



UNIVERSIDAD DE JAÉN  
*Centro de Estudios de Postgrado*

Trabajo Fin de Máster

**ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD  
POSTURAL EN JUGADORAS DE  
FÚTBOL SALA DE LA PROVINCIA DE  
JAÉN**



MÁSTER OFICIAL  
INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN CIENCIAS  
DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y LA SALUD

**Alumno/a: Rico Armenteros, Natalia**

Tutores: Prof. D. Fidel Hita Contreras  
Prof. D. Antonio Martínez Amat

Dpto: Ciencias de la Salud. Área de anatomía y  
embriología humana.

**Diciembre, 2014**

## ***RESUMEN***

---

El equilibrio en deportistas está más desarrollado gracias a la actividad física que éstos desempeñan. El mantenimiento de éste es esencial a la hora de desarrollar las actividades deportivas. El objetivo de este estudio fue ver si se encontraban diferencias significativas en la estabilidad de las jugadoras de fútbol sala antes y después de realizar ejercicio físico, en este caso un partido. Se ha trabajado con una muestra de 44 jugadoras (edad= 20,91  $\pm$ 4,95) de la provincia de Jaén, a nivel provincial y en competición. Se analizaron las variables antropométricas siguientes: media del desplazamiento del Centro de Presión en sentido mediolateral y anteroposterior (Media X-Y), el área de la elipse (Superficie), la distancia recorrida por el centro de presiones (Longitud), la velocidad de desplazamiento del CP (Velocidad), la dispersión lateral y anteroposterior del Centro de Presión (RMSX-RMSY), y coeficiente de Romberg. Se tomaron las medidas con una plataforma multisensor resistiva. En función a los resultados obtenidos en nuestro estudio podemos concluir que la estabilidad en las jugadoras era muy similar al principio y al final del partido, éstas a penas se veían afectadas por la fatiga. Por lo tanto, se llegó a la conclusión de que las jugadoras a nivel provincial no llegan a un nivel de fatiga alto como para perturbar su estabilidad.

**Palabras clave:** Fatiga, estabilidad postural, fútbol sala, estabilometría.

## ***ABSTRACT***

---

The balance by athletes is more developed because of physical activity they perform. Maintaining this is essential in developing the sport activity. The objective of this study was to see if significant differences were found in the stability of the football players before and after physical exercise, in this case a match. We have worked with a sample of 44 players (age = 20.91  $\pm$  4.95) in the province of Jaen, at provincial level and competition. The following stabilometric parameters were analyzed: average displacement of the center of pressure in mediolateral and anteroposterior (Media XY), the area of the ellipse (area), the distance traveled by the center of pressure (longitude), and the travel speed of the CP (speed), lateral and anteroposterior center of pressure dispersion (RMSX- RMSY) and Romberg coefficient. Measurements were taken with a resistive multi-sensor platform. Depending on the results obtained in our study we can conclude that stability in the players was very similar at the beginning and end of the match, they hardly were affected by fatigue. So, we think that at provincial level players do not reach a high level of fatigue to disturb its stability.

**Key words:** fatigue, balance, futsal, stabilometric.

## **INTRODUCCIÓN**

---

El equilibrio en deportistas está más desarrollado gracias a la actividad física que éstos desempeñan. El mantenimiento de éste es esencial a la hora de desarrollar las actividades deportivas, pero también estas actividades a alta intensidad pueden crear un desequilibrio en el deportista, formado por la fatiga inducida.

El equilibrio corporal se define cuando el cuerpo está estabilizado. Esto ocurre cuando la proyección del Centro de Gravedad cae dentro de su base de soporte y las fuerzas actuantes sobre el cuerpo son iguales a cero. El equilibrio humano es el resultado de distintas integraciones sensorio-perceptivo-motriz, éstas conducen al aprendizaje de uno mismo y de la postura-equilibrio. La postura se define como la actividad refleja de un organismo respecto a su adaptación al espacio. Es decir que la postura-equilibrio se relaciona más con una acción motriz que con la actitud o mantenimiento de una posición determinada (Segovia Martínez JC. 2009., Lázaro A. 2000).

Por lo tanto, es importante entender que el control postural es un proceso de re-establecimiento permanente de equilibrio. La organización de la postura depende del esquema corporal, es decir, la representación del cuerpo en el espacio. Esta representación está elaborada con información visual, vestibular, músculo-tendinosa, articular y sensorial y se basa en la geometría del cuerpo y la cinética (Paillard T., 2012 y Massion J., 1994).

Otro elemento importante a considerar y que afecta de forma directa al control postural, es el ejercicio muscular o actividad física la cual se puede considerar como una causa de agravación de la oscilación postural. Cuando el ejercicio muscular genera fatiga afecta al sistema de regulación del control postural por sus efectos sobre la calidad y el tratamiento de la información sensorial, éste induce perturbaciones del sistema neuromuscular que implican cambios en la fuerza muscular y el control postural (Harkins et al., 2005).

Todos estos efectos de modificación y perturbación de la estabilidad postural lo podemos ver reflejado en diferentes estudios que han demostrado que la estabilidad postural disminuye agudamente después de la fatiga (Wilkins J. et al., 2004, Seliga R. et al., Lepers R. et al., 1997, Derave W. et al. 1998).

La estabilidad postural puede ser perturbada en deportes donde el esfuerzo sea máximo, o los movimientos bruscos, deportes como el fútbol, baloncesto, balonmano entre otros. El fútbol sala es una modalidad que se identifica con un tipo de esfuerzo fraccionado e interválico basado en una serie de esfuerzos máximos y submáximos dados de forma intermitente y con pausas de recuperación incompletas activas y pasivas de duración variable. Estos intervalos, de manera general, no permiten una recuperación completa, siendo una sucesión de procesos aeróbicos-anaeróbicos (Álvarez, 2000). El tiempo de juego es de 25 minutos cada parte a reloj corrido.

