



Revista Digital de Educación Física

ISSN: 1989-8304 D.L.: J 864-2009

EFFECTOS ESTABILOMÉTRICOS DE UNA SESIÓN DE RESISTENCIA A LA VELOCIDAD EN EDUCACIÓN FÍSICA

María José Salmerón Martínez

Profesora de Educación Física en IES Luís Manzanares. España
Email: m.salme8888@gmail.com

RESUMEN

La estabilometría, es uno de los métodos más empleados para analizar el equilibrio y el control de la postura. Muchos estudios, han relacionado las alteraciones estabilométricas con la posibilidad de sufrir lesiones, con lo que, analizando la estabilometría de un sujeto tras un esfuerzo, se podría analizar las características de dicho esfuerzo, y asegurar que no supone un riesgo para el que lo realiza. Con esta experiencia, se pretende comprobar cuáles son los efectos provocados en la estabilidad postural del alumnado tras una sesión de resistencia a la velocidad en una clase de Educación Física. Para ello, los alumnos realizan un test de estabilidad postural monopodal, antes y después de la sesión, utilizando una plataforma baropodométrica, el cual, no mostró datos muy significativos en las variables analizadas. Parece ser, que la inclusión de protocolos más prolongados, aunque de menor intensidad, suponen una mayor estimulación continua y más influyente en el procesamiento central de la información que se refleja de forma significativa en los parámetros estabilométricos. Lo que abre un amplio abanico de futuras investigaciones en las que se podría concretar cuáles son las características que tiene una sesión de Educación Física que resulte extenuante y pueda causar deterioro estabilométrico, y suponer un riesgo para los estudiantes.

PALABRAS CLAVE:

Estabilometría; equilibrio; propiocepción; lesiones; Educación Física.

STABILOMETRIC EFFECTS IN A SPEED RESISTANCE SESSION IN PHYSICAL EDUCATION

ABSTRACT

Stabilometry is one of the most used methods to analyze balance and posture control. Many studies have related stabilometric alterations with the possibility of suffering injuries, with which, by analyzing the stabilometry of a subject after an effort, the characteristics of said effort could be analyzed, and ensure that it does not pose a risk to the person who performs it. . With this experience, it is intended to verify what are the effects caused in the postural stability of the students after a speed resistance session in a Physical Education class. To do this, students perform a single leg postural stability test, before and after the session, using a baropodometric platform, which did not show very significant data in the variables analyzed. It seems that the inclusion of longer protocols, although of lower intensity, suppose a greater continuous stimulation and more influential in the central processing of the information that is significantly reflected in the stabilometric parameters. This opens up a wide range of future research in which it could be specified what are the characteristics of a Physical Education session that is strenuous and can cause stabilometric deterioration, and pose a risk to students.

KEYWORD

Stabilometry; balance; proprioception; injuries; Physical Education

INTRODUCCIÓN

La velocidad es una de las capacidades físicas más importantes para el rendimiento en la práctica de cualquier actividad física, siendo vital para el desarrollo de gran parte de las modalidades atléticas y deportivas. De hecho, en todas las acciones deportivas, la rapidez del gesto es primordial, ya que su ejecución efectiva dependerá de la velocidad con la que se realice.

En cuanto al entrenamiento de la velocidad, es habitual en las clases de Educación Física que el docente plantee sesiones con este contenido. Ya que optimizar su rendimiento y aprovechar al máximo las capacidades del alumnado para su desarrollo, es un aspecto decisivo ante la prevención de lesiones.

En este sentido, es importante que los profesores conozcan qué pruebas son las más adecuadas para evaluar la verdadera capacidad y habilidad de los discentes e interpretar los datos obtenidos. Así, si se quiere plantear sesiones adecuadas para el alumnado, será necesario optimizar la carga aplicada, y buscar al máximo el aspecto lúdico que les permita disfrutar de la sesión de una manera segura.

De manera que, este control significa una parte importante de las clases de Educación Física, con repercusiones en el aprendizaje, la situación motivadora, la disposición para el esfuerzo, la satisfacción y la confianza en sí mismo del estudiante.

