

Original

Los pacientes en hemodiálisis presentan peor equilibrio postural, que se relaciona con el riesgo de caídas

Ignacio Pérez-Gurbindo^{a,*}, María Teresa Angulo Carrere^a, Patricia Arribas Cobo^b, Marta Puerta^b, Mayra Ortega^b, María Teresa Jaldo^b, Patricia de Sequera^b, Roberto Alcázar^b, Rafael Pérez-García^b y Ana María Álvarez-Méndez^a

^a Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

^b Servicio de Nefrología, Hospital Universitario Infanta Leonor, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 17 de septiembre de 2019

Aceptado el 3 de abril de 2020

On-line el 7 de julio de 2020

Palabras clave:

Hemodialisis
Balance postural
Diabetes
Riesgo de caídas
Hiponatremia

RESUMEN

Introducción: El equilibrio postural es el resultado de una compleja interacción de aferencias sensoriales que nos mantiene erguidos. Los pacientes en hemodiálisis presentan alteraciones que pueden generar inestabilidad postural y riesgo de caídas. Nuestro objetivo es analizar, mediante una plataforma de fuerzas, la estabilidad postural en pacientes hemodializados y su relación con el riesgo de caídas.

Material y métodos: Se realizó un estudio prospectivo transversal. El balanceo postural se registró mediante una plataforma de fuerzas en los pacientes prevalentes en hemodiálisis. Se recogen datos epidemiológicos, de diálisis, analíticos y de tratamiento. La incidencia de caídas fue registrada durante los 6 meses siguientes a las pruebas. El análisis de la estabilidad postural se realizó con una plataforma portátil de galgas extensiométricas (AMTI AccuGait®) y una unidad de software específico para estabilometría (programa Balance Trainer®). Se determinan 31 parámetros de equilibrio; las variables de equilibrio utilizadas son: Area95, AreaEffect, VyMax, Xrange y Yrange. Los estudios de estabilometría se realizan en 3 situaciones: con los ojos abiertos, con los ojos cerrados y mientras el paciente realiza una tarea simultánea. Se realiza un estudio al iniciar la sesión de diálisis y el segundo, al terminar. La estabilometría en condiciones semejantes se mide en un grupo control.

Resultados: Se estudian 32 pacientes, con una edad media de 68 años; 20 hombres y 12 mujeres. Su peso medio es de 74 kg y el IMC, de 27,6 kg/m². En los controles no hay diferencias significativas en la estabilometría entre las 3 situaciones estudiadas. Los pacientes con los ojos cerrados, pre y poshemodiálisis, presentan más desequilibrio, con diferencias significativas con el resto de las situaciones y los controles. Después de la sesión de hemodiálisis se observa un aumento significativo de la inestabilidad. Se observa mayor inestabilidad en los 13 pacientes diabéticos ($p < 0,05$). Los 4 pacientes con hiponatremia ($\text{Na} < 136 \text{ mmol/L}$) presentaban peor equilibrio en la situación de tarea simultánea ($p = 0,038$). Varios fármacos, como la insulina ($p = 0,022$), los antiagregantes ($p = 0,036$) y los betabloqueantes ($p = 0,029$), se relacionaban con el desequilibrio. Los 10 pacientes que sufrieron caídas presentaban mayor desequilibrio, Yrange, Xrange, Area95 y AreaEffect, pre y poshemodiálisis ($p < 0,05$) que los que no tuvieron caídas.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: iperezgurbindo@ucm.es (I. Pérez-Gurbindo).

<https://doi.org/10.1016/j.nefro.2020.04.014>

0211-6995/© 2020 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Conclusiones: Los pacientes en hemodiálisis presentan alteraciones que pueden generar inestabilidad postural y riesgo de caídas. Programas de prevención que incluyan ejercicios específicos para mejorar el equilibrio podrían ser beneficiosos, reduciendo el riesgo de caídas en esta población.

© 2020 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Haemodialysis patients have worse postural balance with an associated risk of falls

A B S T R A C T

Keywords:

Hemodialysis
Postural balance
Diabetes
Fall risk
Hyponatremia

Introduction: Postural balance is the result of a complex interaction of sensory input which keeps us upright. Haemodialysis patients have alterations which can lead to postural instability and a risk of falls. Our objective was to analyse postural stability and its relationship with the risk of falls in haemodialysis patients using a force platform.

Material and methods: This was a prospective cross-sectional study. Postural balance was recorded using a force platform in prevalent haemodialysis patients. We collected epidemiological, dialysis, analytical and treatment data. The incidence of falls was recorded over the 6 months following the tests. The postural stability analysis was performed with a portable strain gauge platform (AMTI AccuGait®) and a specific software unit for stabilometry (Balance Trainer® program). We measured 31 balance parameters; the balance variables used were: Area95; AreaEffect; VyMax; Xrange and Yrange. The stabilometry studies were performed in 3 situations: with eyes open; with eyes closed; and with the patient performing a simultaneous task. We performed one study at the start of the dialysis session, and a second study at the end. Stabilometry was measured in a control group under similar conditions.

Results: We studied 32 patients with a mean age of 68 years old; of this group, 20 subjects were male and 12 were female. Their mean weight was 74 kg, with a mean BMI of 27.6 kg/m². In the controls, there were no significant differences in the stabilometry between the 3 situations studied. Both pre- and post-haemodialysis, patients with closed eyes showed greater imbalance, and there were significant differences with the other situations and controls. We found a significant increase in instability after the haemodialysis session, and greater instability in the 13 patients with diabetes ($P < .05$). The 4 patients with hyponatraemia ($\text{Na} < 136 \text{ mmol/l}$) had worse balance in the simultaneous task situation ($P = .038$). Various drugs, such as insulin ($P = .022$), antiplatelet agents ($P = .036$) and beta-blockers ($P = .029$), were associated with imbalance. The 10 patients who suffered falls had greater imbalance, Yrange, Xrange, Area95 and AreaEffect, both pre- and post-haemodialysis ($P < .05$) than those without falls.

