

Centro de presiones como medida para evaluar el control postural en bipedestación y sedestación: un estudio piloto

Centre of pressure as a measure to assess postural control in standing and sitting: a pilot study

Caña-Pino A, Apolo-Arenas MD, Rodríguez-Mansilla J, Garrido-Ardila EM, Fernández-Gutiérrez C.
Universidad de Extremadura. Departamento de Terapéutica Médico Quirúrgica. Área Fisioterapia. Badajoz. España

Correspondencia:
Alejandro Caña Pino
alejandroc.p.fisio@gmail.com

Recibido: 28 mayo 2016
Aceptado: 16 noviembre 2016

RESUMEN

Introducción: la valoración del control postural y el equilibrio es de gran relevancia para orientar las intervenciones terapéuticas, al ser las cualidades más afectadas que producen limitaciones a personas con alteraciones del equilibrio postural. El objetivo de este estudio fue conocer la sensibilidad de indicadores basados en baropodometría eficientes en la medición de variables susceptibles de cambios en el control postural de sujetos sanos, para su utilización en la práctica clínica y orientación terapéutica. *Material y método:* estudio transversal observacional de 40 sujetos sanos, sin alteración del equilibrio/control postural. Cada sujeto fue valorado en una plataforma de presión, marca Podoprint de Namrol®. Se realizaron 4 pruebas en bipedestación y sedestación con un orden de dificultad progresiva. El tiempo de cada medición fue de 30 segundos con 10 segundos de descanso al finalizar cada prueba. *Resultados:* hubo un menor desplazamiento del centro de presiones (COP) en sedestación tanto en el eje medio-lateral como en el antero-posterior en todas las pruebas realizadas ($p < 0,01$). Se observó un menor desplazamiento del COP en sedestación con alta significación con respecto a la bipedestación ($p < 0,01$). Influyó la superficie de apoyo estable o inestable y el sistema visual en la estabilidad postural en sujetos sanos, tanto en bipedestación como en sedestación, aunque no de forma significativa ($p > 0,05$). *Conclusión:* el desplazamiento medio del COP puede ser un parámetro que puede utilizarse para valorar el equilibrio postural, y por tanto puede ser de utilidad para los terapeutas.

Palabras clave: control postural, equilibrio, sujetos sanos, valoración.

ABSTRACT

Introduction: the assessment of postural control and balance is of great relevance, as these are the most affected qualities producing more limitations in subjects with postural balance deficits. Therefore, their assessment is essential to guide therapeutic interventions. The aim of this study was to determine the sensitivity of efficient baropodometric based on the measurement of variables susceptible to changes in postural control in healthy subjects, for use in clinical practice and therapeutic orientation indicators. *Material and Method:* we carried out a transversal, observational study of healthy subjects without postural control/balance. Each participant was assessed on a platform of pressure in a Namrol® Podoprint. Four tests were performed in standing and sitting position adding difficulty progressively. Each test lasted 30 seconds with a 10 second rest at the end of the assessment. *Results:* the displacement of the centre of pressure (COP) was smaller in sitting than in standing both in the medial-lateral axis and the anterior-posterior axis for all the tests performed ($p < 0.01$). However, there was an influence in the stable or unsta-

ble surface and the visual system in postural stability of healthy subjects in standing and sitting, although it was not significant ($p > 0.05$). Conclusion: the medial shift of the COP could be a parameter to be used for the assessment of the postural balance in standing and sitting and therefore may be useful for the therapists.

Keywords: *postural stability, balance, healthy subjects, assessment.*

INTRODUCCIÓN

La literatura médica indica que en diferentes patologías de origen neurológico, ortopédico, vestibular y en personas mayores, el control postural y el equilibrio están alterados. Se define el equilibrio postural como aquel estado en el que todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo están equilibradas, de tal forma que el cuerpo mantiene la posición deseada (equilibrio estático) o es capaz de avanzar según un movimiento deseado sin perder el equilibrio (equilibrio dinámico)⁽¹⁾.