Las principales características del fútbol sala son una sucesión de movimientos a máxima velocidad, en espacios muy reducidos (5-10 metros), con continuos cambios de dirección y sentido, seguido por fases de tensión muscular más estáticas, pero de máxima tensión, encadenando carreras de baja, media, máxima intensidad con pausas de recuperación activas e incompletas (Álvarez et al. 2002), todo esto puede llevar al desequilibrio. Al igual que es uno de los deportes donde se desarrolla un ejercicio intermitente de alta intensidad (EIAI), que es una de las formas de actividad más frecuente en la mayor parte de los deportes de equipo y en algunos individuales. Se trata de especialidades deportivas acíclicas y mixtas (aeróbico - anaeróbicas) en las que se intercalan fases de ejercicios a diferente intensidad con pausas de recuperación activas e incompletas, durante un extenso espacio de tiempo (Barbero et al., 2003). Numerosos estudios han investigado sobre el EIAI demostrando que el rendimiento alcanzado en las fases de ejercicio, depende de la duración de las fases de recuperación (Hermansen et al., 1972; Saltin et al., 1992; Gaitanos et al., 1993; Bangsbo et al., 1994) y del tipo de actividad realizada durante la misma (Thiriet et al., 1993; Signorile et al., 1993; Dorado García et al., 1999).

Por lo tanto, la fatiga que se puede producir en partidos de fútbol sala al mantener movimientos a máxima velocidad, cambios continuos y la máxima tensión, entre otros, pueden influir en la estabilidad de los deportistas. Ésta fatiga depende de la intensidad del partido, del grado de importancia de éste, del tiempo que el deportista esté dentro del campo y muchas más.

Son numerosos los estudios que afirman que la fatiga es un factor importante para la pérdida de estabilidad (Wilkins et al., 2004, Seliga R. et al., 1991. Lepers R. et al., 1997. Derave W. et al., 1998.) Algunos fueron demostrados mediante técnicas, protocolos de ejercicios, repeticiones, etc., todos los estudios realizaron estos ejercicios específicos para llegar a la fatiga y ninguno realizó el estudio después de un partido o similar.

Estas técnicas implican la repetición de movimientos segmentarios simples del tobillo, rodilla, cadera, columna lumbar y cuello con el fin de afectar el control postural. Se utilizaron tres técnicas o tipos de protocolo de fatiga. La primera consiste en la producción de una pérdida de resistencia de un grupo muscular hasta un valor preestablecido (Kwon et al., 1998, Yaggie y McGregor, 2002, Schieppati et al., 2003, Davidson et al., 2004, Harkins et al., 2005, Davidson et al., 2009, Singh et al., 2009, Bisson et al., 2010 y et Granacher. al, 2010). La segunda consiste en la repetición de una serie de movimientos segmentarios simples preestablecidos o en el mantenimiento de acciones musculares isométricas durante un determinado período de tiempo (Suponitsky et al. 2008, Strang et al., 2009, Reimer y Wikstrom 2010, Paillard et al., 2010a, Paillard et al., 2010b, y Walsh et al., 2011). El tercer tipo de protocolo tiene como objetivo inducir una incapacidad para seguir un ejercicio particular que consiste en contracciones isométricas o dinámicas (Vuillerme et al., 2009, Bellew et al., 2009, Lin et al., 2009, Berger et al., 2010, Springer y Pincivero de 2009, Laudani et al., 2009, Bisson et al., 2010, Mello et al., 2010, TheDon et al., 2011 y Wojcik et al., 2011).

Con todo lo visto anteriormente podemos determinar que los parámetros del ejercicio se determinan por el valor de la pérdida de fuerza de los músculos solicitados, la intensidad, la duración del ejercicio fatigoso, la acción que los músculos realizan (isométrico, concéntrico, excéntrico), la naturaleza de la contracción muscular (voluntaria o inducida) y el número de músculos solicitados. El tipo de prueba puede influir en los resultados. Las características de los sujetos, el nivel de entrenamiento, su edad y género los definen. Y por último, las condiciones fisiológicas (hidratación, intensidad, duración y naturaleza de las actividades físicas). Todos estos factores pueden influir en la perturbación postural (Paillard 2012).

Todo esto puede determinarse con plataformas estabilométricas para analizar el nivel de equilibrio antes y después de realizar este deporte. Las plataformas estabilométricas pueden medir el desplazamiento del centro de presión en sentido mediolateral y anteroposterior, el área de apoyo, la distancia y la velocidad del centro de presiones, la dispersión lateral y anteroposterior y en qué medida el paciente utiliza la visión en el control de su posición.

A nuestro entender, hay pocos estudios realizados en el ámbito de éste deporte y ninguno hecho a mujeres, eso es lo novedoso de nuestra investigación. Por lo tanto, nuestro objetivo principal es estudiar cómo afecta la fatiga en deportistas mujeres en el ámbito del fútbol sala y si el esfuerzo que realizan afecta o no a su estabilidad postural.

## **MÉTODO**

---

### **Participantes:**

Los sujetos participantes en este estudio fueron 44 jugadoras de fútbol sala de la provincia de Jaén de 5 equipos diferentes, que compiten a nivel provincial. Con una media de edad de 20,91 ( $\pm 4,95$ ) años, una media de masa de 58,37 ( $\pm 7,49$ ), de estatura 163,80 ( $\pm 5,80$ ) y un Índice de Masa Corporal de 21,82 ( $\pm 2,45$ ).

