

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE ENFERMERÍA, FISIOTERAPIA Y
PODOLOGÍA



TESIS DOCTORAL

Alteraciones del equilibrio en pacientes hemodializados

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Ignacio Pérez Gurbindo

Directoras

María Teresa Angulo Carrere
Ana María Álvarez Méndez

Madrid

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE ENFERMERÍA, FISIOTERAPIA Y PODOLOGÍA



ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO EN PACIENTES HEMODIALIZADOS

Tesis presentada para optar al grado de Doctor por

IGNACIO PÉREZ GURBINDO

Dirigida por las Doctoras:

Doña María Teresa Angulo Carrere

Doña Ana María Álvarez Méndez

Madrid, 2021.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE ENFERMERÍA, FISIOTERAPIA Y PODOLOGÍA



ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO EN PACIENTES HEMODIALIZADOS

Tesis presentada para optar al grado de Doctor por

IGNACIO PÉREZ GURBINDO

Dirigida por las Doctoras:

Doña María Teresa Angulo Carrere

Doña Ana María Álvarez Méndez

Madrid, 2021.

El trabajo presentado en esta Tesis Doctoral ha sido realizado en el Servicio de Nefrología del Hospital Universitario Infanta Leonor de Madrid.

DEDICATORIA

A mi madre por haberme dado infinitas oportunidades, todas las que he necesitado, más de las que merecía.

A mi padre por haberme mostrado el camino y no los atajos.

A Juani por quererme así.

A Irene por ser la fuerza, la energía y la fuente de mi inspiración.

A mis hermanos Rafa, Juan y Mary por hacerme mejor.

A mis tíos Eduardo y María por enseñarme a vivir la vida con pasión y entrega.

A mi primo Alejandro por todos los mundos que creamos y destruimos, por ser mi referente de fortaleza y amistad.

También me gustaría mencionar a la Universidad Complutense de Madrid, a la Escuela, ahora Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, a mis directoras de Tesis, Ana y Teresa, y a todos los profesores que durante 18 años me han permitido equivocarme, razonar, rectificar y aprender.

Por muy largos que sean los pasillos, frías las aulas y oscuros los despachos, pasarán los años y siempre me sentiré en casa entre esas paredes de ladrillo marcadas por el paso del tiempo y las ideas.

«Existen dos formas de ver la vida: una es creyendo que no existen los milagros, la otra es creyendo que todo es un milagro»

Albert Einstein

Glosario de Abreviaturas

IRC: Insuficiencia renal crónica

ERC: Enfermedad renal crónica

CKD: Chronic kidney disease

SRAA: Sistema renina angiotensina aldosterona

HTA: Hipertensión arterial

FG: Filtrado glomerular

IECA: Inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina

ARA II: Antagonista de los receptores de angiotensina II

K: Potasio

Na: Sodio

PTH: Paratohormona

UF: Ultrafiltrado

PTM: Presión transmembrana

HD: Hemodiálisis

IDH: Hipotensión intradiálisis

PEW: Desgaste proteico energético

FAV: Fistula arterio venosa

CP: Centro de presiones

INDICE

Resumen	7
Abstract	13
Marco conceptual y Revisión bibliográfica	19
1. Enfermedad renal crónica	20
2. Enfermedad renal crónica estadio 5 y hemodiálisis	25
3. Complicaciones de la diálisis y alteraciones del equilibrio relacionadas	28
3.1 Hemólisis y anemia en pacientes hemodializados, y alteraciones del equilibrio relacionadas	29
3.2. Desgaste proteico energético en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas	31
3.3 Alteraciones del volumen de fluidos en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas.	34
3.4 Alteraciones iónicas en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas	38
3.5 Desorden mineral-óseo en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas	41
3.6 Amiloidosis asociada a la diálisis en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas.	42
3.7 Polimedicación y uso de fármacos que aumentan el riesgo de caídas en pacientes hemodializados, y alteraciones del equilibrio relacionadas.	44
3.8 Depresión y alteraciones cognitivas en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas.	47
Justificación	50
Objetivos	54
Artículos publicados	57
Discusión integradora	59
1. Limitaciones y oportunidades de investigación	66
Conclusiones	68
Bibliografía	70
Anexos	91

Resumen



ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO EN PACIENTES HEMODIALIZADOS

Introducción

La enfermedad renal crónica (ERC) es una enfermedad prevalente que afecta entre el 11% y el 13% de la población mundial (1). La mayoría de los pacientes con ERC están en hemodiálisis (HD). El proceso de diálisis implica una situación de inestabilidad hemodinámica que puede asociarse a episodios de hiper o hipotensión, que empeoran el equilibrio postural y aumenta el riesgo de caídas (2). De hecho las caídas se consideran uno de los principales factores de riesgo independientes de morbilidad, pérdida de calidad de vida y reducción de la esperanza de vida en pacientes con ERC (3–5).

Estudios previos han observado que los pacientes con ERC tras una sesión de diálisis presentan alteraciones en el control postural (6,7). Estudios recientes encontraron una relación significativa entre la velocidad del movimiento del centro de presiones y una mayor probabilidad de caída en pacientes en HD (8,9), aunque no se han determinado los factores de HD que tienen una influencia más significativa en la inestabilidad y el riesgo de caída.

¿Y cuáles son los factores que pueden inducir a estos pacientes a presentar mayores alteraciones del equilibrio y/o caídas?

Los cambios hemodinámicos durante la HD se deben a que los pacientes con ERC acumulan líquidos y por tanto aumentan de peso en el período de interdiálisis. Durante la diálisis ese exceso de volumen debe retirarse del paciente con objetivo de devolver al paciente a su peso idóneo y evitar que desarrolle enfermedades por sobrecarga de líquidos. Pero el proceso de diálisis está limitado en el tiempo por cuestiones organizativas y asistenciales, por lo que el volumen acumulado durante 48 o 72 horas se elimina en 4 horas aproximadamente.

Por otro lado, dependiendo de la concentración de toxinas urémicas que deban eliminarse en el volumen de ultrafiltración (UF) del dializador, y la efectividad del proceso, medida por el Kt / V , donde K representa el aclaramiento del dializador en el tiempo (t), y V el volumen de distribución de urea en un paciente determinado, se requieren tasas de ultrafiltración más altas o más bajas.

Y por último pero no menos importante, durante el proceso se busca reequilibrar los niveles de diferentes solutos en sangre, como sodio, potasio, calcio, etc. (10). Y aunque fundamentales, son muchos los cambios a los que se somete al cuerpo del paciente dializado, que al terminar la sesión vuelve a su casa y su rutina hasta la siguiente sesión.

Por todo ello, el objetivo de esta tesis es investigar cuales son los factores relacionados con la HD que podrían conducir a un mayor desequilibrio postural y mayor riesgo de caídas en pacientes dializados.

Objetivos

Los objetivos de los trabajos que componen esta tesis doctoral son:

Artículo 1: Los pacientes en hemodiálisis presentan peor equilibrio postural, que se relaciona con el riesgo de caídas.

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

Artículo 2: Factores asociados a caídas en pacientes hemodializados: un estudio de casos y controles.

El objetivo de este estudio es identificar la posible asociación entre los valores analíticos, comorbilidades, tratamiento farmacológico, cambios hemodinámicos, resultado de la diálisis, y alteraciones estabilométricas con una mayor probabilidad de caídas en pacientes en hemodiálisis.

Material y Métodos

Artículo 1: Los pacientes en hemodiálisis presentan peor equilibrio postural, que se relaciona con el riesgo de caídas.

Se realizó un estudio prospectivo. El balance postural se registró mediante una plataforma de fuerzas en los pacientes prevalentes en hemodiálisis. Se recogen datos epidemiológicos, de diálisis, analíticos, de tratamiento y de caídas de la historia clínica. 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 e 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. La primera serie de estudios se efectúa antes de iniciar la sesión de diálisis y el segundo, al terminar. La estabilometría en condiciones semejantes se mide en un grupo control.

Artículo 2: Factores asociados a caídas en pacientes hemodializados: un estudio de casos y controles.

Estudio retrospectivo de casos y controles en pacientes en hemodiálisis. Se consideraron como casos pacientes de una unidad de hemodiálisis que habían sufrido una o varias caídas en los últimos 6 meses. Los controles fueron pacientes de la misma unidad que

no sufrieron caídas. Se obtuvieron los datos de la historia clínica de los pacientes, y también se valoró una prueba de equilibrio realizada 6 meses antes a dichos pacientes.

Resultados

Artículo 1: Los pacientes en hemodiálisis presentan peor equilibrio postural, que se relaciona con el riesgo de caídas.

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 post HD, 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 pacientes que sufrieron caídas presentaban mayor desequilibrio, Yrange, Xrange, Area 95 y Area Effect, pre y post HD ($p < 0,05$) que los que no tuvieron caídas.

Artículo 2: Factores asociados a caídas en pacientes hemodializados: un estudio de casos y controles.

Se incluyeron 31 pacientes (10 casos y 21 controles). El cambio de peso durante la diálisis fue significativamente mayor en el grupo de personas que sufrieron una caída ($p < 0,05$). Los pacientes que sufrieron una caída presentaron mayor inestabilidad lateral después de la diálisis ($p < 0,05$). Otros factores como el consumo de antihipertensivos,

betabloqueantes, y frecuencias cardíacas más bajas también se relacionaron con las caídas, mientras que la HTA redució el ratio de caídas.

Conclusiones

Artículo 1: Los pacientes en hemodiálisis presentan peor equilibrio postural, que se relaciona con el riesgo de caídas.

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 ojos cerrados o cuando se añade otro factor como diabetes o hiponatremia. 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.

Artículo 2: Factores asociados a caídas en pacientes hemodializados: un estudio de casos y controles.

Los pacientes en tratamiento con HD que se caen se caracterizan por estar en tratamiento con antihipertensivos (IECAs o ARAII) y betabloqueantes, y por presentar niveles séricos de Beta-2 µglobulina elevados e inestabilidad anteroposterior. Los pacientes que se caen a diferencia de los controles, presentan un mayor cambio de peso durante la diálisis. Los pacientes que sufren caídas, a diferencia de los controles, presentan un peor control postural antes de la diálisis y una frecuencia cardíaca menor al finalizar la diálisis.

Abstract



Introduction

Chronic kidney disease (CKD) is a prevalent disease that affects between 11% and 13% of the world population (1). Most CKD patients are on hemodialysis (HD). The dialysis process involves a situation of hemodynamic instability that can be associated with episodes of hyper or hypotension, which worsen postural balance and increases the risk of falls (2). In fact, falls are considered one of the main independent risk factors for morbidity and mortality, loss of quality of life and reduced life expectancy in patients with CKD (3–5).

Previous studies have observed that CKD patients after a dialysis session present alterations in postural control (7,8). Recent studies found a significant relationship between the speed of movement of the pressure center and a greater probability of falling in HD patients (9,10), although the HD factors that have a more significant influence on instability and the risk of falling.

And what are the factors that can induce these patients to present greater balance disturbances and / or falls?

Hemodynamic changes during HD are due to the fact that CKD patients accumulate fluids and therefore gain weight in the interdialysis period. During dialysis, this excess volume must be removed from the patient in order to return the patient to his ideal weight and prevent him from developing fluid overload diseases. But the dialysis process is limited in time due to organizational and healthcare issues, so the volume accumulated during 48 or 72 hours is eliminated in approximately 4 hours.

On the other hand, depending on the concentration of uremic toxins that must be eliminated in the ultrafiltration volume (UF) of the dialyser, and the effectiveness of the process, measured by Kt / V , where K represents the clearance of the dialyser over time

(t), and V the volume of distribution of urea in a given patient, higher or lower ultrafiltration rates are required.

And last but not least, during the process it is sought to rebalance the levels of different solutes in the blood, such as sodium, potassium, calcium, etc. (6). And although fundamental, there are many changes to which the dialysate patient's body is subjected, who at the end of the session returns to his home and his routine until the next session.

Therefore, the objective of this thesis is to investigate which are the factors related to HD that could lead to a greater postural imbalance and greater risk of falls in dialysis patients.

Objectives

The objectives of the works that make up this doctoral thesis are:

Article 1: Hemodialysis patients have worse postural balance, which is related to the risk of falls.

The main objective of this study is to analyze postural stability, using a force platform, in patients and the effect on it of the hemodialysis session.

Article 2: Factors associated with falls in hemodialysis patients: a case-control study.

The objective of this study is to identify the possible association between laboratory values, comorbidities, pharmacological treatment, hemodynamic changes, the result of dialysis, and stabilometric alterations with a greater probability of falls in patients on hemodialysis.

Material and methods

Article 1: Hemodialysis patients have worse postural balance, which is related to the risk of falls.

A prospective study was carried out. Postural swaying was recorded using a force platform in prevalent hemodialysis patients. Epidemiological data, dialysis, laboratory tests, treatment and falls are collected from the clinical history. Postural stability analysis was performed with a portable strain gauge platform (AMTI AccuGait®) and a specific software unit for stabilometry (Balance Trainer® program). 31 equilibrium parameters are determined; the equilibrium variables used are: Area95, AreaEffect, VyMax, Xrange and Yrange. Stabilometry studies are performed in 3 situations: with the eyes open, with the eyes closed, and while the patient performs a simultaneous task. One study is performed at the beginning of the dialysis session and the second at the end. Stabilometry under similar conditions is measured in a control group.

Article 2: Factors associated with falls in hemodialysis patients: a case-control study.

Retrospective case-control study in hemodialysis patients. Patients from a hemodialysis unit who had suffered one or more falls in the last 6 months were considered as cases. The controls were patients from the same unit who did not suffer falls. Data were obtained from the clinical history of the patients, and a balance test performed 6 months earlier on these patients was also evaluated.

Results

Article 1: Hemodialysis patients have worse postural balance, which is related to the risk of falls.

32 patients were studied, with a mean age of 68 years; 20 men and 12 women. Their average weight is 74 kg and the BMI is $27.6 \text{ kg} / \text{m}^2$. In controls, there are no significant differences in stabilometry between the 3 situations studied. Patients with closed eyes, pre and post HD, present more imbalance, with significant differences with the rest of the situations and controls. After the hemodialysis session, a significant increase in instability is observed. Greater instability is observed in the 13 diabetic patients ($p < 0.05$). The 4 patients with hyponatremia ($\text{Na} < 136 \text{ mmol} / \text{L}$) presented worse balance in the simultaneous task situation ($p = 0.038$). Several drugs, such as insulin ($p = 0.022$), antiplatelet drugs ($p = 0.036$), and beta-blockers ($p = 0.029$), were associated with the imbalance. The patients who suffered falls presented greater imbalance, Yrange, Xrange, Area 95 and Area Effect, pre and post HD ($p < 0.05$) than those who did not have falls.

Article 2: Factors associated with falls in hemodialysis patients: a case-control study.

31 patients (10 cases and 21 controls) were included. Weight change during dialysis was significantly greater in the group of people who suffered a fall ($p < 0.05$). Patients who suffered a fall had greater lateral instability after dialysis ($p < 0.05$). Other factors such as antihypertensives and beta-blockers treatment, and lower heart rates were also associated with falls, while HTA reduced the rate of falls.

Conclusions

Article 1: Hemodialysis patients have worse postural balance, which is related to the risk of falls.

Postural stability analyzed using a validated force platform indicates that HD patients have poorer postural control compared to healthy individuals. In addition, their postural

balance is worsened by the effect of the HD session when compared with healthy individuals or controls, and with themselves before undergoing the dialysis process. All these differences are accentuated when performing the test with eyes closed, or when another factor such as diabetes or hyponatremia, or some drugs is added. This postural imbalance worsens the quality of life of patients and is related to subsequent falls and their possible consequences, so detection and prevention tools should be applied to avoid them.

Article 2: Factors associated with falls in hemodialysis patients: a case-control study.

Patients undergoing HD treatment who fall are characterized by being treated with antihypertensive drugs (ACE inhibitors or ARAIIs) and beta-blockers, and by presenting elevated serum levels of Beta-2 μ globulin and anteroposterior instability. Patients who fall, unlike controls, show a greater change in weight during dialysis. Patients who suffer falls, unlike controls, have worst postural balance before de HD session and a slower heart rate at the end of dialysis.

Marco conceptual y Revisión bibliográfica



1. Enfermedad renal crónica.

La insuficiencia renal crónica (IRC) o enfermedad renal crónica (ERC) es la pérdida gradual y progresiva de la capacidad renal para excretar toxinas, para concentrar la orina y de mantener la homeostasis del medio interno, causada por la lesión estructural renal irreversible.

La ERC es una de las enfermedades no transmisibles más prevalentes del mundo, afectando entre un 11-15% de la población mundial. En España se ha observado una prevalencia cercana al 15% en personas mayores de 60 años (11), mientras que en Reino Unido la prevalencia de los estadios 1-5 de ERC se eleva a 18,2% en personas de ese mismo rango de edad (12). Esto supone un importante reto para los sistemas de salud pública, no solo por el elevado coste de los tratamientos para los estadios avanzados de la enfermedad, sino también por la alta morbilidad asociada.

El riñón además de la filtración glomerular del plasma sanguíneo presenta diferentes funciones que se ven afectadas por la enfermedad, de lo que deriva su elevada comorbilidad.

La función excretora tiene como objetivo eliminar el exceso de agua, electrolitos y otras sustancias de desecho. Si esta función se altera se produce la retención de toxinas. Al alterarse el balance hidroelectrolítico se produce una sobrecarga de volumen plasmático lo que conduce a un aumento de la tensión arterial y la aparición de edemas.

El balance ácido-base se ve alterado al no poder eliminarse y por tanto acumularse radicales ácidos, que se eliminan en condiciones normales por medio de la respiración y de la excreción renal. Aumentando el riesgo de acidosis metabólica.

La alteración de la presión arterial debido a la acumulación de líquidos, se complica en la ERC, por la alteración del sistema renina angiotensina aldosterona (SRAA). La renina, con la que se inicia esta vía hormonal de control hemodinámico, es secretada en las células yuxtaglomerulares del riñón. La disfunción del SRAA da lugar a hipertensión arterial (HTA) en enfermos renales crónicos con mucha frecuencia.

Y a su vez el control autónomo de la circulación sufre profundas alteraciones en la ERC, con importantes efectos sobre la regulación parasimpática y simpática del corazón y la circulación periférica. Estas alteraciones pueden tener importantes resultados clínicos adversos en pacientes con ERC, lo que resulta tanto en la aparición de episodios agudos de hipotensión intradialítica como en el desarrollo y progresión de complicaciones cardiovasculares, como enfermedad cardíaca hipertensiva, enfermedad coronaria, insuficiencia cardíaca y problemas cardíacos mayores, como arritmias, lo que lleva a un mayor riesgo de eventos cardiovasculares (13).

En el riñón además de renina también se sintetiza eritropoyetina y vitamina D activa, por lo que la ERC se relaciona con el desarrollo de anemia y alteraciones del metabolismo del calcio llegando incluso a generar hiperparatiroidismo.

La ERC presenta un horizonte clínico variable. Un estudio realizado en Reino Unido en 2018 encontró que alrededor del 44,0% de las personas que presentan ERC no habían sido diagnosticadas (12), por lo que el correcto cribado y estadiaje de la enfermedad son fundamentales. El cálculo de la tasa de filtrado glomerular (FG) se realiza en base al aclaramiento de creatinina en orina o por medio de fórmulas basadas en la creatinina plasmática.

La función renal se clasifica en cinco estadios atendiendo a la tasa de FG. En el estadio 1, el FG está en niveles superiores al 90%, lo que se considera normal, pero hay

proteinuria y/o microhematuria, lo que es indicativo de una alteración en el riñón. El signo que se considera indicador de lesión renal es la proteinuria. En los estadios 2 (FG: 60-89%) y 3, que a su vez se subdivide en 3a (FG: 45-59%) y 3b (FG: 30-44%), la tasa de filtrado glomerular va descendiendo sin que los pacientes lleguen a presentar síntomas.

En el estadio 4 la tasa de FG se sitúa entre el 15 y el 30% lo que rompe el horizonte clínico de la enfermedad y aparecen los síntomas derivados de las alteraciones antes comentadas. Se considera entonces que el paciente presenta una ERC severa o avanzada

En el estadio 5, la tasa de FG es inferior al 15%, lo que se considera una situación de ERC terminal, que requiere en la mayoría de los casos tratamiento renal sustitutivo.

En España la prevalencia de la ERC en estadios 3-5 es del 6,8%, lo que supone para una población de 46 millones, aproximadamente 3,1 millones de pacientes con ERC entre moderada y severa.

Como factores de riesgo para la ERC se conocen, los antecedentes familiares de ERC y la edad >60 años, ya que estos pacientes presentan factores añadidos como ingesta de antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) sin prescripción médica por existencia de dolores articulares y osteomusculares crónicos no diagnosticados. En cuanto a la prevalencia por sexos, los hombres pueden desarrollar ERC por presentar alopátia obstructiva causada por la hiperplasia benigna de próstata. Pero si atendemos a estudios de prevalencia, unos señalan que son las mujeres las que sufren en un mayor porcentaje la enfermedad (11,14), mientras otros señalan a los hombres (15). Un estudio de 2015 realizado en atención primaria sobre más de 95.000 pacientes, describe una prevalencia media del 15,1%, elevándose al 16,6% en mujeres, y con una relación directa al aumentar la edad (11).

Se describen como factores asociados a la ERC, la HTA, la insuficiencia cardíaca, la fibrilación auricular, la cardiopatía isquémica, la enfermedad arterial periférica, la dislipemia, la diabetes y el accidente cerebrovascular, siendo la HTA el principal factor de riesgo cardiovascular asociado. Por ello, diferentes estudios consideran la ERC como resultado de una alteración cardiovascular (11,15). En cuanto a antecedentes médicos no cardiovasculares, los episodios previos de insuficiencia renal aguda también se relacionan con la prevalencia de ERC (14).

Otros factores como la raza y el nivel de ingresos también han sido identificados como factores que modifican la prevalencia de ERC. La raza negra y un bajo nivel socio-económico se relacionan con un aumento de la prevalencia de ERC (14,16).

Los pacientes con ERC deben seguir ciertas pautas y tratamientos con el objetivo de evitar la progresión de la enfermedad, y suplementar los déficits derivados del daño renal, concretamente la anemia asociada al déficit de eritropoyetina y la alteración del metabolismo óseo por el déficit de vitamina D activa.

Los pacientes deben mantener una dieta baja en sal, con un consumo inferior a los 100 mEq/día, por lo que el consumo máximo es de unos 7-8 gramos al día. La ingesta de proteínas también debe ser restringida ya que actúan a nivel de la arteriola aferente en el glomérulo, produciendo vasodilatación y estimulando la hiperfiltración. El aporte de fosfatos también debe ser bajo, lo cual está asociado a dietas pobres en proteínas, así como hacer una restricción moderada de potasio, en especial en estadios avanzados de la ERC.