Un cuerpo se encuentra en equilibrio cuando su centro de gravedad cae dentro de su base de sustentación tanto si está en reposo como en movimiento, es decir, el equilibrio es una actividad refleja mediante la cual, el ser humano puede mantener su postura corporal con respecto a la gravedad y al medio inercial, sin caerse. Para ello, es necesario, por una parte, conseguir un campo visual estable, coordinando los movimientos cefálicos y oculares (sistema vestibulo-ocular); y por otra, mantener el tono muscular, coordinando los movimientos de la musculatura esquelética (sistema vestibulo-espinal), con el fin de que el centro de gravedad quede dentro de la base de sustentación⁽²⁾. Además de lo mencionado es necesaria la orientación temporal⁽²⁾. Existen tres sistemas sensoriales que contribuyen al mantenimiento de la postura erguida: visual, vestibular y somatosensorial. Los sistemas visuales y somatosensoriales reúnen información del medio ambiente y el sistema vestibular aporta una referencia interna que suministra información sobre la orientación de la cabeza en el espacio⁽³⁾.

La demanda de equilibrio necesario para sentarse y estar de pie difiere considerablemente en términos mecánicos, principalmente debido a que el centro de masa se coloca más cerca de la base de sustentación cuando se está sentado⁽⁴⁾. En consecuencia, los efectos adversos de los factores intrínsecos o perturbaciones externas son menos pronunciados en una posición sentada.

La valoración del control postural y el equilibrio es de gran relevancia para orientar las intervenciones terapéuticas, al ser las cualidades más afectadas que producen más limitaciones a las personas con alteraciones del equilibrio postural⁽¹⁾. Por otro lado, la detección de déficit en el control postural y el equilibrio es de utilidad como medida preventiva, por ejemplo en el caso de riesgo de caídas, o medida que ayude al pronóstico o intervención, como en el caso del Parkinson u otras patologías⁽⁵⁻⁸⁾. Generalmente las herramientas de valoración que se utilizan para el análisis del control postural y del equilibrio están basadas en test estandarizados (*Timed Up and Go* (TUG), Berg, Tinetti)⁽⁹⁾ o pruebas que no siempre pueden ser realizadas por todos los colectivos, ya sea por limitaciones a nivel físico o intelectual, como por ejemplo en personas que no pueden mantener una bipedestación estable.

Respecto a la valoración del control postural en sedestación, es escasa la investigación científica, siendo la escala específica más utilizada *The Sitting Assessment Scale* (SAS)⁽¹⁰⁾.

El avance tecnológico ha permitido desarrollar instrumentos de valoración que facilitan la objetividad y aplicabilidad en un mayor número de colectivos, como es el caso de la acelerometría y la baropodometría-posturología. La utilidad de estos instrumentos ha sido validada y comparada con los test estandarizados^(1, 9, 11). Los acelerómetros y la plataforma de presión son dispositivos de fácil manejo, constituyendo instrumentos válidos para la evaluación de posibles alteraciones en el control postural en individuos sanos o con alguna patología^(4, 6, 7): enfermedad de Parkinson, paraplejía, y accidente cerebrovascular entre otras⁽⁵⁻⁸⁾.

Las plataformas de presión aportan información de la distribución de las presiones plantares sobre la propia plataforma, y también son capaces de obtener datos de utilidad para la valoración del equilibrio o estabilometría. Aportan información de la posición media del centro de presiones del cuerpo y de los movimientos que realiza

este centro de presiones, siendo éste el indicador del equilibrio y control postural⁽¹²⁾.

La posturografía es el conjunto de técnicas que estudian objetivamente y cuantifican el control postural del individuo a través de los movimientos del centro de presiones durante la realización de test como el de Romberg y la prueba de Unterberger (valora el equilibrio dinámico), basándose en la idea de que las oscilaciones del centro de gravedad reflejan la inestabilidad postural^(3, 13). La posturografía permite conocer la habilidad que tiene el sujeto para utilizar las informaciones vestibular, visual y somatosensorial, y la contribución relativa de cada una de éstas al equilibrio global. En base a esto, utilizando como superficie inestable una colchoneta de gomaespuma distorsionamos la información propioceptiva, lo que hace que el paciente se apoye en su información vestibular para mantener el equilibrio⁽³⁾.

En cuanto a indicadores de las plataformas de presiones existen estudios como el de Schmid y cols.⁽¹⁴⁾, que utiliza el centro de presión como indicador para medir el control postural en bipedestación. Otros autores como, Kyvelidou y cols.⁽¹⁵⁾ analizan el centro de presiones para el control postural en niños con parálisis cerebral. Harbourne y cols.⁽¹⁶⁾ en su estudio comparan la eficacia del tratamiento respecto al control postural sentado, contrastando la intervención realizada por los padres o en un centro. Para ello utilizan como indicador el desplazamiento del COP.

