

Estudio baropodométrico en el hemipléjico vascular: relación con la discapacidad, equilibrio y capacidad de marcha

R. BOZA^a, E. DUARTE^a, R. BELMONTE^a, E. MARCO^a, J.M. MUNIESA^a, M. TEJERO^a, E. SEBASTIÁ^b Y F. ESCALADA^a

^aServicio de Medicina Física y Rehabilitación. Hospitales del Mar y l'Esperança. Institut Municipal d'Assistència Sanitària. Universidad Autónoma de Barcelona. ^bServicio de Medicina Física y Rehabilitación. Hospital Provincial Santa María. Lérida.

Resumen.—Objetivo. Análisis baropodométrico en hemipléjicos crónicos por accidente vascular cerebral (AVC) para evaluar su relación con medidas de equilibrio, marcha y discapacidad.

Pacientes y método. Estudio descriptivo transversal en 37 hemipléjicos crónicos por AVC. En el estudio baropodométrico estático y dinámico (BAROPODÓMETRO ELECTRÓNICO MIDI-CAPTEURS S.A. BJL GROUP V. 2.08 [TWIN 99-Version 1.02]) se analiza: área de contacto del apoyo plantar, simetría de distribución del peso corporal, presiones plantares y línea de progresión del paso. La discapacidad, equilibrio y capacidad de marcha se analizan mediante: *functional independence measure* (FIM), escala de Berg, velocidad de marcha, y escalas de marcha *modified functional walking categories* (MFWC) y *scandinavian stroke scale*.

Resultados. La superficie apoyo relativa (SAR) del pie parético fue del 74 % respecto al sano, y se correlacionó significativamente con FIM (r 0,573), velocidad de marcha y equilibrio. La asimetría de distribución del peso corporal se correlacionó con FIM, velocidad de marcha, escala de Berg y escala MFWC. En dinámica, la superficie de apoyo plantar del paso parético fue significativamente menor (155 cm² frente a 139,8 cm², p = 0,01). El 48,6 % de los pacientes presentaron una alteración de la línea de progresión del paso del pie pléjico. La SAR dinámica en ambos pies se relacionó con FIM, Berg y velocidad de marcha.

Conclusión. La asimetría en la superficie de apoyo plantar y en la distribución del peso corporal en estática, y la asimetría en la superficie de apoyo plantar en dinámica se relacionan significativamente con la discapacidad, equilibrio y capacidad de marcha en el hemipléjico vascular.

Correspondencia:

Roser Boza
Servicio de Medicina Física y Rehabilitación
Hospital de l'Esperança. IMAS
Sant Josep de la Muntanya, 12
08024 Barcelona
Correo electrónico: Rboza@imas.imim.es

Trabajo recibido el 2-2-06. Aceptado el 13-9-06.

Palabras clave: rehabilitación, accidente vascular cerebral, equilibrio, marcha.

BAROPODOMETRY STUDY IN VASCULAR HEMIPLEGIC SUBJECT: RELATIONSHIP WITH DISABILITY, BALANCE AND GAIT CAPACITY

Abstract.—Purpose. Assess static and dynamic baropodometry in chronic stroke patients. Evaluate its relationship to balance, gait and disability measurements.

Patients and method. A descriptive cross-sectional study of 37 patients with chronic hemiparesis after stroke. Static and dynamic baropodometry (performed with MIDI-CAPTEURS S.A. BJL GROUP V. 2.08 ELECTRONIC PEL-38 BAROPODOMETRY SYSTEM [TWIN 99-1.02 version software]) was used to analyze plantar surface contact area, weight bearing symmetry, maximum and mean plantar pressures and gaitline. Disability, balance and gait were measured with the Functional Independence Measure (FIM), Berg Balance Scale (BBS), walking speed, Modified Functional Walking Categories (MFWC) and Scandinavian Stroke Scale (SSS).

Results. Relative plantar surface in the paretic foot regarding the non-paretic side was 74 % and was significantly correlated with the Functional Independence Measure (FIM) (r 0.573), walking speed and BBS. Body weight bearing asymmetry correlated with FIM, walking speed, BBS and the MFWC. Plantar surface of paretic step was statistically smaller (155 cm² vs. 139.8 cm², p 0.01) and 48.6 % of patients showed asymmetry and abnormalities on the progression line of the paretic side. Correlation with FIM, BBS and walking speed was significant for the plantar step surface of both feet during the step.