Los pacientes con ERC cuando son diagnosticados por lo general son tratados con diferentes fármacos para evitar la progresión de la enfermedad y evitar sus síntomas. Se emplean antihipertensivos bloqueantes del SRAA, como inhibidores de la enzima

convertidora de la angiotensina (IECAs) y antagonistas de los receptores de angiotensina II (ARA-II), calcioantagonistas no dihidropiridínicos, como amlodipino, diuréticos del asa, como la furosemida cuando los pacientes presentan edemas asociados a la HTA.

Los diuréticos antialdosterónicos, como la espironolactona, que actúa como un inhibidor de la aldosterona, anulando su efecto y eliminándose sodio en orina y reteniéndose potasio en sangre, son usados con mucha precaución ya que pueden producir cuadros de hiperpotasemia ($K > 5,5 \text{ mEq/L}$). Estos cuadros son potencialmente mortales, y se asocian con un mayor riesgo de eventos clínicos adversos como arritmias ventriculares y muerte cardíaca súbita (17).

Los bloqueantes α y β , sobre todo carvedilol y atenolol, se usan a dosis bajas y son el último escalón terapéutico. No disminuyen la proteinuria pero sí reducen la HTA.

En pacientes con acidosis metabólica se pauta una pequeña cantidad de bicarbonato que se ajusta progresivamente para mantener los niveles de HCO_3^- entre 20 y 24 mEq/l.

La conversión de la vitamina D activa se ve disminuida por la disminución del FG y por la retención de fósforo en sangre. Si disminuye la vitamina D activa, disminuye la reabsorción de calcio intestinal y aumenta la secreción de paratohormona (PTH), en respuesta a la hipocalcemia generada. Esto conduce a una situación de hiperparatiroidismo severo que requiere de una paratiroidectomía, ya que de otra manera se activa el metabolismo de reabsorción ósea aumentando el riesgo de fracturas por la pérdida de masa ósea.

Para evitar la activación de estas rutas metabólicas se mantienen los niveles de vitamina D y se evita la elevación de fósforo en sangre. La vitamina D se mantiene con el aporte de su precursor, el 25-hidroxicolecalciferol en caso de déficit, o calcitriol (vitamina D

activa) o alfacalcidol (1-alfa-colecalciferol), o análogos de vitamina D, como el Paricalcitol, o calcimiméticos, como el Cinacalcet, que inhibe la secreción de PTH bloqueando la detección de hipocalcemia a nivel de las glándulas paratiroides, evitando de esa manera el hiperparatiroidismo. Los niveles de fósforo en sangre se controlan con la dieta y el uso de quelantes del fósforo. Además, derivada de la alteración de metabolismo óseo, los pacientes con ERC presentan tendencia a la formación de calcificaciones, a nivel vascular principalmente, pero también valvulares y en tejidos conectivos.

Como resultado los pacientes con ERC toman numerosos fármacos y por ello presentan mayor riesgo de interacciones medicamentosas. En un estudio realizado en 2020 en el Hospital de Plasencia (18), se analizó la medicación que seguían pacientes diagnosticados con ERC, y se observó que el 91% estaban sujetos a posibles interacciones fármaco-fármaco.

2. Enfermedad renal crónica estadio 5 y hemodiálisis

Cuando la ERC sigue empeorando, y el FG disminuye por debajo de 15 mL/min, el paciente necesitará un tratamiento de depuración extrarrenal, que sustituya la función renal.

El tratamiento sustitutivo de la ERC avanzada mediante diálisis o trasplante renal, aunque afecta únicamente al 1% de los sujetos con ERC, conlleva una marcada reducción de la expectativa de vida y constituye uno de los tratamientos más costosos de las enfermedades crónicas. De hecho, menos del 1% de la población precisa tratamiento renal sustitutivo, pero este consume un 5% del presupuesto de los sistemas sanitarios.

Las indicaciones clínicas que requieren un inicio de diálisis urgente son la sobrecarga de volumen y edema pulmonar que no responde a diurético, la hiperpotasemia severa no controlable con resinas, la HTA severa o acelerada que no responde a tratamiento antihipertensivo adecuado incluyendo diuréticos, la pericarditis, la encefalopatía urémica (confusión, asterixis, mioclonías, convulsiones) o valores de creatinina superiores a 12 mg/dl, o de urea superiores a 250 mg/dl.

La diálisis es un proceso efectivo que equilibra en gran parte las alteraciones metabólicas de un paciente con ERC en estadio 5. Aun así el proceso es limitado y requiere realizarse varias veces por semana, habitualmente 3 días, y durante alrededor de 4 horas por sesión.

Para la extracción de la sangre del paciente que requiere diálisis se realiza un acceso vascular. El acceso vascular es una fístula arteriovenosa (FAV) con el fin de arterializar una vena. Existen diferentes tipos de acceso vascular.

La FAV autóloga se puede localizar a diferentes niveles. La FAV radio-cefálica, se anastomosa la arteria radial con la vena cefálica; La FAV húmero-cefálica, se anastomosa la arteria humeral con la vena cefálica; La FAV húmero-basílica, se anastomosa la arteria humeral con la vena basílica.

La FAV protésica, para la cual se interpone un segmento de material protésico entre la vena y la arteria, que se puede pinchar.

Y la última opción son los catéteres tunelizados de doble luz, que se emplean cuando es imposible hacer una fístula. Se suele hacer en la yugular.

La sangre que se extrae del paciente llega al dializador. Este consta de cilindros de 40cm aproximadamente que contienen capilares por donde fluye la sangre en un

sentido, mientras que en el espacio extracapilar circula el líquido de diálisis en sentido contrario. A través de la membrana de los capilares se produce el intercambio de sustancias. El flujo de circulación de la sangre oscila entre 250-550 ml/min. Esto se conoce como tasa de ultrafiltrado y puede variar en función de la necesidad de retirar mayor o menor volumen del paciente si este sufre mayor o menor retención de líquidos.

La fórmula que define el funcionamiento del dializador es el KT/V con un valor normal de 1,5 que se denomina dosis de diálisis. K es el aclaramiento del dializador medido en ml/min, T es el tiempo y V es el volumen de distribución de urea. La tasa de filtrado resultante es mucho menor de la realizada por un riñón sano.

El líquido de diálisis tiende a mantener una concentración de solutos similar al plasma. Antes de entrar en el dializador presenta la siguiente concentración de sustancias expresadas en mEq/L: Sodio 138, Potasio 1,5-2, Cloro 135, Bicarbonato 35, Calcio 2,5-3, Magnesio 1-2, Acetato 4, Glucosa 1 gr/L.

El líquido se genera a partir de agua purificada y un preparado con los solutos. El agua tiene que ser purificada previamente en unos sistemas de aclaramiento de agua que la depuran mediante un proceso de ósmosis inversa.

En el dializador el intercambio de sustancias se produce por difusión y convección. A través de la membrana de los capilares del dializador, que separa el compartimento sanguíneo del líquido de diálisis, se va a producir el paso de sustancias por gradiente de concentración. De esta forma se consigue eliminar desechos y toxinas como creatinina, urea o fosfatos ya que el líquido de diálisis no presenta dichas sustancias, difundiendo del interior del capilar del dializador al exterior. Las concentraciones de potasio se ajustan para que difunda lentamente y evitar que los pacientes presenten hipopotasemia.

La concentración de calcio o de bicarbonato en el líquido de diálisis es superior a la de sangre, por lo que difunden a favor de gradiente al interior del capilar, elevando la concentración de los mismos en la sangre del paciente. El objetivo es evitar la acidosis metabólica y la hipocalcemia que afecta a los pacientes con ERC avanzada.

Mediante convección se eliminan del plasma moléculas de tamaño mediano y grande que no pueden atravesar la membrana capilar por difusión. La convección transporta solutos a través de una membrana utilizando el movimiento del solvente (agua) provocado por una gradiente de presión entre la sangre y la cámara de ultrafiltrado. Los solutos son arrastrados por el agua a través de membranas de mayor permeabilidad por lo que es posible remover tanto solutos pequeños como moléculas medianas de peso molecular entre 500 y 5000 Da. La cantidad de solutos arrastrados por convección dependerá de la permeabilidad de la membrana expresada como Kuf. $Kuf = UF$ (tasa de ultrafiltrado) / PTM (presión transmembrana). Existen dializadores de permeabilidad alta ($Kuf > 40$), media ($Kuf 40-20$) y baja ($Kuf < 20$).

3. Complicaciones de la diálisis y alteraciones del equilibrio relacionadas

La hemodiálisis (HD) intermitente genera fluctuaciones cíclicas en el estado del volumen y la presión arterial, cambios osmóticos y cambios en los niveles de solutos y electrolitos. A pesar del progreso en la técnica y la intermitencia del tratamiento, la exposición regular al circuito extracorpóreo aún provoca reacciones de bioincompatibilidad que dan como resultado la activación de mediadores proinflamatorios, que se amplifica aún más en caso de contaminación del dializado por microorganismos. Las continuas mejoras técnicas tienen como objetivo reducir estos procesos de inflamación en pacientes en hemodiálisis de mantenimiento y prevenir sus efectos sobre el sistema cardiovascular.

Aun así, el proceso de diálisis es complejo y depende del buen funcionamiento del equipamiento, la calidad de los materiales empleados y el estado de salud del paciente, por lo que pueden darse complicaciones. Algunas complicaciones derivadas de la técnica son la hemólisis, al pasar la sangre por el dializador; las embolias, por rotura de las canalizaciones; las hemorragias, por rotura de la conducción extracorpórea; y la contaminación del líquido de diálisis y del paciente.

Las complicaciones también son derivadas del procedimiento, como cuadros de hipotensión durante la sesión de diálisis, que puede ser debida a una excesiva tasa de ultrafiltración, el tratamiento con antihipertensivos o por disfunción ventricular. Otras complicaciones durante la sesión son arritmias, calambres musculares, convulsiones, y reacciones bioincompatibles de la sangre al material de diálisis.

Por último, otro grupo de complicaciones van a apareciendo progresivamente, cuanto más tiempo permanece el paciente en tratamiento renal sustitutivo. Algunas de estas complicaciones son el desgaste proteico-energético; alteraciones iónicas, como la hiponatremia o la hiperpotasemia; la fatiga; la depresión y la amiloidosis.

3.1 Hemólisis y anemia en pacientes hemodializados, y alteraciones del equilibrio relacionadas.

En los pacientes en HD, la anemia es causada y/o agravada por tres factores principales: producción insuficiente de eritropoyetina endógena, que resulta en una disminución de la producción de glóbulos rojos por la médula ósea; manejo deficiente del hierro, debido a restricciones nutricionales y absorción de hierro suprimida por el tracto gastrointestinal, que influye en la maduración de los glóbulos rojos; y disminución de la vida útil de los glóbulos rojos, que se observa en la mayoría de los pacientes con HD.

El análisis microscópico de los hematíes en los pacientes con HD descubre defectos de la membrana, que se relacionan con el envejecimiento fisiológico de los glóbulos rojos que resulta en una disminución de la esperanza de vida de los mismos. Las causas extrínsecas que explican este proceso incluyen: la lisis de los glóbulos rojos por el aumento del estrés mecánico debido a torsiones en las vías de conducción de la circulación extracorpórea; la activación bioquímica que puede dañar los glóbulos rojos debido a problemas en la biocompatibilidad de los materiales extracorpóreos que ocurren durante la diálisis. Se ha observado que el perfil de lípidos como de proteínas de la membrana de los glóbulos rojos se modifica drásticamente durante la diálisis, lo que podría influir de alguna manera en la estructura de la membrana y, finalmente, influir en la vida útil de los hematíes, aunque estudios sobre la aparición de defectos en la membrana entre muestras pre y post-HD observaron una variación relativa inferior al 10% (19).

Las causas intrínsecas que explican en gran medida la pérdida de glóbulos rojos son las alteraciones bioquímicas producidas por las numerosas toxinas del medio urémico. Existe una fuerte correlación entre las alteraciones de la membrana de los hematíes con los niveles de urea.

La anemia se encuentra en hasta el 40% de los pacientes con ERC avanzada y su prevalencia se eleva hasta el 55% en los pacientes que requieren HD (20,21). Esta condición se ha asociado con una mayor mortalidad y morbilidad. De hecho, se ha demostrado que los niveles de hemoglobina <10 g/dL, es uno de los posibles factores causales modificables de la fatiga asociada a la ERC.

La anemia es conocida por ser el factor de riesgo fundamental de hipoxia cerebral en pacientes dializados (22). Su efecto es tal, que en pacientes jóvenes en diálisis, la

hipoxia inducida por la anemia puede causar cambios vasculares cerebrales con el objetivo de aumentar la perfusión cerebral para compensar la limitación de oxígeno, así como aumentar la presión arterial intracraneal (23,24).

Esta alteración deriva en alteraciones funcionales. Un estudio realizado a nivel mundial sobre 5.276 pacientes con ERC, de los que un 36% estaban en diálisis, observó una relación significativa entre el nivel de Hb y los resultados del cuestionario SF-12 (*Short Form Health Survey*) (25), tanto para el componente físico como mental. Así como para las tres subescalas del KDQOL-36 (*Kidney Disease and Quality of Life*) (26). Estas relaciones se confirmaron para cada uno de los estadios de la ERC, incluyendo el grupo de dializados. Mediante el cuestionario WPAI (*Work Productivity and Activity Impairment*) (27), también se observaron pérdidas de productividad laboral y un mayor deterioro de la actividad relacionadas con niveles más bajos de Hb (28). En un estudio sobre 250 pacientes mayores dializados que analizaba la presencia o no de fragilidad, se observó que la anemia (Hb <10 g / dL) se relacionaba con los pacientes frágiles, concluyendo que la anemia era un factor predisponente de fragilidad en pacientes con tratamiento renal sustitutivo (29).

Hasta la fecha no hay estudios que hayan valorado posibles alteraciones posturales con la anemia relacionada con ERC, o la incidencia de caídas debida a esta causa en esta población

3.2. Desgaste proteico energético en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas.

Según la *International Society of Renal Nutrition and Metabolism* (ISRNM), el desgaste proteico energético (*protein-energy wasting* (PEW)) se define como un estado de deterioro nutricional y metabólico caracterizado por la pérdida de las reservas

sistémicas de energía y proteínas, lo que resulta en una disminución de la masa muscular y masa grasa (30). En el último estudio de prevalencia realizado por la ISRNM, la prevalencia de PEW en ERC estadios 3-5 se estima entre el 11% y el 54%. En pacientes dializados el rango de prevalencia se estima entre el 28 y el 54% (31). En 2013, un estudio localizado en España, analizó la prevalencia del síndrome de desgaste proteico-energético y su asociación con la mortalidad en pacientes en hemodiálisis. La prevalencia de PEW fue del 37-50% (32).

La desnutrición es una amenaza mucho mayor en pacientes con enfermedad renal que la obesidad. La dieta restrictiva, la pérdida de aminoácidos y micro-macronutrientes por las técnicas de diálisis, la pérdida de sangre, la sobrecarga de volumen y otros factores psicosociales alteran el balance energético (33). El desgaste energético-proteico se diagnostica si se presentan tres características: niveles séricos bajos de albúmina, transtiretina o colesterol, índice de masa corporal bajo y reducción de la masa muscular con atrofia muscular o sarcopenia, medida por la circunferencia del tercio medio del brazo (34–36). Otra clasificación más reciente valora la presencia de desgaste energético-proteico usando los niveles de creatinina en sangre en relación al volumen corporal (37).

Los pacientes con ERC en estadio 5 presentan una alta prevalencia de desgaste energético-proteico, sarcopenia e incluso caquexia, tres situaciones que contribuyen a la fragilidad, la morbilidad, y la mortalidad del paciente dializado (38).

Mientras que la caquexia es una forma grave de pérdida de energía y proteínas que ocurre con poca frecuencia en la enfermedad renal, la sarcopenia es una situación de pérdida de masa muscular y por ende de fuerza muscular. Su etiología es multifactorial, donde interviene un déficit nutritivo, alteraciones hormonales y metabólicas, daño

neuropático, y presencia de toxinas urémicas. Produce compromiso de órganos vitales con deterioro de la capacidad respiratoria, del músculo esquelético y del músculo cardíaco. La disminución en la ingesta, la acidosis metabólica, la inactividad física, la diabetes y la sepsis son factores asociados en la ERC que aumentan la proteólisis muscular, mediante un aumento del catabolismo, activación de distintas señales intracelulares de apoptosis de la célula muscular y disminución en la síntesis (39).

La relación del desgaste proteico energético y la pérdida de masa muscular han sido analizadas como factores asociados con una mayor mortalidad y una peor valoración de la calidad de vida en pacientes dializados (35,36,38,40). La sarcopenia, la fragilidad y las caídas se han relacionado ampliamente en poblaciones envejecidas (41). En cambio, son escasos los estudios que relacionan dichas entidades nosológicas con alteraciones posturales y caídas en una población de pacientes dializados. Un estudio encontró que los pacientes dializados con desgaste proteico-energético presentaban pérdida de fuerza en el cuádriceps, recorrían menos distancia al caminar durante 6 minutos y presentaban mayor riesgo de caídas (40). Otro estudio observó que los pacientes en HD que sufrían una caída eran significativamente mayores, estaban en un estado nutricional más bajo, tenían menor fuerza muscular y menor rendimiento físico que los que no se caían (42). Un estudio sobre la disfunción mitocondrial en pacientes con enfermedad renal crónica observó que el número de copias de ADN mitocondrial está disminuido en los músculos de los pacientes sometidos a diálisis, lo que se relaciona con una capacidad oxidativa y actividad enzimática mitocondrial reducida en el músculo esquelético de pacientes en HD. También observaron anomalías en la estructura y contenido mitocondrial, semejantes a los que aparecen con el envejecimiento, concluyendo que la ultraestructura del músculo esquelético muestra signos de envejecimiento acelerado en pacientes con ERC en estadio 5. Estas alteraciones podrían conducir a la disminución del rendimiento

físico y la resistencia observada en pacientes en HD, así como la mayor prevalencia de fragilidad y sarcopenia (43).

La fragilidad se define como una disminución de la resistencia física a los factores estresantes, lo que resulta en una capacidad sustancialmente disminuida para hacer frente a la enfermedad y en el deterioro general de la salud. En consecuencia, la fragilidad se asocia con un mayor riesgo de resultados adversos como pérdida de peso involuntaria, degradación funcional, delirio, velocidad lenta al caminar y un mayor riesgo de caídas. Un balance proteico negativo, así como la desnutrición, contribuyen a una prevalencia de fragilidad > 60% en pacientes con enfermedad renal terminal (44,45).

3.3 Alteraciones del volumen de fluidos en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas.

El volumen que se acumula en el paciente en los periodos entre diálisis es el origen de una situación de sobrecarga de volumen crónica, que se asocia con HTA, hipertrofia cardíaca a nivel de ventrículo izquierdo, y mayor mortalidad. Las complicaciones cardiovasculares son la principal causa de muerte en pacientes en diálisis. En este sentido, es importante realizar evaluaciones precisas del estado de los líquidos en los pacientes en diálisis (46,47). La sobrecarga de volumen de líquido es común y se asocia con resultados adversos en pacientes en hemodiálisis. En los servicios de nefrología se controla individualmente el estado hídrico de cada paciente que entra y se mantiene en diálisis. Esto se hace de acuerdo con la presión arterial, el aumento de peso entre sesiones, la función cardíaca, el estado nutricional y otras comorbilidades. En general, el peso corporal de un adulto está compuesto por un 50%-60% de agua y supone el 73,3% de la masa corporal magra. En adultos sanos, la relación entre el agua intracelular y el

agua extracelular se mantiene por lo general en una proporción de 62:38 respectivamente, que se modifica con la edad y el porcentaje de masa muscular. Dos factores frecuentemente alterados en pacientes dializados afectados por el envejecimiento y la atrofia muscular, así como un aumento del volumen extracelular asociado a la retención de sodio. La definición de un peso seco óptimo en pacientes en diálisis se realiza con mediciones de los volúmenes de líquido intracelular y extracelular, que se usan para detectar la sobrecarga de volumen. Existen diferentes métodos objetivos para facilitar la estimación correcta del peso seco en pacientes en diálisis, incluida la ecografía de la vena cava inferior y los pulmones, técnicas de dilución de radionúclidos y el ecocardiograma. Sin embargo, estas técnicas son complicadas o conllevan un importante gasto de recursos asistenciales. La bioimpedancia ha sido validada como método aceptado para la valoración de la composición corporal, técnica que mide cambios relativos en los volúmenes corporales y una valoración del estado de hidratación (46). Los pacientes en tratamiento renal sustitutivo con bajo peso, a parte de las alteraciones relacionadas con el desgaste proteico energético, tienen una mayor prevalencia de HTA, con un peor control de la HTA y una mayor hipertrofia del ventrículo izquierdo (48).

La hipertensión intradiálisis es una condición en la que hay un aumento de la presión arterial desde antes hasta después de la HD. Esta condición ha sido identificada recientemente como un factor de riesgo de mortalidad independiente en pacientes hipertensos en hemodiálisis. Los pacientes con hipertensión intradialítica presentan elevaciones agudas de la presión arterial durante las sesiones. Como factores etiológicos se han propuesto una actividad alterada de las células endoteliales o cambios agudos osmolares relacionados con la retención de sodio. El control de esta situación se basa en la evaluación periódica del peso seco y el tratamiento farmacológico adecuado (49,50).

En un estudio multicéntrico se encontró que las unidades de diálisis que siguen un protocolo con valoraciones regulares del peso seco presentan una menor mortalidad por todas las causas. La medición de la presión arterial ortostática de rutina para evaluar el peso seco se asoció con menores hospitalizaciones por todas las causas y menos eventos cardiovasculares. El uso rutinario de una temperatura más baja del dializado para limitar o prevenir la hipotensión intradialítica se asoció con una menor mortalidad cardiovascular. El uso rutinario de un dializador en línea con indicador de volumen para evaluar el peso seco se asoció con una mayor hospitalización por todas las causas (51).

En el otro extremo de las alteraciones relacionadas con el manejo del volumen en pacientes dializados se encuentra la hipotensión intradialítica. Esto es así ya que la reducción del peso seco, incluso en cantidades relativamente pequeñas, mejora la presión arterial y se ha asociado con reducciones de la hipertrofia ventricular izquierda. Pero la reducción del peso seco puede provocar una disminución del llenado de la cámara cardíaca y se asocia con riesgos que incluyen la hipotensión intradialítica (52). La hipotensión intradialítica (IDH, del inglés, *intradialytic hypotension*) es una complicación frecuente de la HD y su incidencia puede requerir modificar las tasas de ultrafiltrado o los tiempos de diálisis, disminuyendo la eficacia de la terapia.