El objetivo del estudio fue conocer la sensibilidad de indicadores basados en baropodometría eficientes en la medición de variables susceptibles de cambios en el control postural de sujetos sanos, para su utilización en la práctica clínica y orientación terapéutica. En este caso, mediante la variabilidad del centro de presiones (COP), siendo éste el indicador más utilizado para la valorar la inestabilidad postural mediante plataformas baropodométricas⁽¹⁶⁾.

MATERIAL Y METODO

Se realizó un estudio observacional transversal que fue aprobado por la Comisión de Bioética de la Universidad de Extremadura (Nº de Registro 37/2013). La población diana fueron sujetos sanos, alumnos del Grado

en Fisioterapia de Extremadura (España) sin alteración del equilibrio/control postural que cumplieran como criterios de inclusión: edad (18 a 32 años), mantenerse en equilibrio sobre la plataforma de presión en bipedestación al menos durante 30 segundos con los ojos abiertos, ojos cerrados, en superficie estable e inestable y en sedestación con ojos abiertos y ojos cerrados en superficie estable e inestable. Como criterios de exclusión se establecieron presentar diagnóstico de patologías que cursen con alteración del equilibrio y/o control postural y no voluntariedad para participar en el estudio. La muestra quedó constituida por los primeros 40 sujetos que se ofrecieron voluntarios para participar en el estudio, previo consentimiento informado por escrito.

El estudio se desarrolló a lo largo de 3 meses; 1 mes de reclutamiento de la muestra y valoraciones y 2 meses de análisis e interpretación de los datos obtenidos.

La recogida de datos se realizó mediante un protocolo, donde quedaron recogidas las siguientes variables:

- Variables demográficas: edad, sexo, peso, altura, índice de masa corporal (calculado a partir de la altura y el peso, $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Altura}^2 \text{ (m)}$), deporte que practicaban y la existencia de alguna patología.
- Variables relacionadas con los indicadores estabilmétricos: variables numéricas.
- El desplazamiento medio del centro de presiones en el eje antero-posterior.
- El desplazamiento medio del centro de presiones en el eje medio-lateral.

El procedimiento o protocolo para la valoración de los individuos fue similar al de los estudios de Roerdink y cols.⁽¹⁷⁾ y Peydro de Moya y cols.⁽³⁾: información de forma oral al grupo sobre los fines del trabajo, obtención de voluntarios para la medición, cumplimiento de los requisitos de los criterios de inclusión y exclusión, firma del consentimiento informado, valoración de Fisioterapia y recogida de datos personales, antropométricos, antecedentes y patologías actuales.

Cada sujeto fue valorado en plataforma de presión descalzo. Se solicitó al sujeto que se colocase sobre la plataforma de presión con los brazos a lo largo del cuerpo con la mirada fija en un punto situado a la altura de sus ojos.

Se llevaron a cabo 4 pruebas en bipedestación con un orden de dificultad progresiva e igualmente 4 en sedestación también con dificultad creciente por cada sujeto:

- De pie con los ojos abiertos en superficie estable (BOAE).
- De pie con los ojos cerrados en superficie estable (BOCE).
- De pie con los ojos abiertos en superficie inestable (BOAI).
- De pie con los ojos cerrados en superficie inestable (BOCI).

En referencia a la sedestación, la parte proximal de los muslos fueron apoyadas sobre la plataforma de presión, los huecos poplíteos en contacto con el borde de la superficie estable de manera que las rodillas estuvieran en una flexión de 90° y los pies colgaran sin soporte. Los miembros superiores eran apoyados sobre las rodillas en una posición cómoda.

- Sentado con ojos abiertos en superficie estable (SOAE).
- Sentado con ojos cerrados en superficie estable (SOCE).
- Sentado con ojos abiertos en superficie inestable (SOAI).
- Sentado con ojos cerrados en superficie inestable (SOCI).

Para realizar la valoración con superficie inestable se utilizó una colchoneta de gomaespuma *Thera Band* con un grosor de 4,5 cm.

Cada prueba fue realizada 3 veces para mayor fiabilidad, por lo que cada sujeto realizó 24 mediciones.

Si por alguna razón el sujeto perdía el equilibrio, salía de la plataforma o simplemente se movía durante la medición, la prueba se daba por fallida y se volvía a realizar.

El tiempo que duró cada medición fue de 30 segundos. Al finalizar cada una de las pruebas el sujeto bajaba de la plataforma durante 10 segundos de descanso. La duración de las sesiones fue aproximadamente de 50 a 60 minutos.