Conclusions: Haemodialysis patients have alterations which can lead to postural instability and a risk of falls. Prevention programmes which include specific exercises to improve balance could be beneficial in reducing the risk of falls in this population.

© 2020 Sociedad Española de Nefrología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El equilibrio postural es el resultado de una compleja interacción de aferencias sensoriales que desencadenan una respuesta muscular constante y suficiente para mantenernos erguidos. El sistema vestibular, la vista, las articulaciones, los ligamentos, los músculos, el sistema nervioso periférico y el cerebelo participan activamente en dicho proceso¹⁻⁵. Las enfermedades que afectan a estos sistemas u órganos, así

como los cambios funcionales asociados al envejecimiento, derivan en alteraciones del equilibrio^{6,7}.

Los pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) presentan alteraciones de la presión arterial, de la homeostasis y una acumulación de sustancias nocivas, como las toxinas urémicas; además, reciben fármacos que pueden afectar su estabilidad postural^{8,9}. Los pacientes que presentan ERC avanzada necesitan de la hemodiálisis (HD) para sustituir la función renal con el objetivo de eliminar las toxinas urémicas y regular la cantidad de líquidos, minerales y ácido-base. La HD

es un tratamiento necesario y efectivo en estos pacientes, pero dicha situación entraña riesgos que deben ser controlados.

El proceso de diálisis puede dar lugar a una situación de inestabilidad hemodinámica que puede asociarse con episodios de hiper o hipotensión, alteraciones de la homeostasis y/o alteración de los niveles de iones, como el sodio, el potasio, el calcio y el magnesio, con actividad sobre los diferentes órganos y tejidos, que pueden modificar el equilibrio postural del individuo^{8,10-14}. Los pacientes incluidos en HD son cada vez más mayores, por lo que presentan mayor inestabilidad postural de base en relación con el proceso de envejecimiento, que afecta a la visión, a la propiocepción, al aparato locomotor y a la conducción nerviosa, que son partes activas del ya citado control postural^{15,16}. A esto hay que añadir que la mayoría de los pacientes hemodializados están en una situación de polimedicación, la cual es reconocida como un factor de riesgo de caídas por la alteración postural que conlleva¹⁷. Por otra parte, los pacientes que llevan varios años sometidos a diálisis pueden desarrollar artropatías por depósitos de amiloide que pueden afectar a articulaciones fundamentales en el control postural, como la cadera, la rodilla y el tobillo.

La prevención de las caídas en el paciente en HD es fundamental, ya que las consecuencias en cuanto a la calidad de vida, la morbilidad asociada y la reducción de la esperanza de vida son muy importantes, sin olvidar que el gasto económico y asistencial de los problemas derivados de las caídas es muy elevado, en especial en las personas mayores^{18,19}. Las caídas se relacionan con la inestabilidad postural.

Por tanto, los pacientes en HD están expuestos a diferentes factores de riesgo que pueden derivar en una situación de inestabilidad postural y riesgo de caídas que hay que identificar, diagnosticar y corregir precozmente.

Material y métodos

Se diseñó un estudio observacional, transversal, prospectivo de medición de la estabilidad postural mediante una plataforma de fuerzas pre-HD y pos-HD, en los pacientes con ERC prevalentes de una unidad hospitalaria de HD. Se recogieron los datos epidemiológicos, de diálisis, analíticos (pre-HD y pos-HD) y de tratamiento. Además, se recogieron datos de incidencia de caídas 6 meses después de las pruebas, así como el test de calidad de vida SF-36.

Objetivos

El objetivo principal de este estudio es analizar, mediante una plataforma de fuerzas, la estabilidad postural en pacientes hemodializados y el efecto sobre la misma de la sesión de HD.

Como objetivos secundarios se pretende:

- Analizar la estabilidad postural de los pacientes en HD respecto a un grupo control.
- Analizar la estabilidad postural antes y después de la sesión de HD.
- Analizar parámetros de la diálisis y el tiempo que lleva el paciente en ella como factor de riesgo sobre la estabilidad postural.

- Analizar la posible relación entre los valores analíticos del paciente, como la natremia, y la estabilidad postural.
- Analizar el efecto de los fármacos sobre la estabilidad postural.
- Analizar el valor predictivo de la estabilometría respecto al riesgo de caídas.
- Analizar la posible relación entre las alteraciones del equilibrio y una peor calidad de vida.

Pacientes

Se incluyeron los pacientes prevalentes en HD de la Unidad del Hospital Universitario Infanta Leonor que aceptaron voluntariamente participar en el estudio.

Criterios de inclusión: individuos mayores de 18 años, con ERC en HD, que previamente aceptan y firman un consentimiento informado donde se explica la forma y finalidad de este estudio.

Criterios de exclusión: enfermedades neurológicas centrales, pacientes con alteraciones vestibulares o visuales sin corrección óptica, deformaciones del aparato locomotor y, en general, pacientes que no sean capaces de mantenerse de pie de forma autónoma. Pacientes en tratamiento con neurolépticos. Pacientes que no otorgaron su consentimiento informado.

Grupo control: se analizó el equilibrio en un grupo control sin enfermedad relacionada y con una distribución de edad y sexo semejante a la de los pacientes con ERC.

Análisis de la estabilidad postural

El análisis de la estabilidad postural se realizó con una plataforma portátil de galgas extensiométricas (AMTI AccuGait[®], de 44 × 500 × 500 mm, Advanced Mechanical Technology Inc., Watertown, MA, EE. UU.) y una unidad de software específico para estabilometría (programa Balance Trainer[®]; Advanced Mechanical Technology Inc., Watertown, MA, EE. UU.)²⁰⁻²⁴, siguiendo un protocolo de posicionamiento inicial igual para todos los pacientes. Se completaron 3 estudios de estabilometría para cada paciente y control, uno con los ojos abiertos (OA), otro con los ojos cerrados (OC) y otro mientras el paciente realiza una tarea cognitiva (COG), consistente en contar hacia atrás en voz alta desde el número 100 hasta el 0. Los estudios se realizaron con unas condiciones lumínicas siempre semejantes.