La tasa de ultrafiltración se establece para garantizar la eliminación del volumen de líquido necesario para reducir la sobrecarga hídrica. Sin embargo, la evaluación de la sobrecarga de líquidos en pacientes con un control deficiente puede ser complicada ya que la acumulación de líquido a nivel pulmonar en muchas ocasiones presenta signos clínicos leves o al menos no llamativos (53).

La etiología de la IDH se relaciona con factores debidos al proceso de diálisis en sí y factores relacionados con el paciente en estado crítico. Se ha estudiado el efecto de la

tasa de ultrafiltración sobre la hemodinámica del paciente conectado a la máquina de diálisis. Tasas de ultrafiltración más altas pueden derivar en una reducción de la precarga cardíaca, predisponiendo a la inestabilidad hemodinámica. Además, el proceso de diálisis puede interferir con los mecanismos compensatorios que se activan fisiológicamente ante dicha situación, lo que predispone a un mayor riesgo de hipotensión (54).

Los efectos de los cambios de volumen y la presión arterial sobre la capacidad funcional y el riesgo de caídas si han sido objeto de estudio a diferencia que otras complicaciones relativas a la diálisis.

En dos estudios observacionales sobre caídas en pacientes dializados se observó que la presión arterial sistólica media antes de la HD fue menor en los que se caían en comparación con los que no lo hicieron (4,55). Otro estudio observó la asociación entre el descenso de la presión arterial sistólica y diastólica después de la diálisis con la velocidad de la marcha. A mayor disminución de la presión se registró un mayor descenso de la velocidad de la marcha (56). En otro estudio, registros previos a la diálisis con una menor presión arterial diastólica y una mayor presión de pulso, que es la diferencia entre presión arterial sistólica y diastólica, se asociaron con una disminución más pronunciada de la función ejecutiva de los pacientes (57).

Meredith et al. (58), analizaron la relación entre la tensión arterial durante la diálisis y la aparición de síntomas asociados. Observaron que una disminución de la presión sistólica por debajo de 100 mmHg o una disminución de 20 mmHg respecto a la presión sistólica inicial derivaron en la aparición de síntomas y requirió la atención del personal de enfermería. Estos cambios en la presión arterial sistólica se asociaron con la aparición de mareos y calambres musculares con una incidencia del 12,3% y 7,5%,

respectivamente. Aun así un 25% de los pacientes que presentaban cuadros de hipotensión durante la hemodiálisis no informaban al personal de los síntomas.

Abreo et al. (59), examinaron en una cohorte de 749 pacientes de hemodiálisis, la asociación entre la presión arterial previa a la diálisis y el resultado de las pruebas de valoración funcional incluidas en el *Short Physical Performance Battery* (SPPB). Concluyeron que los pacientes con una presión arterial sistólica igual o superior a 130 mmHg tuvieron un mejor rendimiento físico que los pacientes con presión arterial más baja dentro del rango normotenso (110 y 129 mmHg).

3.4 Alteraciones iónicas en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas.

La hiponatremia afecta entre el 6% y el 29% de los pacientes en diálisis. Se ha estudiado como un factor de riesgo de mortalidad en pacientes en tratamiento renal sustitutivo. Aunque no es concluyente si la relación de la hiponatremia es causal o es un marcador de otra condición asociada con la mortalidad, como son la desnutrición, la inflamación y la sobrecarga de líquidos. Los niveles de sodio en sangre previo a la diálisis se han visto asociados al estado nutricional del paciente, en concreto al índice de tejido magro, el peso corporal y las concentraciones plasmáticas de creatinina y albúmina. Por tanto las dos principales causas de hiponatremia en pacientes dializados son los pacientes con malnutrición y trastornos de desequilibrio de sodio y líquidos. La hiponatremia predispone a infecciones, fracturas y disfunción cognitiva, que afectan el pronóstico de los pacientes en HD (60,61).

La hiperpotasemia se define por niveles superiores a 5,0 mEq/L en sangre. Es frecuente en la ERC, debido al uso de fármacos antihipertensivos como los IECAs y los ARA-II.

La hiperpotasemia mantenida aumenta el riesgo de mortalidad. Para su control se asocian diuréticos y quelantes de potasio al tratamiento de los pacientes.

Durante la HD, el potasio se elimina del líquido extracelular, que contiene solo el 2% del K + corporal total (el 98% restante es intracelular). La difusión es responsable del 85% del aclaramiento dialítico de potasio, siendo el gradiente de potasio suero-dializado el principal determinante de la eliminación de potasio. Por lo tanto, la concentración de potasio en el líquido de diálisis determina la tasa de eliminación de potasio. En la primera hora de diálisis, se produce una rápida disminución de potasio, más rápida cuanto mayor es la diferencia entre la concentración plasmática y la del líquido de diálisis. A esto le sigue una disminución gradual durante el resto de la sesión a medida que se va igualando el gradiente. En la última hora las concentraciones plasmáticas de potasio se mantienen estables al compensar la eliminación por diálisis con la difusión desde el espacio intracelular al plasma. Las concentraciones séricas de potasio rebotan después del final de la hemodiálisis porque el potasio continúa desplazándose del espacio intracelular al extracelular. Estas fluctuaciones en el potasio plasmático durante la diálisis pueden aumentar la polarización de la membrana celular y potencialmente causar arritmias cardíacas (62).

La hiponatremia puede generar alteraciones del sistema nervioso central al generar edema cerebral, hernia, encefalopatía, convulsiones y coma. Incluso una leve disminución de los niveles de sodio pueden provocar desequilibrio postural, inestabilidad durante la marcha, caídas y fracturas asociadas (60,61). 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 ($\text{Na}^+_{\text{p}} < 135 \text{ mEq/L}$) sobre el riesgo de presentar una caídas. Se realizó un estudio de casos y controles en el que se reclutaron 207 pacientes, concluyendo que tener hiponatremia

cuadruplica el riesgo de caída frente a no tener hiponatremia, con un OR de 4,34 (1,37 – 6,00) (63).

Además de causar desequilibrio y anomalías en la marcha, la hiponatremia puede aumentar aún más el riesgo de fractura a través de la reducción de la densidad mineral ósea. En un estudio de pacientes ancianos > 60 años de una organización de mantenimiento de la salud con 2 o más mediciones de sodio, aquellos con hiponatremia crónica prolongada, definida como tener un sodio de <135 mmol / l durante más de 90 días, tuvieron un riesgo 4,5 veces mayor de fractura de cadera en comparación con los pacientes normonatrémicos (64).

La hiperpotasemia además de aumentar el riesgo de mortalidad y el riesgo de arritmias cardíacas, se ha estudiado como un factor relacionado con la neuropatía y la debilidad muscular en los pacientes con ERC (65–67). En un ensayo clínico se observó que los pacientes del grupo de intervención con un mejor control de los niveles de potasio sufrieron un menor deterioro neurológico tras dos años de seguimiento, mientras que el grupo control con niveles mayores de potasio eran significativamente más lentos en una prueba de velocidad de la marcha y obtuvieron peores calificaciones en el componente físico del SF-36 (68). Se ha demostrado que los pacientes en tratamiento renal sustitutivo presentan un estado de despolarización nerviosa crónica antes de la diálisis, con la consiguiente mejora y normalización del potencial de membrana en reposo después de la diálisis. Y el grado de despolarización se relaciona con el potasio plasmático, lo que sugiere que la hiperpotasemia es un factor fisiopatológico en la disfunción nerviosa que afecta entre el 60% y el 100% de los pacientes en el estadio final de la ERC (65).

3.5 Desorden mineral-óseo en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas.

Los niveles elevados de fosfato sérico, que es el inicio fisiopatológico del hiperparatiroidismo secundario, son a menudo difíciles de controlar a pesar de las pautas dietéticas, el tratamiento con quelantes de fosfato y los parámetros de la diálisis. En pacientes en tratamiento renal sustitutivo alrededor del 10-20% de los pacientes tienen niveles de PTH excesivamente altos que derivan en un desorden mineral-óseo. Esta situación se asocia con un recambio óseo elevado, riesgo de fracturas, hipercalcemia y aumento de la mortalidad. En la práctica clínica los pacientes en diálisis con hiperparatiroidismo que no tienen niveles de PTH adecuados son tratados con calcimiméticos, calcitriol y vitamina D activa, y en casos avanzados paratiroidectomía. El uso de esteroides activos de vitamina D puede provocar hipercalcemia y/o exacerbación de la hiperfosfatemia, por lo que el tratamiento de elección suelen ser los calcimiméticos, como el Cinacalcet, que no aumentan el calcio o el fosfato plasmático, y reducen notablemente el FGF23 (factor de crecimiento fibroblástico 23), una hormona fosfatúrica asociada con la mortalidad cardiovascular en pacientes en diálisis (69).

La paratiroidectomía y el inicio del tratamiento con calcimiméticos dan lugar a reducciones de calcio y fosfato séricos, que llegan a producir situaciones de hipocalcemia, que en casos graves se denomina síndrome del hueso hambriento. Esto se produce por la incorporación rápida de calcio y fosfato en un hueso previamente desmineralizado. La hipocalcemia inducida por Cinacalcet suele ser más leve, más prolongada y generalmente asintomática, y es preferible a la hipercalcemia (70).

En conclusión los pacientes en hemodiálisis pueden estar expuestos con una frecuencia no despreciable a situaciones de hiperfosfatemia, hipovitaminosis D, hipercalcemia e hipocalcemia.

En dos estudios observacionales los niveles bajos de la prohormona 25-hidroxivitamina D se han asociado con una reducción de la fuerza del músculo cuádriceps y con un riesgo de caídas aumentado en pacientes en tratamiento renal sustitutivo (71,72). En otro estudio con 74 pacientes en diálisis se encontró una relación entre los niveles de 25-hidroxivitamina D y el nivel de fragilidad. Los niveles de vitamina D fueron significativamente más bajos en sujetos frágiles (73).

En un estudio multicéntrico realizado en Países Bajos se observó que los pacientes con hiperfosfatemia, el riesgo de dolor muscular era mayor que en pacientes con niveles de fósforo dentro de los rangos recomendados (74).

3.6 Amiloidosis asociada a la diálisis en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas.

La amiloidosis relacionada con la diálisis se produce de forma secundaria al acúmulo de β_2 globulina. Los niveles séricos de β_2 globulina están inversamente relacionados con la tasa de filtración glomerular. Los pacientes con enfermedad renal en estadio 5, los niveles de β_2 globulina aumentan hasta 60 veces (75,76). La amiloidosis relacionada con la diálisis afecta predominantemente al sistema osteoarticular y se manifiesta clínicamente con dolor, pérdida funcional y otros síntomas producidos por osteoartropatías erosivas y destructivas, espondiloartropatía destructiva y síndrome del túnel carpiano (77).

Concentraciones muy elevadas de β_2 μglobulina, el estado proinflamatorio, alteraciones iónicas, toxinas urémicas y alteraciones del balance redox generados por la diálisis parecen ser los factores para el desarrollo de amiloide.

La valoración de la amiloidosis se realiza con radiografía simple, con la que se observan erosiones óseas y lesiones quísticas, pero no para la detección de alteraciones previas. Para ello se emplea la resonancia magnética y la ecografía, para la detección de depósitos de amiloide en los tejidos blandos periarticulares y columna vertebral.

La frecuencia y la gravedad de los trastornos osteoarticulares que pueden estar asociados con la amiloidosis relacionada con la diálisis se relacionan con el tiempo en tratamiento renal sustitutivo. Se ha demostrado que los pacientes sometidos a terapia de diálisis durante 30 años o más sobreviven con complicaciones graves de trastornos osteoarticulares. La amiloidosis relacionada con la diálisis es una de las complicaciones osteoarticulares que más limita el mantenimiento de las actividades diarias y la calidad de vida en los pacientes en tratamiento en diálisis de larga duración.

Actualmente la eliminación eficiente de β_2 μglobulina mediante el uso de membranas de alto flujo, convección de alto volumen y membrana adsorptiva, así como el uso de membranas y líquido de dializado biocompatibles, han minimizado tanto la inflamación como la producción de β_2 μglobulina. Sin embargo, la supervivencia de los pacientes con HD ha aumentado lo que mantiene la prevalencia de la amiloidosis, aunque con un inicio más tardío (78).

Aun siendo una patología frecuente en los pacientes en diálisis y con una clara afectación del aparato locomotor, no hay estudios que hayan analizado una posible relación de caídas o alteraciones posturales en pacientes afectados por amiloidosis asociada a diálisis. Dos casos clínicos describen alteraciones de la marcha producidas

por paresias en miembro inferior por la afectación de la columna vertebral por depósitos de amiloide (79,80).

3.7 Polimedicación y uso de fármacos que aumentan el riesgo de caídas en pacientes hemodializados, y alteraciones del equilibrio relacionadas.

Muy frecuentemente los pacientes en diálisis presentan comorbilidades que incluyen algunas de las ya comentadas como hipertensión, diabetes, enfermedades cardiovasculares y trastornos minerales y óseos. Cada entidad nosológica requiere un tratamiento farmacológico permanente o a largo plazo. Atendiendo a diferentes estudios que analizan la pauta farmacológica que siguen los pacientes en HD, estos toman una media de 11 y 17 medicamentos diferentes, con una media de 19 dosis totales al día, prescritos por una media de 4,7 profesionales diferentes. El número de fármacos prescritos aumenta con el número de años en tratamiento renal sustitutivo (81,82).

En estudio con 220 pacientes prevalentes en diálisis ERC, identificó en 151 de ellos, por lo menos, una posible interacción fármaco-fármaco. Concluyendo que los pacientes en estadio 5 tenían 14 veces más probabilidades de tener una posible interacción fármaco-fármaco en comparación con los pacientes con enfermedad en estadio 3.

Existen un grupo de fármacos que aumentan el riesgo de caídas, que engloba a los antidepresivos, neurolépticos, benzodiacepinas, antiepilépticos, digoxina, antiarrítmicos de tipo IA y diuréticos (83–86).

Las benzodiacepinas y otros agonistas de los receptores omega se utilizan con frecuencia para los trastornos del sueño y la ansiedad. El Zolpidem, un hipnótico no benzodiacepínico, y la Trazodona, un antidepresivo sedante, son los medicamentos que

se utilizan con más frecuencia para tratar el insomnio en los Estados Unidos. El 14% de los pacientes en diálisis utilizaron una benzodiacepina o Zolpidem (87,88).

Un estudio sobre datos de pacientes en diálisis registrados en el programa estadounidense de cobertura médica Medicare, registró que entre el 6% y el 17% de dichos pacientes, usaron sedantes-hipnóticos y antidepresivos anticolinérgicos, respectivamente (89). Otro estudio retrospectivo sobre el registro estadounidense de pacientes con enfermedad renal terminal observó que de 148.294 pacientes en HD, 13.094 (8,8%) padecían epilepsia, y el 80,9% estaba en tratamiento con un anticonvulsivante o hidantoína (90).

En 2018 un estudio sobre pacientes dializados pertenecientes al programa Medicare analizó la seguridad y eficacia relativas al uso de Carvedilol y el Metoprolol. Ambos son los betabloqueantes más prescritos a los pacientes HD en los EE.UU. Concluyendo que el Carvedilol estaba asociado con una mayor mortalidad. Lo que podía deberse a un aumento de la frecuencia de hipotensión intradialítica entre los pacientes dializados que eran tratados con dicho fármaco (91).

Por último, los diuréticos en los pacientes en tratamiento renal sustitutivo suelen evitarse para evitar el riesgo de hiperpotasemia y preservar el filtrado glomerular residual, en caso de existir. Aunque ciertos estudios han indagado en sus beneficios por encima de sus contraindicaciones, al mejorar el control del peso entre diálisis, reduciendo la tasa de ultrafiltrado necesaria durante la hemodiálisis, no hay consenso claro al respecto de su uso (92,93).

En una revisión de dieciséis artículos se concluyó que existe una relación entre la polimedicación, la inestabilidad y las caídas en la tercera edad (85). Mientras que en el estudio de Cook et al. (4), analizando la incidencia de caídas en una población de 162

pacientes en diálisis observaron que tomaban una media de 9 fármacos, aunque no observaron diferencias en cuanto al número de fármacos entre los pacientes que sufrieron caídas y los que si las sufrieron.

En cambio otros estudios en poblaciones en tratamiento renal sustitutivo si han hallado alteraciones relacionadas con el estado polimedicado del paciente. En el estudio de Takeuchi et al. (94), sobre 388 pacientes en HD identificaron la polimedicación como un factor predictor de fragilidad. Desmet et al. (95) calculan un aumento de la ratio para caerse de 1,19 por cada fármaco prescrito.

El uso de benzodiacepinas o Zolpidem se asocia con una tasa de mortalidad un 15% más alta aunque no se encontró asociación entre el uso de benzodiacepinas y un mayor riesgo de fractura de cadera. Analizando por separado los pacientes tratados con zolpidem, observaron que estos tenían más del triple del riesgo de fractura de cadera en comparación con los no usuarios de Zolpidem o benzodiacepinas (88). Entre las personas que recibieron hemodiálisis de mantenimiento, los iniciadores de Zolpidem tenían un mayor riesgo de fractura relacionada con caídas en el hospital en comparación con los iniciadores de Trazodona (87).

Un estudio de casos controles encontró una asociación entre un mayor riesgo de fractura de cadera y el uso de inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina tanto a largo como a corto plazo (96). En este sentido el estudio de Desmet et al. (95), encontró que los pacientes en tratamiento renal sustitutivo que toman antidepresivos tenían una ratio para caerse de 5,26.

En el artículo de Ishida et al. (97), el uso de antidepresivos anticolinérgicos se asoció con un 27% y 39% más de riesgo de caída y fractura, respectivamente, en comparación con la falta de uso.

Los antiepilépticos son fármacos que aumentan el riesgo de caídas. En los pacientes en diálisis su farmacocinética se ve alterada pudiendo producirse sobredosificación y/o situaciones de toxicidad. Diferentes estudios han observado mayor riesgo de muerte en los pacientes dializados en tratamiento antiepiléptico (98,99), pero no se ha determinado el nivel de asociación que la inestabilidad o las caídas producidas por la medicación pueden tener en ese aumento de mortalidad.

Tampoco se ha realizado ningún estudio encaminado a observar el efecto sobre la estabilidad postural y el riesgo de caídas en pacientes dializados en tratamiento con betabloqueantes, aunque la relación que alguno de estos fármacos tiene con la aparición de situaciones de hipotensión intradiálisis hace sospechar que son una causa previa factible ya que como ya hemos comentado la hipotensión intradialítica aumenta el riesgo de caídas y empeora la capacidad funcional de los pacientes en diálisis.

Y por último tampoco existen estudios que hayan valorado el efecto de los diuréticos sobre la capacidad funcional de los pacientes en diálisis debido a su uso limitado.

3.8 Depresión y alteraciones cognitivas en pacientes hemodializados y alteraciones del equilibrio relacionadas.

La prevalencia de deterioro cognitivo es al menos dos veces mayor en pacientes en HD que personas sanas de la misma edad. La alteración se debe a lesiones vasculares y la toxicidad neuronal directa producidas por las toxinas urémicas. Tanto los riñones como el cerebro son órganos terminales de baja resistencia con un alto volumen de flujo sanguíneo y una baja susceptibilidad al daño vascular. A menudo, la cognición en declive de los pacientes pasa desapercibida incluso por familiares cercanos. Se requiere un *screening* regular, sobre todo si se detectan cambios en el comportamiento tales

como el incumplimiento en la toma de medicamentos, desadaptación al procedimiento de diálisis y la aparición de repetición en las conversaciones.

La depresión afecta a pacientes en diálisis de todas las edades. La prevalencia de la depresión en los pacientes dializados se sitúa entre el 22% y el 47%, aunque este porcentaje varía según el método para valorar la depresión (100–103). La depresión en estos pacientes se asocia además con aumento de la mortalidad, peor cumplimiento terapéutico y peor calidad de vida. La depresión en los pacientes en HD puede ser el resultado de una mala tolerancia a la diálisis, un control inadecuado del dolor y otras situaciones sociales desfavorables. Se requiere una evaluación frecuente de los pacientes en diálisis para detectar los síntomas iniciales de depresión y evitar sus complicaciones, que no son infrecuentes (102).

Rossier et al. (104), en su estudio sobre los factores de riesgo relacionados con caídas halló la depresión como uno de los factores de riesgo principales asociados. En un estudio transversal sobre 187 pacientes en HD se encontró que la depresión se asociaba a limitaciones físicas, inactividad, dificultad para la realización de actividades de la vida diaria y necesidad de asistencia en el día a día (105). En general la depresión en los pacientes en tratamiento renal está fuertemente asociada con una disminución de la calidad de vida (106), aunque no se ha estudiado el efecto de la depresión sobre la postura, el equilibrio y la marcha como si se ha hecho en otras poblaciones, donde se ha observado una alteración de estas funciones debido a los efectos de la depresión(107). Esta relación está mediada en parte por el deterioro cognitivo que sufren los pacientes expuestos a las toxinas urémicas y las alteraciones hemodinámicas que pueden conducir a problemas neurovasculares. Las alteraciones cognitivas pueden estar presentes en más del 80% de los pacientes hemodializados. Estas alteraciones afectan principalmente a las funciones visual y ejecutiva, la atención y la memoria, y se han asociado a una

mayor frecuencia de caídas (108). Shin et al. (109) estudiaron la capacidad de hablar y caminar simultáneamente en pacientes dializados y un grupo control del mismo rango de edad, concluyendo que las personas sometidas a HD tienen mayor interferencia entre caminar y hablar en comparación con los controles, lo cual tiene implicaciones para la vida cotidiana y podría estar relacionada con el riesgo de caídas. De hecho en un metaanálisis de 2020, el deterioro funcional, el deterioro cognitivo y las caídas se asociaban de forma significativa e independiente con un aumento de la mortalidad en pacientes de edad avanzada en hemodiálisis (5).

Justificación



Son numerosos los factores que pueden entrañar un riesgo para el control postural del paciente en HD. Los cambios hemodinámicos y en la homeostasis producidos de forma aguda por el proceso de diálisis afectan al control postural. Estudios previos han observado que los pacientes tras una sesión de HD presentan alteraciones en el control postural (6,110). La prevención de caídas en pacientes con HD es fundamental ya que las consecuencias en cuanto a calidad de vida, morbilidad asociada y reducción de la esperanza de vida son muy importantes (4,5).