Se escogió entre las 3 mediciones realizadas por cada prueba, aquella que presentara un menor desplazamiento del centro de presiones durante el tiempo de registro⁽¹⁸⁾.

Las valoraciones así como la recogida de datos fueron realizadas por un evaluador, externo al estudio, no conocedor de la metodología de interpretación de los datos.

Para la valoración del equilibrio postural se utilizó una plataforma de presión, marca Podoprint de Namrol con unas dimensiones de 61 cm de longitud, 58 cm de anchura y un peso de 6,6 kg. Tenía una superficie útil para el registro de 40x40 cm con un total de 1.600 sensores. Cada uno de estos sensores presentaba un grosor de 4 mm y una superficie de 1 cm². La plataforma se conectó mediante un cable del tipo USB a un ordenador portátil y mediante el software Podoprint se visualizaron los datos obtenidos de cada examen o medición. Esta plataforma permite realizar estudios de la huella plantar tanto en estáticos como en dinámico, además del estudio estabilométrico, posturológico o posturográfico que facilita datos relacionados con: amplitud, desvío medio, velocidad media del centro de presiones en el eje antero-posterior y velocidad media del centro de presiones en el eje medio-lateral.

Los parámetros con los que se realizaron todas las mediciones fueron los siguientes: el tiempo de duración 30 segundos, el factor de media 10, total de imágenes 300 y la frecuencia 100 hercios.

Análisis estadístico

Para el análisis de datos obtenidos de la plataforma de presión se utilizó el programa estadístico SPSS (versión 19).

Se realizó un análisis descriptivo de la muestra para las variables demográficas edad, peso, altura y sexo.

Para la comparación entre variables, en primer lugar se analizó la bondad de ajuste de las muestras a la distribución normal. Si la muestra aceptaba la normalidad ($p > 0,05$) se usó T-Student para muestras relacionadas, y en caso contrario el test de Wicolson de rangos con signo para muestras relacionadas (prueba no paramétrica) cuando no había normalidad ($p < 0,05$). Estos fueron los módulos estadísticos utilizados para comparar el

desplazamiento del COP en el eje medio lateral (ML) y antero posterior (AP), diferencia del COP entre bipedestación y sedestación y la influencia de la superficie inestable y factor visual en los indicadores estabilométricos. Tanto las pruebas de normalidad como los test referentes a pruebas relacionadas, fueron realizados sobre las diferencias de medias.

Se consideraron diferencias muestrales estadísticamente significativas cuando se alcanzaban valores de p menores de 0,05; nivel de confianza del 95 %.

RESULTADOS

Completaron el estudio 26 sujetos con una edad de $21,52 \pm 2,86$ años, un peso de $64,85 \pm 11,42$ kg y una altura de $169,7 \pm 8,81$ cm, de ellos 16 eran mujeres y 10 hombres, debiéndose las bajas a no cumplir los criterios de inclusión los días determinados para la valoración.

Eje antero-posterior versus eje medio-lateral

En cuanto a la comparación del desplazamiento medio del COP en ambos ejes (eje antero-posterior y eje medio-lateral) no se obtuvieron diferencias significativas entre uno y otro en 7 de las 8 pruebas realizadas ($p > 0,05$), aunque en dos de ellas hubo indicios de significación (bipedestación ojos abiertos superficie estable ($p = 0,078$) y bipedestación ojos cerrados superficie inestable ($p = 0,069$)), solo en una prueba (bipedestación ojos cerrados superficie estable) se alcanzó la significación ($p = 0,007$). Aunque las diferencias entre uno y otro eje no fueron significativas, se observaron que en 6 de las 8 pruebas la diferencia de medias fueron negativas, por lo que el desplazamiento del COP en el eje medio-lateral fue menor (tabla 1).

Sin embargo, hubo diferencias altamente significativas para todas las situaciones ($p < 0,01$) al comparar la situación de sedestación frente a la de bipedestación, es

TABLA 1. Comparación del desplazamiento del COP en ejes medio-lateral y antero-posterior.