Se realizaron 2 estudios de la estabilidad postural a cada paciente. El primero, antes de iniciar la sesión de diálisis (pre-HD) y el segundo, al terminar (pos-HD).

La plataforma y su programa informático de análisis han sido utilizados previamente en otros estudios y son usados como referentes para validar otros sistemas de análisis de la estabilidad postural²⁵ (fig. 1).

Se colocó la plataforma a 2-3 m de la pared en la que tenían marcado un punto negro a 1,5 m del suelo para fijar la mirada durante las pruebas de recogida de datos de la estabilometría. El primer día de su instalación, se comprobaron las posibles interferencias con otros instrumentos cercanos, la regularidad del suelo y la correcta estabilidad de la plataforma. La conexión de la plataforma a la red eléctrica se realizó una hora antes de iniciar el registro de la población de estudio. Así mismo, y para verificar el correcto calibrado de la plataforma,

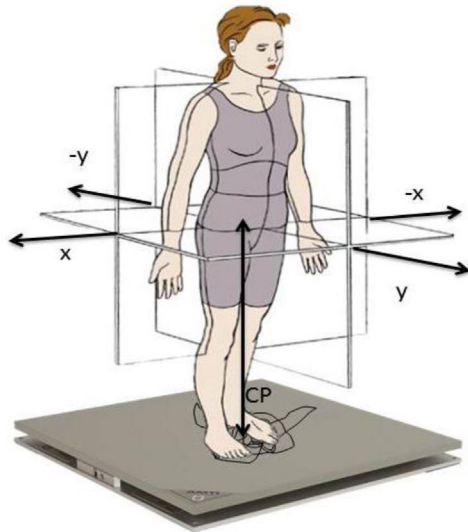


Figura 1 – Desplazamiento del centro de presiones sobre una plataforma de fuerzas al mantenerse en bipedestación.

se realizó un registro sin paciente para observar si se registraba algún tipo de vibración que pudiera interferir con la toma de datos durante la realización de las valoraciones.

El protocolo seguido para la obtención de las variables estabilométricas fue el mismo para cada sujeto. Los participantes subían a la plataforma y se marcaban con un rotulador lavable los puntos que definían la base de sustentación estándar. Dichos puntos se sitúan a nivel del pulpejo del primer dedo, la primera articulación metatarsofalángica, la zona interna del talón, la zona externa del talón y la quinta articulación metatarsofalángica. Posteriormente se inició el registro con el programa informático Balance Trainer®. Se presionó sobre los puntos marcados para cada sujeto para registrar su base de sustentación. A continuación se procedió a la calibración antes de cada registro; el paciente subía a la plataforma colocando los pies de acuerdo con las marcas registradas y se iniciaba el registro estableciéndose una frecuencia de 100 Hz/min.

Los límites de estabilidad fueron expresados como la medida de los desplazamientos (cm) del centro de presión (CP) en los ejes medio-lateral (X) y antero-posterior (Y), el área de la elipse generada por los desplazamientos del CP, con un 95% de confianza, y las velocidades de desplazamiento del CP. De esta forma, el programa informático aporta 31 variables dependientes del desplazamiento del CP. El CP es definido como el punto donde se aplican las fuerzas de reacción del suelo bajo los pies (fig. 2). Las variables de equilibrio utilizadas en el estudio fueron: Area95, AreaEffect, VyMax, Xrange e Yrange.

Análisis estadístico

Tamaño muestral: aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un riesgo beta de 0,2 en un contraste bilateral, se precisan 29 sujetos, ya que con base en estudios previos^{10,12}, la proporción inicial de acontecimientos es del 0,27 y al final del 0,73. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 0%.

Como variables principales se establecieron: 1) el desplazamiento medio del CP en el plano sagital y lateral; 2) la velocidad media de estos movimientos, y 3) el área que incluyó el desplazamiento del CP con un intervalo de confianza del 95%. Todas ellas son variables cuantitativas continuas (tabla 1). Con estas variables se comparó el equilibrio postural entre el grupo control y los pacientes del estudio, así como las mediciones antes y después de la sesión de HD.

Estudio de la muestra: una vez construida la base de datos, se realizó su depuración. Se determinó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov si las variables continuas se atenían a una distribución normal. Los resultados se expresaron como la media ± la desviación típica.

La comparación de las medias entre el grupo control y el grupo de pacientes se realizó mediante el test de la t-Student para las variables independientes cuantitativas normales. Las variables categóricas se expresaron como porcentajes y se compararon mediante la χ^2 .

Las distintas medidas consecutivas en cada paciente se compararon mediante un t test pareado o de Dunnett, según correspondió.

Se consideraron como significativos valores de $p < 0,05$.

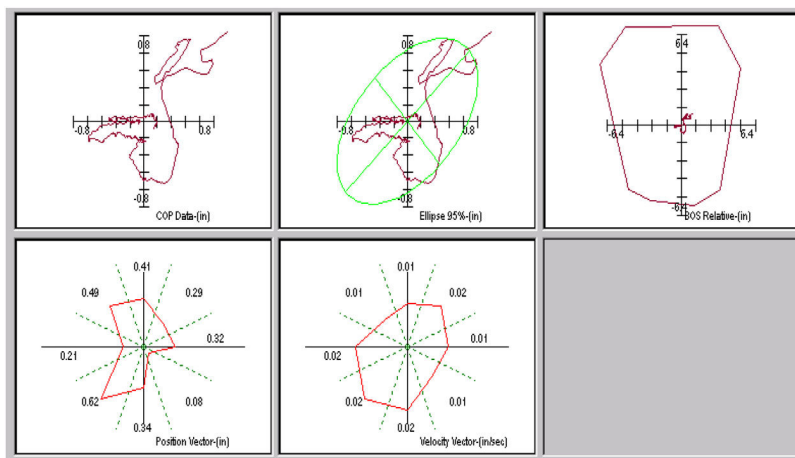


Figura 2 – Ejemplo de los registros obtenidos de análisis vectorial, longitud, superficie y velocidad, de los desplazamientos del centro de presiones a lo largo del eje antero-posterior y medio-lateral.