Respecto a este control, con el énfasis de buscar formas seguras de monitorizar al discente y así asegurar que las sesiones planteadas no suponen ningún riesgo para el mismo, la plataforma baropodométrica y el estudio de la estabilometría, se convierten en elementos efectivos para dicho cometido.

Así, en esta experiencia educativa, se analizaron los efectos estabilométricos en el alumnado que pudieran ser ocasionados tras una sesión de resistencia a la velocidad, utilizando como elemento de control para la prevención de lesiones, un test de estabilidad postural realizado en una plataforma baropodométrica.

1. OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA

Como objetivos de esta experiencia educativa, se plantean:

- Analizar los efectos de la realización de carreras repetidas de velocidad en una sesión de Educación Física utilizando una plataforma baropodométrica para ello.
- Utilizar los resultados del test de estabilidad postural como elemento de control de la fatiga en los estudiantes.
- Incorporar la plataforma baropodométrica para la monitorización del alumnado como prevención de lesiones.

2. ESTABILOMETRÍA Y EFECTOS PROPIOCEPTIVOS TRAS UNA SESIÓN DE RESISTENCIA A LA VELOCIDAD

El control de la postura, ya sea en condiciones estáticas o dinámicas, es requisito esencial para las actividades físicas y cotidianas, así para Shumway-Cook y Woollacott (2007) la estabilidad postural permite el mantenimiento de la proyección vertical del centro de gravedad en la base de sustentación.

El sistema propioceptivo, sistema visual y vestibular son componentes clave en la consecución de la estabilidad postural, siendo esta la principal razón por la que la establiometría es uno de los métodos más empleados valorar la estabilidad postural y una manifestación importante de la capacidad propioceptiva. Esta misma justificación da sentido a la realización de trabajo con superficies inestables como el entrenamiento propioceptivo más efectivo en la prevención de lesiones y rendimiento deportivo (Hrysomallis, 2011).

En la estabilidad estática, durante la bipedestación, hay múltiples balanceos posturales que son también contrarrestados por la actividad muscular, la cual ayuda a mantenernos dentro de los límites de la base de sustentación y evitar así la caída (Mello, 2007). Dichos balanceos no solo son el resultado de las perturbaciones externas, sino también de los propios procesos internos como la frecuencia respiratoria o cardíaca. Esto supone que la estabilidad postural sea un proceso de restablecimiento continuo de equilibrio, nunca definitivo (Conforto et al., 2001; De Luca et al., 1982; Hodges et al., 2002) y siempre presente aunque solo sea de forma muy ligera. El cuerpo se somete a constantes deformaciones, lo cual contribuye a modificar su estado de descanso siendo necesario el continuo mantenimiento del equilibrio. Así, la estabilidad postural estática puede ser cuantificada midiendo los desplazamientos del centro de gravedad o del centro de presiones, usualmente a través de establiometría (Caron et al., 2000).

El test más frecuente para determinar la estabilidad postural es la monitorización del movimiento del centro de presiones durante una duración específica que puede variar mientras el estudiante se mantiene en apoyo bipodal o unipodal y con ojos abiertos o cerrados lo más inmóvil posible. El mínimo desplazamiento del centro de presiones será indicador de buena estabilidad postural (Hrysomallis, 2011). Por ello, las variables que se obtengan siempre indicarán una mejor estabilidad postural cuanto más bajos sean sus valores.

En cuanto a la estabilidad postural dinámica, donde el centro de gravedad se mantiene dentro de la base de sustentación en condiciones en las que el sujeto o la superficie están en movimiento, los test más utilizados para medir son lo que se van a describir a continuación. El “Star Excursion Balance Test” también llamado SEBT, mide la capacidad de mantener la postura con una sola pierna mientras la otra se aleja lo máximo posible en diferentes direcciones sin comprometer a la pierna de apoyo (Gribble y Hertel, 2003). La prueba de “Y-balance test” o YBT, surge del SEBT, ya que es una simplificación del mismo evaluando los límites de la estabilidad dinámica y el equilibrio asimétrico en tan sólo tres direcciones (anterior, posteromedial y posterolateral) (Kinzey y Armstrong, 1998; Plisky et al., 2009). Consiste en una prueba de tres partes que se utiliza para evaluar el balance y el control neuromuscular de las extremidades inferiores para predecir futuras lesiones (Gribble et al., 2012). Otros test utilizados para medir la estabilidad postural dinámica, serían el “Side-Hop Test” y “Figure-of-8 Hop Test”. En el “Side-Hop Test”