Eje ML-AP	Descriptivos			Significación p-Valor	
	Diferencia de medias entre eje ML-AP (mm)	Mediana (mm)	Desviación típica (mm)		Rango intercuartílico (mm)
Situación de bipedestación					
Ojos abiertos en superficie estable	-0,93	-0,65	2,57	3,45	0,078 ¹
Ojos cerrados en superficie estable	-1,21	-0,65	2,61	2,10	0,007 ^{1*}
Ojos abiertos en superficie inestable	-0,22	-0,20	1,53	1,80	0,463 ²
Ojos cerrados en superficie inestable	-0,95	-0,70	2,20	2,38	0,069 ¹
Situación de sedestación					
Ojos abiertos en superficie estable	-0,007	-0,05	0,41	0,60	0,924 ²
Ojos cerrados en superficie estable	0,02	0,00	0,63	0,45	0,626 ¹
Ojos abiertos en superficie inestable	-0,07	0,10	0,78	0,60	0,826 ¹
Ojos cerrados en superficie inestable	0,00	0,10	0,62	0,80	1,000 ²

1: Test de Wilcoxon de rangos con signo para muestras relacionadas
2: Test de T-Student para muestras relacionadas

ML: medio-lateral; AP: antero-posterior
*: $p < 0,05$; significación estadística.

decir, existió un menor desplazamiento del COP en sedestación tanto en el eje medio-lateral como en el antero-posterior (tabla 2).

Influencia de la estabilidad de la superficie (apoyo estable versus apoyo inestable)

No se mostraron diferencias significativas del desplazamiento del COP cuando al modificar la estabilidad de la superficie ($p > 0,05$) para todas las pruebas realizadas. La situaciones de bipedestación ojos cerrados presentó indicios de significación ($p = 0,092$). Aunque no hubo significación estadística en ninguna de las pruebas, las diferencias de medias en ambos ejes fueron negativas tanto en bipedestación como en sedestación por lo que en la muestra, el COP sufrió un menor desplazamiento cuando el sujeto fue valorado sobre superficie estable (tabla 3).

Influencia de la visión (ojos abiertos versus ojos cerrados)

Tanto para la situación de bipedestación como para la de sedestación no hubo diferencias significativas del desplazamiento del COP entre las dos situaciones medidas (ojos abiertos y cerrados), tanto en el eje medio lateral como antero posterior ($p > 0,05$), por lo que el sistema visual en sujetos sanos no influyó significativamente en el desplazamiento del COP, aunque las diferencias de medias mostraron de nuevo que con ojos abiertos el desvío del COP fue menor tanto en bipedestación como en sedestación, dado que las diferencias de medias fueron negativas (tabla 4).

DISCUSIÓN

El desplazamiento medio del COP medido con pla-

TABLA 2. Comparación del desplazamiento del COP entre bipedestación y sedestación.

Prueba bipedestación-sedestación	Descriptivos			Significación	
	Diferencia de medias (mm)	Mediana (mm)	Desviación típica (mm)	Rango intercuartílico (mm)	p-Valor
Eje medio – lateral					
Ojos abiertos en superficie estable	2,23	1,80	1,45	1,68	0,0001 ^{1*}
Ojos cerrados en superficie estable	2,50	2,40	1,75	2,53	0,0001 ^{1*}
Ojos abiertos en superficie inestable	2,55	2,05	1,82	2,38	0,0001 ^{1*}
Ojos cerrados en superficie inestable	2,90	2,60	1,78	2,05	0,0001 ^{2*}
Eje antero – posterior					
Ojos abiertos en superficie estable	3,15	3,15	2,17	3,35	0,0001 ^{1*}
Ojos cerrados en superficie estable	3,73	3,30	2,98	3,78	0,0001 ^{1*}
Ojos abiertos en superficie inestable	2,69	2,05	2,28	3,85	0,0001 ^{1*}
Ojos cerrados en superficie inestable	3,85	2,95	6,63	4,00	0,0001 ^{1*}

1: Test de Wilcoxon de rangos con signo para muestras relacionadas.

*: $p < 0,05$: significación estadística.

2: Test de T-Student para muestras relacionadas.

TABLA 3. Comparación del desplazamiento del COP entre superficie estable e inestable.

Influencia de la superficie inestable (Desplazamiento COP en mm)

Eje	Prueba estable-Inestable	Diferencias de medias estable-Inestable (mm)	Descriptivos			Significación p-Valor
			Mediana (mm)	Desviación típica (mm)	Rango intercuartílico (mm)	
Bipedestación						
Medio-lateral	Ojos abiertos	-0,53	-0,10	2,06	2,85	0,198 ²
	Ojos cerrados	-0,46	-0,60	1,91	1,92	0,092 ¹
	Sedestación					
	Ojos abiertos	-0,21	-0,20	0,32	0,60	0,162 ²
	Ojos cerrados	-0,05	0,00	0,43	1,60	0,497 ²
Bipedestación						
Antero-posterior	Ojos abiertos	-0,17	-0,10	2,32	2,25	0,714 ²
	Ojos cerrados	-0,20	-0,60	1,89	2,38	0,588 ²
	Sedestación					
	Ojos abiertos	-0,23	-0,18	0,59	0,52	0,124 ¹
	Ojos cerrados	-0,08	-0,05	0,52	0,50	0,335 ¹

1: Test de Wilcoxon de rangos con signo para muestras relacionadas.

