero este factor no ha sido valorado en el estudio.

Limitaciones y futuras investigaciones

La principal limitación que encontramos en este estudio fue el escaso número de participantes. Algunos análisis estuvieron limitados por el pequeño tamaño de la muestra, e incluso algunos no pudieron ser realizados. Por otra parte, solamente hemos utilizado una prueba de equilibrio, y quizás podríamos obtener diferentes resultados con alguna otra prueba. Debido a estas limitaciones, podemos obtener ideas para futuras investigaciones acerca del tema tratado en el estudio.

Con una muestra más grande, podríamos seguir explorando si el patrón de tipo diafragmático está relacionado a mejor equilibrio. O bien, si el patrón torácico es realmente más prevalente en estos jugadores por ser una adaptación deportiva requerida para esta disciplina. También podríamos incluir otras pruebas de campo para examinar el equilibrio y pruebas en laboratorio con una plataforma de fuerza para evaluar las oscilaciones posturales.

5. CONCLUSIONES.

En primer lugar, la puntuación alcanzada por los jugadores de baloncesto en el Composite Score del miembro inferior derecho del Y Balance Test se correlacionó significativamente e inversamente con la frecuencia respiratoria. Aquellos jugadores con mayor frecuencia respiratoria presentaron menores puntuaciones.

En segundo lugar, no ha sido posible la confirmación de la hipótesis de que un patrón diafragmático mejoraría el resultado del Y Balance Test, pues no se ha observado ningún jugador con este tipo de patrón respiratorio.

Por último, pudimos comprobar que los jugadores con una cadena póstero-anterior – antero-posterior (PA-AP) también alcanzaron mayores puntuaciones en el Composite Score del miembro inferior derecho del Y Balance Test.



6. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS.

Figura 1. Consentimiento informado.



CONSENTIMIENTO INFORMADO

El/La..... informa a Sr./ Sra. de la existencia de un proyecto de investigación sobre las variables de la mecánica respiratoria, las cadenas posturales y el equilibrio y pide su participación en éste.

De este modo, otorgo mi consentimiento para que el alumno/a:

.....
utilice información personal derivada de los datos correspondientes a mi persona únicamente con fines docentes y de investigación, manteniendo siempre mi anonimato y la confidencialidad de mis datos, con el objetivo de realizar una memoria final de Grado en Fisioterapia.

La información y el presente documento se me ha facilitado con suficiente antelación para reflexionar con calma y tomar mi decisión de forma libre y responsable.

He comprendido las explicaciones que, tanto el fisioterapeuta-tutor como el alumno tutelado por éste, me han ofrecido y se me ha permitido realizar todas las observaciones que he creído conveniente con el fin de aclarar todas las posibles dudas planteadas.

Por ello,

D.....

manifiesto que estoy satisfecho/a con la información recibida y **CONSIENTO colaborar en la forma en la que se me ha explicado.**

En..... de..... de 20.....

Fdo.

Facultad de Medicina.
Universidad Miguel Hernández.
Estudiante Noelia Deheli Requena
noelia.deheli@goumh.umh.es

Figura 2. Hoja recogida de datos del paciente 1.



HOJA RECOGIDA DE DATOS

DATOS PERSONALES

Nombre:

Apellidos:

Edad:

Ocupación (estudiante, trabajador, ambos):

Altura (cm):

Peso (kg):

¿Es ~~un~~ fumador? En caso afirmativo, indique cual de las siguientes se adecua más a su caso:

- o Fumador habitual (todos los días). N° cigarrillos/día:
- o Fumador social (fiestas, eventos, etc.). Por favor, si ha elegido esta opción, explique cuantos días o cigarrillos puede fumar en una semana:

¿Ha sufrido o sufre de problemas respiratorios (asma, fibrosis, bronquitis o neumonías de repetición)? En caso afirmativo, ¿hace cuánto tiempo lo sufrió?

DATOS TÉCNICOS

Posición en la que juega:

Días entrenamiento/semana:

Años jugados:

¿Practica Ud. otros deportes? En caso afirmativo, responda a las siguientes preguntas:

- ¿Qué otros deportes practica?
- ¿Cuántos días a la semana entrena para ello?

Figura 3. Hoja recogida de datos del paciente 2.



- ¿Cuánto tiempo a la semana dedica a ese deporte? _____

DATOS RELEVANTES AL ESTADO FÍSICO

¿Ha sufrido ~~algún~~ algún esguince? _____ En caso afirmativo, siga con el cuestionario:

- ¿En qué partes del cuerpo ha sufrido dichos esguinces? _____

- ¿Podría decir cuántos ha sufrido aproximadamente? _____

- ¿Recuerda ~~algún~~ cuándo sufrió el último? _____

UNIVERSITAS Miguel Hernández

Figura 4. Hoja de información al participante.