los sujetos saltan lateralmente sobre una distancia de 30 centímetros y vuelven a la posición inicial unas 10 veces (Docherty, 2005). En “Figure-of-8 Hop Test” los participantes realizan un trazado en forma de 8 saltando lo más rápido posible sobre una pierna (Caffrey, 2009).

No podemos olvidar, que la estabilidad postural estática está muy relacionada con las lesiones deportivas. En 1965, Freeman describió por primera vez alteraciones estabilométricas en pacientes que sufren de esguince de tobillo y se correlacionó la inestabilidad lateral del tobillo con una falta de control postural. Después de Freeman, varios autores analizaron los efectos de las lesiones deportivas en la estabilidad postural de los atletas y llegaron a la conclusión de que su deterioro puede causar una nueva lesión.

En el estudio de Romero-Franco et al. (2014a), donde se analizó la estabilometría en los atletas durante una temporada de pista cubierta con el fin de determinar si los atletas lesionados muestran diferentes valores estabilométricos antes de la lesión que los atletas no lesionados. Los resultados mostraron que los atletas con los valores más pobres para la longitud de centro de la presión y la velocidad en apoyo bipodal al final de la pretemporada fueron los que resultaron lesionados en los dos meses siguientes.

Teniendo en cuenta la importancia de la estabilidad postural en las lesiones, el control de la estabilidad postural del deportista, y en este caso la del alumnado, puede suponer un aspecto importante a considerar. McGuine et al. (2000) determinaron que la estabilidad postural era un factor predictor de lesiones en jugadores de baloncesto. Romero-franco et al. (2014b) reportaron que los atletas que se lesionaron durante la temporada, previamente habían mostrado peores valores estabilométricos. También mostraron que el deterioro estabilométrico podía facilitar lesiones posteriores (Thacker, 1999; Trojian y Mckeag, 2006). Además, lo anterior concuerda con lo demostrado por Tropp y Ekstrand (1984), donde vieron que los atletas con las puntuaciones más altas en estabilometría demostraron tener un mayor riesgo de sufrir una lesión en el tobillo.

En base a los resultados mostrados por las investigaciones citadas anteriormente, muchos autores han analizado la influencia del ejercicio físico en la consecución de la estabilidad postural, concluyendo que los sujetos que practican deporte poseen mejores valores de estabilidad que los que no. Como explicación, los autores sugieren una modificación del huso neuromuscular, único receptor propioceptivo con capacidad para modificarse con el entrenamiento (Thorpe y Ebersole, 2008; Taube et al., 2007). Parece ser que los estímulos sensoriales son altamente estimulados durante una carrera: se ha demostrado que los husos musculares, órganos tendinosos, receptores articulares y los aferentes cutáneos en la planta de los pies se activan en cada zancada (Merton, 1964), el sistema vestibular es sensible a cada aceleración de la cabeza (Kornhuber, 1974), y los ojos son estimulados por el movimiento de los campos visuales (Lestienne et al., 1977).

Al referirse a los efectos de los ejercicios extenuantes en la estabilidad postural de los deportistas, varias investigaciones han mostrado que en corredores el equilibrio se deterioró tras finalizar una carrera, un triatlón, un partido de fútbol o cualquier protocolo de alta intensidad (Nagy et al., 2004; Pendergrass et al., 2003; Vuillerme y Hintzy, 2007). El principal objetivo de estas investigaciones era determinar la influencia de la fatiga en la estabilidad postural y la duración de estos

efectos que deterioran la estabilidad postural, poniendo en riesgo lesivo al deportista. Por lo general, los ejercicios más intensos afectan la estabilidad del deportista, aunque muchos autores también valoraron la influencia del ejercicio prolongado reportando deterioros estabilométricos. Aunque la recuperación del estado basal siempre se completó antes de las 24 horas, los ejercicios extenuantes precisaban más tiempo para que la estabilidad postural se reparara por completo (Romero-Franco et al., 2014a; Viullerme y Hintzy, 2007; Susco et al., 2005).