La muestra fue elegida deliberadamente. Dichos equipos compiten en la Copa Diputación de la provincia de Jaén. Ninguna de las jugadoras que participaron en la investigación tuvo en el momento del estudio ningún tipo de lesión, enfermedad o patología.

Criterios de inclusión: Debían tener ficha con el equipo, entrenar los dos días de la semana y jugar el partido en el cuál íbamos a tomar los datos.

Criterios de exclusión: Estar lesionada, no jugar ningún minuto en el partido o no jugarlo.

Todos los participantes firmaron un consentimiento informado por escrito antes del inicio del estudio, que se llevó a cabo de conformidad con la Declaración de Helsinki, las buenas prácticas clínicas y las leyes y reglamentos aplicables.

### **Instrumentos:**

Las medidas estabilométricas se realizaron con una Plataforma de presiones EPS (Italia). Es una plataforma cuya superficie total es de 680x520 mm y superficie activa de 480x480 mm. El número de sensores es de 2.304 y el grosor de la misma es de 5 mm. Gracias a su conexión a un ordenador utilizando el programa EPS- System – Footchecker, nos permite capturar el análisis tanto estático como dinámico, además de permitir la evaluación del movimiento del baricentro. Nos da información sobre: distribución de cargas, puntos de máxima presión, superficie plantar, estabilidad del apoyo, medidas de longitudes y ángulos y realización de informes. Permite la importación y exportación de todos los análisis. Con este programa se evaluó el movimiento del baricentro en los análisis de estabilidad en dos pruebas (con ojos abiertos y con ojos cerrados) y datos relevantes obteniendo el Índice de Romberg, gráficos de oscilación y comparación entre dos pruebas.

Se utilizó una Báscula digital marca Tefal de 130 kg/100g de precisión. Y un Tallímetro para adultos "T201-T4, ASIMED.

El cronómetro con el que se calculó el tiempo jugado de las jugadoras fue Cronómetro ONstart 100.

El índice de masa corporal (IMC) es una medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo.

Se calcula según la expresión matemática:  $IMC = \frac{peso}{estatura^2}$

Donde el peso se expresa en kilogramos y el cuadrado de la estatura en metros cuadrados, siendo la unidad de medida del IMC en el sistema MKS:  $kg \cdot m^{-2} = kg/m^2$

El valor obtenido no es constante, sino que varía con la edad y el sexo. También depende de otros factores, como las proporciones de tejidos muscular y adiposo.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la clasificación del estado nutricional de acuerdo con el IMC es: < 18,50 Bajo peso; 18,5-24,99 Normopeso; > 25,00 Sobrepeso; > 30,00 Obesidad.

### **Procedimiento:**

Las pruebas requeridas se llevaron a cabo en los pabellones cubiertos donde se desarrollaron los partidos (pabellón 18 de febrero (Torredelcampo), pabellón de las Fuentezuelas (Jaén), pabellón de la Salobreja (Jaén) y polideportivo municipal de Martos).

Las medidas estabilométricas se tomaban a cada jugadora antes y después del partido de fútbol sala. Antes de la toma de medidas se procedía a hacer una sesión de unos 10 minutos de familiarización con la plataforma estabilométrica, en el cual se explicaba el funcionamiento de ésta, realizando varios ejemplos para que todas asimilaran la forma de colocación de los pies y la postura que debían adoptar. Tras esto, se procedía a la toma de datos una por una. Las participantes debían estar descalzas y lo más quietas posible, con los pies separados en un ángulo de 30° y los talones colocados a 10 cm. La prueba duraba unos 52s cada una (ojos abiertos y ojos cerrados), se realiza antes de empezar con la carga de trabajo y después de ésta se volvía a repetir la prueba.

### **Variables**

Variables demográficas:

Edad, peso, estatura, tiempo jugado, índice de masa corporal y posición de juego.

Variables estabilométricas:

La prueba estabilométrica mide los siguientes parámetros relacionados con los participantes:

La media del desplazamiento del CP en sentido mediolateral y anteroposterior (Media X-Y respectivamente), el área de la elipse (Superficie), la distancia recorrida por el centro de presiones (Longitud), la velocidad de desplazamiento del CP (Velocidad), la dispersión lateral y anteroposterior del CP (RMSX-RMSY), y El coeficiente de Romberg para la superficie (S), velocidad (V), y longitud (L). Sirve para saber en qué medida el paciente utiliza la visión en el control de su posición ortostática.

### Análisis estadístico:

Para diferenciar las variables sociodemográficas y estabilométricas se empleó un Anova de factor, para diferenciar los resultados de las variables descriptivas en las pruebas pre y post se empleó un Anova de Medidas Repetidas con ajuste Pos-hoc para Bonferroni.

Se empleó como criterio de significación  $p < 0,05$ .

Todos los datos se analizaron por separado para cada variable y se realizaron empleando el paquete estadístico SPSS V.9.

## RESULTADOS

En la tabla 1 presentamos el descriptivo de la media de los datos de las variables sociodemográficas (edad, peso, altura, IMC) de todas las jugadoras, distinguidas por la posición de juego que tienen. Excepto Peso e IMC, que presentan datos muy parecidos, la edad y la altura son más diferentes.