Conclusion. Plantar surface asymmetry and body weight bearing asymmetry in static standing as well as the dynamic plantar surface asymmetry along the step are significantly related with disability, balance and gait ability in stroke patients.

Key words: rehabilitation, stroke, equilibrium, walking.

INTRODUCCIÓN

La evaluación y el tratamiento de las alteraciones del equilibrio y de la marcha en el hemipléjico representan una parte esencial del programa rehabilitador del paciente que ha sufrido un accidente vascular cerebral (AVC)¹⁻³.

Aunque los estudios observacionales de análisis de la marcha en el hemipléjico son fáciles de realizar, tienen un coste bajo y una fiabilidad aceptable⁴, la utilización de sistemas instrumentales de medida de equilibrio y análisis de marcha nos permite documentar objetivamente estas alteraciones y registrar los cambios que se producen en relación al tratamiento rehabilitador⁵.

Las alteraciones témporo-espaciales de la marcha y la asimetría en el registro de la huella plantar han sido bien documentadas en los pacientes hemipléjicos por AVC. La superficie de apoyo plantar es significativamente menor en el lado parético⁶ y los datos obtenidos con sistemas de sensores de presión en un pasillo de marcha revelan una reducción del pico de presión a nivel del metatarso en el lado parético⁷.

El equilibrio también se encuentra afectado en el hemipléjico: la oscilación del centro de gravedad puede ser de hasta el doble que en individuos sanos de la misma edad. La distribución del peso corporal también se altera, pudiendo presentar una asimetría del 61 al 80% hacia el lado sano^{8,9}. Se ha demostrado que la mayor oscilación del centro de gravedad en bipedestación se relaciona con una marcha más lenta en el hemipléjico crónico¹⁰.

La baropodometría computarizada es un sistema sencillo que mide la distribución de las presiones plantares durante la bipedestación estática y durante el paso. Permite registrar datos cualitativos como el análisis morfológico y la línea de progresión del paso (trazo, dirección, uniformidad de la progresión, etc.) así como datos cuantitativos de las presiones ejercidas en diversos puntos anatómicos de la superficie plantar y del área de apoyo de cada pie en estática y en dinámica¹¹. Los datos posturográficos de la distribución del peso corporal se han correlacionado bien con las medidas clínicas de equilibrio y marcha¹² y con la severidad del déficit neurológico en hemipléjicos vasculares¹³.

El análisis baropodométrico en el hemipléjico vascular tendría sus aplicaciones clínicas más relevantes en la evaluación del pie equino-varo después de tratamientos como la corrección quirúrgica, adaptación de ortesis o inyección de toxina botulínica para determinar de forma exacta su eficacia. El registro de la superficie de apoyo plantar durante el paso es una medida dinámica que puede ser más representativa que la superficie plantar estática en la evaluación de la actitud del pie en equino, ya que normalmente éste es más evidente durante la deambulación.

Sin embargo, la relación entre el análisis baropodométrico y las medidas estandarizadas de equilibrio, discapacidad y marcha no ha sido estudiada en pacientes hemipléjicos por AVC.

El objetivo de este estudio ha sido realizar el análisis baropodométrico estático y dinámico en pacientes hemipléjicos crónicos y evaluar su posible relación con medidas de equilibrio, discapacidad y marcha.

PACIENTES Y MÉTODO

Se trata de un estudio descriptivo transversal en pacientes con hemiplejía por AVC de más de 6 meses de evolución.

Los criterios de inclusión fueron: a) hemiplejía secundaria a primer episodio de AVC; b) tiempo de evolución tras el AVC superior a 6 meses; c) pacientes que hubieran sido dados de alta de tratamiento rehabilitador; d) pacientes con capacidad de marcha con o sin ayudas técnicas y e) ausencia de déficit cognitivo que dificultara el seguimiento de las instrucciones para realizar las pruebas.

Tras obtener el consentimiento para participar en el estudio, todos los pacientes fueron evaluados conjuntamente por dos médicos rehabilitadores participantes en el estudio.