2: Test de T-Student para muestras relacionadas.

taforma de presión fue menor en el eje medio-lateral que en el antero-posterior para la mayoría de las situaciones medidas y aunque no fueron diferencias significativas ($p > 0,05$), hecho que coincide con los estudios de Baydal Bertomeu y cols.⁽¹⁾ y Genthon y cols.⁽⁴⁾, sin embargo, difieren de los obtenidos por Raymarkes y cols.⁽¹⁹⁾, que obtuvieron un menor desplazamiento del COP en el eje antero-posterior, afirmando que el desplazamiento en el eje medio-lateral constituye un predictor de riesgo de caídas más óptimo que el eje antero-posterior.

En cuanto a la comparación de las dos situaciones de bipedestación y sedestación, en sedestación el COP sufrió menor desplazamiento que en bipedestación

($p < 0,01$) medido con plataforma de presión, resultados similares a los de Roerdink y cols.⁽¹⁷⁾.

Así mismo los resultados mostraron un incremento del COP aunque no significativo ($p > 0,05$), seguramente por el hecho de que se trataron de sujetos sanos sin alteración en el equilibrio/control postural, a medida que se aumentaba la dificultad de la prueba, al eliminar la visión con los ojos cerrados y al distorsionar la propiocepción con la gomaespuma; este hecho fue más pronunciado cuando se dieron las dos circunstancias a la vez, conclusiones similares a las de Baydal Bertomeu y cols.⁽¹⁾, Balaguer García y cols.⁽²⁰⁾, Peydro de Moya y cols.⁽³⁾ y Martín Sanz y cols.⁽²¹⁾. Estos últimos autores concluyeron

TABLA 4. Comparación del desplazamiento del COP entre ojos abiertos y cerrados.

Influencia del sistema visual (desplazamiento COP en mm)						
Eje	Prueba ojos abiertos- ojos cerrados	Diferencias de medias ojos abiertos- ojos cerrados (mm)	Descriptivos			Significación p-Valor
			Mediana (mm)	Desviación típica (mm)	Rango intercuartílico (mm)	
Bipedestación						
Medio- lateral	Superficie estable	-0,35	-0,25	1,57	1,67	0,255 ²
	Superficie inestable	-0,28	-0,90	1,51	2,18	0,247 ¹
	Sedestación					
	Superficie estable	-0,08	-0,10	0,27	0,42	0,113 ²
	Superficie inestable	-0,07	-0,05	0,37	0,45	0,324 ²
Bipedestación						
Antero- posterior	Superficie estable	-0,64	-0,40	1,69	2,08	0,133 ²
	Superficie inestable	-0,53	-0,95	1,57	1,88	0,115 ²
	Sedestación					
	Superficie estable	-0,06	0,00	0,46	0,35	0,871 ¹
	Superficie inestable	-0,15	-0,10	0,49	0,40	0,099 ¹

1: Test de Wilcoxon de rangos con signo para muestras relacionadas.

2: Test de T-Student para muestras relacionadas.

que estas diferencias no son significativas dado que se trata de sujetos sin alteración en el equilibrio. Raymakers y cols.⁽¹⁹⁾ obtuvieron mayores desplazamientos del COP, sólo modificando la estabilidad de la superficie y no el factor visual en sujetos sanos.

Uno de los criterios para evaluar la eficacia de las intervenciones terapéuticas de diferentes colectivos susceptibles de rehabilitación o entrenamiento del equilibrio y control postural tanto en bipedestación como en sedestación, podría ser que después de estas intervenciones terapéuticas, el desplazamiento del COP se viese disminuido.

En el estudio realizado se subsanó el sesgo de información empleando cuestionarios estructurados, reali-

zados por un solo entrevistador ajeno al estudio. En cuanto a procedimiento y metodología, Zuil Escobar y cols.⁽²²⁾ demostraron que el tiempo mínimo de cada prueba sobre la plataforma era de 30 segundos y que la fiabilidad de la exploración en plataforma aumentaba cuando aumentaba el tiempo, justificando así los 30 segundos de duración de cada prueba. Por el contrario Vette y cols.⁽²³⁾ y Carpenter y cols.⁽²⁴⁾ propusieron 2 minutos por cada prueba en bipedestación y que el orden de la pruebas a realizar fuese al azar.