Cromwell et al. (2001) demostraron la disminución de la estabilidad postural después de un protocolo de ejercicio que consistía en saltos en cucullas, sprints y carrera en cinta rodante. Del mismo modo, Wilkins et al. (2004) encontraron una disminución en la estabilidad postural después de un protocolo de 20 minutos de ejercicios. Aunque ambos grupos investigaron la fatiga como una función combinada de actividad anaeróbica y la aeróbica, no delinean claramente los efectos de la fatiga relacionados del uno contra el otro. Por otro lado, Fukushi et al. (2012) determinaron en su estudio grandes disminuciones en los índices generales de estabilidad antero-posterior del miembro inferior dominante en jóvenes jugadores después de un partido de fútbol.

Además, algunos autores han investigado el tiempo de recuperación inmediata de las medidas de control postural para volver a la línea de base después de la fatiga. Estas investigaciones mostraron una disminución de la estabilidad postural inmediatamente después del ejercicio, pero no hay déficit ya a los 20 minutos después del ejercicio (Nardone et al., 1998; Susco et al., 2004). Más importante aún es que estos autores combinaron ejercicio aeróbico y anaeróbico en los protocolos con una duración de 20 minutos o más. La línea de tiempo de recuperación puede ser diferente cuando un protocolo de ejercicio aeróbico se compara con un protocolo de ejercicio anaeróbico. Hasta donde se sabe, todavía no se han establecido los efectos inmediatos de un protocolo de ejercicio anaeróbico en el control postural. Asimismo, los efectos de la fatiga inducida por un protocolo de ejercicio anaeróbico no han sido comparados con un protocolo de ejercicio aeróbico.

El hallazgo más importante de Zachary et al. (2008) fue que los efectos de la fatiga parecen persistir hasta 8 minutos después del ejercicio, independientemente del protocolo de ejercicio, con el control postural de volver a la línea de base en promedio entre 8 y 13 minutos después del ejercicio. Este dato es importante para tenerlo en cuenta para las sesiones de condición física.

Tras analizar los factores propioceptivos y los métodos para su análisis, parece necesario comprobar la relación entre el entrenamiento a la resistencia a la velocidad y sus efectos en la estabilometría del alumnado como prevención de lesiones.

3. PROCEDIMIENTO: ANÁLISIS DE LA ESTABILOMETRÍA EN EL ALUMNADO.

Para comprobar los efectos de una sesión de resistencia a la velocidad en las clases de Educación Física, y así saber, si este tipo de sesiones podrían predisponer al alumnado a lesionarse, se realizó un test de estabilometría antes y después de la sesión.

Antes del comienzo del mencionado test, todos los estudiantes realizaron un calentamiento estándar dirigido por el profesor. Este calentamiento estandarizado consistió en 5 minutos de trote continuo, ejercicios de técnica de carrera y 3 carreras a velocidad progresiva de 50 metros con un descanso de 3 minutos entre cada una de ellas.

Para la medición de la estabilidad postural se utilizó una plataforma baropodométrica Sensormédica MAXI Freemed (Sevilla, España) de 624 x 555 x 8 cm y una frecuencia de adquisición de 400 Hz. El software empleado fue el FreeStep para informes de equilibrio de Sensormédica (Sevilla, España).



Figura 1: Plataforma baropodométrica

Así, tras el calentamiento, los alumnos realizaron el test en el que todos debían permanecer lo más inmóviles posible en apoyo monopodal izquierdo y derecho durante 15 segundos cada uno. Para ello, los estudiantes se posicionaban en el centro de la plataforma, con la pierna libre flexionada a 90° y ambos miembros superiores a lo largo del cuerpo. Debían fijar la mirada en un punto ubicado a un metro de distancia durante la prueba para evitar posibles distracciones. La consecución del test con apoyo monopodal derecho e izquierdo era siempre aleatorizada.