Se estudiaron 37 pacientes que acudieron a nuestras consultas externas de forma consecutiva en el período comprendido entre enero y febrero de 2003, y en los que fue posible realizar el estudio baropodométrico. La muestra presentó las siguientes características: edad media de 62 años (DE 13) y mediana de tiempo de evolución tras el AVC de 44 meses (P₂₅₋₇₅ 18-82). El tipo de AVC fue isquémico en 28 pacientes (75,7%) y hemorrágico en 9 (24,3%). Respecto a la lateralidad de la hemiplejía, en 19 pacientes (51,4%) fue derecha y en 18 izquierda (48,6%). Veintidós casos (59,5%) eran portadores de ortesis antiequino para deambular.

El estudio baropodométrico se realizó mediante BAROPODOMÉTRICO ELECTRÓNICO MIDI-CAPTEURS S.A. BJL GROUP V. 2.08 (TWIN 99-Versión 1.02). Es un sistema computarizado para el análisis de la huella plantar. El sistema permite registrar en bipedestación estática la distribución de las presiones plantares y la evolución del paso sobre la plataforma. Referenciado el peso del paciente, 1.024 sensores de resistencia miden la presión relativa comparando la respuesta entre ellos. Todas las respuestas de los sensores son comparadas con el valor más alto y se calcula el porcentaje de presión de cada sensor. La resolución del sistema es de 1 cm², permitiendo medidas de 2 a 588 kPa. La plataforma transductora (32 cm²), con morfología romboidal, está situada en el centro de un pasillo de marcha de 182 cm x 50 cm. La frecuencia de adquisición elevada (100 imágenes por segundo) permite un análisis

preciso de la evolución de las presiones plantares. En todos los casos se estudiaron los pacientes descalzos. Cuando era necesario se les proporcionaba supervisión o mínima asistencia en el estudio dinámico. Se permitió a los pacientes practicar el paso en la plataforma en 3 ocasiones, antes de realizar el registro. Dos pacientes que no consiguieron realizar el paso dentro de la plataforma fueron excluidos de la parte dinámica del estudio, por lo que la muestra en este apartado fue de 35 pacientes.

La validez intraobservador del estudio baropodométrico se analizó simultáneamente en una muestra de 23 pacientes hemipléjicos crónicos—media de edad de 70,39 años (DE 7,58); media de edad entre el AVC y la realización de la prueba de 51,2 meses (DE 34,57) y media del *functional independence measure* (FIM)¹⁴ de 109,09 (DE 10,6)—. Los coeficientes de correlación intraclases fueron en todos los casos superiores a 0,7 para la superficie de apoyo plantar y para las presiones de apoyo máxima y media tanto en estática como en dinámica, lo que indica un importante acuerdo entre las tres pruebas realizadas por cada paciente.

Las variables baropodométricas recogidas fueron:

1. En el estudio estático: superficie de apoyo plantar de ambos pies (que expresa el área de contacto de cada pie con la plataforma), superficie de apoyo relativa (SAR) del pie pléjico respecto al pie sano (superficie del pie pléjico/superficie del pie sano \times 100), simetría de distribución del peso corporal, presión máxima y presión media sobre los dos pies y localización del punto de máxima presión (antepié, mediopié o retropié del pie sano o del pie pléjico), (fig. 1).

2. En el estudio dinámico: superficie de apoyo de pie sano y pie pléjico a lo largo del paso, SAR del pie pléjico respecto al sano (expresada en porcentaje) y presiones máximas y medias de apoyo del pie sano y del pie pléjico. Se analizó la trayectoria de la representación del centro de presión registrada en cada imagen, a lo largo del paso (llamada "línea de progresión del paso") para cada pie. Se comparó la longitud, dirección y regularidad de la velocidad de la línea de progresión del paso del lado pléjico, respecto a la del lado sano de cada paciente. Según la alteración de estos tres parámetros se determinaron dos categorías: A. normal o alteración de un solo parámetro y B. alteración de dos o más (fig. 2).