Por otro lado, se escogió entre las 3 mediciones realizadas por cada prueba, aquella que presentara un menor desplazamiento del centro de presiones durante

el tiempo de registro, similar a estudios como el de Fort Vanmeerhaeghe y cols.⁽¹⁸⁾, mientras que estudios como el de Whitney y cols.⁽²⁵⁾ no eligieron aquella medición que presentara un menor desplazamiento del centro de presiones sino que hicieron una correlación de las 3 mediciones.

El indicador baropodométrico COP parece mostrarse sensible y eficiente en la medición de variables susceptibles de cambios en el control postural de sujetos sanos, si bien, serían necesarios estudios futuros con un tamaño muestral superior.

Limitaciones del estudio

El tamaño de la muestra fue pequeño para llegar a validar indicadores del equilibrio postural; pensamos que parte de los resultados han sido no significativos debido a que el tamaño muestral es bajo, y por lo tanto teniendo influencia en ellos.

Líneas futuras

Este estudio es un análisis preliminar que además podría contribuir a determinar qué indicadores de estabilometría obtenidos de las plataformas baropodométricas (desplazamiento del COP, velocidad media, superficie del desplazamiento del COP) y qué eje aporta más información sobre la estabilidad postural, tanto en bipedestación como sedestación. Se podría continuar con el estudio y análisis de los indicadores en patología o alteraciones del equilibrio postural, así como determinar la influencia de las variables demográficas.

CONCLUSIONES

El desplazamiento medio del COP podría utilizarse para valorar el equilibrio postural, si bien, serían necesarios estudios futuros para poder validar este indicador relacionado con la postura.

El desplazamiento del COP en el eje medio-lateral fue menor que en el eje antero posterior en 6 de las 8 pruebas realizadas, obteniendo significación solamente

en la situación de ojos cerrados en superficie estable en bipedestación.

En la situación de sedestación para todas las mediciones el desplazamiento del COP tanto en el eje medio lateral como en el antero posterior fue estadísticamente significativo menor, comparado con sus respectivas mediciones en bipedestación tanto con ojos abiertos o cerrados y con y sin superficie inestable.

Con respecto a los factores visuales y de estabilidad de la superficie de apoyo, se produjo un mayor desplazamiento del COP del sujeto en condiciones de ojos cerrados y superficie inestable tanto en bipedestación como en sedestación aunque no de forma significativa.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los autores declaran haber seguido los principios básicos de la Declaración de Helsinki de la *World Medical Association*.

Confidencialidad y consentimiento informado. Se han seguido los protocolos establecidos de confidencialidad y consentimiento informado.

Privacidad. Se garantiza la privacidad de los datos de los pacientes.

Financiación. Los autores declaran no haber recibido ningún tipo de financiación.

Conflicto de intereses. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

A compañeros y alumnos de la Universidad de Extremadura por la colaboración en el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baydal-Bertomeu JM, Guillem B, Soler-Gracia S, Peydro de Moya MF, Prat JM, Barona de Guzmán R. Determinación