Al finalizar el test en la plataforma baropodométrica, los alumnos realizaron una sesión de resistencia a la velocidad que correspondía a 8 carreras de 50 metros a su máxima velocidad con 3 minutos de descanso entre cada una de ellas. Posteriormente, volvían a repetir el test de estabilometría para ver si se producían cambios en su equilibrio y poder mostrar así la posibilidad de sufrir una lesión.

4. RESULTADOS

Por su parte, la tabla 1 muestra la respuesta en las variables de estabilidad postural inmediatamente después de la realización de las 8 carreras de 50 metros.

En este caso, los datos no muestran diferencias significativas en ninguna de las variables ($p < 0,05$), apoyadas por tamaños del efecto que no llegan a ser altos en ningún caso ($TE < 0,81$).

Tabla 1:

Respuesta en estabilidad durante la sesión de carreras repetidas de 50 metros.

	Pre*	Post*	TE
Areai (mm ²)	306,19 ± 165,63	263,33 ± 116,23	-0,30
Longitudi (mm)	222,11 ± 114,17	194,53 ± 57,82	-0,32
Velocidadi (mm/s)	22,28 ± 12,26	18,91 ± 5,83	-0,37
Xmediai (mm)	-11,01 ± 30,20	-0,39 ± 5,68	0,59
Ymediai (mm)	-16,86 ± 7,07	-16,29 ± 6,44	0,08
Aread (mm ²)	319,40 ± 247,78	375,58 ± 242,56	0,23
Longitudd (mm)	232,74 ± 82,69	241,60 ± 66,48	0,12
Velocidadd (mm/s)	19,45 ± 6,46	20,22 ± 5,18	0,13
Xmediad (mm)	8,70 ± 33,32	-3,18 ± 5,73	-0,61
Ymediad (mm)	-20,82 ± 10,87	-20,32 ± 12,01	0,04

Área: superficie completada por el recorrido del centro de presiones; d: test en apoyo monodal derecho; i: test en apoyo monopal izquierdo; longitud: longitud recorrida por el centro de presiones; mm: milímetros; segundos; velocidad: velocidad del recorrido del centro de presiones; Xmedia: posición media del centro de presiones en el plano mediolateral ; Ymedia: posición media del centro de presiones en el plano anteroposterior; TE: tamaño del efecto; *: media ± desviación estándar;

Los principales hallazgos de esta experiencia, muestra que a pesar de la fatiga reflejada en la disminución progresiva de la velocidad de carrera, la estabilidad postural no es influenciada de forma significativa en ninguno de sus parámetros. En este sentido, el test de estabilidad postural monopodal arroja dos tipos de variables: de dispersión, las cuales muestran las características del recorrido que realiza el centro de presiones durante la prueba, siendo estas la longitud, velocidad y área; y de posicionamiento, las cuales informan de la localización media del centro de presiones durante la prueba, ya sea en el plano mediolateral referida a Xmedia o al plano anteroposterior referida a Ymedia. En ninguna de las dos tipologías se observó aumentos significativos de los valores, lo cual habría significado aumentos en el balanceo postural o alteraciones del posicionamiento.

Hasta el momento, existen pocas investigaciones que evalúen los efectos de un entrenamiento extenuante consistente en carreras repetidas en la estabilidad postural en estudiantes. Uno de los estudios más similares es el realizado por Romero-Franco et al., (2015), donde evaluaron la influencia de un entrenamiento basado en cuatro carreras de 300 m a una intensidad submáxima (95%) en los parámetros de estabilidad postural de atletas velocistas. A diferencia de nuestros resultados, estos autores observaron un deterioro de los parámetros de dispersión del recorrido del centro de presiones justo después de la consecución del entrenamiento de cuatro carreras de 300 m, que además se mantenía transcurridos treinta minutos.

Se puede observar entonces, que las carreras más influenciadas a nivel de rendimiento son las más largas y por tanto, las que menos tiempo de apoyo disponen para ejercer fuerza. En este mismo sentido, las diferencias mecánicas son aún más importantes si comparamos las carreras de 50 metros con las de 300 metros realizadas en el estudio de Romero-Franco et al., (2015).