Por estas razones esta tesis indaga en los factores intrínsecos y extrínsecos asociados con las alteraciones del equilibrio y las caídas en pacientes en tratamiento renal sustitutivo con hemodiálisis.

Con estos objetivos se han elaborado dos trabajos de investigación y que a continuación se presentan de forma cronológica.

En el primer trabajo se estudiaron las alteraciones del equilibrio que presentaban los pacientes hemodializados respecto a un grupo control y el efecto que la diálisis producía sobre el equilibrio de los pacientes.

El segundo trabajo se concibió seis meses después, analizando los factores diferenciales que podían presentar los pacientes hemodializados, que en ese periodo habían sufrido una caída, respecto de los que no se cayeron.

Hipótesis



Dado que en la literatura publicada existe una evaluación heterogénea en la valoración de las alteraciones funcionales, del equilibrio y del riesgo de caídas en los pacientes hemodializados y debido a la importancia que tiene conocer los cambios agudos y/o crónicos derivados del proceso de hemodiálisis que pueden conducir a estos pacientes a sufrir inestabilidad postural y mayor riesgo de caídas, se plantea como hipótesis:

“Los pacientes en hemodiálisis sufren alteraciones del equilibrio y mayor riesgo de caídas derivados de los cambios producidos por el proceso de hemodiálisis”

Objetivos



Los objetivos generales de esta tesis son:

- Verificar que los pacientes en HD presentan mayor inestabilidad que un grupo control.
- Valorar las alteraciones del equilibrio antes y después de una sesión de HD.
- Identificar qué parámetros de la sesión de HD se relacionan con una mayor inestabilidad y riesgo de caídas.
- Analizar qué factores de los pacientes en tratamiento con HD se relacionan con una mayor inestabilidad y riesgo de caídas.

Los objetivos de las publicaciones que componen esta Tesis Doctoral son:

Artículo 1: Los pacientes en hemodiálisis presentan peor equilibrio postural, que se relaciona con el riesgo de caídas

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

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 diálisis, 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 de dichos pacientes.
- 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.

Artículo 2: Factores asociados a caídas en pacientes hemodializados: un estudio de casos y controles

El objetivo principal de este estudio fue identificar las características de los pacientes en HD con mayor ratio de caídas.

- Valorar los antecedentes médicos, farmacológicos y analíticos que se asocian a un mayor ratio de caídas.
- Valorar los cambio hemodinámicos producidos durante la HD que se asocian a un mayor ratio de caídas
- Valorar las alteraciones estabilométricas que presentan antes y después de la HD los pacientes con un mayor ratio de caídas.

Artículos publicados



La metodología empleada, incluyendo el diseño, la población de estudio se detallan en los apartados de “Material y Métodos” de cada una de las publicaciones que componen esta memoria de tesis doctoral.

Igualmente, los resultados se describen en cada uno de los trabajos en su apartado correspondiente. Dichos artículos se incluyen a continuación tal y como han sido publicados en cada una de las revistas científicas en sus versiones en español.

El primer artículo también se publicó en una versión inglesa y el segundo artículo también se publicó en inglés y en portugués.

Artículo 1: Los pacientes en hemodiálisis presentan peor equilibrio postural, que se relaciona con el riesgo de caídas.

Revista: Nefrología. ISIN: 0211-6995

2020 JOURNAL IMPACT FACTOR: 2.033

CATEGORY: UROLOGY & NEPHROLOGY

JCR YEAR: 2020 JCI RANK: 83/119 JCI QUARTILE: Q3 JCI PERCENTILE: 30.67

Artículo 2: Factores asociados a caídas en pacientes hemodializados: un estudio de casos y controles.

Revista: Revista Latino-Americana de Enfermagem. ISIN: 1518-8345

2020 JOURNAL IMPACT FACTOR: 1.442

CATEGORY: NURSING

JCR YEAR: 2020 JCI RANK: 104/181 JCI QUARTILE: Q3 JCI PERCENTILE: 42.82

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 proceso^{1–5}. 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,

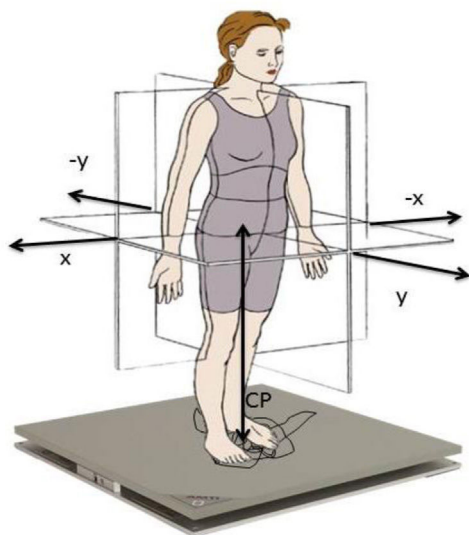


Figura 1 – Desplazamiento del centro de presiones sobre una plataforma de fuerzas al mantenerse en bipedestación.

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 metatarsal, la zona interna del talón, la zona externa del talón y la quinta articulación metatarsal. 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 $\pm$ 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 $p < 0,05$.

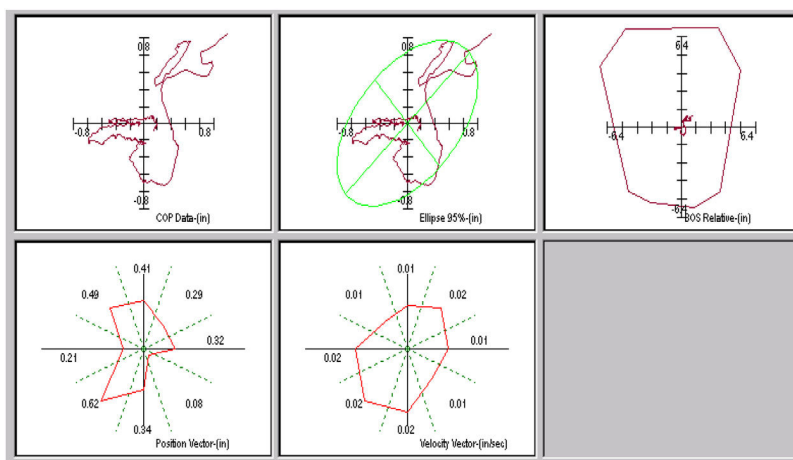


Figura 2 – Ejemplo de los registros obtenidos de análisis vectorial, longitud, superficie y velocidad, de los desplazamientos del centro de presiones a lo largo del eje antero-posterior y medio-lateral.

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 captores 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 calciomiméticos, 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 ($\text{Na} < 136 \text{ mmol/L}$); 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 benzodiacepinas, los diuréticos, los IBP, el alopurinol, los antihipertensivos, los captores 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 cardíaca, 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, Lefrancois 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.

Factores asociados a caídas en pacientes hemodializados: un estudio de caso-control

Ignacio Perez-Gurbindo¹

 <https://orcid.org/0000-0001-9938-7302>

Ana María Álvarez-Méndez¹

 <https://orcid.org/0000-0002-9796-7730>

Rafael Pérez-García²

 <https://orcid.org/0000-0001-7783-8280>

Patricia Arribas Cobo²

 <https://orcid.org/0000-0002-8069-7762>

María Teresa Angulo Carrere¹

 <https://orcid.org/0000-0001-5176-6418>

Objetivo: identificar la posible asociación entre los valores analíticos, comorbilidades, tratamiento farmacológico, cambios hemodinámicos, resultado de la diálisis y alteraciones estabilométricas con una mayor probabilidad de caídas en pacientes en hemodiálisis. **Método:** estudio retrospectivo de casos y controles en pacientes en hemodiálisis. Se consideraron como casos pacientes de una unidad de hemodiálisis que habían sufrido una o varias caídas. Los controles fueron pacientes de la misma unidad que no sufrieron caídas. Se obtuvieron los datos de la historia clínica de los pacientes y, también, se valoró una prueba de equilibrio realizada 6 meses antes a dichos pacientes. **Resultados:** se incluyeron 31 pacientes (10 casos y 21 controles). El cambio de peso durante la diálisis fue significativamente mayor en el grupo de personas que sufrieron una caída ($p < 0,05$). Los pacientes que sufrieron una caída presentaron mayor inestabilidad lateral después de la diálisis ($p < 0,05$). Otros factores como la hipertensión arterial, los antihipertensivos, los betabloqueantes y las frecuencias cardíacas más bajas también se relacionaron con las caídas. **Conclusión:** un mayor cambio de peso intradiálisis se relaciona con mayor riesgo de caídas. El control de estos factores por parte del personal de enfermería podría prevenir la incidencia de caídas en pacientes dializados.

Descriptores: Equilibrio Postural; Accidentes por Caídas; Diálisis Renal; Factores de Riesgo; Cambios en el Peso Corporal; Investigación en Enfermería Clínica.

¹ Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, Madrid, Madrid, España.

² Hospital Universitario Infanta Leonor, Servicio de Nefrología, Madrid, Madrid, España.

Cómo citar este artículo

Perez-Gurbindo I, Alvarez-Mendez AM, Perez-Garcia R, Arribas P, Angulo MT. Factors associated with falls in hemodialysis patients: a case-control study. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2021;29:e3505. [Access   ]; Available in:  . DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.5300.3505>

Introducción

La Enfermedad Renal Crónica (ERC) moderada a severa (grados 3-5), que afecta al 6.8-9.5% de la población⁽¹⁾, supone la acumulación de sustancias de desecho como toxinas urémicas, que no pueden ser eliminadas por la alteración de la función renal. En Latinoamérica la prevalencia de pacientes en hemodiálisis (HD) es de 451 por millón de habitantes⁽²⁾. En estas circunstancias los pacientes deben someterse a diálisis varias veces por semana, con el objetivo de eliminar las toxinas urémicas y el exceso de líquidos, así como reequilibrar las concentraciones de iones y otras sustancias, que afectan a la homeostasis del organismo. Dichas alteraciones bioquímicas afectan al funcionamiento de órganos y sistemas relacionados con el equilibrio; de hecho la hiponatremia, que afecta entorno al 6-29% de los pacientes en HD⁽³⁾, es un factor asociado con mayor riesgo de caídas.

El exceso de líquido, que hay que extraer del paciente, varía dependiendo de la ganancia de peso que haya sufrido en el periodo entre diálisis y la diferencia que esto suponga con su peso óptimo calculado o peso seco, que se define como el peso alcanzado cuando ya no se cuenta con exceso o deficiencia de líquido, sin presencia de edema periférico detectable, con presión arterial normal y sin hipotensión postural. Ese exceso de volumen debe eliminarse durante la diálisis, qué dura en torno a las 4 horas. A mayor ganancia de peso, mayor es la velocidad de ultrafiltración necesaria, lo que resulta en un mayor riesgo de hipotensión durante la diálisis o de hipotensión ortostática después de la sesión⁽⁴⁻⁵⁾, ambas situaciones asociadas con mayor morbimortalidad en pacientes en HD⁽⁶⁻⁷⁾.

La HD por tanto, produce cambios hemodinámicos y en la homeostasis de forma aguda, que afectan al control postural. Estudios previos han observado que los pacientes tras una sesión de HD presentan alteraciones en el control postural⁽⁸⁻⁹⁾. Así mismo la ERC severa aun siendo tratada mediante HD da lugar al deterioro progresivo de estructuras involucradas en el equilibrio. Un ejemplo es la amiloidosis relacionada con la HD⁽¹⁰⁾, que afecta a articulaciones como la cadera, la cual tiene un papel importante en el control postural en personas mayores⁽¹¹⁾. Además los pacientes en HD habitualmente presentan otras comorbilidades, que requieren tratamiento, y que en muchos casos conducen a que los pacientes en HD estén polimedicados, lo que supone un mayor riesgo de caídas⁽¹²⁾.

Son, en consecuencia, numerosos los factores que pueden entrañar un riesgo para el control postural del paciente en tratamiento con HD. La prevención de caídas en pacientes con HD es fundamental ya que las consecuencias en cuanto a calidad de vida, morbilidad asociada y reducción de la esperanza de vida son muy importantes⁽¹³⁻¹⁴⁾. El

personal de enfermería a cargo de nuestra unidad de diálisis es el encargado de la conexión, supervisión y desconexión del paciente dializado. En estos procesos pueden suceder situaciones clínicas, que los protocolos ya contemplan, que tras la sesión generan mayor inestabilidad postural en los pacientes. En cambio otras situaciones subclínicas posiblemente relacionadas con los factores ya mencionados, siguen suponiendo una situación de riesgo, lo que mantiene elevada la incidencia de caídas entre nuestros pacientes en niveles parecidos a los observados en estudios de prevalencia, en los que la incidencia se sitúa entre 1-1,6 caídas por paciente-año⁽¹⁵⁻¹⁶⁾.

El objetivo de este estudio fue identificar la posible asociación entre los valores analíticos, comorbilidades, tratamiento farmacológico, cambios hemodinámicos, resultado de la diálisis y alteraciones estabilométricas con una mayor probabilidad de caídas en pacientes en hemodiálisis.

Método

Diseño

Estudio retrospectivo de caso y controle con un ratio 1 caso/2 controles, en pacientes en hemodiálisis. Se siguió la guía STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*) para estudios observacionales recomendada por la red EQUATOR.

Lugar y periodo del estudio

Unidad de Hemodiálisis del Hospital Universitario Infanta Leonor (HUIL) de Madrid (España), desde enero hasta octubre de 2019.

Participantes

El estudio fue realizado por 31 pacientes, 10 casos y 21 controles emparejados por edad, sexo y años en diálisis. Se incluyeron pacientes con ERC prevalente en HD tres veces por semana, que aceptaron voluntariamente participar en el estudio. Se excluyeron aquellos que presentaron patologías neurológicas centrales, alteraciones vestibulares o visuales sin corrección óptica, deformaciones del aparato locomotor y los que no pudieron permanecer en bipedestación.

Se consideraron como casos (n=10), los pacientes de la unidad de hemodiálisis que habían sufrido una o varias caídas en los últimos 6 meses y que así lo refirieron en los cuestionarios que el personal de enfermería realiza mensualmente a los pacientes de la unidad. Por ello, desconocían que el suceso de la caída les categorizaba en el estudio como casos. Los controles (n=21) fueron pacientes de la misma unidad que no refirieron caídas en el mismo periodo y que por el mismo hecho también estaba

enmascarado. Los enfermeros que recogieron los datos de caídas tampoco conocían la elaboración de este estudio.

Recolección de datos

Una vez se completó el reclutamiento de casos, se revisó la historia clínica de los pacientes con su consentimiento previo, para crear una base de datos con todos los datos mediante el paquete estadístico para ciencias sociales SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) de la empresa IBM®. Se analizaron valores analíticos, medicación, valores hemodinámicos durante las sesiones de diálisis, así como valores de la sesión obtenidos por el dializador. También se valoró un estudio de equilibrio realizado 6 meses antes a estos mismos pacientes, mediante el uso de una plataforma de fuerzas AMTI AccuGait, previamente usada en otro estudio para su validación⁽¹⁷⁾. En este estudio, a cada paciente se le realizó una prueba de estabilometría antes (preHD) e inmediatamente después (postHD) de una misma sesión de diálisis.

Variables

Se recogieron las características generales de los pacientes en cuanto a edad, sexo, índice de masa corporal (IMC) y años en tratamiento renal sustitutivo.

Las variables analíticas recogidas de la historia clínica incluyeron el sodio (mEq/l-miliequivalente por litro), potasio (mEq/l), calcio (mg/dl-miligramos por decilitro), fósforo (mg/dL) y la proteína beta-2 microglobulina. Los valores se tomaron de la analítica más reciente al inicio del estudio. Todas ellas son variables continuas.

Se registraron las comorbilidades más frecuentes en pacientes en HD, agrupadas en diabetes, hipertensión arterial (HTA) y cardiopatías. Se contabilizó el número de medicamentos que cada paciente tomaba simultáneamente y se categorizó, siguiendo criterios ya descritos, en la variable polimedicación, siendo positiva en el caso de tomar 4 fármacos o más. Todas ellas son variables categóricas dicotómicas.

Las variables de HD registradas por el dializador el día de comienzo del estudio, que se consideraron para el análisis, fueron el Ultrafiltrado Total (UF), el Kt y el Kt/v. El UF es el líquido extraído de la sangre a través de la membrana de diálisis. El Kt y el Kt/v son medidas basadas en el modelo cinético de la urea y se han empleado clásicamente para expresar la dosis de diálisis, así como para estimar la eficacia del dializador. El Kt es el aclaramiento de urea (K) multiplicado por el tiempo de HD (t); y el Kt/v es el Kt dividido por el volumen (v) de distribución de la urea. Todas ellas son variables cuantitativas continuas.

Se tuvieron en cuenta variables hemodinámicas recogidas antes y después de la HD. Se registraron las

siguiente: 1) presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD) y presión de pulso; 2) frecuencia cardíaca; 3) peso seco, peso preHD y peso postHD. Se calcularon cambios y diferencias entre los variables previos y los posteriores a la HD. Todas ellas son variables cuantitativas continuas.

Las variables de estabilometría estudiadas como factores corresponden a un estudio de estabilometría en pacientes hemodializados realizado 6 meses antes y donde estaban incluidos los que en este estudio forman la muestra. En dicho estudio se realizaron pruebas para valorar el equilibrio de los pacientes antes y después de la HD, siguiendo un protocolo semejante para todos los pacientes, utilizado previamente en un estudio semejante⁽¹⁸⁾. Las pruebas fueron realizadas por dos personas entrenadas en el manejo de la plataforma y en un despacho dispuesto para ello donde las condiciones lumínicas eran las mismas a lo largo del día. Las variables analizadas fueron: 1) el rango de desplazamiento promedio del centro de presiones (CP) en el eje Y (rango Y) y eje X (rango X) medidos en cm (centímetro); 2) la velocidad máxima y media (V_{ymax}, V_{xmax} y V_{avg}) de estos movimientos medidos en cm/s (centímetro/segundo); y 3) el área que incluyó el desplazamiento del CP con 95% de confianza (Área₉₅) medidas cm² (centímetro cuadrado). Todas ellas son variables cuantitativas continuas.

Tratamiento y análisis de datos

Una vez construida la base de datos, se llevó a cabo su depuración. Se determinó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) si las variables continuas estaban de acuerdo con una distribución normal. Los resultados de las variables cuantitativas continuas se expresaron como media $\pm$ desviación estándar.

La comparación de medias de los diferentes factores cuantitativos entre los casos y los controles se realizó mediante la prueba T-Student o Mann-Whitney, según la distribución que presentaban las variables analizadas. La comparación de frecuencias de los diferentes factores cualitativos entre los casos y los controles se realizó mediante la prueba de la chi-cuadrado (χ^2) para variables cualitativas. Se consideraron significativos valores de $p < 0,05$ en la prueba de Pearson. Se calcularon las *odds ratio* (OR) resultantes y sus intervalos de confianza (IC) al 95%.

Se calculó el área bajo la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), para obtener el punto de corte discriminatorio de la variable diferencia de pesos entre casos y controles. Se calculó el índice Youden (J) para determinar el punto de corte óptimo⁽¹⁹⁾. Este índice se define por sensibilidad + especificidad - 1. Su valor puede ser de -1 a 1 y tiene un valor de cero cuando una prueba da la misma

proporción de resultados positivos para el grupo control y el grupo de casos, por lo que la prueba se considera poco útil. Un valor de 1 indica que la prueba es perfecta.

El análisis estadístico se realizó con el programa informático IBM® SPSS *Statistics* 15.0 Inc. Chicago, IL.

Aspectos éticos

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética (HUIL - HGUGM) con el título "Trastornos del equilibrio en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis (HD)", con el código de protocolo: HUIL - 18/001; versión del protocolo: 4.5 y fecha de la versión: 15 de febrero de 2019.

Resultados

El estudio fue completado por 31 pacientes, 19 (61,3%) hombres y 12 (38,7%) mujeres. No se encontraron diferencias significativas por sexos entre los casos (6 hombres y 4 mujeres) y los controles (13 hombres y 8 mujeres). En la Tabla 1 se muestran las diferencias entre casos y controles para la edad, IMC, años en HD, variables de la analítica, comorbilidades y situación de polimedicación. Los participantes en el grupo de casos tenían 10 veces menos probabilidades de ser hipertensos que el grupo de control (OR= 0.105, IC95%=0.02-0.71). Se observó una diferencia significativa entre los niveles medios de beta-2 μglobulina entre los casos y los controles; con un 95% de confianza los niveles medios entre los casos es entre 0.09-9.39 superior a los controles (IC95%=0.09-9.39).

Tabla 1 - Diferencias para las variables analíticas y la frecuencia de comorbilidades entre casos (caídas) y controles (no caídas) en pacientes (n=31) en hemodiálisis del Servicio de Nefrología del Hospital Universitario Infanta Leonor. Madrid, España, 2019

	Casos	Controles	
Edad (años)	66.3 ± 11.78	71.43 ± 11.83	p [*] = 0.268
IMC (kg/m ²) [†]	28.66 ± 5.62	19.36 ± 43.3	p [*] = 0.857

(continúa...)

	Casos	Controles	
Años en diálisis	10.5 ± 9.19	7.53 ± 8.02	p [*] = 0.374
Variables analíticas			
Sodio (mEq/L) [‡]	138.2 ± 2.9	139.29 ± 1.9	p [*] = 0.22
Potasio (mEq/L)	5.42 ± 0.77	4.95 ± 0.54	p [*] = 0.06
Calcio (mg/dL) [§]	8.46 ± 0.38	8.58 ± 0.5	p [*] = 0.51
Fosforo (mg/dL)	4.87 ± 1.74	4.43 ± 1.09	p [*] = 0.39
Beta-2 μglobulina	31.74 ± 5.37	27 ± 6.16	p [*] = 0.046 [*]
Comorbilidades			
Diabetes	Casos	Controles	
Si	4 (12.9%)	9 (29%)	p [*] = 0.88
No	6 (19.4%)	12 (38.7%)	
HTA	Casos	Controles	
Si	5 (16.1%)	19 (61.3%)	p [*] = 0.012 [*]
No	5 (16.1%)	2 (6.5%)	
Cardiopatía	Casos	Controles	
Si	7 (22.6%)	8 (25.8%)	p [*] = 0.097
No	3 (9.7%)	13 (41.9%)	

*p = Nivel de significancia; [†]IMC = Índice de masa corporal (kg/m² = kilogramo/metro cuadrado); [‡]mEq/L = miliequivalente/litro; [§]mg/dL = miligramo/decilitro; ^{||}HTA=Hipertensión arterial

Aunque la variable polimedicación no mostró una distribución diferente entre casos y controles, se analizaron posibles diferencias para los principales grupos de fármacos relacionados con caídas. Las tablas de contingencia para cada grupo y su significación se muestran en la Tabla 2. Los participantes en el grupo de casos tenían 10 veces más probabilidades de usar fármacos antihipertensivos que el grupo de control (OR=10, IC95%=1.63-61.46). Así mismo, los casos tenían 9 veces más probabilidad de usar antagonistas β2 que los controles (OR=9, IC95%=1.55-52.27). La distribución en el tratamiento de diuréticos mostró diferencias significativas, aunque no pudo calcularse la *odds ratio* al no haber ningún caso tratado con diuréticos.