Una vez efectuado el estudio baropodométrico se recogieron las siguientes variables en relación a la discapacidad global y a la capacidad de marcha y equilibrio del paciente:

1. La discapacidad fue medida mediante el FIM¹⁴, diferenciando la subescala de FIM motor y el FIM total¹⁵.

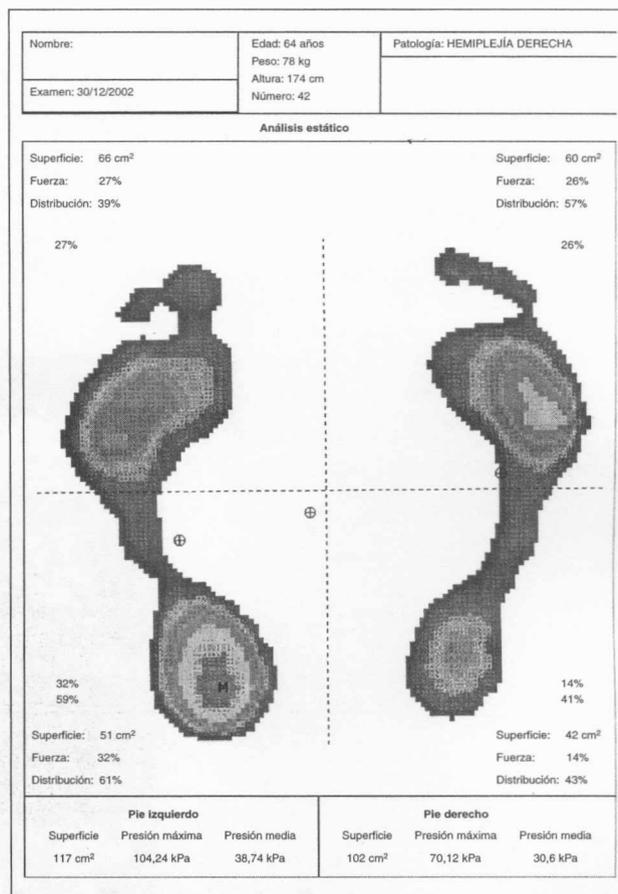


Fig. 1.—Registro baropodométrico: análisis estático. En este paciente podemos apreciar una menor superficie de apoyo plantar del lado pléjico comparado con el lado sano, los valores de presión media y máxima, así como la localización del punto de máxima presión a nivel del retropié del lado sano.

2. El equilibrio se determinó clínicamente mediante la escala de Berg, cuya validez, fiabilidad y sensibilidad al cambio han sido demostradas en pacientes hemipléjicos¹⁶⁻¹⁸.

3. La velocidad de la marcha se midió en una pista rectilínea de 10 metros: el paciente debía cubrir el trayecto a su velocidad confortable, utilizando ayudas técnicas usuales en los casos necesarios¹⁹.

4. Para el estudio de la capacidad de marcha en relación al ámbito (domicilio, exteriores, áreas comerciales, etc.) y al tipo de terreno (bordillos, superficies irregulares) se utilizó la escala *modified functional walking categories* (MFWC)²⁰. Distingue 6 categorías, desde la marcha exclusivamente terapéutica hasta la comunitaria en todos los ámbitos y terrenos.

5. La autonomía en la deambulación (ayuda técnica o de otra persona) se valoró mediante la subescala de marcha *scandinavian stroke scale* (SSS)²¹, que da una puntuación entre 0 y 12 a cada uno de los 5 niveles de funcionalidad.

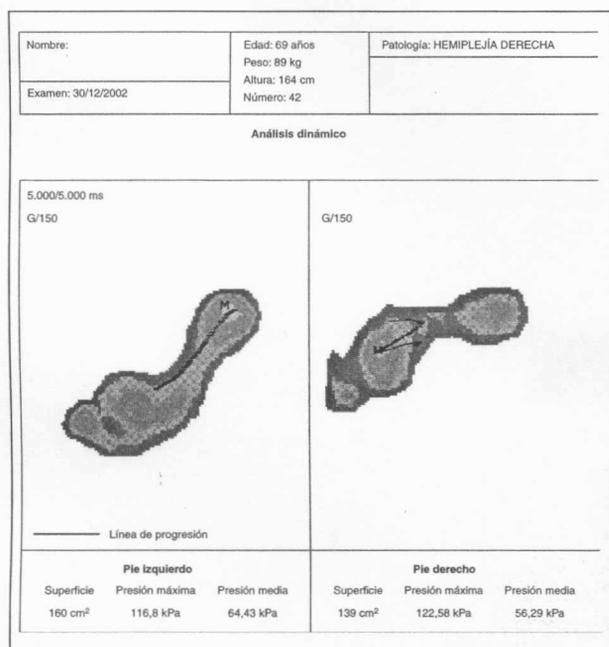


Fig. 2.—Registro baropodométrico: análisis dinámico del pie pléjico y sano. El valor de la superficie de apoyo plantar se determina durante el paso, así como la presión máxima y media y el análisis del comportamiento de la línea de progresión del paso (longitud del trazo, dirección y progresión). En este ejemplo se observa una marcada asimetría en la longitud y dirección de la línea de progresión del paso: la línea de progresión dibuja un trazo similar a una "z".