Es difícil por tanto hacer una comparación de los efectos de entrenamientos tan distintos a priori. Asumiendo dichas diferencias, otro estudio que realizó repetición de carreras como entrenamiento extenuante para observar su influencia en la estabilidad postural de atletas fue el realizado por Fox et al. (Fox et al., 2008). En este estudio, estudiantes universitarios realizaron un entrenamiento anaeróbico en el que los alumnos recorrían una distancia de 20 metros a velocidad máxima en ida y vuelta, tantas veces como fuera posible durante 2 minutos. Los resultados de este estudio mostraron que la estabilidad postural era afectada de forma significativa en todas sus variables, aunque era totalmente recuperada a los 13 minutos del término del entrenamiento. De nuevo, el entrenamiento no es comparable a la intervención realizada en la presente experiencia, dada que las distancias y la recuperación entre las carreras eran considerablemente diferentes (carreras de 20 metros sin recuperación vs ocho carreras de 50 metros con recuperación de 3 minutos).

Además de los estudios mencionados como los que más se asemejan a la presente investigación, existen autores que han evaluado la influencia de protocolos extenuantes en la estabilidad postural basados en la realización de ejercicios menos intensos y más prolongados en el tiempo como una prueba de ironman o partidos de fútbol (Brito et al., 2012; Lepers et al., 1997). Parece ser que la inclusión de protocolos más prolongados, aunque de menor intensidad, supone una estimulación continua más influyente en el procesamiento central de la información que se refleja de forma significativa en los parámetros estabilométricos, al contrario de lo que ocurre con protocolos más cortos y más intensos, donde el deterioro no es tan claro y tiende a recuperarse antes (Paillard, 2012).

Así, podemos defender la importancia de la evaluación de la estabilidad postural y su monitorización de acuerdo a la fatiga del discente, puesto que ha mostrado ser una prueba de predicción de lesiones en numerosos estudios. Algunos autores como McGuine et al., (2000,) o Soderman et al., (2001), quienes observaron que aquellos jugadores de baloncesto o jugadoras de fútbol, respectivamente, que tenían peor estabilidad postural unipodal durante la pretemporada, después sufrían mayor número de esguinces de tobillo durante la temporada. Similares resultados mostró el estudio de Romero-Franco et al., (2014a), donde la muestra eran atletas y las lesiones consideradas fueron cualquiera de origen musculoesquelético que hiciera al deportista abandonar o modificar dos entrenamientos o más. Estos autores realizaron un seguimiento de la totalidad de la temporada invernal de atletas, mostrando peores valores estabilométricos de dispersión y de posicionamiento aquellos atletas con mayor número de lesiones a lo largo de los periodos de entrenamiento posteriores.

Por otra parte, los resultados mostrados en los parámetros estabilométricos de dispersión y posicionamiento del centro de presiones, nos apoyan en la inclusión de esta tipología de sesiones en las clases de Educación Física, sin aumentar el riesgo lesivo por aumento del balanceo postural. Sin embargo, son necesarios más estudios para concretar qué características de las sesiones de resistencia a la

velocidad pueden ser las responsables del deterioro estabilométrico que podría poner en riesgo a nuestros alumnos.

5. CONCLUSIÓN.

Por su parte, esta experiencia incluyó el análisis de la estabilidad postural como parámetro para la evaluación de los efectos de una sesión de resistencia a la velocidad, en este caso relacionándolo con la predicción de lesiones.

Como principales conclusiones se obtuvieron:

- La estabilidad postural del alumno no se vio afectada, por ende, no existe riesgo de lesión para el alumno.
- El test de estabilidad postural se confirma como medio para el análisis de los efectos de la fatiga en el alumno.
- La inclusión de la plataforma baramodométrica en las clases de Educación Física resulta beneficiosa para la monotorización del alumnado y prevención de lesiones.

Aunque en este estudio no se encontró influencia en la estabilidad postural del alumno, es importante considerar la realización de futuros estudios que puedan determinar cuáles son las características que hacen que un tipo de ejercicio o de entrenamiento merme la estabilidad postural del alumno, poniéndolo en peligro de lesión.