Tabla 2 - Frecuencia de tratamiento con fármacos que aumentan el riesgo de caídas y polimedicación entre casos (caídas) y controles (no caídas) en pacientes (n=31) en hemodiálisis del Servicio de Nefrología del Hospital Universitario Infanta Leonor. Madrid, España, 2019

Antidiabéticos Orales	Casos	Controles	
Si	2 (6.5%)	5 (16.1%)	p [*] = 0.81
No	8 (25.8%)	16 (51.6%)	
Antihipertensivos	Casos	Controles	
Si	8 (25.8%)	6 (19.4%)	p [*] = 0.007
No	2 (6.5%)	15 (48.4%)	

(continúa en la página siguiente...)

Antidiabéticos Orales	Casos	Controles	
Benzodiazepinas	Casos	Controles	
Si	4 (12.9%)	9 (29%)	p [*] = 0.88
No	6 (19.4%)	12 (38.7%)	
Antidepresivos	Casos	Controles	
Si	1 (3.2%)	3 (9.7%)	p [*] = 0.74
No	9 (29%)	18 (58.1%)	
Sedantes	Casos	Controles	
Si	2 (6.5%)	4 (12.9%)	p [*] = 0.95
No	8 (25.8%)	17 (54.8%)	
Antihistamínicos	Casos	Controles	
Si	2 (6.5%)	5 (16.1%)	p [*] = 0.81
No	8 (25.8%)	16 (51.6%)	
Antagonistas β2	Casos	Controles	
Si	6 (19.4%)	3 (9.7%)	p [*] = 0.009
No	4 (12.9%)	18 (58.1%)	
Polimedicación	Casos	Controles	
Si	1 (3.2%)	5 (16.1%)	p [*] = 0.363
No	9 (29%)	16 (51.6%)	

*p = Nivel de significancia

La distribución de las variables de la HD registradas por la máquina de diálisis y los valores hemodinámicos de presión arterial, frecuencia cardiaca y peso, registrados

por el equipo de enfermería antes y después de la diálisis se analizaron. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3 - Diferencias para las variables de la sesión de diálisis y hemodinámica entre casos (caídas) y controles (no caídas) en pacientes (n=31) en hemodiálisis del Servicio de Nefrología del Hospital Universitario Infanta Leonor. Madrid, España, 2019

Variables sesión hemodiálisis (HD)	Casos	Controles	
UF [*]	2801.9 ± 764.28	2384.37 ± 976.17	p [*] = 0.251
Kt [‡]	57.16 ± 4.94	58.4 ± 5.45	p [*] = 0.567
Kt/v [§]	1.79 ± 0.3	1.92 ± 0.42	p [*] = 0.375
Variables hemodinámicas			
PAS preHD [¶] (mmHg)	135.25 ± 20.17	139.65 ± 27.2	p [*] = 0.88
PAD [™] preHD [¶] (mmHg)	70.66 ± 14.26	70.35 ± 10.97	p [*] = 0.95
PAS postHD ^{††} (mmHg)	129.22 ± 27.67	138.95 ± 21.61	p [*] = 0.31
PAD [™] postHD ^{††} (mmHg)	69.22 ± 13.53	73.1 ± 12.16	p [*] = 0.45
FC ^{‡‡} preHD [¶] (lat/min ^{§§})	71.6 ± 9.86	79.09 ± 13.45	p [*] = 0.13
FC ^{‡‡} postHD ^{††} (lat/min ^{§§})	72.1 ± 8.67	81.24 ± 12.27	p [*] = 0.044 [*]
Peso preHD [¶] (kg)	79.1 ± 13.82	71.62 ± 21.16	p [*] = 0.32
Peso postHD ^{††} (kg)	76.76 ± 13.54	70.01 ± 20.69	p [*] = 0.36
Diferencia de peso intradiálisis (kg)	2.34 ± 0.88	1.61 ± 0.89	p [*] = 0.042

*UF = Ultrafiltrado; *p = Nivel de significancia; ‡Kt = Aclaramiento de urea multiplicado por el tiempo de diálisis; §Kt/v = Kt dividido por el volumen de distribución de la urea; ||PAS = Presión arterial sistólica; ¶preHD = Previo a la diálisis; ™PAD = Presión arterial diastólica; ††PostHD = Posterior a la diálisis; ‡‡FC = Frecuencia cardiaca; §§lat/min = Latidos por minuto; ||||kg (kilogramo)

Mediante una curva ROC se buscó el punto de corte discriminatorio entre casos y controles para la variable diferencia de peso intradiálisis. Se obtuvo un área bajo la curva de 0.721, IC95% (0.526-0.917). Aplicando el punto de corte en 1,1 kg, 1,9 kg y 2,7 kg se obtuvo una sensibilidad del 100%, 70% y 40% respectivamente y una especificidad del 28.6%, 66,7% y 95,2% respectivamente. El índice de Youden ($J=0,367$) indicó que el punto que determinó la sensibilidad y especificidad más alta de forma conjunta fue el correspondiente a 1,9 kg.

En la Tabla 4 se detallan las medias entre casos y controles de las variables obtenidas en la prueba de equilibrio, realizada antes y después de una misma sesión de diálisis. Este grupo de variables no presentaban una distribución semejante a la normal ($K-S p<0,05$), por lo que se empleó el test de Mann-Whitney para valorar si existían diferencias significativas entre casos y controles.

Tabla 4 - Diferencias producidas por la hemodiálisis (HD) para las variables estabilométricas entre casos (caídas) y controles (no caídas) en pacientes ($n=31$) en hemodiálisis del Servicio de Nefrología del Hospital Universitario Infanta Leonor. Madrid, España, 2019

Variables estabilometría		Casos	Controles	
X range	PreHD [*]	3.58 ± 1.62	3.02 ± 1.12	$p^{\dagger}= 0.091$
	PostHD [‡]	4.25 ± 2.27	3.43 ± 1.74	$p^{\dagger}= 0.162$
Y range	PreHD [*]	3.76 ± 1.54	2.85 ± 1.21	$p^{\dagger}= 0.012^*$
	PostHD [‡]	4.22 ± 2.41	3.43 ± 1.74	$p^{\dagger}= 0.113$
V x max	PreHD [*]	11.83 ± 6.56	9.76 ± 4.69	$p^{\dagger}= 0.130$
	PostHD [‡]	14.53 ± 9.45	11.26 ± 5.45	$p^{\dagger}= 0.336$
V y max	PreHD [*]	14.76 ± 8.81	10.78 ± 7.93	$p^{\dagger}= 0.022^*$
	PostHD [‡]	17.48 ± 13.09	12.97 ± 9.88	$p^{\dagger}= 0.101$
V media	PreHD [*]	3.87 ± 2.32	3.13 ± 1.95	$p^{\dagger}= 0.137$
	PostHD [‡]	4.25 ± 2.92	3.39 ± 1.91	$p^{\dagger}= 0.150$
Area 95	PreHD [*]	8.78 ± 6.96	5.73 ± 4.25	$p^{\dagger}= 0.066$
	PostHD [‡]	11.65 ± 11.04	7.43 ± 6.07	$p^{\dagger}= 0.308$

*PreHD = Previo a la diálisis; [†]p = Nivel de significación; [‡]PostHD = Posterior a la diálisis; [§]IC = Intervalo de confianza; ^{||}V = Velocidad

Se observó que los controles presentaban diferencias significativas ($p<0,05$) entre el registro PreHD y PostHD para todas las variables estabilométricas estudiadas, salvo para V x max. En cambio, las diferencias producidas por la HD entre los casos no fueron significativas ($p>0,05$) para ninguna de las variables.

Discusión

En este estudio de casos y controles se describe por primera vez el cambio de peso durante la diálisis como factor asociado con caídas en pacientes dializados. En el estudio se observa que los pacientes en HD que

sufren caídas presentan mayores cambios de peso intradiálisis. Cuando los pacientes llegan a la sesión de HD, son pesados por el personal de enfermería y se determina el exceso de peso respecto a su peso de referencia o peso seco. A mayor es la diferencia de peso, mayor es el volumen de líquido que se debe eliminar. Por lo general, esto ocurre en pacientes que no tienen una buena adherencia al tratamiento ni a las pautas dietéticas⁽²⁰⁾. La sesión tiene una duración media en torno a las 4 horas, por lo que para retirar un mayor volumen se debe aumentar la tasa de ultrafiltrado y esto genera mayor riesgo de hipotensión intradiálisis⁽²¹⁾, así como cuadros de hipotensión ortostática⁽²²⁾. En estudios

previos estos eventos se han relacionado con caídas y ahora señalamos, directamente, al cambio de peso que sufre el paciente durante la sesión de HD como un factor relacionado con el riesgo de caídas. Siendo las caídas factores de mal pronóstico en pacientes dializados⁽¹⁴⁾ y habiendo observado una incidencia de caídas del 32%, semejante al 37% descrito en un estudio reciente⁽²³⁾, sería interesante analizar la capacidad de prevenir las caídas en los pacientes que sufran cambios de peso superiores a 1,9 kg. durante la diálisis, activando protocolos de prevención.

Siguiendo con el resto de resultados observados en el estudio, los pacientes dializados que se caen también presentan frecuencias cardíacas tras la HD significativamente más bajas que los controles. Fisiológicamente cuando se produce una disminución de la volemia el latido cardíaco aumenta su frecuencia. Si esto no se produce, la perfusión cerebral podría verse afectada. Se pensó que la disminución del estímulo cardíaco podría deberse a la medicación de los pacientes y de hecho, se encontró que los pacientes en HD que se caen están tratados con mayor frecuencia con betabloqueantes, lo que concuerda con el hecho de que estos fármacos se encuadran dentro del grupo de los que aumentan el riesgo de caídas⁽²⁴⁾. Pero la asociación entre frecuencia cardíaca postHD y el tratamiento con betabloqueantes no mostró una relación significativa, por lo que descartamos esta hipótesis. Lo que parece probable es que los pacientes que presentan una respuesta cronotrópica limitada por causa intrínseca o extrínseca, presentan mayor riesgo de caídas al someterse a la HD.

En cuanto al resto de medicamentos analizados, todos ellos pertenecientes al grupo de los que aumentan el riesgo de caídas, se observó que los pacientes que se caían tomaban antihipertensivos con mayor frecuencia que los controles. Estos hallazgos se fundamentan en que valores de tensión arterial más bajos previos a la HD se han relacionado con mayor riesgo de cuadros de hipotensión⁽²⁵⁾ y caídas⁽²⁶⁾.

En cuanto a los valores analíticos, los pacientes en diálisis con caídas habían presentado mayores niveles de beta-2 µglobulina. La elevación de los niveles de esta proteína se deben al paso del tiempo en tratamiento renal sustitutivo: a los 15 años alrededor del 80% de los pacientes presentan amiloidosis asociada a diálisis⁽¹⁰⁾, que puede afectar a estructuras relacionadas con la capacidad motora como articulaciones o sistema nervioso central. En nuestro estudio no se valoró la afectación de dichas estructuras ya que no se analizan de manera sistemática y no están incluidos en la historia de los pacientes. La relación entre depósitos de amiloide y caídas ha sido observado en pacientes con enfermedad de Parkinson⁽²⁷⁾,

pero hasta la fecha, que nosotros conozcamos, no se había descrito una relación entre las caídas y los niveles elevados de beta-2 µglobulina o la amiloidosis asociada a diálisis, por lo que se requieren estudios prospectivos que profundicen en esta relación.

Al valorar los resultados de las pruebas de equilibrio en los casos y controles, observamos que los pacientes que han sufrido alguna caída presentaban mayor inestabilidad que los controles antes de la diálisis. La alteración previa a la HD se localiza en la dirección anteroposterior, presentando valores significativamente mayores en cuanto al rango y la velocidad de movimiento del CP. Estos resultados son similares a los encontrados por otros estudios que analizaban el equilibrio en el periodo entre diálisis. En un estudio reciente se observó que una mayor velocidad de movimiento del CP se relacionaba con las caídas⁽²⁸⁾; en nuestro estudio los casos presentaron también una mayor velocidad de movimiento pero concretamente en los desplazamientos anteroposteriores. Un estudio previo halló un resultado semejante, describiendo la velocidad anteroposterior como variable estabilométrica fundamental relacionada con mayor riesgo de caídas⁽²⁹⁾.

Tras la diálisis, tanto casos como controles experimentaron un aumento de los rangos, velocidades y área de desplazamiento del CP, lo que pone de manifiesto el efecto agudo de la diálisis sobre el equilibrio postural. Este efecto de la HD concuerda con lo descrito previamente⁽⁹⁾ usando una metodología similar. A diferencia de otro estudio⁽¹⁸⁾, que observaba tras la HD un aumento del rango lateral asociado a un mayor riesgo de caídas, en nuestro estudio, después de la sesión de HD, no encontramos diferencias significativas entre casos y controles en el rango y la velocidad del movimiento del centro de presiones, aunque la inestabilidad registrada se mantuvo superior para los pacientes que sufrían caídas. Que el aumento de inestabilidad registrada entre los casos tras la diálisis, no sea significativo para ninguna de las variables estabilométricas, nos hace pensar que las alteraciones que pueden conducir a estos pacientes a caerse no mejoran en los periodos entre sesiones, por lo que sería importante determinar en futuros estudios las circunstancias de las caídas y si estos pacientes presentan alteraciones hemodinámicas o bioquímicas en su día a día, con mayor frecuencia.

Los resultados que aquí mostramos invitan a la revisión de los protocolos de desconexión y alta de los pacientes al finalizar la sesión de diálisis, que son responsabilidad del personal de enfermería de la unidad. Siguiendo esta línea de investigación se podrían probar medidas de protección y vigilancia de los pacientes en riesgo y comprobar su eficacia evitando caídas y sus consecuencias.

Las limitaciones del estudio derivan principalmente de la metodología retrospectiva. El tiempo entre las valoraciones y la caída que define a los casos del estudio pudo ser variable dentro del rango de los 6 meses tenidos en cuenta. Por otra parte el evento de caída que definió a un caso fue siempre extrahospitalaria y en el periodo entre sesiones, pero no se han tenido en cuenta las circunstancias y el momento exacto de las propias caídas.

Conclusión

En este estudio de casos y controles se identifican ciertos factores que el personal de enfermería de las unidades de diálisis pueden identificar con el objetivo de reducir la incidencia de caídas en HD. Los pacientes en HD que se caen se caracterizan por ser hipertensos, en tratamiento con antihipertensivos [inhibidor de la enzima convertidora de la angiotensina (IECA) o antagonista del receptor de la angiotensina II (ARA II)], y betabloqueantes y por presentar niveles séricos de Beta-2 µglobulina elevados e inestabilidad anteroposterior. Los pacientes que se caen a diferencia de los controles, presentan un mayor cambio de peso durante la diálisis; los que sufren caídas, a diferencia de los controles, al finalizar la diálisis presentan inestabilidad lateral y una frecuencia cardiaca menor.

Referencias

- Hill NR, Fatoba ST, Oke JL, Hirst JA, O'Callaghan CA, Lasserson DS, et al. Global prevalence of chronic kidney disease - A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2021 Jun 28];11(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27383068/>
- Gonzalez-Bedat MC, Rosa-Diez GJ, Fuentes AF, Sola L. International Society of Nephrology Global Kidney Health Atlas: structures, organization, and services for the management of kidney failure in Latin America. *Kidney Int Suppl*. 2021;11(2):e35-46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.kisu.2021.01.005>
- Rhee CM, Ayus JC, Kalantar-Zadeh K. Hyponatremia in the Dialysis Population [Internet]. *Kidney Int Rep*. 2019 [cited 2021 Jun 28];4(6):769-80. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6551474/>
- Kramer H, Yee J, Weiner DE, Bansal V, Choi MJ, Brereton L, et al. Ultrafiltration Rate Thresholds in Maintenance Hemodialysis: An NKF-KDOQI Controversies Report. *Am J Kidney Dis*. 2016 Oct 1;68(4):522-32. doi: <http://doi.org/10.1053/j.ajkd.2016.06.010>
- Sars B, Van Der Sande FM, Kooman JP. Intradialytic Hypotension: Mechanisms and Outcome. *Blood Purif* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2021 Jun 28];49(1-2):158-67. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7114908/>
- Juraschek SP, Taylor AA, Wright JT, Evans GW, Miller ER, Plante TB, et al. Orthostatic Hypotension, Cardiovascular Outcomes, and Adverse Events: Results from SPRINT. *Hypertension* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jun 28];75(3):660-7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7261502/>
- Kanbay M, Ertuglu LA, Afsar B, Ozdogan E, Siritopol D, Covic A, et al. An update review of intradialytic hypotension: Concept, risk factors, clinical implications and management [Internet]. *Clin Kidney J*. 2020 [cited 2021 Jun 28];13(6):981-93. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7769545/>
- Shin S, Chung HR, Fitschen PJ, Kistler BM, Park HW, Wilund KR, et al. Postural control in hemodialysis patients. *Gait Posture* [Internet]. 2014 Feb [cited 2021 Jun 28];39(2):723-7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3946821/>
- 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* [Internet]. 2015 Oct 1 [cited 2021 Jun 28];19(4):553-61. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/hdi.12307>
- Tagami A, Tomita M, Adachi S, Tsuda K, Yamada S, Chiba K, et al. Epidemiological survey and risk factor analysis of dialysis-related amyloidosis including destructive spondyloarthropathy, dialysis amyloid arthropathy, and carpal tunnel syndrome. *J Bone Miner Metab* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2021 Mar 21];38(1):78-85. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00774-019-01028-6>
- Chen X, Qu X. Age-Related Differences in the Relationships Between Lower-Limb Joint Proprioception and Postural Balance. *Hum Factors* [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2021 Jun 28];14(4):702-11. Available from: <https://doi.org/10.1177/0018720818795064>
- Zaninotto P, Huang YT, Di Gessa G, Abell J, Lassale C, Steptoe A. Polypharmacy is a risk factor for hospital admission due to a fall: evidence from the English Longitudinal Study of Ageing. *BMC Public Health* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2021 Jun 28];20(1). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7690163/>
- Bowling CB, Bromfield SG, Colantonio LD, Gutiérrez OM, Shimbo D, Reynolds K, et al. Association of reduced eGFR and albuminuria with serious fall injuries among older adults. *Clin J Am Soc Nephrol* [Internet]. 2016 [cited 2021 Jun 28];11(7):1236-43. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4934847/>
- Song YH, Cai GY, Xiao YF, Chen XM. Risk factors for mortality in elderly haemodialysis patients: A systematic review and meta-analysis. *BMC Nephrol* [Internet]. 2020

- Aug 31 [cited 2021 Apr 4];21(1):377. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7457491/>
15. López-Soto PJ, De Giorgi A, Senno E, Tiseo R, Ferraresi A, Canella C, et al. Renal disease and accidental falls: A review of published evidence [Internet]. BMC Nephrology. 2015 [cited 2021 Jun 30];16(. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4625452/>
 16. van Loon IN, Joosten H, Iyasere O, Johansson L, Hamaker ME, Brown EA. The prevalence and impact of falls in elderly dialysis patients: Frail elderly Patient Outcomes on Dialysis (FEPOD) study. Arch Gerontol Geriatr [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2021 Jun 30];83:285-91. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167494319301244?via%3Dihub>
 17. Golriz S, Hebert JJ, Foreman KBB, Walker BF. The validity of a portable clinical force plate in assessment of static postural control: concurrent validity study. Chiropr Man Ther. 2012;20(1):15. doi: <http://doi.org/10.1186/2045-709X-20-15>
 18. Zanotto T, Mercer TH, Linden ML va. der, Traynor JP, Doyle A, Chalmers K, et al. Association of postural balance and falls in adult patients receiving haemodialysis: A prospective cohort study. Gait Posture [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2021 Jun 30];82:110-7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32911095/>
 19. Martínez-Cambor P, Pardo-Fernández JC. The Youden Index in the Generalized Receiver Operating Characteristic Curve Context. Int J Biostat. 2019 Apr;15(1). doi: <http://doi.org/10.1515/ijb-2018-0060>
 20. Ipema KJR, Kuipers J, Westerhuis R, Gaillard CAJM, Van Der Schans CP, Krijnen WP, et al. Causes and Consequences of Interdialytic weight gain. Kidney Blood Press Res [Internet]. 2016 Oct 1 [cited 2021 Jun 28];41(5):710-20. Available from: <https://www.karger.com/Article/Pdf/450560>
 21. Thongdee C, Phinyo P, Patumanond J, Satirapoj B, Spilles N, Laonapaporn B, et al. Ultrafiltration rates and intradialytic hypotension: A case-control sampling of pooled haemodialysis data. J Ren Care [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2021 Jun 28];47(1):34-42. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jorc.12340>
 22. Keane DF, Raimann JG, Zhang H, Willetts J, Thijssen S, Kotanko P. The time of onset of intradialytic hypotension during a hemodialysis session associates with clinical parameters and mortality. Kidney Int [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2021 Jun 28];99(6):1408-17. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8165353/>
 23. Carvalho TC, Dini AP. Risk of falls in people with chronic kidney disease and related factors. Rev. Latino-Am. Enfermagem [Internet]. 2020 [cited 2021 Jun 30];28:1-8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7282714/>
 24. Lee J, Negm A, Peters R, Wong EKC, Holbrook A. Deprescribing fall-risk increasing drugs (FRIDs) for the prevention of falls and fall-related complications: a systematic review and meta-analysis [Internet]. BMJ Open. 2021 [cited 2021 Jun 28];11(2):e035978. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7878138/>
 25. Sands JJ, Usvyat LA, Sullivan T, Segal JH, Zabetakis P, Kotanko P, et al. Intradialytic hypotension: Frequency, sources of variation and correlation with clinical outcome. Hemodial Int. 2014 Apr;18(2):415-22. doi: <http://doi.org/10.1111/hdi.12138>
 26. 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 [Internet]. 2006 [cited 2021 Jun 28];1(6):1197-204. Available from: <https://cjasn.asnjournals.org/content/1/6/1197.long>
 27. Keleman A, Wisch JK, Bollinger RM, Grant EA, Benzinger TL, Morris JC, et al. Falls Associate with Neurodegenerative Changes in ATN Framework of Alzheimer's Disease. J Alzheimer's Dis [Internet]. 2020 [cited 2021 Jun 30];77(2):745-52. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7580016/>
 28. Zanotto T, Gobbo S, Bullo V, Vendramin B, Roma E, Duregon F, et al. Postural balance, muscle strength, and history of falls in end-stage renal disease patients living with a kidney transplant: A cross-sectional study. Gait Posture [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2021 Jun 30];76:358-63. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636219318016?via%3Dihub>
 29. Magnard J, Hristea D, Lefrancois 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 [Internet]. 2014 [cited 2021 Jun 30];40(4):723-6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636214006456?via%3Dihub>

Contribución de los autores:

Concepción y dibujo de la pesquisa: Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, María Teresa Angulo Carrere. **Obtención de datos:** Ignacio Perez-Gurbindo, Rafael Pérez-García, Patricia Arribas Cobo. **Análisis e interpretación de los datos:** Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Rafael Pérez-García, Patricia Arribas Cobo, María Teresa Angulo Carrere. **Análisis estadístico:** Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Rafael Pérez-García, María Teresa Angulo Carrere. **Redacción del manuscrito:** Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Patricia Arribas Cobo, María Teresa Angulo Carrere. **Revisión crítica del manuscrito en**

cuanto al contenido intelectual importante: Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Rafael Pérez-García, Patricia Arribas Cobo, María Teresa Angulo Carrere.