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La normalidad de las variables cuantitativas continuas se comprobó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors. Las variables de distribución normal se compararon mediante la prueba "t" de Student. Las variables que no seguían una distribución normal, mediante la prueba U de Mann-Whitney. Se calcularon los coeficientes de correlación de Spearman. El nivel de significación estadística se estableció en $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Baropodometría estática

En el estudio baropodométrico en bipedestación estática se obtuvieron los siguientes resultados: la superficie de apoyo plantar media fue de 123,9 cm² (DE 20,6) para el pie sano y de 89,8 cm² (DE 34,3) para el pie pléjico, la superficie de apoyo fue significativamente menor ($p < 0,001$) para el pie pléjico. La SAR media del pie pléjico respecto al sano fue del 74% (DE 30) y la distribución del peso corporal fue un 12% superior en el lado sano (DE 11,78). En cuanto a los valores medios de las

presiones registradas sobre los dos pies, la presión máxima fue de 1.014 g/cm² (DE 257) y la presión media de 363 g/cm² (DE 94). Destaca que la presión máxima fue significativamente mayor ($p < 0,001$) en el pie sano. El punto de máxima presión se localizó en el retropié del pie sano en el 70,27% de los pacientes.

Baropodometría dinámica

En baropodometría dinámica destaca la diferencia significativa en la superficie de apoyo plantar entre los dos pies ($p < 0,01$). El pie sano presentó una superficie de apoyo media de 155 cm² (DE 22) y el pie pléjico de 139,8 cm² (DE 27,7). Las diferencias en las presiones de apoyo máxima y media de ambos pies durante el paso no fueron significativas: la presión media fue de 63,06 kPa (DE 13,34) para el pie sano y de 61,49 kPa (DE 13,24) para el pie pléjico; la presión máxima del pie sano fue de 142,29 kPa (DE 42,9) y la del pie pléjico de 135,63 kPa (DE 40,3). La línea de progresión del paso del pie pléjico fue completamente asimétrica (categoría B) en el 48,6% de los pacientes y ligeramente asimétrica o normal (categoría A) en el 2,9%. En el 47,2% de los pacientes la línea de progresión del paso del pie sano presentó una longitud de la trayectoria normal (desde el talón hasta el metatarso), así como una dirección y regularidad de la velocidad esperadas.

En el análisis de discapacidad y equilibrio se obtuvieron los siguientes resultados: la mediana de FIM total fue de 109 (P_{25-75} 95-114), el FIM motor fue de 76 de mediana (P_{25-75} 65-80) y en la escala de equilibrio de Berg la puntuación media fue de 40 puntos (DE 10).

En cuanto a la velocidad confortable de marcha, la mediana del tiempo necesario para recorrer 10 metros fue de 18 segundos (P_{25-75} 14-25).

En cuanto a la capacidad de marcha en relación al ámbito medida con la MFWC, el 37,8% de los pacientes deambulaban por todo tipo de terreno y superficies comunitarias, el 10,8% podían salir y entrar solos de casa, subir y bajar bordillos, pero necesitaban ayuda en grandes superficies. El 24,3% eran independientes en el domicilio, pero necesitaban supervisión o ayuda en cualquier otro ámbito. Ninguno de los pacientes de la muestra fue clasificado en las dos peores categorías funcionales de esta escala. De los 19 pacientes (50%) que no necesitaban ayudas técnicas para deambular 5 metros (puntuación 12 en la SSS), 11 (21,6) utilizaban un bastón inglés en la vida diaria. Los 35 pacientes incluidos en el estudio dinámico realizaron el estudio sobre la plataforma descalzos y sin utilizar ayudas técnicas.