- de los patrones de Comportamiento postural en población sana Española. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2004; 55: 260–9.
2. Barona de Guzman R. Interés de la posturografía en el diagnóstico y el tratamiento del vértigo y el desequilibrio en especialidades médico-quirúrgicas. *Rev. Biomec.* 2003; 11–4.
 3. Peydro de Moya MF, Baydal Bertomeu JM, Vivas Broseta MJ. Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación (Madr).* 2005; 39(6): 315–23.
 4. Genthon N, Rougier P. Does the capacity to appropriately stabilize trunk movements facilitate the control of upright standing. *Motor Control.* 2006; 10: 232–43.
 5. Mancini M, Horak FB, Zampieri C, Carlson-Kuhta P, Nutt JG, Chiari L. Trunk accelerometry reveals postural instability in untreated Parkinsons disease. *Parkinsonism Relat Disord.* 2011; 17: 557–62.
 6. Maetzel W, Mancini M, Liepelt-Scarfone I, Muller K, Becker C, Van Lumme RC et al. Impaired Trunk Stability in Individuals at High Risk for Parkinson's Disease. *PLoS ONE.* 2012; 7(3): e32240.
 7. Serra-Añó P, Pellicer-Chenoll M, Garcia-Masso X, Brizuela G, García-Lucerga G, González LM et al. Sitting balance and limits of stability in persons with paraplegia. *Spinal Cord.* 2013 Apr; 51(4): 267–72.
 8. Verhegden G, Ashburn A, Burnett M, Littlewood J, Kunkel D. Investigating head and trunk rotation in sitting: a pilot study comparing people after stroke and healthy controls. *Physiother Res Int.* 2012; 17: 66–73.
 9. O'Sullivan M, Blake C, Cunningham C, Boyle G, Finucane C. Correlation of accelerometry with clinical balance tests in older fallers and non-fallers. *Age and Aging.* 2009; 38: 308–13.
 10. Simsek TT, Turkcuoglu B, Cokal N, Ustunbas G, Simsek IE. The effects of kinesio taping on sitting posture, functional independence and gross motor function in children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil.* 2011; 33(21–22): 2058–63.
 11. Mancini M, Salarian A, Carlson-Kuhta P, Zampieri C, King L, Chiari L et al. Sway: a sensitive, valid and reliable measure of postural control. *J Neuroeng Rehabil.* 2012; 9(59): 1–8.
 12. Lomas Vega R, López Ruiz MC. Estabilometría y calidad de vida en las algias vertebrales. Un estudio transversal analítico. *Fisioterapia.* 2005; 27(3): 129–37.
 13. Izquierdo M, Martínez-Ramírez A, Larión JL, Irujo-Espinosa M, Gómez M. Valoración de la capacidad funcional en el ámbito domiciliario y en la clínica. *An. Sist. Sanit. Navar.* 2008; 31(2): 159–70.
 14. Schmid M, Conforto S, Camomilla V, Cappozzo A, D'Alessio T. The sensitivity of posturographic parameters to acquisition settings. *Med Phys Eng.* 2002; 24: 623–31.
 15. Kyvelidou A, Harbourne RT, Shostrom VK, Stergiou N. Reliability of center of pressure measures for assessing the development of sitting postural control in infants with or at risk of cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010; 91: 1593–601.
 16. Harbourne R, Willett S, Kyvelidou A, Deffeyes J, Stergiou N. A comparison of interventions for children with cerebral palsy to improve sitting postural control: a clinical trial. *Physical Therapy.* 2010; 90(12): 1881–98.
 17. Roerdink M, Hlavackova P, Vuillermé N. Center-of-pressure regularity as a marker for attentional investment in postural control: a comparison between sitting and standing postures. *Hum Mov Sci.* 2011; 30: 203–12.
 18. Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodríguez D, Costa Tutusaus L, Bagur Calafat C, Lloret Riera M, Montañola Vidal A. Diferencia en la estabilidad postural estática y dinámica según sexo y pierna dominante. *Apunts Med Esport.* 2009; 44(162): 74–81.
 19. Raymakers JA, Samson MM, Verhaar HJ. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait Posture.* 2005; 21(1): 48–58.
 20. Balaguer Garcia R, Pitarch Corresa S, Baydal Bertomeu JJ, Morales Suárez-Valera MM. Posturografía estática con pruebas dinámicas. Utilidad de los parámetros biomecánicos en la valoración del paciente vestibular. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2012 Sep-Oct; 63(5): 332–8.
 21. Martín Sanz E, Barona de Guzmán R, Comeche Cerverón C, Baydal JM. Análisis de la interacción visuo-vestibular y la influencia visual en el control postural. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2004; 55: 9–16.
 22. Zuñi Escobar JC, Martínez Cepa C. Fiabilidad intrasesión en la exploración del equilibrio mediante plataforma de presión. *Fisioterapia.* 2011; 33(5): 192–7.
 23. Vette AH, Masani K, Sin V, Popovic MR. Posturographic measures in healthy young adults during quiet sitting in comparison with quiet standing. *Med Phys Eng.* 2010; 32: 32–8.
 24. Carpenter MG, Frank JS, Winter DA, Peysar GW. Sampling duration effects on centre of pressure summary measures. *Gait Posture.* 2001; 13: 35–40.
 25. Whitney SL, Roche JL, Marchetti GF, Lin CC, Steed DP, Furman GR, et al. A comparison of accelerometry and center of pressure measures during computerized dynamic posturography: a measure of balance. *Gait Posture.* 2011 Apr; 33(4): 594–9.