Todos los autores aprobaron la versión final del texto.

Conflicto de intereses: los autores han declarado que no existe ningún conflicto de intereses.

Recibido: 11.03.2021

Aceptado: 06.09.2021

Editora Asociada:

Maria Lúcia do Carmo Cruz Robazzi

Copyright © 2021 Revista Latino-Americana de Enfermagem

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY.

Esta licencia permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original. Esta es la licencia más servicial de las ofrecidas. Recomendada para una máxima difusión y utilización de los materiales sujetos a la licencia.

Autor de correspondencia:

Ignacio Perez-Gurbindo

E-mail: iperezgurbindo@ucm.es

 <https://orcid.org/0000-0001-9938-7302>

Discusión integradora



En esta tesis hemos comprobado que factores suponen un riesgo para el control postural del paciente en HD y cuáles se relacionan con un mayor ratio de caídas en dichos pacientes. Además, al realizar un primer estudio centrado sobre los factores que alteran el equilibrio de los pacientes en diálisis y un segundo trabajo sobre los factores relacionados con los pacientes dializados que sufren caídas, hemos podido ver cuál es la relación entre la alteración postural y la caída.

Cuando comparamos a los pacientes con sujetos sanos, de edad y sexo semejantes, observamos que los pacientes presentan peor control postural tanto antes de someterse a la sesión de HD, como después. Esto podría explicarse por el desgaste proteico que afecta a la función muscular de los pacientes dializados y que ha sido descrito anteriormente con situaciones de fatiga muscular, sarcopenia y fragilidad por otros autores (40,43–45). Como indica Marques et al. en la población general estas tres entidades aparecen con el envejecimiento (41), mientras que en nuestro estudio, se destaca que la edad no se relaciona ni con peores resultados en la prueba de equilibrio ni con mayor ratio de caídas, aun habiendo rangos intercuartílicos de más de 17 años en las muestras analizadas en ambos estudios.

Nuestro objetivo al realizar el segundo estudio, era describir como la pérdida de control postural se relaciona con una caída. Al no existir valores de normalidad para las pruebas de estabilometría realizadas con una plataforma de fuerzas el planteamiento fue realizar un estudio de casos y controles. En el primer estudio recogimos las caídas registradas en la historia clínica de cada paciente en los 6 meses previos a las pruebas. Observamos que los pacientes que se habían caído presentaban mayor rango de movimiento lateral y anteroposterior, y una mayor área de desplazamiento del CP, tanto en las pruebas realizadas antes de someterse a la HD como en las realizadas inmediatamente después de la sesión. A parte de las limitaciones de la metodología transversal para demostrar

causalidad, dichas caídas no eran representativas del total, ya que en la historia clínica solo constaban las que habían requerido de asistencia médica. Para evitar este sesgo de información decidimos iniciar el segundo estudio, registrando las caídas que pudieran sufrir los pacientes en los 6 meses siguientes como variable de selección. De este estudio concluimos que los pacientes que sufren caídas, antes de ser dializados presentan mayor rango y velocidad de desplazamiento del CP. Un resultado similar al encontrado por Zanotto et al. en dos estudios publicados en 2020. En un primer estudio de tipo transversal, también observaban una mayor velocidad de movimiento del CP relacionada con las caídas en pacientes en HD(9). También en el segundo estudio, de tipo prospectivo, observaron que los pacientes con mayor riesgo de caída presentaban un aumento de la velocidad de desplazamiento, anteroposterior y lateral, del CP. En estos estudios no se analizó el efecto de la HD sobre la estabilometría. En nuestro estudio no encontramos diferencias significativas entre los pacientes que se caían y los que no, después de la sesión de HD, aunque el rango y la velocidad del movimiento del centro de presiones se mantuvo superior para los pacientes que sufrían caídas.

El hecho de que el aumento de inestabilidad no sea significativo para ninguna de las variables estabilométricas registradas tras la diálisis en los pacientes que terminan sufriendo una caída, nos hace pensar que las alteraciones que pueden conducir a estos pacientes a caerse no mejoran en los periodos entre sesiones, por lo que sería importante determinar en futuros estudios las circunstancias de las caídas y si estos pacientes presentan síntomas en su día a día de alguna de las alteraciones hemodinámicas o bioquímicas producidas por su condición de hemodializados y que a continuación discutimos.

La diálisis es un proceso invasivo, que produce cambios hemodinámicos agudos determinados por múltiples variables. Uno de los resultados más importantes que se

presentan en este estudio, es que los pacientes que tienen un peor control del peso en el periodo entre sesiones de HD, y que además el día que llegan a la diálisis lo hacen con una sobrecarga de líquido más importante, son los que presentan ratios de caídas más elevados. Estos pacientes deben someterse a tasas de ultrafiltración más elevadas, factor que se ha relacionado previamente con inestabilidad postural por Meredith et al. (58), y que nosotros también observamos en nuestra muestra. En ese mismo estudio los autores indican que hasta un 25% de los pacientes que sufren estos eventos hemodinámicos lo hacen de forma asintomática o al menos no reclaman la atención del personal de la unidad, por lo que una vez fuera de la unidad es probable que puedan experimentar situaciones de inestabilidad que conduzcan a ese mayor número de caídas que nosotros registramos. Y aunque con la limitación de usar una metodología retrospectiva, el análisis de los datos mediante una curva COR, resultó en la obtención de un punto de corte en los 1,9 kilogramos acumulados en el periodo entre diálisis, con una sensibilidad y especificidad superior al 66% para advertir a los pacientes en riesgo de caídas. Sería idóneo realizar un estudio prospectivo estableciendo ese punto de corte como criterio de selección, con el objetivo de confirmar este resultado e implementar mecanismos de prevención de caídas en pacientes HD con mal control del peso.

Asociado a un mal control del volumen de líquidos en el paciente en HD pueden darse cuadros de hipertensión o hipotensión, con elevaciones o disminuciones agudas de la presión arterial durante las sesiones. Durante nuestro estudio no se registró ningún caso de hipertensión intradiálisis. En base a los estudios publicados por Van Buren et al. y Georgianos et al. el control de esta situación se basa en la evaluación periódica del peso seco y el tratamiento farmacológico adecuado (49,50). En la unidad de hemodiálisis donde se recogieron los datos, todos los pacientes diagnosticados de HTA seguían tratamientos con diuréticos, IECAs, ARAII y/o betabloqueantes y el uso de los mismos

se relacionó con el equilibrio y las caídas, aunque la metodología usada y las distintas combinaciones terapéuticas impiden que podamos establecer una relación. La hipotensión intradiálisis puede requerir modificar las tasas de ultrafiltrado o los tiempos de diálisis, disminuyendo la eficacia de la terapia. Como ya hemos comentado, esto sucede habitualmente en pacientes con un control deficiente de la ganancia de peso entre sesiones, que aquí hemos observado como un factor determinante relacionado con inestabilidad y caídas. Durante los meses que estuvimos valorando la estabilidad postural de los pacientes, se dieron cuatro casos de hipotensión intradiálisis que llegaron a impedir la medición sobre la plataforma de estos pacientes por la dificultad que presentaban para permanecer en bipedestación. Aunque de forma cualitativa era evidente la alteración postural que presentaban, no pudimos cuantificarla de forma objetiva con la medición de la plataforma de fuerzas.

Y sin llegar a situaciones de hipertensión o hipotensión, las variaciones de la tensión arterial durante la sesión de hemodiálisis también produjeron cambios significativos en el control postural. De nuevo nuestros resultados están en consonancia con los hallazgos previos de Meredith et al. (58), que observaron que una disminución de la presión sistólica por debajo de 100mmHg o una disminución de 20 mmHg respecto a la presión sistólica inicial, derivaba en la aparición de mareos y calambres musculares, con una incidencia del 12,3% y 7,5%, respectivamente. En nuestros estudios no valoramos dichos síntomas, pero si observamos, que los pacientes que presentaron una bajada de 20mmHg o más en la presión sistólica tras la HD, presentaron un desequilibrio mayor que los que no sufrieron este descenso en la presión arterial en las pruebas estabilométricas realizadas posteriormente a la diálisis. Solo dos pacientes en nuestro estudio presentaron

valores inferiores a 100 mmHg en la presión sistólica post HD, por lo que este factor no reveló dicho efecto sobre el equilibrio postural.

Como queda patente la evaluación del peso seco, el control hemodinámico y el uso de tasas de ultrafiltración bien ajustadas es fundamental para alcanzar una diálisis efectiva y a la vez evitar efectos adversos entre los que ahora incluimos las alteraciones del equilibrio y las caídas. En la unidad de diálisis donde realizamos el estudio se hacían valoraciones analíticas mensualmente. De los datos obtenidos de dichas pruebas son de destacar la relación hallada entre la hiponatremia y las alteraciones del equilibrio, y los niveles de β_2 globulina con el ratio de caídas.

En cuanto a los niveles bajos de sodio, aun cuando solo encontramos cuatro pacientes en dicha situación, la relación con alteraciones del equilibrio fue significativa durante la prueba cognitiva realizada antes de la HD. Fujisaki et al. y Rhee et al. (60,61) también describen este efecto de la hiponatremia, donde incluso una leve disminución de los niveles de sodio pueden provocar desequilibrio postural e inestabilidad durante la marcha. En ninguno de nuestros estudios observamos un mayor ratio de caídas entre los pacientes con hiponatremia como si hallaron Lobo-Rodríguez et al. (63) en su estudio de casos y controles con una muestra mayor que la nuestra y 29 casos de hiponatremia como posibles factores diferenciales.

Actualmente la eliminación de β_2 globulina es mucho más eficiente por la evolución de los sistemas de diálisis, pero a su vez ha aumentado la supervivencia de los pacientes con HD, lo que mantiene la prevalencia de la amiloidosis, aunque con un inicio más tardío según indica Kaneko et al. (78). Hasta la fecha no hay estudios que hubieran relacionado niveles elevados de β_2 globulina con alteraciones del equilibrio y las caídas, únicamente dos casos clínicos han descrito alteraciones de la marcha producidas

por paresias en miembro inferior por la afectación de la columna vertebral por depósitos de amiloide (79,80). Sería interesante valorar las posibles afectaciones articulares mediante pruebas de imagen, que pudieran explicar las alteraciones posturales y el mayor ratio caídas que hemos observado en los pacientes con niveles de β_2 μglobulina más elevados.

En cuanto a las comorbilidades, Cook et al.(4) observaron que los pacientes dializados que sufrían caídas padecían un mayor número de patologías asociadas, aunque sin especificar cuáles. Desmet et al. (95) en un estudio prospectivo de ocho semanas observaron que los pacientes en HD con diabetes presentaban más riesgo de caídas. En estos estudios tampoco se detalla si se excluyeron a los pacientes con complicaciones derivadas de la diabetes como neuropatías periféricas o amputaciones que afectan directamente al control postural. En nuestro estudio observamos que en efecto los pacientes diabéticos en HD presentan peor control postural. Y Habiéndose excluido a los pacientes con estas alteraciones, podemos pensar que la relación se sustenta en el efecto que produce la diabetes en los pacientes con ERC terminal sobre el tejido muscular, como refieren Moorthi y Avin (39), aumentando la proteólisis en el músculo y acelerando el desgaste muscular, que como decíamos anteriormente ocurre en los pacientes en HD sin diabetes.

Las caídas en hemodializados representan un grave problema, Balogun et al. (111) concluyen que las caídas son un factor de riesgo de mortalidad en pacientes en HD. Además el riesgo de caídas deteriora la calidad de vida de los pacientes en diálisis como describe van Loon et al. y los pacientes de nuestro estudio refirieron. También observamos que los pacientes con peor control postural referían niveles de calidad de vida inferiores, resultado no descrito previamente. Todo esto nos invita a seguir

indagando sobre los factores que derivan en alteraciones del equilibrio y caídas en los pacientes dializados.

7.1 Limitaciones y oportunidades de investigación

Otros factores como la anemia, el déficit de vitamina D o el tratamiento de la depresión en nuestro estudio no mostraron relación con alteraciones del equilibrio o caídas, cuando eran esperables atendiendo a estudios previamente publicados. Estos factores presentaron prevalencias muy bajas en nuestra población respecto a las prevalencias medias descritas en pacientes en HD.

La anemia no ha sido descrita previamente como un factor de inestabilidad o caídas pero si se ha relacionado con peores resultados en valoraciones físicas y fragilidad (29). En nuestra muestra la prevalencia de anemia era baja afectando únicamente a tres pacientes en comparación con la prevalencia descrita por Stauffer et al. y Sofue et al. (20,21) en pacientes en HD, aproximadamente del 50%. Al igual que la prevalencia de la depresión en los pacientes dializados se sitúa entre el 22% y el 47% (100–103), mientras que en nuestras muestras solo afectó a un 12%. La determinación de los niveles de vitamina D decidimos no incluirlas en el análisis al no estar incluida en la analítica mensual que se realizaba a los pacientes de la unidad, por lo que solo obtuvimos datos parciales de las muestras de ambos estudios.

En general la principal limitación de nuestros estudios ha sido el tamaño muestral por lo que los futuros estudios de tipo prospectivo que busquen demostrar la causalidad de los hallazgos que aquí presentamos deberían ser multicéntricos para elevar la prevalencia de ciertas comorbilidades y alteraciones hemodinámicas, que en una única unidad de hemodiálisis pueden tener poca prevalencia e incidencia. Por otro lado para aumentar el valor predictivo de los datos analíticos respecto a la estabilometría, las valoraciones

deberían realizarse lo más cercanas a la extracción de la analítica o al menos de forma uniforme para toda la población analizada. En nuestro caso esto fue complicado al solo poder realizar las pruebas a dos o tres pacientes diarios ya que si no se retrasaba demasiado el comienzo de la sesión de HD. El uso de sistemas de valoración del equilibrio más rápidos podría ser otra forma de solucionar el problema.

Para futuros estudios que analicen las caídas en los pacientes hemodializados sería importante ahondar en el momento y circunstancias de cada caída, y podría plantearse el uso de algún sistema de valoración continuada del equilibrio en el periodo intradiálisis, que pudiera descubrir situaciones de inestabilidad postural.

Conclusiones



1. La estabilidad postural analizada mediante una plataforma de fuerzas validada indica que los pacientes en HD tienen un equilibrio postural significativamente peor respecto a individuos sanos.
2. El equilibrio postural de los pacientes en HD empeora de manera significativa después de someterse a la sesión de diálisis. En especial aquellos pacientes que sufren una disminución importante de la presión sistólica durante el proceso.
3. Existe una relación entre las alteraciones del equilibrio y las caídas en los pacientes dializados. Los pacientes que se caen con más frecuencia presentan mayor inestabilidad en el rango y la velocidad de movimiento del CP antes de la diálisis. Tras la diálisis los pacientes que se caen con más frecuencia presentan un peor control postural pero sin que las diferencias lleguen a ser significativas.
4. Los pacientes con peor control del peso en los periodos entre diálisis presentan de forma significativa mayores alteraciones del equilibrio y mayor ratio de caídas.
5. Los pacientes con hiponatremia presentan valores significativamente mayores en el rango y area de movimiento del CP en el eje anteroposteror mientras realizan una tarea cognitiva simultanea antes de la sesión de HD.
6. Los pacientes con mayor ratio de caídas presentan niveles significativamente más elevados de Beta-2 μ globulina, precursor de la sustancia amiloide y la amiloidosis asociada a HD.
7. Los pacientes en HD que sufren caídas refieren peor calidad de vida y ahora hemos comprobado que este empeoramiento también se asocia a la inestabilidad postural que perciben los pacientes.

Bibliografía



1. Hounkpatin HO, Harris S, Fraser SDS, Day J, Mindell JS, Taal MW, et al. Prevalence of chronic kidney disease in adults in England: comparison of nationally representative cross-sectional surveys from 2003 to 2016. *BMJ Open*. 2020;10(8):e038423.
2. Roberts RR, Anne Kenny R, Brierley EJ. Are elderly haemodialysis patients at risk of falls and postural hypotension? *Int Urol Nephrol*. 2003;35(3):415–21.
3. 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(1):42–50. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211699515001903>
4. 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* [Internet]. 2006 [cited 2021 Jun 28];1(6):1197–204. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17699348/>
5. Song YH, Cai GY, Xiao YF, Chen XM. Risk factors for mortality in elderly haemodialysis patients: A systematic review and meta-analysis. *BMC Nephrol* [Internet]. 2020 Aug 31 [cited 2021 Apr 4];21(1):377. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32867718/>
6. Shin S, Chung HR, Fitschen PJ, Kistler BM, Park HW, Wilund KR, et al. Postural control in hemodialysis patients. *Gait Posture* [Internet]. 2014 Feb [cited 2021 Jun 28];39(2):723–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24189110/>

7. Magnard J, Hristea D, Lefrancois 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* [Internet]. 2014 [cited 2021 Jun 30];40(4):723–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25103778/>
8. Zanutto T, Mercer TH, Linden ML va. der, Traynor JP, Doyle A, Chalmers K, et al. Association of postural balance and falls in adult patients receiving haemodialysis: A prospective cohort study. *Gait Posture* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2021 Jun 30];82:110–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32911095/>
9. Zanutto T, Gobbo S, Bullo V, Vendramin B, Roma E, Duregon F, et al. Postural balance, muscle strength, and history of falls in end-stage renal disease patients living with a kidney transplant: A cross-sectional study. *Gait Posture* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2021 Jun 30];76:358–63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31901763/>
10. Pérez-García R, Jaldo M, Alcázar R, de Sequera P, Albalade M, Puerta M, et al. El Kt/V alto, a diferencia del Kt, se asocia a mayor mortalidad: importancia de la V baja. *Nefrología*. 2019 Jan;39(1):58–66.
11. González BS, Pascual MR, Guijarro LR, González AF, Puertolas OC, Latre LMR. Enfermedad renal crónica en Atención Primaria: Prevalencia y factores de riesgo asociados. *Aten Primaria* [Internet]. 2015 [cited 2021 Feb 27];47(4):236–45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25212720/>
12. Hirst JA, Ordóñez Mena JM, Taylor CJ, Yang Y, Richard Hobbs FD, O’Callaghan CA, et al. Prevalence of chronic kidney disease in the community

- using data from OxRen: A UK population-based cohort study. *Br J Gen Pract* [Internet]. 2020 [cited 2021 Feb 27];70(693):e285–93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32041766/>
13. Salman IM. Cardiovascular Autonomic Dysfunction in Chronic Kidney Disease: a Comprehensive Review. *Curr Hypertens Rep* [Internet]. 2015 Aug 15 [cited 2021 Feb 28];17(8):59. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26071764/>
 14. Stack AG, Casserly LF, Cronin CJ, Chernenko T, Cullen W, Hannigan A, et al. Prevalence and variation of Chronic Kidney Disease in the Irish health system: Initial findings from the National Kidney Disease Surveillance Programme. *BMC Nephrol* [Internet]. 2014 [cited 2021 Feb 27];15(1):185. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25425510/>
 15. Gorostidi M, Sánchez-Martínez M, Ruilope LM, Graciani A, de la Cruz JJ, Santamaría R, et al. Prevalencia de enfermedad renal crónica en España: impacto de la acumulación de factores de riesgo cardiovascular. *Nefrología* [Internet]. 2018 Nov [cited 2021 Feb 27];38(6):606–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29914761/>
 16. Kibria GM Al, Crispen R. Prevalence and trends of chronic kidney disease and its risk factors among US adults: An analysis of NHANES 2003-18. *Prev Med Reports* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2021 Feb 27];20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33101883/>
 17. Gorriz JL, D'Marco L, Pastor-González A, Molina P, Gonzalez-Rico M, Puchades MJ, et al. Long-term mortality and trajectory of potassium measurements following an episode of acute severe hyperkalaemia. *Nephrol Dial*

- Transplant [Internet]. 2021 Feb 4 [cited 2021 Feb 27]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33508124/>
18. Santos-Díaz G, Pérez-Pico AM, Suárez-Santisteban MÁ, García-Bernalt V, Mayordomo R, Dorado P. Prevalence of potential drug–drug interaction risk among chronic kidney disease patients in a spanish hospital. *Pharmaceutics* [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2021 Feb 27];12(8):1–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32751436/>
 19. Stamopoulos D, Bakirtzi N, Manios E, Grapsa E. Does the extracorporeal circulation worsen anemia in hemodialysis patients? Investigation with advanced microscopes of red blood cells drawn at the beginning and end of dialysis. *Int J Nanomedicine*. 2013;8:3887–94.
 20. Stauffer ME, Fan T. Prevalence of Anemia in Chronic Kidney Disease in the United States. *PLoS One* [Internet]. 2014 Jan 2 [cited 2021 Oct 2];9(1):84943. Available from: [/pmc/articles/PMC3879360/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24711111/)
 21. Sofue T, Nakagawa N, Kanda E, Nagasu H, Matsushita K, Nangaku M, et al. Prevalence of anemia in patients with chronic kidney disease in Japan: A nationwide, cross-sectional cohort study using data from the Japan Chronic Kidney Disease Database (J-CKD-DB). *PLoS One* [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2021 Oct 2];15(7). Available from: [/pmc/articles/PMC7371174/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33508124/)
 22. Ookawara S, Ito K, Sasabuchi Y, Hayasaka H, Kofuji M, Uchida T, et al. Associations of cerebral oxygenation with hemoglobin levels evaluated by near-infrared spectroscopy in hemodialysis patients. *PLoS One* [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2021 Mar 13];15(8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32776946/>

23. Zheng G, Wen J, Yu W, Li X, Zhang Z, Chen H, et al. Anemia rather than hypertension contributes to cerebral hyperperfusion in young adults undergoing hemodialysis: A phase contrast MRI study. *Sci Rep* [Internet]. 2016 [cited 2021 Mar 1];6. Available from: [/pmc/articles/PMC4770317/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2670317/)
24. Kuwabara Y, Sasaki M, Hirakata H, Koga H, Nakagawa M, Chen T, et al. Cerebral blood flow and vasodilatory capacity in anemia secondary to chronic renal failure. *Kidney Int* [Internet]. 2002 [cited 2021 Mar 1];61(2):564–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11849397/>
25. Ware JE, Kosinski M, Keller SD. A 12-Item Short-Form Health Survey: Construction of Scales and Preliminary Tests of Reliability and Validity. *Med Care* [Internet]. 1996 [cited 2021 Oct 2];34(3):220–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8628042/>
26. JD P, D N, K K, DR S, RD H. Kidney Disease Quality of Life 36-Item Short Form Survey (KDQOL-36) Normative Values for the United States Dialysis Population and New Single Summary Score. *J Am Soc Nephrol* [Internet]. 2019 Apr 1 [cited 2021 Oct 2];30(4):654–63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30898868/>
27. MC G, MC R, A P, K R. Linguistic validation of the US Spanish work productivity and activity impairment questionnaire, general health version. *Value Health* [Internet]. 2006 [cited 2021 Oct 2];9(3):199–204. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16689715/>
28. Van Haalen H, Jackson J, Spinowitz B, Milligan G, Moon R. Impact of chronic kidney disease and anemia on health-related quality of life and work productivity: Analysis of multinational real-world data. *BMC Nephrol* [Internet].