Tabla 1 – Comparación de los parámetros de equilibrio en los controles y en los pacientes en las 6 situaciones en las que se miden

Medición	Area95, cm ²		AreaEffect, cm ²		Xrange, cm		Yrange, cm		VyMax, cm/s	
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT
Pacientes, n = 32										
Pre-HD OA	5,5434	3,86977	2,0241	1,34286	2,9388	1,03261	2,6312	1,12775	9,3641	5,53780
Pre-HD OC	8,6622	5,77865	3,1500	1,88413	3,6275	1,33657	3,9469	1,38059	14,9891	10,27166
Pre-HD COG	5,8556	5,85274	2,1031	2,01979	3,0163	1,43804	2,8569	1,33036	11,5131	7,60620
Pos-HD OA	6,9031	5,02202	2,4766	1,71101	3,3603	1,31494	3,2588	1,38465	11,1106	8,07977
Pos-HD OC	13,2506	10,81846	4,9013	4,10468	4,3381	1,86953	4,7544	2,59090	19,4284	14,58531
Pos-HD COG	6,2716	5,51139	2,2003	1,89761	3,3444	1,40023	2,9591	1,19762	12,0763	7,29004
Controles, n = 9										
OA	4,36889	1,341580	1,59000	0,400156	2,4811	0,46590	2,3311	0,48748	13,99444	13,076864
OC	6,16111	2,405439	2,14889	0,802612	3,3311	0,50780	2,9433	0,64788	12,21222	5,522490
COG	4,35333	1,353505	1,57778	0,496809	2,4189	0,53757	2,7867	0,72030	14,54667	8,731284
Entre controles ^a	NS		NS		NS		NS		NS	
Pacientes/controles ^b	p < 0,05		p < 0,05		NS		p < 0,05		NS	

COG: tarea cognitiva; DT: desviación típica; NS: no significativo; OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; pos-HD: posterior a hemodiálisis; pre-HD: previo a hemodiálisis.

Comparación múltiple pareada entre las variables principales de equilibrio.

En negrita: las mediciones con los ojos cerrados, tanto antes de la hemodiálisis² como después⁵, son significativamente mayores entre los pacientes. Las medidas con ojos cerrados tras la hemodiálisis son significativamente mayores que previamente a esta.

^a En los controles no hay diferencias significativas entre las 3 situaciones estudiadas.

^b Los pacientes con los ojos cerrados presentan un desequilibrio mayor que los controles: Yrange, AreaEffect y Area95.

El análisis estadístico se realizó con el paquete SPSS® 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética (Hospital Universitario Infanta Leonor-Hospital General Universitario Gregorio Marañón) con el título «Alteraciones del equilibrio en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis (HD)», con el código de protocolo: Hospital Universitario Infanta Leonor-18/001, versión del protocolo 4.5 y fecha de la versión 15 de febrero de 2018.

Resultados

Completaron el estudio 32 pacientes con una edad media de 68 (13) [35-87] años; 20 hombres y 12 mujeres. Su peso medio es 74 (17) [51-130] kg, la estatura 164 (7,8) cm y el IMC 27,6 (5,3) [19,3-43,4] kg/m².

Trece (40,6%) eran diabéticos y 25 (78,1%) hipertensos, 15 (46,9%) tenían antecedentes de insuficiencia cardíaca, 15 (46,9%) de dislipidemia, 4 (12,5%) de hiperparatiroidismo secundario severo y 2 (6,3%) de hipotiroidismo. El tiempo medio en tratamiento renal sustitutivo fue de 9,3 (8,9) [1-17] años.

En el proceso de diálisis sobre el que se realizó el estudio se obtuvo un Kt L de 58,0 (5,23) [50,9-68,00], Kt/V 1,87 (0,38) [1,22-3,01] y un UF total de 2.477,4 (943,3) [1.000-5.000].

Entre los fármacos que recibían destacan 20 pacientes (62,5%) con estatinas, 14 (43,8%) con antiagregantes, 5 (15,6%) con dicumarínicos, 7 (21,9%) con ADO, 7 (21,9%) con insulina, 4 (12,5%) con antidepresivos, 13 (40,6%) con benzodiazepinas, 7 (21,9%) con diuréticos, 24 (75%) con IBP, 10 (31,3%) con alopurinol, 15 (46,9%) con antihipertensivos, 6 (16,8%) con sedantes, 2 (6,3%) con hormona tiroidea, 18 (56,3%) con vitaminas, 21 (65,6%) con captadores del fósforo, 2 (6,3%) con esteroides, 13 (40,6%) con analgésicos, 12 (37,5%) con vitamina D, 7 (21,9%)

con antihistamínicos, 13 (40,6%) con calcimiméticos, 8 (25%) con resincalcio y 9 (28,1%) con betabloqueantes.

El resultado del test de calidad de vida SF-36 fue de 61,43 (19,85) [32,22-89]. En la [tabla 2](#) se aporta el resultado del test Delta.

El grupo control estuvo formado por 5 hombres y 4 mujeres sin enfermedad relacionada, con una edad media de 60 (18) [32-68] años. La edad y el sexo no eran significativamente diferentes con respecto a los de los pacientes.

Estabilidad postural de los pacientes en HD respecto al grupo control, en las 3 situaciones

Al analizar los parámetros estabilométricos en el grupo control no se observaron diferencias significativas entre las 3 situaciones estudiadas.

Los pacientes en HD presentaron un desequilibrio mayor durante la evaluación de la prueba con OC frente a los controles: Yrange, AreaEffect y Area95 ([tabla 2](#)). Esta diferencia no fue significativa en los test realizados con OA o COG.

En los pacientes en HD, todos los test realizados con OC, tanto en pre-HD como en pos-HD, presentaron un desequilibrio significativamente mayor que el resto de las situaciones y entre ellas, siendo las valoraciones en pos-HD y OC donde las variables estabilométricas del estudio mostraron un mayor desequilibrio. Los valores descriptivos de las variables de estudio según las condiciones del test se detallan en la [tabla 1](#).