Variable	Portero (n = 5)	Cierre (n = 11)	Ala (n=17)	Pívor (n=11)	P value
Edad	21,60	21,27	20,29	21,18	0,935
Peso	62,36	61,55	56,76	55,91	0,146
Altura	161,20	163,91	163,76	164,91	0,718
IMC	24,06	22,81	21,32	20,56	0,017

Tabla 1. Características sociodemográficas

Variable	Grupo	Pre	Post	Grupo (p value)	Tiempo (p value)	Grupo x Tiempo (p value)	Pos-hoc Grupo x Tiempo (p value)
Longitud Sway ojos abiertos (mm)	1 Portera (n=5)	534,85 (94,22)	567,47 (50,99)	0,746	0,604	0,310	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	622,17 (93,56)	595,86 (94,25)				
	3 Ala (n=17)	578,40 (119,49)	621,07 (171,18)				
	4 Pivot (n=11)	613,42 (100,80)	600,89 (77,76)				
Longitud Sway ojos cerrados (mm)	1 Portera (n=5)	576,98 (116,93)	640,38 (102,39)	0,703	0,213	0,551	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	670,08 (112,23)	654,40 (115,19)				
	3 Ala (n=17)	609,42 (133,38)	652,04 (186,39)				
	4 Pivot (n=11)	663,45 (122,35)	676,40 (95,99)				
Superficie Elipse ojos abiertos (mm <sup>2</sup> )	1 Portera (n=5)	62,11 (64,78)	29,75 (27,28)	0,300	0,229	0,074	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	17,74 (8,39)	29,74 (22,29)				
	3 Ala (n=17)	27,05 (24,12)	30,65 (25,18)				
	4 Pivot (n=11)	42,43 (39,35)	32,73 (28,13)				
Superficie Elipse ojos cerrados (mm <sup>2</sup> )	1 Portera (n=5)	49,16 (48,83)	33,61 (36,36)	0,546	0,374	0,172	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	34,65 (22,58)	26,68 (22,46)				
	3 Ala (n=17)	30,75 (28,57)	44,82 (37,65)				
	4 Pivot (n=11)	30,75 (28,57)	79,88 (126,49)				
Velocidad Media ojos abiertos	1 Portera (n=5)	10,46 (1,83)	11,10 (0,99)	0,744	0,604	0,306	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s

<b>(mm/s)</b>	<b>2 Cierre</b> <b>(n=11)</b>	12,17 (1,82)	11,66 (1,84)				2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	<b>3 Ala</b> <b>(n=17)</b>	11,32 (2,33)	12,15 (3,35)				
	<b>4 Pivot</b> <b>(n=11)</b>	12,01 (1,96)	11,76 (1,52)				
<b>Velocidad Media ojos cerrados (mm/s)</b>	<b>1 Portera</b> <b>(n=5)</b>	11,19 (2,26)	12,45 (2,03)	0,676	0,201	0,548	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	<b>2 Cierre</b> <b>(n=11)</b>	13,05 (2,19)	12,74 (2,25)				
	<b>3 Ala</b> <b>(n=17)</b>	11,85 (2,58)	12,68 (3,69)				
	<b>4 Pivot</b> <b>(n=11)</b>	12,92 (2,36)	13,20 (1,86)				

Tabla 2: Resultado de las variables antropométricas Longitud Sway, Superficie Elipse y Velocidad Media. Valores representados como media (desviación típica).

La tabla 2 Representa los resultados de la prueba de Anova a dichas variables en superficie estable. Se muestran las variables estabilométricas Longitud Sway OA/OC (la distancia recorrida por el centro de presiones), Superficie Elipse OA/OC (el área de la elipse) y Velocidad media OA/OC (la velocidad de desplazamiento del Centro de Presión). Se puede apreciar como no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a Grupo ( $P= 0,746$   $P= 0,703$   $P= 0,300$   $P= 0,546$   $P= 0,744$   $P= 0,676$ , respectivamente). Tiempo ( $P= 0,604$   $P= 0,213$   $P= 0,229$   $P= 0,374$   $P= 0,604$   $P= 0,201$ , respectivamente). Y Grupo x Tiempo ( $P= 0,310$   $P= 0,551$   $P= 0,074$   $P= 0,172$   $P= 0,306$   $P= 0,548$  respectivamente), aquí es donde se muestran datos cercanos a la significatividad, en la variable Superficie Elipse ojos abiertos. Por lo tanto, el ajuste Pos-hoc no da significación ninguna.

Variable	Grupo	Pre	Post	Grupo (p value)	Tiempo (p value)	Grupo x Tiempo (p value)	Pos-hoc Grupo x Tiempo (p value)
RMS X mm ojos abiertos	1 Portera (n=5)	0,37 (0,05)	0,41 (0,05)	0,508	0,490	0,300	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	0,44 (0,06)	0,42 (0,05)				
	3 Ala (n=17)	0,41 (0,07)	0,43 (0,06)				
	4 Pívor (n=11)	0,44 (0,05)	0,43 (0,05)				
RMS X mm ojos cerrados	1 Portera (n=5)	0,42 (0,05)	0,46 (0,06)	0,474	0,432	0,437	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	0,49 (0,09)	0,47 (0,06)				
	3 Ala (n=17)	0,43 (0,08)	0,46 (0,09)				
	4 Pívor (n=11)	0,48 (0,05)	0,47 (0,06)				
RMS Y mm ojos abiertos	1 Portera (n=5)	0,29 (0,09)	0,28 (0,05)	0,777	0,676	0,312	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	0,37 (0,19)	0,32 (0,07)				
	3 Ala (n=17)	0,30 (0,10)	0,34 (0,16)				
	4 Pívor (n=11)	0,31 (0,09)	0,31 (0,07)				
RMS Y mm ojos cerrados	1 Portera (n=5)	0,31 (0,11)	0,34 (0,06)	0,974	0,262	0,696	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	0,36 (0,10)	0,35 (0,09)				
	3 Ala (n=17)	0,33 (0,12)	0,37 (0,17)				
	4 Pívor (n=11)	0,35 (0,12)	0,36 (0,09)				

Tabla 3: Resultado de las variables estabilométricas RMS X, RMS Y. Valores representados como media (desviación típica).