En definitiva, se demostró que una sesión típica de resistencia a la velocidad (carreras de 50 metros) no pone en riesgo al alumnado, puesto que su estabilidad postural, aspecto que puede predecir el riesgo a lesionarse, no se vio modificado tras la sesión.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brito, J., Fontes, I., Ribeiro, F., Rebelo, A. (2012). Postural stability decreases in elite young soccer players after a competitive soccer match. *Physical Therapy in Sport*; 13(3):175-9

Caffrey, E. Docherty, CL. Schrader, J. Klossner, J. (2009). The Ability of 4 Single-Limb Hopping The Functional Performance Deficits in Individuals With Functional Ankle Instability. *Journal of orthopaedic and Sports physical Therapy*; 39:799–806.

Caron, O., Gelat, T., Rougier, P., Blanchi, J.P (2000) A comparative analysis of the center of gravity and center of pressure trajectory path lengths in standing posture: an estimation of active stiffness. *Journal of Applied Biomechanics*; 16(3):234-247.

- Conforto, S., Schmid, M., Camomilla, V., D'Alessio, T., Cappozzo, A (2001). Hemodynamics as a possible internal mechanical disturbance to balance. *Gait & posture*; 14(1):28-35.
- Cromwell, RL., Aadland-Monahan, TK., Nelson, AT., Stern-Sylvestre, SM., Seder, B. (2001). Sagittal plane analysis of head, neck, and trunk kinematics and electromyographic activity during locomotion. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*; 31:255–262
- De Luca, C.J., LeFever, R.S., McCue, M.P., Xenakis, A.P (1982). Control scheme governing concurrently active human motor units during voluntary contractions. *The Journal of Physiology*; 329:129-142.
- Docherty, CL. Arnold, BL. Gansneder, BM. Hurwitz, S. Gieck, J. (2005). Functional-performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *Journal of Athletic Training*; 40(1):30–34
- Fox, ZG., Mihalik, JP., Blackburn, JT., Battaglini, CL., Guskiewicz, KM.(2008). Return of postural control to baseline after anaerobic and aerobic exercise protocols. *Journal of Athletic Training*; 43(5): 456-463.
- Fukushi, R., Gonçalves, G., Peixoto, G., Almeida, L., Manrique, A., Veronese, C., Costa, D., Cohen, M. (2012). The effects of one-half of a soccer match on the postural stability and functional capacity of the lower limbs in young soccer players. *Clinics* vol.67 no.12 São Paulo
- Gribble, P.A. and Hertel, J. (2003). Considerations for normalizing Measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*; 7/2, 89-100.
- Gribble, PA. Hertel, J. Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*; 47: 339–57.
- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*; 41(3):221-232.
- Hodges, P., Gurfinkel, V., Brumagne, S., Smith, T., Cordo, P (2002). Coexistence of stability and mobility in postural control: evidence from postural compensation for respiration. *Experimental brain research*; 144(3):293-302.
- Kinzey, SJ., Armstrong , CW. (1998). The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*; 27(5):356-60.
- Kornhuber, H.H.: The vestibular system and the general motor system. In: Kornhuber, H.H. (Ed.): *Handbook of Sensory physiology*. Vol. VI/2, Vestibular System, pp. 581–620. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1974
- Lepers, R., Bigard, A., Diard, J.P., Gouteyron, J.F., Guezennec, C. (1997). Posture control after prolonged exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*; Volume 76, Issue 1, pp 55–61