Al analizar las correlaciones de la baropodometría computarizada con las características clínicas de la hemiplejía, no se halló correlación de ninguna variable baropodométrica con la edad, tiempo de evolución post-AVC, tipo de AVC y lateralidad de la hemiplejía.

TABLA 1. Baropodometría estática: correlación de las variables con la discapacidad, el equilibrio y parámetros de marcha

	FIM motor	FIM total	Velocidad de marcha	Berg*	SSS	MFWC
SAR	0,547 (p = 0,000)	0,573 (p = 0,000)	0,394 (p = 0,016)	0,397 (p = 0,015)	0,248 (p = 0,139)	0,317 (p = 0,056)
ADPC	-0,545 (p = 0,000)	-0,574 (p = 0,000)	-0,443 (p = 0,006)	-0,416 (p = 0,010)	-0,253 (p = 0,130)	-0,328 (p = 0,047)

Valores correspondientes al coeficiente de correlación de Spearman (r).

*Escala de equilibrio de Berg.

ADPC: asimetría en la distribución del peso corporal; FIM: *functional independence measure*; MFWC: escala de ámbito de marcha *modified functional walking categories*; SAR: superficie plantar relativa del pie pléjico respecto al sano; SSS: subescala de marcha *Scandinavian stroke scale*.

TABLA 2. Baropodometría dinámica: correlación de las variables con la discapacidad, el equilibrio y parámetros de marcha

	FIM motor	FIM total	Velocidad de marcha	Berg	SSS	MFWC
SPPP	0,441 (p = 0,008)	0,390 (p = 0,020)	0,442 (p = 0,008)	0,349 (p = 0,040)	0,176 (p = 0,311)	0,332 (p = 0,051)
SPPS	0,364 (p = 0,029)	0,307 (p = 0,068)	0,447 (p = 0,006)	0,480 (p = 0,003)	0,386 (p = 0,020)	0,319 (p = 0,058)

Valores correspondientes al coeficiente de correlación de Spearman (r).

FIM: *functional independence measure*; SPPP: superficie plantar del pie pléjico; SPPS: superficie plantar del pie sano; MFWC: escala de ámbito de marcha *modified functional walking categories*; SSS: subescala de marcha *scandinavian stroke scale*.

Los pacientes portadores de ortesis antiequino presentaron valores significativamente peores en la baropodometría estática que los pacientes no portadores de ortesis: la SAR del pie pléjico respecto al sano fue un 8,6% menor (p = 0,017), la simetría de distribución del peso corporal fue un 8,8% peor (p = 0,014), la presión máxima sobre los dos pies fue 0,9 kPa mayor (p = 0,009) y la presión media también fue 0,7 kPa mayor (p = 0,033). En el estudio dinámico no hubo diferencias respecto al uso de ortesis.

Cuando se analizaron los resultados de la baropodometría estática (tabla 1) se observaron correlaciones significativas para la SAR del pie pléjico respecto al sano con el FIM (motor [r = 0,547] y total [r = 0,573]). En cuanto a las correlaciones de la SAR con la velocidad de marcha (r = 0,394) y la escala de equilibrio de Berg (r = 0,397), fueron significativas, pero de escasa magnitud. En otras palabras, cuanto mayor es la simetría de la superficie plantar, se obtienen mejores resultados de FIM, equilibrio y velocidad de marcha. La asimetría de distribución del peso corporal se correlacionó significativamente también con el FIM (motor [r = -0,545] y total [r = -0,574]), la velocidad de marcha (r = -0,443), la escala de Berg (r = -0,416) y la escala de ámbito de marcha MFWC (r = -0,328). En el mismo sentido, a mejor simetría en la distribución del peso corporal, mejores resultados de FIM, velocidad de marcha, equilibrio y ámbito de marcha.

Las correlaciones de las variables de la baropodometría dinámica se expresan en la tabla 2. Únicamente los valores de superficie de apoyo tanto del pie pléjico, como del sano durante el paso mostraron correlaciones significativas con los valores de discapacidad, equilibrio y marcha. La superficie de apoyo del pie pléjico durante el paso se correlacionó con el FIM motor (r = 0,441),

FIM total (r = 0,390), velocidad de marcha (r = 0,442) y escala de equilibrio de Berg (r = 0,349). La superficie de apoyo del pie sano durante el paso se correlacionó con el FIM motor (r = 0,364), velocidad de marcha (r = 0,447), escala de equilibrio de Berg (r = 0,48) y subescala de marcha SSS (r = 0,386). Las presiones máxima y media y la SAR de ambos pies durante el paso no se correlacionaron con los valores de discapacidad, equilibrio y marcha.