Comparación de la estabilidad postural pre-HD y pos-HD

Al comparar el efecto de la diálisis en el balance postural, se observó un aumento significativo de la inestabilidad. Con OA se produjo un aumento significativo de los valores de Yrange pre-HD 2,6 (1,1) y pos-HD 3,3 (1,3) (p < 0,05), y VyMax pre-HD 9,4

Tabla 2 – Correlaciones entre los parámetros de estabilometría y las caídas con el resultado del SF-36

		Area95, cm ²	VyMax, cm/s	AreaEffect, cm ²	Yrange, cm	Xrange, cm
SF-36	Correlación de Pearson	-0,342	-0,433	-0,349	-0,430	-0,105
	p	0,055	0,013	0,051	0,014	0,569
	Caídas		Media	DT		Error típico de la media
SF-36	Sí		56,09	20,748		2,678
	No		63,87	18,662		1,624
	p		Diferencia de medias	Error típico de la diferencia		Intervalo de confianza al 95% para la diferencia (-13,720; -1,844)
	0,010		-7,782	3,010		
Test Delta		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido		Porcentaje acumulado
Válidos	0-9	26	81,3	81,3		81,3
	10-15	5	15,6	15,6		96,9
	16-20	1	3,1	3,1		100,0
	Total	32	100,0	100,0		

DT: desviación típica.

En negrita se muestran las relaciones significativas y el coeficiente de correlación.

(5,5) y pos-HD 15,1 (6,4) ($p=0,035$). Con OC, después de la diálisis aumentaron significativamente los valores de AreaEffect, pre-HD 3,1 (1,8) y pos-HD 4,8 (4,1) ($p<0,05$), y Area95, pre-HD 8,6 (5,7) y pos-HD 12,9 (10) ($p<0,05$). Durante COG no se observaron diferencias significativas en las variables analizadas.

La comorbilidad, los parámetros de la diálisis y el tiempo que lleva el paciente en diálisis en relación con la estabilidad postural

Se observó un aumento significativo de la inestabilidad en los pacientes hemodializados que eran diabéticos ($n=13$). Previamente a la diálisis estos pacientes presentaron mayor desequilibrio con OC. Posteriormente a la diálisis y con OC, la inestabilidad en los pacientes diabéticos se incrementa significativamente, como se muestra en la [tabla 3](#).

El resto de las comorbilidades estudiadas no se relacionaron con el equilibrio.

La técnica y los datos de la HD y los hemodinámicos no se relacionaron con el equilibrio, salvo el Kt/V, que se relacionó

en las pruebas OC y COG; esta significación desaparece si se corrige por el peso.

Relación entre los valores analíticos del paciente y la estabilidad postural

Solo 4 pacientes presentaban hiponatremia ($Na < 136$ mmol/L); estos presentaban mayor desequilibrio en la situación COG pre-HD, Yrange: 2,97 (2,1) vs. 2,09 (0,5), $p=0,038$; Area95: 6,31 (6,12) vs. 2,67 (1,17), $p=0,009$, y AreaEffect: 2,27 (2,1) vs. 0,95 (0,46), $p=0,009$, respectivamente.

No se encontró una correlación significativa entre el resto de los valores analíticos estudiados y los parámetros de equilibrio.

Relación de los fármacos con la estabilidad postural

Los fármacos que se relacionaron con parámetros de desequilibrio mayores (OC+pos-HD) fueron la insulina, los antiagregantes y los betabloqueantes. En la [tabla 4](#) se muestran las diferencias en estos parámetros. Otros fármacos, como las estatinas, las benzodiazepinas, los diuréticos, los IBP, el alopurinol, los antihipertensivos, los captadores del fósforo, los analgésicos, la vitamina D y el cinacalcet, no guardaban relación.

Riesgo de caídas y valores estabilométricos

Se registró la incidencia de caídas en los 6 meses siguientes a la valoración. Siete pacientes sufrieron una caída, 3 más de una y 22 no presentaron ninguna caída. Cinco pacientes precisaron atención hospitalaria. Todos los pacientes que sufrieron caídas presentaban de forma estadísticamente significativa ($p<0,05$) mayor desequilibrio en las variables Yrange, Xrange, Area95 y AreaEffect que los que no tuvieron caídas. Los pacientes que se cayeron habían obtenido valores significativamente

Tabla 3 – Parámetros de estabilidad en los pacientes diabéticos ($n=13$) respecto a los no diabéticos ($n=19$). Ojos cerrados poshemodiálisis

	Diabéticos	Media	DT	p
AreaEffect, cm ²	Sí	6,7	3,4	0,028
	No	3,4	2,6	
Yrange, cm	Sí	5,8	3,2	0,049
	No	4,0	1,7	
Area95, cm ²	Sí	17,7	12,8	0,037
	No	9,6	7,9	
VyMax, cm/s	Sí	26,5	18,6	0,021
	No	14,5	8,5	

DT: desviación típica. En negrita se muestran las diferencias significativas

Tabla 4 – Relación de los parámetros estabilométricos con los ojos cerrados y poshemodiálisis con la ingesta o no de fármacos

	n	Xrange, cm Media ± DT	Yrange, cm Media ± DT	AreaEffect, cm ² Media ± DT	Area95, cm ² Media ± DT	VyMax, cm/s Media ± DT
Insulina						
Sí	7	5,37 (2,65)	6,75 (3,36)	8,04 (5,51)	21,86 (14,54)	30,34 (20,71)
No	25	4,0 (1,53)	4,19 (2,08)	3,86 (3,17)	10,43 (8,28)	16,37 (11,09)
Betabloqueantes						
Sí	9	5,23 (2,45)	6,28 (3,16)	7,34 (4,95)	19,51 (13,28)	26,61 (16,69)
No	23	3,98 (1,50)	4,15 (2,11)	3,76 (3,31)	10,36 (8,73)	16,61 (13,0)
Antiagregantes						
Sí	14	4,63 (2,29)	5,85 (3,34)	6,57 (5,2)	17,36 (13,55)	24,53 (17,97)
No	18	4,10 (1,48)	3,89 (1,38)	3,38 (2,28)	9,49 (6,66)	15,45 (10,13)

DT: desviación típica.