- Lestienne, F, Soechting, J, Berthoz, A.(1977). Postural readjustments induced by linear motion of visual scenes. *Experimental Brain Research*; 28(3-4):363-84.
- McGuine, TA, Grene, JJ, Best, T, Levenson, G. (2000). Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*; 10:239-244
- Mello, R.G., Oliveira, L.F., Nadal, J. (2007). Anticipation mechanism in body sway control and effect of muscle fatigue. *Journal of Electromyography & Kinesiology*; 17(6):739-746.
- Merton, PA. (1964). Human position sense and sense of effort. *Symposia of Society for Experimental Biology*;18:387-400.
- Nagy, E., Toth, K., Janositz, G., Kovacs, G., Feher-Kiss, A., Angyan, L., Horvath, G. (2004). Postural control in athletes participating in an ironman triathlon. *Eur J Appl Physiol* (2004) 92: 407-413. DOI 10.1007/s00421-004-1157-7
- Nardone, A., Tarantola, J., Galante, M. and Schieppati, M (1998). Time course of stabilometric changes after a strenuous treadmill exercise. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*; 79, 920-924
- Paillard, T. (2012). Effects of general and local fatigue on postural control: a review. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*; 36(1):162-76. doi: 10.1016
- Pendergrass, T. L., Moore, J. H., & Gerber, J. P. (2003). Postural control after a 2mile run. *Military Medicine*; 168(11), 896-903.
- Plisky, P.J., Gorman, P.P., Butler, R.J., Kiesel, K.B., Underwood, F.B., Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy*; 4(2):92-9.
- Romero-Franco, N., Martínez-López, E.J., Hita-Contreras, F., Lomas-Vega, R., Martínez-Amat, A. (2014). Effects of an anaerobic lactic training on the postural stability of athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; [Epub ahead of print]
- Romero-Franco, N., Gallego-Izquierdo, T., Martínez-López, E.J., Hita-Contreras, F., Osuna-Pérez, M.C., Martínez-Amat, A. (2014b). Postural stability and subsequent sports injuries during indoor season of athletes. *Journal and Physical Therapy Science*; 26: 683-687
- Romero-Franco, N., Martínez-López, E. J., Hita-Contreras, F., Lomas-Vega, R., & Martínez-Amat, A. (2015). Effects of an anaerobic lactic training session on the postural stability of athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55, 578-86.
- Shumway-Cook A, Woollacott M. (2007). *Motor control: translating research into clinical practice*. 3 ed. (p. 234). Philadelphia, PA: Lippincott William & Wilkins.

- Soderman, K., Alfredson, H., Pietila, T., Werner, S. (2001). Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surgery, Sports Traumatology Arthroscopy*; 9(5):313-21
- Susco, T.M., Valovich, McLeod, T.C., Gansneder, B.M., Shultz, S.J (2004). Balance Recovers Within 20 Minutes After Exertion as Measured by the Balance Error Scoring System. *Journal of Athletic Training*; 39(3):241-246.
- Taube, W., Kullmann, N., Leukel, C., Kurz, O., Amtage, F., Gollhofer, A (2007). Differential reflex adaptations following sensorimotor and strength training in young elite athletes. *International Journal of Sports Medicine*; 28(12):999-1005.
- Thacker, S.B (1999). The prevention of ankle sprains in sports. A systematic review of the literatura. *American Journal of Sports Medicine*; 27: 753-760.760
- Trojian, T.H., McKeag, D.B. (2006). Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. *British Journal of Sports Medicine*; 40(7):610-613.
- Tropp, H., Ekstrand, J., Gillquist, J .(1984). Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Medicine Science of Sports and Exercise*; 16: 64-66.66.
- Thorpe, J.L., Ebersole, K.T(2008). Unilateral balance performance in female collegiate soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*; 22(5):1429-1433.
- Vuillerme, N., & Hintzy, F. (2007). Effects of a 200W-15min cycling exercise on postural control during quiet standing in healthy young adults. *European Journal of Physiology*; 100(2):169-75.
- Wilkins, Joseph C; Valovich McLeod, Tamara, C; Perrin, David H; Gansneder, Bruce M. (2004). *Journal of Athletic Training*; Dallas39.2 (Apr-Jun 2004): 156-161.
- Zachary, G. Fox, Jason, P., Mihalik, J., Troy ,Blackburn, Claudio L. Battaglini, and Kevin M. Guskiewicz. (2008). Return of Postural Control to Baseline After Anaerobic and Aerobic Exercise Protocols. *Journal of Athletic Training*; Vol. 43, No. 5, pp. 456-463.

Fecha de recepción: 18/9/2022
Fecha de aceptación 11/10/2022