La tabla 3 representa los resultados de la prueba Anova a dichas variables en superficie estable. Se muestran las variables RMS X y RMS Y OA/OC (que muestran la dispersión lateral y anteroposterior del Centro de Presión). Se puede apreciar como no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a grupo ( $P=0,508$   $P=0,474$   $P=0,777$   $P=0,974$  respectivamente). Tiempo ( $P=0,490$   $P=0,432$   $P=0,676$   $P=0,262$  respectivamente). Y grupo por tiempo ( $P=0,300$   $P=0,437$   $P=0,312$   $P=0,696$  respectivamente). Por lo tanto el ajuste Pos-hoc no da significación ninguna.

Variable	Grupo	Pre	Post	Grupo (p value)	Tiempo (p value)	Grupo x Tiempo (p value)	Pos-hoc Grupo x Tiempo (p value)
Media X ojos abiertos	1 Portera (n=5)	1,15 (4,20)	-1,70 (5,60)	0,999	0,654	0,485	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	-0,15 (3,66)	0,10 (5,16)				
	3 Ala (n=17)	-0,65 (5,78)	0,67 (4,19)				
	4 Pívor (n=11)	0,11 (5,12)	-0,22 (4,17)				
Media X ojos cerrados	1 Portera (n=5)	0,42 (0,05)	0,46 (0,06)	0,474	0,432	0,437	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	0,49 (0,09)	0,47 (0,06)				
	3 Ala (n=17)	0,43 (0,08)	0,46 (0,09)				
	4 Pívor (n=11)	0,48 (0,05)	0,47 (0,06)				
Media Y ojos abiertos	1 Portera (n=5)	-8,03 (7,88)	-9,59 (3,92)	0,484	0,703	0,611	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	-12,94 (8,66)	-11,82 (6,30)				
	3 Ala (n=17)	-10,96 (9,32)	-10,17 (10,48)				
	4 Pívor (n=11)	-6,12 (8,33)	-8,19 (9,22)				

<b>Media Y ojos cerrados</b>	<b>1 Portera (n=5)</b>	-10,35 (9,97)	-9,72 (3,18)	0,975	0,692	0,766	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	<b>2 Cierre (n=11)</b>	-11,02 (8,31)	-11,50 (5,40)				
	<b>3 Ala (n=17)</b>	-11,12 (10,31)	-9,01 (10,51)				
	<b>4 Pívor (n=11)</b>	-9,58 (8,82)	-9,92 (9,77)				

Tabla 4: Resultado de las variables estabilométricas Media X, Media Y. Valores representados como media (desviación típica).

En la tabla 4 se muestran los resultados de la prueba Anova a las variables Media X y Media Y en superficie estable. Estas variables muestran la media del desplazamiento del Centro de Presión en sentido mediolateral y anteroposterior OA/OC. Se puede apreciar como no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a grupo ( $P= 0,999$   $P= 0,474$   $P= 0,484$   $P= 0,975$  respectivamente). Tiempo ( $P= 0,654$   $P= 0,432$   $P= 0,703$   $P= 0,692$  respectivamente). Y grupo por tiempo ( $P=0,485$   $P=0,437$   $P=0,611$   $P=0,766$  respectivamente). Por lo tanto el ajuste Pos-hoc no da significación ninguna.

Variable	Grupo	Pre	Post	Grupo (p value)	Tiempo (p value)	Grupo x Tiempo (p value)	Pos-hoc Grupo x Tiempo (p value)
Índice de Romberg Superficie Elipse mm <sup>2</sup>	1 Portera (n=5)	136,60 (102,92)	166,40 (93,94)	0,808	0,385	0,514	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	222,36 (169,52)	118,45 (95,94)				
	3 Ala (n=17)	193,29 (174,33)	354,06 (793,94)				
	4 Pívor (n=11)	88,64 (71,71)	350,45 (653,29)				
Índice de Romberg Velocidad Media	1 Portera (n=5)	107,0 (10,32)	111,60 (9,15)	0,283	0,072	0,510	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	106,91 (5,35)	109,09 (8,54)				
	3 Ala (n=17)	104,76 (9,87)	104,59 (10,66)				
	4 Pívor (n=11)	107,45 (7,39)	112,45 (7,40)				
Índice de Romberg Longitud de Sway	1 Portera (n=5)	107,80 (10,20)	112,40 (8,98)	0,329	0,091	0,570	1vs2 =n/s 1vs3=n/s 1vs4=n/s 2vs3=n/s 2vs4=n/s 3vs4=n/s
	2 Cierre (n=11)	107,36 (5,16)	109,73 (8,59)				
	3 Ala (n=17)	105,47 (9,89)	105,18 (11,12)				
	4 Pívor (n=11)	108,0 (7,56)	112,45 (7,40)				

Tabla 5: Resultado de las variables de índice Romberg: Superficie, velocidad media y Longitud. Valores representados como media (desviación típica).

En la tabla 5 se muestran los resultados de la prueba Anova en las variables de coeficiente de Romberg en superficie estable. Éstas sirven para saber en qué medida el paciente utiliza la visión en el control de su posición ortoestática. Se puede apreciar como no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a grupo ( $P=0,808$   $P=0,283$   $P=0,329$  respectivamente), tiempo ( $P=0,385$   $P=0,072$   $P=0,091$  respectivamente). Y grupo por tiempo ( $P=0,514$   $P=0,510$   $P=0,570$  respectivamente). Por lo tanto el ajuste Pos-hoc no da significación ninguna.