En cuanto al análisis de la línea de progresión del paso pléjico, los pacientes con categoría A (normal o alteración de un sólo parámetro) tenían mejores valores de FIM motor y total (7,35 y 7,65 puntos más respectivamente) que los pacientes con categoría B (alteración de dos o más parámetros).

DISCUSIÓN

En este estudio se analiza la relación del estudio baropodométrico con la discapacidad, el equilibrio y la capacidad de marcha en el hemipléjico adulto de origen vascular.

En los resultados de la baropodometría estática destaca la diferencia en la superficie de apoyo del pie pléjico respecto al sano y la localización del punto de máxima presión en el retropié sano. Otros autores también han demostrado la disminución de los picos de presión a nivel del metatarso del lado afecto, lo que relacionaban con una mayor paresia del pie en pacientes hemipléjicos⁷. Los pacientes que precisaban ortesis antiequino presentaron valores significativamente peores en la baropodometría estática que los no ortetizados (menor SAR y mayor asimetría en la distribución del peso corporal), lo que reflejaría una mayor

actitud en equino y peor equilibrio que los que no precisaban ortesis.

La menor superficie de apoyo del pie pléjico y la asimetría de distribución del peso corporal se correlacionan bien con los valores de FIM, velocidad de marcha y equilibrio medido con la escala de Berg. La correlación entre los resultados de baropodometría estática (SAR y asimetría en la distribución del peso corporal) con el FIM es moderada ($r > 0,5$). La asimetría en la distribución del peso corporal también se correlaciona de forma moderada con la velocidad de marcha y con la escala de equilibrio de Berg, es decir, una mayor asimetría en la distribución del peso corporal se asocia con mayor discapacidad, una marcha más lenta y peor equilibrio estático y dinámico. Estos resultados concuerdan con los presentados por Titianova y Tarkka¹⁰, quienes han demostrado que existe relación entre la simetría en la distribución del peso corporal y la velocidad de marcha. No se ha hallado relación entre la asimetría en la distribución del peso corporal y la autonomía para la deambulación medida mediante la subescala de marcha SSS, pero sí con la escala de ámbito de marcha MWFC. Esto podría explicarse por la necesidad de tener mejor control postural durante la deambulación por diferentes superficies.

En el análisis del paso mediante baropodometría dinámica, destaca la diferencia significativa de la superficie de apoyo del paso pléjico respecto al sano y la alta frecuencia de alteración marcada (categoría B) de la línea de progresión del paso pléjico. La correlación con el FIM, la escala de Berg y la velocidad de marcha fue significativa sólo para la superficie de apoyo del paso pléjico durante el paso, indicando que a menor superficie de apoyo del pie pléjico, mayor discapacidad, mayor alteración del equilibrio y una marcha más lenta.

Sería interesante en el futuro disponer de un grupo control para documentar las variaciones de la normalidad. No podemos saber si la localización de la presión máxima en el retropié o si las alteraciones en la línea de progresión están presentes en la población sana.

Entre las limitaciones del estudio destaca, por una parte, que el sistema no dispone de valores de referencia de normalidad, por lo que es el examinador quien juzga la desviación de los resultados, aunque en el hemipléjico el mayor interés radicaría en la comparación entre ambos pies para analizar la asimetría del paso. En segundo lugar, la realización de una sola exploración dinámica por paciente podría contribuir a una escasa reproductibilidad de la prueba, pero registrar más de una prueba por lado resultó casi impracticable en el grupo de hemipléjicos que habían estado caminando y desarrollando diferentes tareas motoras en las pruebas de velocidad de marcha y equilibrio en una misma sesión.