Trabajo Fin de Grado



HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

TÍTULO DEL ESTUDIO: Análisis de la función respiratoria y las cadenas musculares y su correlación con el equilibrio en jugadores de baloncesto: un estudio transversal observacional.

INVESTIGADORES: Dra. Sílvia Lopez de Cifuentes, Dña. Gemma Concepción Mas Penalba, Dña. Noelia Delteil Requena.

INTRODUCCIÓN

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. Nuestra intención, es tan solo que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere participar o no en este estudio.

Para ello lea esta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir tras la explicación. Además de esto, usted puede consultar con las fuentes informativas que considere oportunas.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Con este estudio queremos comparar los parámetros de biomecánica respiratoria de los jugadores de baloncesto y el equilibrio de los mismos, clasificándolos según su tipo de cadena postural predominante.

Para ello, realizaremos un estudio transversal, empleando como muestra a un equipo de baloncesto masculino, con integrantes de 20 a 40 años.

Las variables biomecánicas respiratorias serán medidas mediante **biofotogrametría** (toma de videos en los que no aparecerá su cara en ningún momento). Cada jugador realizará el Y Balance Test (YBT) que nos proporcionará los datos necesarios referidos al equilibrio y al riesgo de sufrir una lesión.

Así mismo, cada jugador será clasificado según su cadena postural predominante mediante la toma de tres fotografías (frente, lateral y espaldas).

BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO:

El beneficio del estudio es comprobar si existe correlación entre los parámetros respiratorios y equilibrio. Esto ayudará a poder entender mejor las influencias de los parámetros respiratorios sobre el equilibrio y el riesgo a lesionarse de cada jugador. El estudio no supone ningún riesgo para los participantes en el mismo.

Figura 5. Disposición materiales.

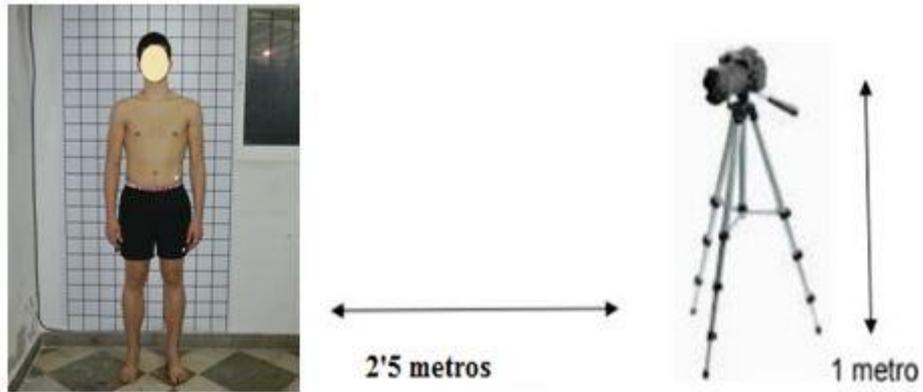


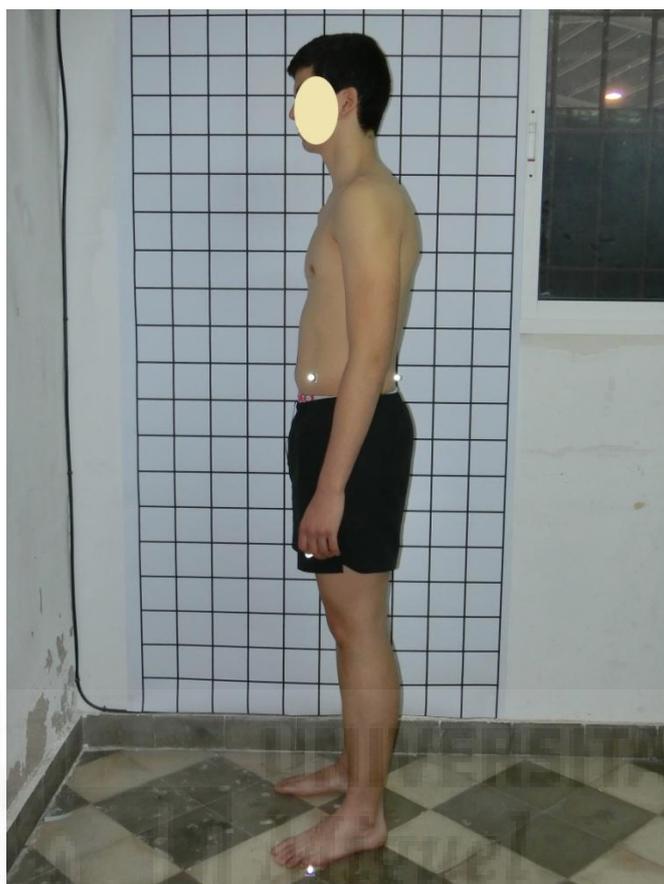
Figura 6. Plano frontal anterior.