En negrita se muestran las diferencias significativas con $p < 0,05$.

superiores en AreaEffect y en YRange en la prueba realizada con OC pre-HD; estos pacientes también obtuvieron valores mayores con OC pos-HD en las variables Xrange y Area95.

Relación de la calidad de vida con las alteraciones del equilibrio

La valoración de la calidad de vida mostró una correlación inversa significativa ($p = 0,036$) entre VyMax (OC + pos-HD) y la valoración del SF-36 (tabla 2).

Discusión

En este estudio encontramos que los pacientes con ERC en tratamiento con HD presentan mayor inestabilidad postural que los sujetos del grupo control. Esta inestabilidad es mayor con OC y en pos-HD.

En este estudio se demuestra un efecto negativo de la sesión de HD en la estabilidad postural. Los pacientes presentan mayor inestabilidad después de la sesión, sin poder precisar qué factor o factores la condicionan. En el trabajo de Erken et al.¹⁰ y en el de Magnard et al.¹² también se demuestran estos hallazgos, mientras que utilizando otro tipo de instrumento de análisis postural en pacientes mayores en HD no logran demostrar un efecto significativo de la sesión de HD¹³, aunque los autores de este trabajo hacen autocrítica de su metodología.

La determinación de la inestabilidad postural mediante la estabilometría y en concreto mediante el estudio de los desplazamientos del CP corporal se ha demostrado que es un método objetivo, fácil y fiable para valorar el equilibrio postural²⁶. No todas las plataformas utilizadas tienen la misma exactitud, como se demuestra en los estudios de Golriz et al.^{25,27}, en los que usan como plataforma de referencia la utilizada en el presente estudio.

El que la estabilidad postural empeore con OC se podría deber a que la sensibilidad propioceptiva y/o la función vestibular estarían alteradas en los pacientes con ERC en HD²⁸. La disfunción del sistema propioceptivo se podría explicar por la neuropatía periférica frecuente en estos pacientes, y la del sistema vestibular, por los cambios en los fluidos corporales

que podrían afectar a la endolinfa. Shin et al. demostraron que los pacientes en HD tenían un control postural peor que sujetos controles sanos, en particular mientras desarrollaban una tarea cognoscitiva¹⁴. Estos pacientes tenían 48 años de edad media, claramente inferior a la de este trabajo. La edad estaría relacionada directamente con la inestabilidad postural pre-HD y el riesgo de caídas¹⁰. Los pacientes de este estudio tienen una edad media de 68 años con una dispersión pequeña de la edad, lo que dificulta la valoración de este factor.

En estos estudios se han utilizado otras pruebas para valorar la funcionalidad física en los pacientes en HD, como pueden ser el tiempo en sentarse y levantarse de una silla, la velocidad de la marcha y pruebas de balance, como el Short Physical Performance Battery^{20,29}, calculando una puntuación con pruebas de habilidad física o cognoscitiva; se ha encontrado que los pacientes en HD con una presión arterial sistólica mayor de 130 mmHg presentan mejor funcionalidad física que los normotensos por debajo de ese valor. En nuestro estudio no hemos encontrado una relación significativa entre la presión arterial peridiálisis y el balance postural. Estos autores concluyen que el objetivo del control agresivo de la presión arterial en pacientes en HD, particularmente en aquellos con bajo nivel funcional, debería ser reconsiderado. En los pacientes en HD, esta peor funcionalidad física se podría deber a la ERC y también a aspectos propios de la HD. La severidad de la ERC y tener un FG entre 20-70 ml/min se relaciona con una peor funcionalidad física (Short Physical Performance Battery)²⁰.

En este estudio la inestabilidad postural es más marcada en los pacientes diabéticos. Se ha observado como los pacientes diabéticos tipo 2 tienen más problemas de estabilidad y riesgo de caídas²¹. Los pacientes diabéticos tomarían más medicación, tendrían más problemas con la marcha, neuropatía periférica y alteraciones de las funciones cognoscitivas, constituyendo una subpoblación en la que se deberían tomar medidas preventivas para evitar las caídas.

Además de la HD, estos pacientes presentan otros factores de riesgo que se relacionan con la inestabilidad postural, entre los que destacan algunos de los fármacos que consumen. Los pacientes en HD presentan polimedicación. De los fármacos relacionados, en este estudio, con peor estabilometría, existen algunos directamente relacionados con el sistema nervioso y muscular; en otros, la relación no está clara. Al indicar nuevos

fármacos en estos pacientes polimedificados se debería tener en cuenta el riesgo de afectar al equilibrio y aumentar el riesgo de caídas.

La hiponatremia condiciona una mayor inestabilidad postural en COG. Está claramente demostrada la asociación entre hiponatremia y el deterioro de las funciones cerebrales^{8,22}. De hecho, la hiponatremia puede actuar como un tóxico cerebral directo, provocando encefalopatía. Al mismo tiempo, existen situaciones en las que la asociación hiponatremia/mortalidad es aún mayor, como ocurre en la cirrosis o en la insuficiencia cardiaca, y que también son más prevalentes en los pacientes en HD²³. Se ha postulado que la capacidad cognoscitiva es limitada y que su utilización puede comprometer su uso para otras funciones, como es mantener el equilibrio. En un estudio reciente²⁴ se incluyeron 4.153 pacientes en HD. La edad media fue de 64,7 años y predominaban los hombres, con un 64,2%. Un 34,8% eran diabéticos. Los pacientes con una natremia menor de 136 mEq/L tenían un riesgo independiente de mortalidad mayor que el resto (OR 1,62). En el año 2016, la Comisión de Caídas del Hospital General Universitario Gregorio Marañón llevó a cabo un estudio en el que se pretendía conocer el efecto de la hiponatremia (Na⁺, p < 135 mEq/L) sobre el riesgo de presentar una caída³⁰. Se realizó un estudio de casos y controles en el que se seleccionaron 207 pacientes, concluyendo que tener hiponatremia cuadruplica el riesgo de caída frente a no tener hiponatremia, con una OR de 4,34 (1,37-6,00) y una χ^2 de Pearson de p < 0,004.