Los datos cuantitativos de la baropodometría computarizada deben ser interpretados con cautela, ya que

la evaluación de la huella plantar durante el paso mediante el uso de una plataforma de presión es parcialmente representativa de la marcha en un entorno real. Esto podría justificar que los datos de la baropodometría dinámica han sido menos consistentes en su relación con la discapacidad, la marcha y el equilibrio que con la baropodometría estática.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de este estudio son:

1. En baropodometría estática existe una menor superficie de apoyo plantar en el lado pléjico respecto al sano y el punto de máxima presión localizado con mayor frecuencia a nivel de retropié del lado sano.
2. En posición estática, la menor superficie de apoyo del pie pléjico y la asimetría de distribución del peso corporal se correlacionan bien con los valores de FIM, velocidad de marcha y equilibrio.
3. En posición dinámica existe una asimetría significativa en la superficie de apoyo plantar del paso del pie pléjico respecto al sano.
4. En la baropodometría dinámica, existe correlación significativa de la superficie plantar para ambos pies durante el paso con el FIM, el equilibrio medido con la escala de Berg y la velocidad de marcha.

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

BIBLIOGRAFÍA

1. Bohannon RW, Andrews AW, Smith MB. Rehabilitation goals of patients with hemiplegia. *Int J Rehabil Res.* 1988; 11:181-3.
2. Garrison SJ, Rolak LA. Rehabilitation of the stroke patient. En: DeLisa JB, editor. *Rehabilitation medicine: principles and practice.* 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Company; 1993. p. 801-24.
3. Hesse SA, Jahnke MT, Schreiner C, Mauritz KH. Gait symmetry and functional walking performance in hemiparetic patients prior to and after a 4-week rehabilitation programme. *Gait & Posture.* 1993;1:166-71.
4. McGinley JL, Goldie PA, Greenwood KM, Olney SJ. Accuracy and reliability of observational gait analysis data: judgements of push-off in gait after stroke. *Phys Ther.* 2003;83:146-60.
5. Esquenazi A, Keenan MA. Gait analysis. En: DeLisa JB, editor. *Rehabilitation medicine: principles and practice.* 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Company; 1993. p. 122-30.
6. Shores M. Footprint analysis in gait documentation. *Phys Ther.* 1980;60:1163-7.
7. Titianova EB, Pitkanen K, Paakkonen A, Sivenius J, Tarkka IM. Gait characteristics and functional ambulation profile

- in patients with chronic unilateral stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003;82:778-86.
8. Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, Hicks RR. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther.* 2001;81:995-1005.
 9. Liston RAL, Brouwer BJ. Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:425-30.
 10. Titianova EB, Tarkka IM. Asymmetry in walking performance and postural sway in patients with chronic unilateral cerebral infarction. *J Rehabil Res Dev.* 1995;32:236-44.
 11. de Oliveira GS, Greve JM, Imamura M, Bollinger Neto R. Interpretação das variáveis quantitativas da baropodometria computadorizada em indivíduos. *Revista do Hospital das Clínicas.* 1998;53:16-20.
 12. Niam S, Cheung W, Sullivan PE, Kent S, Gu X. Balance and physical impairments after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80:1227-33.
 13. Wong AM, Pei YC, Hong WH, Chung C-Y, Lau YC, Chen CP. Foot contact pattern analysis in hemiplegic stroke patients: an implication for neurologic status determination. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:1625-30.
 14. Keith RA, Granger CV, Hamilton BB, Sherwin FS. The functional independence measure: a new tool for rehabilitation. En: Eisenberg MG, Grzesiak RC, editors. *Advances in clinical rehabilitation.* New York, NY: Springer; 1987. p. 6-18.
 15. Linacre JM, Heinemann AW, Wright BD, Granger CV, Hamilton BB. The structure and stability of the functional independence measure. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75:127-32.
 16. Wood-Dauphinee S, Berg k, Bravo G, Williams JI. The balance scale: Responding to clinically meaningful changes. *Canadian Journal of Rehabilitation.* 1997;10:35-50.
 17. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The balance scale: Reliability assessment for elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehab Med.* 1995;27:27-36.
 18. Berg K, Maki B, Williams JI, Holliday P, Wood-Dauphine S. A comparison of clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73:1073-83.
 19. Goldie PA, Matyas TA, Evans OM. Deficit and change in gait velocity during rehabilitation after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:1074-82.
 20. Perry J, Garrett M, Gronley JK, Mulroy S. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke.* 1995;26:982-9.
 21. Wandel A, Jorgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, Olsen TS. Predictions of walking function in stroke patients with initial lower extremity paralysis: The Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81:736-8.