Figura 7. Plano frontal posterior.



Figura 8. Plano sagital.



Mt Hernández

Figura 9. Hoja recogida de datos del fisioterapeuta 1.




HOJA RECOGIDA DE DATOS FISIOTERAPEUTA

Nombre:

Nº sujeto:

Altura (cm):

Peso (kg):

Posición que ocupa:

CIRTOMETRIA

	REPOSO	INS MAX	ESP MAX
DFG			
COSTAL INF			
COSTAL SUP			

• Tipo de patrón:

Y BALANCE TEST (YBT)

• Distancia (cm) entre CIAS y borde inferior del maléolo (tibia):

Composite Score = (anterior + posterolateral + posteromedial) * 100 / (3 * longitud del MI derecho)

CS MID =

Figura 10. Hoja recogida de datos del fisioterapeuta 2.



CS MII =

FOTOGAMETRIA

- Frecuencia respiratoria:.....
- Cadencia respiratoria:.....

CADENA CINETICA PREDOMINANTE

- Frontal:
- Lateral:
- Espaldas:

UNIVERSITAS
Miguel
Hernández

Tabla 1. Descripción de los participantes.

VARIABLES	ESTADÍSTICOS
<u>Demográficas y antropométricas</u>	
Edad, media (\pm DE)	25 (\pm 5.13)
Peso, media (\pm DE)	84.875 (\pm 9.73)
Talla, media (\pm DE)	1.8525 (\pm 0.08)
Índice de masa corporal, media (\pm DE)	24.6717 (\pm 1.85)
<u>Respiratorias</u>	
Patrón	
Torácico, n (%)	7 (58.3%)
Mixto, n (%)	5 (41.7%)
Frecuencia respiratoria, media (\pm DE)	15.17 (\pm 4.34)
<u>Cadenas musculares</u>	
Cadena muscular predominante	
PA-AP, n (%)	9 (75%)
PA-AM, n (%)	1 (8.3%)
PM, n (%)	2 (16.7%)
Cadena relacional	
AL, n (%)	3 (25%)
PL, n (%)	4 (33.3%)
AL-PL, n (%)	5 (41.7%)
<u>Equilibrio (Y Balance Test)</u>	
Composite Score derecho, media (\pm DE)	75.4058 (\pm 10.05)
Composite Score izquierdo, media (\pm DE)	72.8817 (\pm 10.29)
Composite Score total, media (\pm DE)	74.1438 (\pm 9.96)

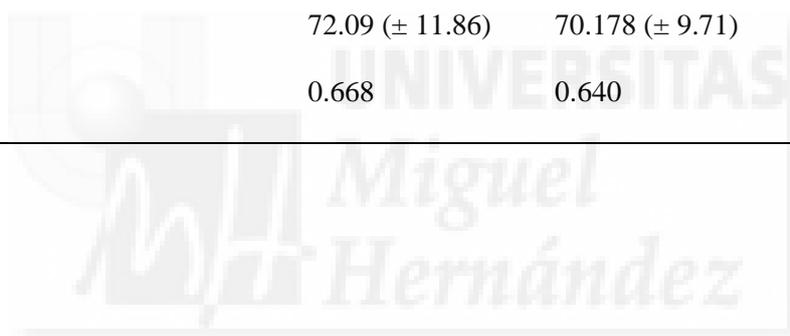
Tabla 2. Relación entre variables respiratorias y equilibrio.

VARIABLES RESPIRATORIAS	EQUILIBRIO		
	CS DX	CS IZQ	CS TOT
Patrón			
Torácico	76.2257 (\pm 6.68)	73.8614 (\pm 9.77)	75.0586 (\pm 8.06)
Mixto	74.258 (\pm 14.42)	71.468 (\pm 12.005)	72.863 (\pm 13.10)
p_valor	0.755	0.708	0.725
Frecuencia Respiratoria	-0.642	-0.457	-0.560
p_valor	0.025	0.135	0.058



Tabla 3. Relación entre tipo de cadena muscular y equilibrio.