Las caídas se relacionan con la inestabilidad postural y con una alta mortalidad^{31,32}. En el presente estudio se observa la relación entre algunos de los datos de la estabilometría y las caídas. La incidencia de caídas observada, 0,63 caídas/paciente/año, es inferior a la de Desmet et al.³², 1,18 caídas/paciente/año en pacientes en HD, con una edad semejante de 70,9 años de media, y superior a la de las personas que no están en diálisis, 0,32-0,7 caídas/paciente/año. En otros estudios se ha encontrado una incidencia de caídas en pacientes inferior, del 26,3% en 12 meses³³. Los pacientes con caídas tenían un riesgo de muerte 2,13 veces mayor que los que nos sufrieron caídas. La diferencia de incidencia probablemente depende de los criterios de inclusión/exclusión en los estudios. Las caídas en pacientes en HD serían más frecuentes después de la diálisis (73%) que antes (27%)³⁴. Se han mencionado como factores de riesgo de caídas: la edad, la diabetes, la cantidad de medicamentos que se consumen ¿en concreto, algunos como los antidepresivos? y una peor función cognoscitiva. Roberts et al.³⁴ se centran en la posibilidad de la alteración del sistema nervioso autónomo y de la hipotensión ortostática en relación con los cambios de fluidos. La sesión de HD podría influir, per se, en el riesgo de caídas, afectando a la fuerza y la movilidad^{12,21}. La prevención de las caídas es fundamental por sus consecuencias en cuanto a la calidad de vida, la morbilidad asociada y la reducción de la esperanza de vida^{18,19}.

Los pacientes con parámetros de estabilometría más alterados muestran en el test SF-36 una peor calidad de vida percibida. La inestabilidad postural crea inseguridad y limitaciones en la movilidad. Probablemente este factor tiene gran influencia en la calidad de vida que perciben los pacientes.

La principal limitación de este estudio es que tiene un tamaño muestral pequeño. El ámbito del estudio abarca

aquellos pacientes con capacidad de mantener una posición erguida en las 3 situaciones estudiadas. En HD, en nuestro medio, existen numerosos pacientes incapaces de deambular o de mantenerse en posición erguida de forma autónoma. En el test Delta se objetiva que 26 de los 32 pacientes tienen una valoración de 0 a 9 y solo en uno es mayor de 16.

Hay variedad de métodos analíticos para medir la inestabilidad, desde la escala de Berg de 1989 hasta el uso de la Wii™ Balance Board. Podemos clasificar los diferentes métodos en escalas de ítems ordinales, test basados en medidas espaciotemporales, análisis de la percepción visual o la posturografía mediante el uso de plataformas de fuerzas o presiones. La validez de muchas de estas pruebas ha sido estudiada y probada, así como definidas sus limitaciones. El uso de las plataformas de fuerzas ha sido más limitado debido al alto coste del aparataje necesario, pero son instrumentos con una alta fiabilidad y precisión a la hora de cuantificar posibles alteraciones del equilibrio. La oscilación del CP corporal en los planos lateral y antero-posterior, la velocidad de dichos movimientos y el área que incluye la trayectoria del CP son algunas de las variables que miden dichas plataformas y que se han relacionado con la inestabilidad postural y el riesgo de caídas^{35,36}.

La estabilometría podría identificar a pacientes con mayor riesgo de caídas, para aplicar en ellos medidas de prevención e intervención precoz, a través del ejercicio y de mejoras en el proceso de diálisis^{37,38}.

Conclusiones

La estabilidad postural analizada mediante una plataforma de fuerzas validada indica que los pacientes en HD tienen un peor control postural respecto a individuos sanos. Además, su equilibrio postural empeora por el efecto de la sesión de HD al compararlos con los individuos sanos o controles, y con ellos mismos antes de someterse al proceso de diálisis. Todas estas diferencias se acentúan al realizar la prueba con OC, o cuando se añade otro factor como diabetes o hiponatremia, o algunos fármacos.

Este desequilibrio postural empeora la calidad de vida de los pacientes y se relaciona con posteriores caídas y sus posibles consecuencias, por lo que se deberían aplicar herramientas de detección y prevención para evitarlas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Heroux ME, Law TCY, Fitzpatrick RC, Blouin JS. Cross-modal calibration of vestibular afference for human balance. *PLoS One*. 2015;10:e0124532.
2. Sarabon N, Rosker J, Loeffler S, Kern H. The effect of vision elimination during quiet stance tasks with different feet positions. *Gait Posture*. 2013;38:708-11.
3. Asslander L, Hettich G, Mergner T. Visual contribution to human standing balance during support surface tilts. *Hum Mov Sci*. 2015;41:147-64.