## ***DISCUSIÓN***

---

Hay numerosos estudios que afirman que, en sujetos sanos, los diferentes factores de actividad física que afectan a los parámetros estabilométricos. Ningún estudio de estos está hecho a jugadoras de fútbol sala, ni siquiera a jugadores en competición. Debido a que el objetivo de este estudio fue relacionar varios parámetros sociodemográficos y estabilométricos con el equilibrio, vamos a intentar clarificar y discutir los resultados obtenidos, comparándolos con otros estudios similares realizados.

Tras el estudio de nuestros resultados, hemos comprobado que no existían diferencias significativas entre las medidas estabilométricas tomadas antes y después del partido. Nardone et al., (1997,1998) en varios de sus estudios afirma la posibilidad de que el ejercicio no sea capaz de inducir a la fatiga con una magnitud suficiente como para alterar el control postural de los sujetos, también nos habla de la corta duración de la fatiga en la estabilidad del cuerpo, con esto podemos intuir que si nuestras jugadoras llegaron a la fatiga, recuperaron rápidamente. Sin embargo otros autores como Pau et al., (2014) en un estudio realizado en jugadores de fútbol, afirman que todos los parámetros estabilométricos a excepción de la velocidad estaban alterados tras un protocolo de fatiga basado en series de sprints.

En el análisis específico de los parámetros estabilométricos, podemos observar que, en la variable de la superficie de la elipse con ojos abiertos, las diferencias se acercaban al límite de la significación ( $P=0,074$ ). Para algunos autores, el aumento no sólo de la superficie sino de la velocidad puede ser debido a un aumento de la fatiga de la musculatura dorso-flexora del miembro inferior (Boyas S. et al., 2013., Dickin DC. et al., 2008).

En nuestro trabajo hemos podido observar que, si bien no existían diferencias significativas tanto en la prueba con los ojos abiertos como con los ojos cerrados, al igual que los resultados descritos en el estudio de Bove M., et al (2007), donde no se encontraron diferencias inducidas por la fatiga entre ambas condiciones visuales. Aunque no se vieran diferencias significativas, se puede observar que cuando se realiza la prueba con supresión del estímulo visual, los valores generalmente son superiores y por lo tanto indican un peor equilibrio postural. En este sentido son varios los trabajos que han mostrado que, tras fatiga muscular, los parámetros estabilométricos obtenidos tras la prueba con los ojos cerrados suelen aparecer más alterados y reflejando un peor control postural, que los obtenidos con los ojos abiertos (Vuillerme, N., 2001., Bisson, E. J., 2010).

Como explicamos anteriormente el coeficiente de Romberg sirve para saber en qué medida el paciente utiliza la visión en el control de su posición ortostática. Teniendo en cuenta los resultados de nuestro estudio, en el que el control postural no se ha visto afectado después del partido de fútbol, raramente en Romberg se podrían encontrar diferencias estadísticamente significativas.

Otros estudios importantes a considerar son los de Gribble et al., (2009) y Martin y Rattey, (2007) que nos dan diferencias entre hombres y mujeres, afirmando que éstas parten con ventaja en la resistencia a la fatiga, al demandar menos oxígeno el desequilibrio es menos pronunciado, a su vez el centro de gravedad en las mujeres disminuye al tener la base de la pelvis más amplia y tener una altura inferior a los hombres, esto las hace más estables.

Limitaciones: nuestra mayor limitación ha sido la poca muestra.

No se controla el nivel de esfuerzo de todas las jugadoras y esto puede llevar a datos que contrarrestan muestras significativas.

Podríamos haber cuantificado la cantidad de fatiga y esfuerzo desarrollado en el ejercicio físico, haber realizado un entrenamiento controlado en el que se llegara con exactitud a la fatiga, ya que después de un partido no se cree que todas las jugadoras lleguen a la fatiga. Y haber realizado un re-test para conocer la recuperación.

Quizás deberíamos haber tomado muestras también de forma monopédica y no solo bípeda.

Por lo tanto, se hace necesaria la realización de futuros estudios con un tamaño de muestra mayor en los que se cuantifiquen fatiga y esfuerzo y en los que se realicen las pruebas estabilométricas en condiciones mono y biopodal que puedan ayudar a conseguir una mayor significación.

## **CONCLUSIÓN**

---

El equilibrio en deportistas está más desarrollado gracias a la actividad física que éstos desempeñan. El mantenimiento de éste es esencial a la hora de desarrollar las actividades deportivas, pero también estas actividades a alta intensidad pueden crear un desequilibrio en el deportista, formado por la fatiga inducida.

Numerosos estudios demuestran que la fatiga es un factor importante en la pérdida de la estabilidad, estos realizan técnicas o protocolos de ejercicios para llegar a la fatiga, es decir, en sus estudios se aseguraban de que su muestra siempre llegara a una fatiga significativa.

En nuestro estudio quisimos demostrar si en un partido de fútbol sala femenino se llegaba a la fatiga y se encontraban diferencias estadísticamente significativas. Podemos afirmar que las jugadoras en los partidos analizados no llegaron a la fatiga, o muy pocas se fatigaron, de ahí que no se hayan encontrado resultados estadísticamente significativos.

En conclusión, en este estudio podemos afirmar que no existen diferencias significativas, la estabilidad postural no se ve afectada en un partido de fútbol sala en categoría provincial femenina, y podemos determinar que el esfuerzo no es el máximo y que el tiempo de juego tampoco es suficiente para generar fatiga en las jugadoras.