CADENAS MUSCULARES	EQUILIBRIO		
	CS DX	CS IZQ	CS TOT
Cadena muscular			
PA-AP	78.4756 (\pm 6.93)	76.3378 (\pm 7.21)	77.4067 (\pm 6.85)
PA-AM	53.08 (-)	55.86 (-)	54.47 (-)
PM	72.755 (\pm 11.37)	65.84 (\pm 15.92)	69.297 (\pm 13.65)
p_valor	0.031	0.083	0.05
Cadena relacional			
AL	78.23 (\pm 14.49)	71.8067 (\pm 17.04)	75.018 (\pm 15.73)
PL	77.43 (\pm 3.33)	77.0675 (\pm 5.69)	77.248 (\pm 4.36)
AL-PL	72.09 (\pm 11.86)	70.178 (\pm 9.71)	71.135 (\pm 10.64)
p_valor	0.668	0.640	0.691



7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. Comparison of Static and Dynamic Balance in female Collegiate Soccer, Basketball and Gymnastics Athletes. *Journal of Athletic Training*. 2007;42(1):42-6.
- Butler RJ, Lehr ME, Fink ML, Kiesel KB, Plisky PJ. Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: an initial study. *Sports Health*. 2013;28(3):343-54.
- Campignon P. Cadenas musculares y articulares concepto G.D.S. Aspectos biomecánicos. Alicante: Lencina-Verdú; 2001. p. 14-5.
- Campignon P. Cadenas musculares y articulares concepto G.D.S. Aspectos biomecánicos. Alicante: Lencina-Verdú; 2001. p. 19.
- Campignon P. Cadenas musculares y articulares concepto G.D.S. Aspectos biomecánicos. Alicante: Lencina-Verdú; 2001. p. 40-57.
- Chimera NJ, Smith CA, Warren M. Injury history, sex and performance on the functional movement screen and Y Balance Test. *Journal of Athletic Training*. 2015;50(5):475-85.
- Durmic T, Lazovic B, Djelic M, Suzic-Lazic J, Zikic D, et al. Sport-specific influences on respiratory patterns in elite athletes. *J Bras Pneumol*. 2015;41(6):516-22.
- Goussard J. El método Mézières. *Rev Médecine Orthopédique*. 1987;9:15-7.
- Gurfinkel VS, Kots YM, Paltsev EI, Feldman AG. The compensation of respiratory disturbances of the erect posture of man as an example of the organisation of interarticular action. Cambridge: MIT Press; 1971. p. 382-95.
- Hamaoui A, Hudson AL, Laviolette L, Nierat MC, Do MC, Similowski T. Postural disturbances resulting from unilateral and bilateral diaphragm contractions: a phrenic nerve stimulation study. *J Appl Physiol*. 2014; 117: 825-32.

- Hamaoui A, Gonneau E, Le Bozec S. Respiratory disturbance to posture varies according to the respiratory mode. *Neurosci Lett.* 2010; 475: 141–4.
- Horak FB, Shupert CL, Dietz V. Vestibular and somatosensory contributions to responses to head and body displacements in stance. *Exp Brain Res.* 1994; 100: 93-106.
- Hubbard TJ, Kramer LC, Denegar CR, Hertel J. Contributing factors to chronic ankle instability. *Foot Ankle Int.* Mar 2007; 28(3):343-54.
- Ingber DE. Tensegrity-based mechanosensing from macro to micro. *Prog Biophys Mol Biol.* 2008;97(2–3):163-79.
- Kocjan J, Adamek M, Gzik-Zroska B, Czyżewski M, Rydel M. Network of breathing. Multifunctional role of the diaphragm: a review. *Adv Respir Med.* 2017;85(4):224–32.
- Kocjan J, Gzik-Zroska B, Nowakowska K, et al. Impact of diaphragm function parameters on balance maintenance. *PLoS One.* 2018 Dec 28;13(12).
- Lanza Fde C, de Camargo AA, Archija LR, Selman JP, Malaguti C, Dal Corso S. Chest wall mobility is related to respiratory muscle strength and lung volumes in healthy subjects. *Respir Care.* 2013 Dec;58(12):2107-12.
- Lazovic B, Mazic S, Suzic-Lazic J, et al. Respiratory adaptations in different types of sport. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2015 Jun;19(12):2269-74.
- Myers TW. *Vias Anatómica.* Elsevier; 2010. 296.
- Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(12):911-9.
- Romanelli L. Teoría del caos en los sistemas biológicos. *Rev Argent Cardiol.* 2006;74:478-82.
- Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, et al. Y-Balance Test: a reliability study involving multiple raters. *Mil Med.* 2013;178(11):1264-70.

- Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor control. Theory and practical applications. Willians and Wilkins, 1995.
- Snell RS. Clinical anatomy by regions. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins;2008.
- Struzik A, Zawadzki J, Pietraszewski B. Balance disorders caused by running and jumping occurring in young basketball players. Acta Bioeng Biomech. 2015;17(2):103-9.
- Verhoeven FM, Newell KM. Coordination and control of posture and ball release in basketball free-throw shooting. Hum Mov Sci. 2016 Oct;49:216-24.