4. Ting LH. Dimensional reduction in sensorimotor systems: A framework for understanding muscle coordination of posture. *Prog Brain Res.* 2007;165:299–321.
5. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing.* 2006;35 Suppl 2:ii7–11.
6. Wiesmeier IK, Dalin D, Maurer C. Elderly use proprioception rather than visual and vestibular cues for postural motor control. *Front Aging Neurosci.* 2015;7:97.
7. Giladi N, Horak FB, Hausdorff JM. Classification of gait disturbances: Distinguishing between continuous and episodic changes. *Mov Disord.* 2013;28:1469–73.
8. Renneboog B, Musch W, Vandemergel X, Manto MU, Decaux G. Mild chronic hyponatremia is associated with falls, unsteadiness, and attention deficits. *Am J Med.* 2006;119:71e1–8.
9. Suominen V, Salenius J, Sainio P, Reunanen A, Rantanen T. Peripheral arterial disease, diabetes and postural balance among elderly Finns: A population-based study. *Aging Clin Exp Res.* 2008;20:540–6.
10. Erken E, Ozelsancak R, Sahin S, Yilmaz EE, Torun D, Leblebici B, et al. The effect of hemodialysis on balance measurements and risk of fall. *Int Urol Nephrol.* 2016;48:1705–11.
11. Magnard J, Hristea D, Lefrançois G, Testa A, Paris A, Deschamps T. Implicit postural control strategies in older hemodialysis patients: An objective hallmark feature for clinical balance assessment. *Gait Posture.* 2014;40:723–6.
12. Magnard J, Lardy J, Testa A, Hristea D, Deschamps T. The effect of hemodialysis session on postural strategies in older end-stage renal disease patients. *Hemodial Int.* 2015;19:553–61.
13. Sims RJA, Taylor R, Masud T, Roe S, Cassidy MJD, Mockett S. The effect of a single haemodialysis session on functional mobility in older adults: A pilot study. *Int Urol Nephrol.* 2007;39:1287–93.
14. Shin S, Chung HR, Fitschen PJ, Kistler BM, Park HW, Wilund KR, et al. Postural control in hemodialysis patients. *Gait Posture.* 2014;39:723–7.
15. Faraldo-García A, Santos-Pérez S, Crujeiras-Casais R, Labella-Caballero T, Soto-Varela A. Influence of age and gender in the sensory analysis of balance control. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2012;269:673–7.
16. Kouzaki M, Masani K. Postural sway during quiet standing is related to physiological tremor and muscle volume in young and elderly adults. *Gait Posture.* 2012;35:11–7.
17. Bennett A, Gnjdic D, Gillett M, Carroll P, Matthews S, Johnell K, et al. Prevalence and impact of fall-risk-increasing drugs, polypharmacy, and drug-drug interactions in robust versus frail hospitalised falls patients: A prospective cohort study. *Drugs Aging.* 2014;31:225–32.
18. Heinrich S, Rapp K, Rissmann U, Becker C, König HH. Cost of falls in old age: A systematic review. *Osteoporos Int.* 2010;21:891–902.
19. Davis JC, Robertson MC, Ashe MC, Liu-Ambrose T, Khan KM, Marra CA. International comparison of cost of falls in older adults living in the community: A systematic review. *Osteoporos Int.* 2010;21:1295–306.
20. Reese PP, Cappola AR, Shults J, Townsend RR, Gadegebeku CA, Anderson C, et al. Physical performance and frailty in chronic kidney disease. *Am J Nephrol.* 2013;38:307–15.
21. Abdel-Rahman EM, Turgut F, Turkmen K, Balogun RA. Falls in elderly hemodialysis patients. *QJM.* 2011;104(10):829–38. doi:10.1093/qjmed/hcr108.
22. Moritz ML, Ayus JC. The pathophysiology and treatment of hyponatraemic encephalopathy: An update. *Nephrol Dial Transplant.* 2003;18:2486–91.
23. Pérez-García R, Martín-Malo A, Fort J, Cuevas X, Lladós F, Lozano J, et al. Baseline characteristics of an incident haemodialysis population in Spain: Results from ANSWER—A multicentre, prospective, observational cohort study. *Nephrol Dial Transpl.* 2009;24:578–88.
24. Pérez-García R, Palomares I, Merello JI, Ramos R, Maduell F, Molina M, et al. Hyponatraemia, mortality and haemodialysis: An unexplained association. *Nefrologia [Internet].* 2016;36:42–50, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211699515001903>.
25. Golriz S, Hebert JJ, Foreman KB, Walker BF. The validity of a portable clinical force plate in assessment of static postural control: Concurrent validity study. *Chiropr Man Therap.* 2012;20:15.
26. Guskiewicz KM, Perrin DH. Research and clinical applications of assessing balance. *J Sport Rehabil.* 1996;5:45–63.
27. Golriz S, Hebert JJ, Foreman KB, Walker BF. The reliability of a portable clinical force plate used for the assessment of static postural control: Repeated measures reliability study. *Chiropr Man Ther.* 2012;20:14.
28. Doumas M, Krampe RT. Adaptation and reintegration of proprioceptive information in young and older adults' postural control. *J Neurophysiol.* 2010;104:1969–77.
29. Abreo AP, Glidden D, Painter P, Lea J, Herzog CA, Kutner NG, et al. Association of physical function with predialysis blood pressure in patients on hemodialysis. *BMC Nephrol.* 2014:177.
30. Lobo-Rodríguez C, García-Pozo AM, Gadea-Cedenilla C, Moro-Tejedor MN, Pedraz Marcos A, Tejedor-Jorge A, et al. Prevalencia de hiponatremia en pacientes mayores de 65 años que sufren una caída intrahospitalaria. *Nefrologia.* 2016;36:292–8.
31. Lockhart TE, Barth AT, Zhang X, Songra R, Abdel-Rahman E, Lach J. Portable, non-invasive fall risk assessment in end stage renal disease patients on hemodialysis. *ACM Trans Comput Hum Interact.* 2010:84–93.
32. Desmet C, Beguin C, Swine C, Jadoul M. Falls in hemodialysis patients: Prospective study of incidence, risk factors, and complications. *Am J Kidney Dis.* 2005;45:148–53.
33. Cook WL, Tomlinson G, Donaldson M, Markowitz SN, Naglie G, Sobolev B, et al. Falls and fall-related injuries in older dialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2006;1:1197–204.
34. Roberts RR, Kenny RA, Brierley EJ. Are elderly haemodialysis patients at risk of falls and postural hypotension? *Int Urol Nephrol.* 2003;35:415–21.
35. Pajala S, Era P, Koskenvuo M, Kaprio J, Törmäkangas T, Rantanen T. Force platform balance measures as predictors of indoor and outdoor falls in community-dwelling women aged 63–76 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2008;63:171–8.
36. Piirtola M, Era P. Force platform measurements as predictors of falls among older people - A review. *Gerontology.* 2006;52:1–16.
37. Painter P, Marcus RL. Assessing physical function and physical activity in patients with CKD. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2013;8:861–72.
38. Delgado C, Johansen KL. Deficient counseling on physical activity among nephrologists. *Nephron Clin Pract.* 2010;116:c330–6.