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

1. Alfonso Lázaro, L. (2000). El Equilibrio Humano: un fenómeno Das menschliche Gleichgewicht: Ein Komplexes Phänomen. *Motorik.vol 2*, pp 80-86.
2. Álvarez, J., Estudio del perfil cardiovascular y metabólico en jugadores profesionales y amateurs de fútbol sala, tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, julio 2000.
3. Álvarez Medina J., Giménez Salillas L., Corona Virón P., Manonelles Marqueta P. (2002). Necesidades cardiovasculares y metabólicas del fútbol sala: análisis de la competición. *Apunts*, 67, 45-61.
4. Bangsbo, J., Graham, T. E., Kiens, B., & Saltin, B. (1992). Elevated muscle glycogen and anaerobic energy production during exhaustive exercise in man. *The Journal of Physiology*, 451(1), 205-227.
5. Barbero Álvarez, J. C., Barbero Álvarez, V., & Melilla, C. L. S. E. C. (2003). Relación entre el consumo máximo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. *Rev Entren Deportivo*, 17(2), 13-24.

6. Bellew, J. W., Panwitz, B. L., Peterson, L., Brock, M. C., Olson, K. E., & Staples, W. H. (2009). Effect of acute fatigue of the hip abductors on control of balance in young and older women. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 90(7), 1170-1175.
7. Berger, L. L., Regueme, S. C., & Forestier, N. (2010). Unilateral lower limb muscle fatigue induces bilateral effects on undisturbed stance and muscle EMG activities. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(5), 947-952.
8. Bisson, E. J., Chopra, S., Azzi, E., Morgan, A., & Bilodeau, M. (2010). Acute effects of fatigue of the plantarflexor muscles on different postural tasks. *Gait & posture*, 32(4), 482-486.
9. Bove M., Faelli E., Tacchino A., Lofrano F., Cogo C.E., Ruggeri P. (2007). Postural control after a strenuous treadmill exercise. *Neuroscience Letters*, 418, 276-881.
10. Boyas S, Hajj M. (2013). Bilodeau M. Influence of ankle plantarflexor fatigue on postural sway, lower limb articular angles, and postural strategies during unipedal quiet standing. *Gait Posture*, Apr;37(4):547-51.
11. Davidson, B.S., Madigan, M.L., Nussbaum, M.A., (2004). Effects of lumbar extensor fatigue and fatigue rate on postural sway. *Eur. J. Appl. Physiol.* 93, 183–189.
12. Davidson, B. S., Madigan, M. L., Nussbaum, M. A., & Wojcik, L. A. (2009). Effects of localized muscle fatigue on recovery from a postural perturbation without stepping. *Gait & posture*, 29(4), 552-557.
13. Derave W, De Clercq D, Bouckaert J, Pannier JL. (1998). The influence of exercise and dehydration on postural stability. *Ergonomics*, 41(6):782–789.
14. Dickin DC, Doan JB. (2008). Postural stability in altered and unaltered sensory environments following fatiguing exercise of lower extremity joints. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 18(6):765–72.
15. Dorado García, C., Sanchis, J., Chavaren, J. y López Calbet, J.A. (1999). Efectos de la recuperación activa sobre la capacidad de rendimiento y el metabolismo energético durante el ejercicio de lata intensidad. *Archivos de Medicina del Deporte*, XVI, 73, 397-413.
16. Gaitanos G.C., Williams L.H., Boobis L.H. y Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal Applied Physiology*, 75, 712-719.
17. Granacher, U., Gruber, M., Forderer, D., Strass, D., Gollhofer, A., (2010). Effects of ankle fatigue on functional reflex activity during gait perturbations in young and elderly men. *Gait & Posture* 32, 107–112.
18. Gribble, P.A., Robinson, R.H., Hertel, J., Denegar, C.R., (2009). The effects of gender and fatigue on dynamic postural control. *J. Sports Rehabil.* 18, 240–257.

19. Harkins, K.M., Mattacola, C.G., Uhl, T.L., Malone, T.R., McCrory, J.L., (2005). Effects of 2 ankle fatigue models on the duration of postural stability dysfunction. *J. Athl. Train.* 40, 191–196.
20. Hermansen, L. y Stensvold, I. Production and removal of lactate during exercise in man. *Acta Physiologica Scandinavia* 86, 191-201. 1972.
21. Kwon, O.Y., Choi, H.S., Yi, C.H., Kwon, H.C., (1998). The effects of knee and ankle muscles surrounding the knee and ankle joints on one-leg static standing balance. *J. Phys. Ther. Sci.* 10, 7–12.
22. Laudani, L., Wood, L., Casabona, A., Giuffrida, R., De Vito, G., (2009). Effects of repeated ankle plantar-flexions on H-reflex and body sway during standing. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 19, 85–92.
23. Lepers R, Bigard AX, Diard JP, Gouteyron JF, Guezennec CY. (1997). Posture control after prolonged exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 76(1), 55–61.
24. Lin, D., Nussbaum, M.A., Seol, H., Singh, N.B., Madigan, M.L., Wojcik, L.A., (2009). Acute effects of localized muscle on postural control and patterns of recovery during upright stance: influence of fatigue location and age. *Eur. J. Appl. Physiol.* 106, 425–434.
25. Martin, P.G., Rattey, J., (2007). Central fatigue explains sex differences in muscle fatigue and contralateral cross-over effects of maximal contractions. *Pflugers Arch. Eur. J. Physiol.* 454, 957–969.
26. Massion, J., (1994). Postural control system. *Curr. Opin. Neurobiol.* 4, 877–887.
27. Mello, R.G., Oliveira, L.F., Nadal, J., (2010). Localized fatigue effects on quiet standing control by fractional Brownian motion. 32nd Annual Inter. Conf. of IEEE EMBS, Buenos Aires, Argentina, August 31 to September 4. *Eng. Med. Biol. Soc.*, 2415–2418.
28. Nardone A, Tarantola J, Giordano A, Schieppati M. (1997). Fatigue effects on body balance. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 105(4): 309–320.
29. Nardone A, Tarantola J, Galante M, Schieppati M. (1998). Time course of stabilometric changes after a strenuous treadmill exercise. *Arch Phys Med Rehabil.* 79(8):920–924.
30. Organización Mundial de la Salud. *Obesidad y sobrepeso*. [Online]. 2012. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
31. Paillard, T., Margnes, E., Maitre, J., Chaubet, V., Franc, ois, Y., Jully, J.L., Gonzalez, G., Borel, L., (2010a). Electrical stimulation superimposed onto voluntary

- muscular contraction reduces deterioration of both postural control and quadriceps femoris muscle strength. *Neuroscience* 165, 1471–1475.
32. Paillard, T., Maitre, J., Chaubet, V., Borel, L., (2010b). Stimulated and voluntary fatiguing contractions of quadriceps femoris differently disturb postural control. *Neurosci. Lett.* 477, 48–51.
  33. Paillard, T. (2012). Effects of general and local fatigue on postural control: a review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(1), 162-176.
  34. Pau M, Ibba G, Attene G.(2014). Fatigue-induced balance impairment in young soccer players. *J Athl Train.* Jul-Aug; 49(4):454-61.
  35. Reimer, R.C., Wikstrom, E.A., (2010). Functional fatigue of the hip and ankle musculature cause similar alterations in single leg stance postural control. *J. Sci. Med. Sport* 13, 161–166.
  36. Saltin, B., Bangsbo, J., Grahan, T.E. y Johansen, L. (1992). Metabolism and performance in exhaustive intense exercise; Different effects of muscle glycogen availability previous exercise and muscle acidity. En P. Marconnet, P.V. Komi, B. Saltin y O.M. Sejersted (Eds.), *Muscle Fatigue Mechanisms in Exercise and Training. Medicine Sports Science*, 34, 87-114.
  37. Schieppati, M., Nardone, A., Schmid, M., (2003). Neck muscle fatigue affects postural control in man. *Neuroscience* 121, 277–285.
  38. Segovia Martínez JC. (2008) Valores podoestabilométricos en la población deportiva infantil. Memoria para optar al grado de doctor, Departamento de Medicina Física y Rehabilitación. Hidrología Médica, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
  39. Seliga R, Bhattacharya A, Succop P, Wickstrom R, Smith D, Willeke K. (1991). Effect of work load and respirator wear on postural stability, heart rate, and perceived exertion. *Am Ind Hyg Assoc J.*,52(10): 417–422.
  40. Signorile, J.F., Ingalls, C. y Tremblay, L.M. (1993). The effects of active and passive recovery on short-term, high intensity power output. *Canadian Journal of Applied Physiology* 18, (1), 31-42.
  41. Singh, N.B., Nussbaum, M.A., Madigan, M.A., (2009). Evaluation of circumferential pressure as an intervention to mitigate postural instability induced by localized muscle fatigue at the ankle. *Int. J. Ind. Ergon.* 39, 821–827.
  42. Springer, B.K., Pincivero, D.M., (2009). The effects of localized muscle and whole-body fatigue on single-leg balance between healthy men and women. *Gait Posture* 30, 50–54.

43. Strang, A.J., Berg, W.P., (2007). Fatigue-induced adaptative of anticipatory postural adjustments. *Exp. Brain Res.* 178, 49–61.
44. Sponitsky, Y., Verbitsky, O., Peled, E., Mizrahi, J., (2008). Effect of selective fatiguing of the shank muscles on single-leg standing sway. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 18, 682–689.
45. Thedon, T., Mandrick, K., Foissac, M., Mottet, D., Perrey, S., (2011). Degraded postural performance after muscle fatigue can be compensated by skin stimulation. *Gait Posture* 29 [Epub ahead of print] PMID: 21454076.
46. Thiriet, P. Gozal, D., Wouassi, D., Oumarou, T., Lacour, J.R. y Gelas, N. (1993). The effect of various recovery modalities on subsequent performance, in consecutive supramaximal exercise (Effet de diferentes modalites de recuperation sur la performance subsequente, dans des exercices supramaximalux consecutifs). *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33, (2), 118-129,
47. Vuillerme, N., Nougier, V., & Prieur, J. M. (2001). Can vision compensate for a lower limbs muscular fatigue for controlling posture in humans?. *Neuroscience letters*, 308(2), 103-106.
48. Vuillerme, N., Sportbert, C., Pinsault, N., (2009). Postural adaptation to unilateral hip muscle fatigue during human bipedal standing. *Gait Posture* 30, 122–125.
49. Walsh, M., Peper, A., Bierbaum, S., Karamanidis, K., Arampatzis, A., (2011). Effects of submaximal fatiguing contractions on the components of dynamic stability control after forward falls. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 21, 270–275.
50. Wilkins, J. C., Valovich McLeod, T. C., Perrin, D. H., & Gansneder, B. M. (2004). Performance on the balance error scoring system decreases after fatigue. *Journal of Athletic Training*, 39, 156-161.
51. Wojcik, L.A., Nussbaum, M.A., Lin, D., Shibata, P.A., Madigan, M.L., (2011). Age and gender moderate the effects of localized muscle fatigue on lower extremity joint torques used during quiet stance. *Hum. Mov. Sci.* (Epub ahead of print, January; PMID: 21269716).
52. Yaggie, J.A., McGregor, S.J., (2002). Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 83, 224–228.