- 2020 Mar 7 [cited 2021 Mar 1];21(1):88. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32143582/>
29. Yadla M, John JP, Mummadi M. A study of clinical assessment of frailty in patients on maintenance hemodialysis supported by cashless government scheme. Saudi J Kidney Dis Transpl [Internet]. 2017 Jan 1 [cited 2021 Mar 1];28(1):15–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28098098/>
 30. Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, Cano N, Chauveau P, Cuppari L, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. In: Kidney International [Internet]. Nature Publishing Group; 2008 [cited 2021 Mar 6]. p. 391–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18094682/>
 31. Carrero JJ, Thomas F, Nagy K, Arogundade F, Avesani CM, Chan M, et al. Global Prevalence of Protein-Energy Wasting in Kidney Disease: A Meta-analysis of Contemporary Observational Studies From the International Society of Renal Nutrition and Metabolism. J Ren Nutr [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2021 Mar 6];28(6):380–92. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30348259/>
 32. Gracia-Iguacel C, González-Parra E, Pérez-Gómez MV, Mahíllo I, Egido J, Ortiz A, et al. Prevalencia del síndrome de desgaste proteico-energético y su asociación con mortalidad en pacientes en hemodiálisis en un centro en España. Nefrologia [Internet]. 2013 [cited 2021 Mar 6];33(4):495–505. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23897181/>
 33. Carrero JJ, Stenvinkel P, Cuppari L, Ikizler TA, Kalantar-Zadeh K, Kaysen G, et al. Etiology of the Protein-Energy Wasting Syndrome in Chronic Kidney

- Disease: A Consensus Statement From the International Society of Renal Nutrition and Metabolism (ISRNM) [Internet]. Vol. 23, Journal of Renal Nutrition. J Ren Nutr; 2013 [cited 2021 Mar 6]. p. 77–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23428357/>
34. Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, Cano N, Chauveau P, Cuppari L, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. In: Kidney International [Internet]. Nature Publishing Group; 2008 [cited 2021 Mar 7]. p. 391–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18094682/>
 35. Kanazawa Y, Nakao T, Murai S, Okada T, Matsumoto H. Diagnosis and prevalence of protein-energy wasting and its association with mortality in Japanese haemodialysis patients. Nephrology [Internet]. 2017 Jul 1 [cited 2021 Mar 7];22(7):541–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27165723/>
 36. Moreau-Gaudry X, Jean G, Genet L, Lataillade D, Legrand E, Kuentz F, et al. A simple protein-energy wasting score predicts survival in maintenance hemodialysis patients. J Ren Nutr [Internet]. 2014 Nov 1 [cited 2021 Mar 7];24(6):395–400. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25194620/>
 37. Gracia-Iguacel C, González-Parra E, Mahillo I, Ortiz A. Criteria for classification of protein-energy wasting in dialysis patients: Impact on prevalence. Br J Nutr [Internet]. 2019 Jun 14 [cited 2021 Mar 7];121(11):1271–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31084673/>
 38. Hanna RM, Ghobry L, Wassef O, Rhee CM, Kalantar-Zadeh K. A Practical Approach to Nutrition, Protein-Energy Wasting, Sarcopenia, and Cachexia in Patients with Chronic Kidney Disease [Internet]. Vol. 49, Blood Purification. S.

- Karger AG; 2020 [cited 2021 Mar 7]. p. 202–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31851983/>
39. Moorthi RN, Avin KG. Clinical relevance of sarcopenia in chronic kidney disease [Internet]. Vol. 26, Current Opinion in Nephrology and Hypertension. Lippincott Williams and Wilkins; 2017 [cited 2021 Mar 6]. p. 219–28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28198733/>
 40. Wyngaert K Vanden, Celie B, Calders P, Eloot S, Holvoet E, van Biesen W, et al. Markers of protein-energy wasting and physical performance in haemodialysis patients: A cross-sectional study. PLoS One [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2021 Mar 7];15(7 July). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32730305/>
 41. Marques A, Queirós C. Frailty, Sarcopenia and Falls. In: Fragility Fracture Nursing: Holistic Care and Management of the Orthogeriatric Patient [Internet]. 2018 [cited 2021 Mar 11]. p. 15–26. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31314472/>
 42. Kono K, Nishida Y, Yabe H, Moriyama Y, Mori T, Shiraki R, et al. Development and validation of a Fall Risk Assessment Index for dialysis patients. Clin Exp Nephrol [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2021 Mar 11];22(1):167–72. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28634773/>
 43. Gamboa JL, Roshanravan B, Towse T, Keller CA, Falck AM, Yu C, et al. Skeletal muscle mitochondrial dysfunction is present in patients with ckd before initiation of maintenance hemodialysis. Clin J Am Soc Nephrol [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2021 Mar 18];15(7):926–36. Available from: <https://cjasn.asnjournals.org/content/15/7/926>
 44. Nixon AC, Bampouras TM, Pendleton N, Woywodt A, Mitra S, Dhaygude A.

- Frailty and chronic kidney disease: Current evidence and continuing uncertainties [Internet]. Vol. 11, Clinical Kidney Journal. Oxford University Press; 2018 [cited 2021 Mar 6]. p. 236–45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29644065/>
45. Takeuchi H, Uchida HA, Kakio Y, Okuyama Y, Okuyama M, Umebayashi R, et al. The prevalence of frailty and its associated factors in Japanese hemodialysis patients. *Aging Dis* [Internet]. 2018 Apr 1 [cited 2021 Mar 6];9(2):192–207. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29896410/>
 46. Wizemann V, Wabel P, Chamney P, Zaluska W, Moissl U, Rode C, et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* [Internet]. 2009 May [cited 2021 Mar 9];24(5):1574–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19131355/>
 47. Chua HR, Xiang L, Chow PY, Xu H, Shen L, Lee E, et al. Quantifying acute changes in volume and nutritional status during haemodialysis using bioimpedance analysis. *Nephrology* [Internet]. 2012 Nov [cited 2021 Mar 9];17(8):695–702. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22882488/>
 48. Ohashi Y, Sakai K, Hase H, Joki N. Dry weight targeting: The art and science of conventional hemodialysis. *Semin Dial* [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2021 Mar 11];31(6):551–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29876972/>
 49. Van Buren PN, Inrig JK. Mechanisms and Treatment of Intradialytic Hypertension. In: *Blood Purification* [Internet]. S. Karger AG; 2016 [cited 2021 Mar 11]. p. 188–93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26765312/>
 50. Georgianos PI, Agarwal R. Blood pressure control in conventional hemodialysis. *Semin Dial* [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2021 Mar 11];31(6):557–62. Available

from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30084190/>

51. Dasgupta I, Thomas GN, Clarke J, Sitch A, Martin J, Bieber B, et al. Associations between hemodialysis facility practices to manage fluid volume and intradialytic hypotension and patient outcomes. *Clin J Am Soc Nephrol* [Internet]. 2019 Mar 7 [cited 2021 Mar 11];14(3):385–93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30723164/>
52. Sinha AD, Agarwal R. Setting the dry weight and its cardiovascular implications. *Semin Dial* [Internet]. 2017 Nov 1 [cited 2021 Mar 11];30(6):481–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28666069/>
53. Giannese D, Puntoni A, Cupisti A, Morganti R, Varricchio E, D'Alessandro C, et al. Lung ultrasound and BNP to detect hidden pulmonary congestion in euvolemic hemodialysis patients: a single centre experience. *BMC Nephrol*. 2021 Dec 1;22(1):36.
54. Douvris A, Zeid K, Hiremath S, Bagshaw SM, Wald R, Beaubien-Souligny W, et al. Mechanisms for hemodynamic instability related to renal replacement therapy: a narrative review [Internet]. Vol. 45, *Intensive Care Medicine*. Springer Verlag; 2019 [cited 2021 Mar 10]. p. 1333–46. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31407042/>
55. Polinder-Bos HA, Emmelot-Vonk MH, Gansevoort RT, Diepenbroek A, Gaillard CAJM. High fall incidence and fracture rate in elderly dialysis patients. *Neth J Med*. 2014 Dec;72(10):509–15.
56. Wolfgram DF, Lathara Z, Szabo A, Whittle J. Dialytic hemodynamics are associated with changes in gait speed. *Hemodial Int* [Internet]. 2017 Oct 1 [cited 2021 Mar 12];21(4):566–74. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27878949/>

57. Drew DA, Tighiouart H, Duncan S, Rollins J, Gupta A, Scott T, et al. Blood Pressure and Cognitive Decline in Prevalent Hemodialysis Patients. *Am J Nephrol* [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2021 Mar 13];49(6):460–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31048586/>
58. Meredith DJ, Pugh CW, Sutherland S, Tarassenko L, Birks J. The relationship between symptoms and blood pressure during maintenance hemodialysis. *Hemodial Int* [Internet]. 2015 Oct 1 [cited 2021 Mar 13];19(4):543–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25952255/>
59. 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;
60. Rhee CM, Ayus JC, Kalantar-Zadeh K. Hyponatremia in the Dialysis Population [Internet]. Vol. 4, *Kidney International Reports*. Elsevier Inc; 2019 [cited 2021 Mar 14]. p. 769–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31194059/>
61. Fujisaki K, Joki N, Tanaka S, Kanda E, Hamano T, Masakane I, et al. Pre-dialysis Hyponatremia and Change in Serum Sodium Concentration During a Dialysis Session Are Significant Predictors of Mortality in Patients Undergoing Hemodialysis. *Kidney Int Reports* [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2021 Mar 14];6(2):342. Available from: [/pmc/articles/PMC7879213/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34111111/)
62. Bansal S, Pergola PE. Current Management of Hyperkalemia in Patients on Dialysis [Internet]. Vol. 5, *Kidney International Reports*. Elsevier Inc; 2020 [cited 2021 Mar 14]. p. 779–89. Available from: [/pmc/articles/PMC7270720/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33111111/)

63. 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(3):292–8.
64. Ayus JC, Fuentes NA, Negri AL, Moritz ML, Giunta DH, Kalantar-Zadeh K, et al. Mild prolonged chronic hyponatremia and risk of hip fracture in the elderly. *Nephrol Dial Transplant* [Internet]. 2016 Oct 1 [cited 2021 Mar 14];31(10):1662–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27190372/>
65. Krishnan A V., Kiernan MC. Uremic neuropathy: Clinical features and new pathophysiological insights [Internet]. Vol. 35, *Muscle and Nerve*. Muscle Nerve; 2007 [cited 2021 Mar 14]. p. 273–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17195171/>
66. Hunter RW, Bailey MA. Hyperkalemia: Pathophysiology, risk factors and consequences. *Nephrol Dial Transplant* [Internet]. 2019 [cited 2021 Mar 14];34(Suppl 3):III2–11. Available from: </pmc/articles/PMC6892421/>
67. Brunkhorst R. Hyperkalemia. In: *Urology at a Glance* [Internet]. Springer Berlin Heidelberg; 2014 [cited 2021 Mar 14]. p. 93–5. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470284/>
68. Arnold R, Pianta TJ, Pussell BA, Kirby A, O'Brien K, Sullivan K, et al. Randomized, controlled trial of the effect of dietary potassium restriction on nerve function in CKD. *Clin J Am Soc Nephrol* [Internet]. 2017 Oct 1 [cited 2021 Mar 14];12(10):1569–77. Available from: </pmc/articles/PMC5628705/>
69. Jean G, Terrat JC, Vanel T, Hurot JM, Lorriaux C, Mayor B, et al. High levels of serum fibroblast growth factor (FGF)-23 are associated with increased mortality

- in long haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* [Internet]. 2009 Sep [cited 2021 Mar 16];24(9):2792–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19395730/>
70. Louie KS, Erhard C, Wheeler DC, Stenvinkel P, Fouqueray B, Floege J. Cinacalcet-induced hypocalcemia in a cohort of European haemodialysis patients: predictors, therapeutic approaches and outcomes. *J Nephrol* [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2021 Mar 16];33(4):803–16. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31848883/>
 71. Boudville N, Inderjeeth C, Elder GJ, Glendenning P. Association between 25-hydroxyvitamin D, somatic muscle weakness and falls risk in end-stage renal failure. *Clin Endocrinol (Oxf)* [Internet]. 2010 Sep [cited 2021 Mar 17];73(3):299–304. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20507339/>
 72. Zhang Q, Zhang J, Zhang W, Wang M, Huang B, Zhang M, et al. Risk factors for decreased upper-limb muscle strength and its impact on survival in maintenance hemodialysis patients. *Int Urol Nephrol* [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2021 Mar 18];52(6):1143–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32367337/>
 73. Demircioglu DT. The association of vitamin D levels and the frailty phenotype among non-geriatric dialysis patients: A cross-sectional study. *Clinics (Sao Paulo)* [Internet]. 2018 [cited 2021 Mar 18];73:1–5. Available from: </pmc/articles/PMC5773824/>
 74. Noordzij M, Boeschoten EW, Bos WJ, Dekker FW, Bossuyt PM, Krediet RT, et al. Disturbed mineral metabolism is associated with muscle and skin complaints in a prospective cohort of dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* [Internet]. 2007 Oct [cited 2021 Mar 18];22(10):2944–9. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17597087/>

75. Scarpioni R, Ricardi M, Albertazzi V, De Amicis S, Rastelli F, Zerbini L. Dialysis-related amyloidosis: Challenges and solutions [Internet]. Vol. 9, International Journal of Nephrology and Renovascular Disease. Dove Medical Press Ltd; 2016 [cited 2021 Mar 22]. p. 319–28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27994478/>
76. Tagami A, Tomita M, Adachi S, Tsuda K, Yamada S, Chiba K, et al. Epidemiological survey and risk factor analysis of dialysis-related amyloidosis including destructive spondyloarthropathy, dialysis amyloid arthropathy, and carpal tunnel syndrome. J Bone Miner Metab [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2021 Mar 21];38(1):78–85. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31414282/>
77. Sigaux J, Abdelkefi I, Bardin T, Laredo JD, Ea HK, UreñaTorres P, et al. Tendon thickening in dialysis-related joint arthritis is due to amyloid deposits at the surface of the tendon. Jt Bone Spine [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2021 Mar 22];86(2):233–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30243785/>
78. Kaneko S, Yamagata K. Hemodialysis-related amyloidosis: Is it still relevant? Semin Dial [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2021 Mar 22];31(6):612–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29896815/>
79. Mizuno J, Nakagawa H, Hashizume Y. [Myelopathy caused by hypertrophy of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine in a patient with long-term hemodialysis]. No Shinkei Geka. 1996 Jul;24(7):655–9.
80. Niu CC, Chen WJ, Chen LH, Shih CH. Destructive spondyloarthropathy mimicking spondylitis in long-term hemodialysis patients. Arch Orthop Trauma

- Surg [Internet]. 2000 [cited 2021 Mar 21];120(10):594–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11110144/>
81. Chen SC, Chung WS, Wu PY, Huang JC, Chiu YW, Chang JM, et al. Associations among Geriatric Nutrition Risk Index, bone mineral density, body composition and handgrip strength in patients receiving hemodialysis. Nutrition [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2021 Mar 21];65:6–12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31029923/>
 82. Marin JG, Beresford L, Lo C, Pai A, Espino-Hernandez G, Beaulieu M. Prescription Patterns in Dialysis Patients: Differences Between Hemodialysis and Peritoneal Dialysis Patients and Opportunities for Deprescription. Can J Kidney Heal Dis [Internet]. 2020 [cited 2021 Mar 24];7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32426145/>
 83. De Groot MH, Van Campen JPCM, Moek M a., Tulner LR, Beijnen JH, Lamoth CJC. The effects of fall-risk-increasing drugs on postural control: A literature review. Drugs and Aging. 2013;30:901–20.
 84. Harun a, Agrawal Y. The Use of Fall Risk Increasing Drugs (FRIDs) in Patients With DizzinessPresenting to a Neurotology Clinic . Otol Neurotol. 2015;36(5):862–4.
 85. Hammond T, Wilson A. Polypharmacy and Falls in the Elderly: A Literature Review. Nurs Midwifery Stud [Internet]. 2013;1(4):171–5. Available from: http://www.nmsjournal.com/?page=article&article_id=10709
 86. Hartikainen S, Lönnroos E, Louhivuori K. Medication as a risk factor for falls: critical systematic review. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2007;62(10):1172–81.

87. Assimon MM, Flythe JE. Zolpidem versus trazodone initiation and the risk of fall-related fractures among individuals receiving maintenance hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2021 Mar 28];16(1):88–97. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33355192/>
88. Winkelmayer WC, Mehta J, Wang PS. Benzodiazepine use and mortality of incident dialysis patients in the United States. *Kidney Int* [Internet]. 2007 [cited 2021 Mar 28];72(11):1388–93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17851463/>
89. JH I, CE M, MA S, BA G, KL J. Psychoactive Medications and Adverse Outcomes among Older Adults Receiving Hemodialysis. *J Am Geriatr Soc* [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2021 Oct 3];67(3):449–54. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30629740/>
90. SP W, JB W, AZ B, T P, CW F, KL W, et al. Epilepsy and antiseizure medications increase all-cause mortality in dialysis patients in the United States. *Kidney Int* [Internet]. 2019 Nov 1 [cited 2021 Oct 3];96(5):1176–84. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31358345/>
91. Assimon MM, Brookhart MA, Fine JP, Heiss G, Layton JB, Flythe JE. A Comparative Study of Carvedilol Versus Metoprolol Initiation and 1-Year Mortality Among Individuals Receiving Maintenance Hemodialysis. *Am J Kidney Dis* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2021 Apr 2];72(3):337–48. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29653770/>
92. Sibbel S, Walker AG, Colson C, Tentori F, Brunelli SM, Flythe J. Association of continuation of loop diuretics at hemodialysis initiation with clinical outcomes. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2019 Jan 7;14(1):95–102.

93. Trinh E, Bargman JM. Are Diuretics Underutilized in Dialysis Patients? [Internet]. Vol. 29, Seminars in dialysis. Blackwell Publishing Inc.; 2016 [cited 2021 Apr 2]. p. 338–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27060970/>
94. Takeuchi H, Uchida HA, Kakio Y, Okuyama Y, Okuyama M, Umebayashi R, et al. The prevalence of frailty and its associated factors in Japanese hemodialysis patients. *Aging Dis* [Internet]. 2018 Apr 1 [cited 2021 Mar 26];9(2):192–207. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29896410/>
95. 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(1):148–53.
96. Vangala C, Niu J, Montez-Rath ME, Yan J, Navaneethan SD, Winkelmayer WC. Selective Serotonin Reuptake Inhibitor Use and Hip Fracture Risk Among Patients on Hemodialysis. *Am J Kidney Dis* [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2021 Mar 29];75(3):351–60. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31606233/>
97. Ishida JH, McCulloch CE, Steinman MA, Grimes BA, Johansen KL. Psychoactive Medications and Adverse Outcomes among Older Adults Receiving Hemodialysis. *J Am Geriatr Soc* [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2021 Apr 2];67(3):449–54. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30629740/>
98. Waddy SP, Ward JB, Becerra AZ, Powers T, Fwu CW, Williams KL, et al. Epilepsy and antiseizure medications increase all-cause mortality in dialysis patients in the United States. *Kidney Int* [Internet]. 2019 Nov 1 [cited 2021 Apr

- 2];96(5):1176–84. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31358345/>
99. Smetana KS, Cook AM, Bastin MLT, Oyler DR. Antiepileptic dosing for critically ill adult patients receiving renal replacement therapy [Internet]. Vol. 36, *Journal of Critical Care*. W.B. Saunders; 2016 [cited 2021 Apr 2]. p. 116–24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27546759/>
 100. Kwan E, Draper B, Harvey SB, Endre ZH, Brown MA. Prevalence, detection and associations of depression in Australian dialysis patients. *Australas Psychiatry* [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2021 Apr 2];27(5):444–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31287327/>
 101. de Alencar SBV, de Lima FM, Dias LDA, Dias VDA, Lessa AC, Bezerra JM, et al. Depression and quality of life in older adults on hemodialysis. *Brazilian J Psychiatry* [Internet]. 2020 [cited 2021 Apr 2];42(2):195–200. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31389496/>
 102. Farrokhi F, Abedi N, Beyene J, Kurdyak P, Jassal SV. Association between depression and mortality in patients receiving long-term dialysis: A systematic review and meta-analysis. *Am J Kidney Dis* [Internet]. 2014 [cited 2021 Apr 2];63(4):623–35. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24183836/>
 103. King-Wing Ma T, Kam-Tao Li P. Depression in dialysis patients [Internet]. Vol. 21, *Nephrology*. Blackwell Publishing; 2016 [cited 2021 Apr 3]. p. 639–46. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26860073/>
 104. Rossier A, Pruijm M, Hannane D, Burnier M, Teta D. Incidence, complications and risk factors for severe falls in patients on maintenance haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* [Internet]. 2012 Jan [cited 2021 Apr 3];27(1):352–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21652549/>

105. Pretto CR, Rosa MBC da, Dezordi CM, Benetti SAW, Colet C de F, Stumm EMF. Depression and chronic renal patients on hemodialysis: associated factors. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2020 [cited 2021 Apr 3];73 1:e20190167. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32490957/>
106. Weisbord SD. Patient-Centered Dialysis Care: Depression, Pain, and Quality of Life [Internet]. Vol. 29, *Seminars in dialysis*. Blackwell Publishing Inc.; 2016 [cited 2021 Apr 3]. p. 158–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26748494/>
107. Belvederi Murri M, Triolo F, Coni A, Tacconi C, Nerozzi E, Escelsior A, et al. Instrumental assessment of balance and gait in depression: A systematic review [Internet]. Vol. 284, *Psychiatry Research*. Elsevier Ireland Ltd; 2020 [cited 2021 Apr 3]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31740213/>
108. Foster R, Walker S, Brar R, Hiebert B, Komenda P, Rigatto C, et al. Cognitive Impairment in Advanced Chronic Kidney Disease: The Canadian Frailty Observation and Interventions Trial. *Am J Nephrol* [Internet]. 2016 [cited 2021 Apr 4];44(6):473–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27798938/>
109. Shin S, Chung HR, Kistler BM, Fitschen PJ, Wilund KR, Sosnoff JJ. Walking and talking in maintenance hemodialysis patients. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2013 Jan [cited 2021 Apr 4];94(1):127–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22858796/>
110. 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* [Internet]. 2015 Oct 1 [cited 2021 Jun 28];19(4):553–61.

Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25923056/>

111. Balogun R, Yan G, Abdel-Rahman EM. Higher Mortality with Falls in Hemodialysis Patients. Hemodial Int. 2009;

Anexos





CONSEJERÍA DE SANIDAD



Comunidad de Madrid

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN



Hospital Universitario
Infanta Leonor

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4.5	15/02/19

IDENTIFICACIÓN DEL PROTOCOLO

- ◆ N° Eudract (sólo en caso de E-C):
- ◆ Código Protocolo: HUIL 18/001
- ◆ Versión/Fecha: 4.5 15 Febrero 2019

Título del proyecto: Alteraciones del equilibrio en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis (HD).

Nombre del Investigador principal: Rafael Pérez-García

Duración del proyecto: 3 meses

1.- RESUMEN / ABSTRAC (objetivos y metodología):

Estudio prospectivo, transversal, unicentrico de medición de la estabilidad postural mediante una plataforma de fuerzas pre y post hemodiálisis, en los pacientes con ERC prevalentes de una Unidad Hospitalaria de HD. Recogida en ese momento de datos epidemiológicos, diálisis, analíticos y de tratamiento. Recogida de datos de incidencia de caídas retrospectiva.

Pacientes:

Se incluirán todos los pacientes prevalentes en hemodiálisis de la Unidad del HUIL, que cumplan los criterios de inclusión y exclusión.

2.- JUSTIFICACIÓN, ANTECEDENTES:

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, el sistema nervioso periférico, el cerebelo, articulaciones, ligamentos y músculos, participan activamente en dicho proceso. (1-5) Las patologías que afectan a estos sistemas u órganos y el envejecimiento derivan en alteraciones del equilibrio. (6,7)

Los pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) presentan alteraciones de la presión arterial, alteración de la homeostasis y acumulación de sustancias nocivas,

VERSIÓN:	4.5	Página 2 de 13
APROBACION:	15/02/19	
PROTOCOLO INVESTIGACIÓN Información propiedad del HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA LEONOR. Todos los derechos quedan reservados.		

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4-5	15/02/19

como toxinas urémicas, o fármacos que deberían eliminarse en condiciones normales a través del riñón. Estos cambios generan situaciones en las que la estabilidad postural del paciente puede verse afectada.(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, regular la cantidad de líquidos, minerales y acido-base.

La hemodiálisis es un tratamiento necesario y efectivo en dichos pacientes, pero dicha situación entraña riesgos que deben ser controlados. El proceso de diálisis da 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 sustancias, como el potasio, calcio y magnesio, con actividad sobre los diferentes órganos y tejidos que controlan el balance postural del individuo. (10–14)

Los pacientes incluidos en hemodiálisis son cada vez más mayores, por lo que presentan mayor inestabilidad postural de base en relación al 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 pacientes hemodializados están en una situación de polimedicación, la cual es reconocida como un factor de riesgo de caídas por la alteración postural que conlleva. (17)

Por otra parte los pacientes dializados durante años pueden desarrollar artropatías por depósitos de amiloide que pueden afectar a articulaciones fundamentales en el control postural como la cadera, rodilla y tobillo.

Por tanto, los pacientes en hemodiálisis están expuestos a diferentes factores que derivan en una situación de inestabilidad postural y riesgo de caídas, que hay que prevenir, diagnosticar y corregir precozmente.

La prevención es fundamental ya que las consecuencias en cuanto a la calidad de vida, morbilidad asociada y reducción de la esperanza de vida que sufren los pacientes tras una o varias caídas son nefastas. 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).

VERSIÓN:	4-5	Página 3 de 13
APROBACION:	15/02/19	
PROTOCOLO INVESTIGACIÓN Información propiedad del HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA LEONOR. Todos los derechos quedan reservados.		

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4-5	15/02/19

Está claramente demostrada la asociación entre hiponatremia y el deterioro de las funciones cerebrales (8,20). 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 cardíaca y que también son más prevalentes en los pacientes en HD (21). Al igual que en la población general, en los pacientes en hemodiálisis (HD), la hiponatremia también se asocia a mayor riesgo de muerte. En un estudio reciente (22) se incluyeron 4,153 pacientes en hemodiálisis. La edad media era de 64,7 años y predominaban los hombres con un 64,2%. Un 34,8% eran diabéticos. El tiempo medio de seguimiento fue 21.48 (1.31) meses. La natremias tenían una distribución normal, con una media (DS)= 138.46 (2.7) mEq/L. Los pacientes con una natremia menor de 136 mEq/L tenían un riesgo independiente de mortalidad mayor que el resto (OR=1.62) (22).

En el año 2016, la Comisión de Caídas del HGUGM llevó a cabo un estudio en el que se pretendía conocer el efecto de la hiponatremia ($\text{Na}^+ \text{p} < 135 \text{ mEq/L}$) sobre el riesgo de presentar una caída (23). Se realizó un estudio de casos y controles en el que se reclutaron 207 pacientes, concluyendo que tener hiponatremia cuadruplica el riesgo de caída frente a no tener hiponatremia, con un OR de 4.34 (1.37 – 6.00) y una X2 de Pearson de $p < 0.004$.

Existe la posibilidad de estudiar el deterioro de las funciones cerebrales mediante la medición del equilibrio postural y su relación de los cambios de la natremia en estos pacientes.

Encontramos una gran 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, tests basados en medidas espacio-temporales, análisis de la percepción visual o la posturografía mediante el uso de plataformas de fuerzas o presiones. La validez de muchas de estas pruebas han sido estudiadas y probadas, 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 centro de presiones

VERSIÓN:	4-5	Página 4 de 13
APROBACION:	15/02/19	
PROTOCOLO INVESTIGACIÓN Información propiedad del HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA LEONOR. Todos los derechos quedan reservados.		

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4.5	15/02/19

corporal en los planos lateral y antero-posterior, la velocidad de dichos movimientos y el área que incluye la trayectoria del centro de presiones son algunas de las variables que miden dichas plataformas y que se han relacionado con la inestabilidad postural y el riesgo de caídas. (24,25).

3.- HIPÓTESIS: La estabilidad postural de los pacientes se ve afectada por la hemodiálisis y algunos de los medicamentos que toman. Esto puede influir en una mayor frecuencia de caídas y en su movilidad en general.

4.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo principal: El objetivo de este proyecto es analizar la estabilidad postural en pacientes hemodializados respecto a un grupo control, con valoración de la edad y el efecto sobre la misma de la sesión de hemodiálisis.

Objetivos secundarios:

- Analizar la posible relación entre los valores hemodinámicos del paciente y la estabilidad postural.
- Analizar la posible relación entre los valores analíticos del paciente y la estabilidad postural. Especial mención a la influencia de la natremia.
- Analizar los cambios en el peso seco, peso pre-diálisis y post-diálisis y las alteraciones del equilibrio.
- Analizar el tiempo que lleva el paciente en diálisis, como factor de riesgo sobre la estabilidad postural
- Analizar el riesgo de caídas en dichos pacientes. Retrospectivo.
- Analizar el efecto de determinados fármacos con una marcada acción neurológica sobre la estabilidad postural de dichos pacientes.
- Analizar la relación calidad de vida y las alteraciones del equilibrio.

5.- METODOLOGÍA

5.1 Diseño: Estudio prospectivo, transversal, unicentrico de medición de la estabilidad postural mediante una plataforma de fuerzas pre y post hemodiálisis, en los

VERSIÓN:	4.5	Página 5 de 13
APROBACION:	15/02/19	
PROTOCOLO INVESTIGACIÓN Información propiedad del HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA LEONOR. Todos los derechos quedan reservados.		

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4-5	15/02/19

pacientes con ERC prevalentes de una Unidad Hospitalaria de HD del Hospital Universitario Infanta Leonor. Recogida en ese momento de datos epidemiológicos, diálisis, analíticos y de tratamiento. Grupos control y pacientes en hemodiálisis. Recogida de datos de incidencia de caídas retrospectiva.

5.2 Sujetos del estudio: pacientes y criterios de inclusión y exclusión:

Pacientes:

Se incluirán todos los pacientes prevalentes en hemodiálisis de la Unidad del HUIL.

Criterios de inclusión: Individuos mayores de 18 años, con ERC en HD, que otorguen un consentimiento informado.

Criterios de exclusión: Patologías neurológicas centrales y periféricas, alteraciones vestibulares, alteraciones visuales sin corrección óptica, intervenidos quirúrgicos de miembro inferior, alteraciones de la columna, en tratamiento con algunos fármacos: neurolépticos, antiepilépticos, antiarrítmicos de tipo IA, o que no sean capaces de mantenerse de pie de forma autónoma y que no otorguen su consentimiento informado.

Previo aceptación y firma de los participantes de un consentimiento informado donde se explique la forma y finalidad de este estudio, se llevará a cabo la recogida de datos.

Grupo control: Se creará un grupo control con las siguientes características: edad media (65 años) y distribución de sexos (1:1).

Al grupo en HD y al control se le realizarán tres estudios, uno con los ojos cerrados, otro con ojos abiertos y otro mientras el paciente realiza una tarea simultánea (cognitivo). Los estudios se realizarán intentando que las condiciones lumínicas sean siempre semejantes.

Criterios de inclusión: Individuos mayores de 18 años, con ERC en HD, que otorguen un consentimiento informado.

Criterios de exclusión: Patologías neurológicas centrales y periféricas, alteraciones vestibulares, alteraciones visuales sin corrección óptica, intervenidos quirúrgicos de miembro inferior, alteraciones de la columna, en tratamiento con algunos fármacos: neurolépticos, antiepilépticos, antiarrítmicos de tipo IA, o que no sean capaces de mantenerse de pie de forma autónoma y que no otorguen su consentimiento informado.

VERSIÓN:	4-5	Página 6 de 13
APROBACION:	15/02/19	
PROTOCOLO INVESTIGACIÓN Información propiedad del HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA LEONOR. Todos los derechos quedan reservados.		

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4.5	15/02/19

Previo aceptación y firma de los participantes de un consentimiento informado donde se explique la forma y finalidad de este estudio, se llevará a cabo la recogida de datos.

Grupo control: Se creará un grupo control con las siguientes características: edad media (65 años) y distribución de sexos (1:1).

Al grupo en HD y al control se le realizarán tres estudios, uno con los ojos cerrados, otro con ojos abiertos y otro mientras el paciente realiza una tarea simultánea (cognitivo). Los estudios se realizarán intentando que las condiciones lumínicas sean siempre semejantes.

5.3 Recogida de datos:

Se registraran los datos de edad, género, peso, talla, comorbilidad, antecedentes quirúrgicos y podológicos, tratamiento farmacológico actual y caídas en el último año y si han precisado atención médica por las mismas.

Se anotaran los resultados de un test de calidad de vida SF36 y un test Delta (controles habituales de la Unidad).

Se registrarán los datos referentes al historial de hemodiálisis en cuanto a tiempo en tratamiento, frecuencia semanal, duración, técnica, Kt y función renal residual.

Datos analíticos:

De los datos analíticos mensuales se recogerán: Hb, hematocrito, albúmina, Na, K, bicarbonato, Ca total, fósforo y magnesio, beta-2microglobulina, glucemia, urea y creatinina.

5.4 Metodología medición estabilidad postural:

El análisis de la estabilidad postural se realiza con una plataforma de galgas extensiométricas (AMTI Accugait) siguiendo un protocolo de posicionamiento inicial igual para todos los pacientes. Se completan tres estudios para cada paciente por sesión, uno con los ojos cerrados, otro con ojos abiertos y otro mientras el paciente realiza una tarea simultánea. Los estudios se realizarán intentando que las condiciones lumínicas sean siempre semejantes.

Se realizarán dos análisis de la estabilidad postural a cada paciente. El primero antes de iniciar la sesión de diálisis y el segundo al terminar. Se anotará el tiempo que

VERSIÓN:	4.5	Página 7 de 13
APROBACION:	15/02/19	
PROTOCOLO INVESTIGACIÓN Información propiedad del HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA LEONOR. Todos los derechos quedan reservados.		

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4-5	15/02/19

requiera el paciente desde que finalice el proceso de hemodiálisis hasta que el paciente se encuentre en disposición de permanecer de pie para el segundo análisis. Antes de cada medición se anotarán los valores hemodinámicos del paciente: frecuencia cardiaca, tensión arterial y saturación de oxígeno. Así mismo se recogerán el peso seco, peso pre-diálisis y post-diálisis de cada paciente.

El análisis de la estabilidad postural se realizará mediante una plataforma portátil de galgas extensiométricas (AMTI AccuGait, de 44 X 500 X 500 mm) y una unidad de software específico para estabilimetría (programa Balance Trainer).

Se coloca la plataforma a 2-3 metros de la pared en la que tienen marcado un punto negro a 1.5 m del suelo para fijar la mirada durante las pruebas de recogida de datos.

La conexión de la plataforma a la red eléctrica, se realizará una hora antes de iniciar el registro de la población de estudio. Comprobando, el primer día de su instalación, las posibles interferencias con otros instrumentos vecinos, la regularidad del suelo y la correcta estabilidad de la plataforma. Así mismo, y para verificar el correcto calibrado de la plataforma, se realizará un registro sin paciente para observar si se registra algún tipo de vibración que pudiera interferir con la toma de datos durante la realización de las valoraciones.

El protocolo que se seguirá para la obtención de las variables estabilométricas será el mismo para cada sujeto. El sujeto sube a la plataforma y se registran los puntos que marcan la base de sustentación sobre la que se apoya en una hoja desechable adherida a la plataforma, para establecer las referencias de la posición de ambos pies con base de sustentación estándar. Posteriormente se iniciará el registro con el programa informático Balance Trainer. Se marcarán los puntos registrados con la hoja desechable, dichos puntos se sitúan a nivel de pulpejo de primer dedo, primera articulación metatarsal, zona interna de talón, zona externa de talón y quinta articulación metatarsal. A continuación se procederá a la calibración antes de cada registro, el paciente subirá a la plataforma colocando los pies de acuerdo a las marcas registradas en la hoja desechable y se realizará el registro estableciéndose una frecuencia de 100 Hz minuto.

Se debe definir el método de cálculo del tamaño muestral y la información empleada para su cálculo. Se debe incluir una estimación de la posible pérdida de pacientes. Descripción del proceso de reclutamiento;

VERSIÓN:	4-5	Página 8 de 13
APROBACION:	15/02/19	
PROTOCOLO INVESTIGACIÓN Información propiedad del HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA LEONOR. Todos los derechos quedan reservados.		

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4-5	15/02/19

incluyendo información sobre el origen de los pacientes (hospitalizados, consultas externas) y los medios utilizados para el reclutamiento (anuncios, páginas web, folletos....)(según proceda).

Se definirán las características principales, condiciones y requisitos relevantes de la población participante en el estudio (Ej. respuestas a tratamiento previo, pacientes NAIVE al tratamiento, pacientes procedentes de consulta especializada...).

5.5 Análisis estadístico:

Como variables principales se establecen: 1/ el desplazamiento medio del centro de presiones en el plano sagital y lateral, 2/ la velocidad media de estos movimientos y 3/ el área que incluya el desplazamiento del centro de presiones con una confianza del 95%. Todas ellas variables cuantitativas continuas. Con estas tres variables se comparará el grado de equilibrio postural entre el grupo control y los pacientes del estudio, así como las mediciones antes y después del proceso de diálisis.

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 en base a 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%

Estudio de la muestra: Una vez construida la base de datos se realiza su depuración. Se determinará mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov si las variables continuas se atienen a una distribución normal. Los resultados se expresarán como la media $\pm$ la desviación típica o la mediana $\pm$ el intervalo de confianza para el 95% según corresponda. Las variables categóricas se expresarán como porcentajes.

La comparación de las medias entre el grupo control y el grupo de pacientes con el test de la t-student para las variables independientes cuantitativas normales o el test de Friedman como prueba no paramétrica.

Las variables categóricas se expresarán como porcentajes y se compararán mediante la χ^2 .

Las distintas mediciones consecutivas en cada paciente se compararán mediante un t test pareado o de dunnet, según corresponda.

Como análisis multivariante, se realizará regresión logística respecto a las categorías de equilibrio postural. Se incluirán las variables que demuestren una

VERSIÓN:	4-5	Página 9 de 13
APROBACION:	15/02/19	
PROTOCOLO INVESTIGACIÓN Información propiedad del HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA LEONOR. Todos los derechos quedan reservados.		

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4-5	15/02/19

influencia significativa respecto al estado de equilibrio.

Se considerara como significativo una $p < 0,05$.

El análisis estadístico se realizara con el paquete SPSS 15.0 Inc. Chicago, IL.

6.- Aplicabilidad y utilidad de los resultados

El interés de este estudio surge de la posibilidad de analizar desde un punto de vista cuantitativo y multivariable las posibles implicaciones del proceso de diálisis en la estabilidad postural del paciente, con el objetivo de reconocer episodios de mayor inestabilidad, riesgos de caídas y sus consecuencias. ¿Se pueden prevenir o tratar algunas de las causas de la inestabilidad postural?

7.- BIBLIOGRAFÍA

1. Heroux ME, Law TCY, Fitzpatrick RC, Blouin J-S. Cross-Modal Calibration of Vestibular Afferece for Human Balance. PLoS One. United States; 2015;10(4):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. England; 2013 Sep;38(4):708–11.
3. Asslander L, Hettich G, Mergner T. Visual contribution to human standing balance during support surface tilts. Hum Mov Sci. Netherlands; 2015 Jun;41:147–64.
4. Ting LH. Dimensional reduction in sensorimotor systems: a framework for understanding muscle coordination of posture. Progress in Brain Research. 2007. p. 299–321.
5. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? In: Age and Ageing. 2006.
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(JUN).
7. Giladi N, Horak FB, Hausdorff JM. Classification of gait disturbances: Distinguishing between continuous and episodic changes. Movement Disorders. 2013. p. 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(1).
9. Suominen V, Salenius J, Sainio P, Reunanen A, Rantanen T. Peripheral arterial disease, diabetes and postural

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4-5	15/02/19

balance among elderly Finns: a population-based study. Aging Clin Exp Res. 2008;20(6):540–6.

10. Erken E, Ozelsancak R, Sahin S, Yılmaz EE, Torun D, Leblebici B, et al. The effect of hemodialysis on balance measurements and risk of fall. Int Urol Nephrol. 2016;48(10):1705–11.
11. Magnard J, Hristea D, Lefrancois 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(4):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(4):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(4):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(2):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(1):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 and Aging. 2014;31(3):225–32.
18. Heinrich S, Rapp K, Rissmann U, Becker C, König HH. Cost of falls in old age: A systematic review. Osteoporosis International. 2010. p. 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. Osteoporosis Int. 2010;21(8):1295–306.
20. Moritz ML, Ayus JC. The pathophysiology and treatment of hyponatraemic encephalopathy: an update. Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association. England; 2003. p. 2486–91.
21. 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.
22. 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(1):42–50. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211699515001903>
23. 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(3):292–8.

VERSIÓN:	4-5	Página 11 de 13
APROBACION:	15/02/19	
PROTOCOLO INVESTIGACIÓN Información propiedad del HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA LEONOR. Todos los derechos quedan reservados.		

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4-5	15/02/19

24. 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(2):171–8.
25. Piirtola M, Era P. Force platform measurements as predictors of falls among older people - A review. Gerontology. 2006. p. 1–16.



VERSIÓN:	4-5	Página 12 de 13
APROBACION:	15/02/19	
PROTOCOLO INVESTIGACIÓN Información propiedad del HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA LEONOR. Todos los derechos quedan reservados		

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA EN VIGOR
HUIL 18/001	4-5	15/02/19

8.- PLAN DE TRABAJO - CRONOGRAMA (si procede)

Realización en un mes después de su aprobación.

9.- PRESUPUESTO (No procede)

10. ANEXOS

(V, Compromiso e idoneidad del equipo investigador)

(VI, Idoneidad de las instalaciones)

(VIII, Dotación recursos humanos de enfermería)

(XII) Procedimiento y material utilizado para el reclutamiento del los sujetos del estudio)

Consentimiento informado



VERSIÓN:	4-5	Página 13 de 13
APROBACION:	15/02/19	
PROTOCOLO INVESTIGACIÓN Información propiedad del HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA LEONOR. Todos los derechos quedan reservados		

Protocolo de investigación		Criterios de inclusión:	Criterios de exclusión:
		• Mayor de 18 años • ERC en HD • Otorgue un consentimiento informado.	• Patologías neurológicas centrales y periféricas • Alteraciones vestibulares • Alteraciones visuales sin corrección óptica • En tratamiento con: neurolépticos, antiepilépticos, antiarrítmicos de tipo IA. • No sea capaz de mantenerse de pie de forma autónoma • No otorgue su consentimiento informado.

- Mayor de 18 años
- ERC en HD
- Otorgue un consentimiento informado.

- Patologías neurológicas centrales y periféricas
- Alteraciones vestibulares
- Alteraciones visuales sin corrección óptica
- En tratamiento con: neurolépticos, antiepilépticos, antiarrítmicos de tipo IA.
- No sea capaz de mantenerse de pie de forma autónoma
- No otorgue su consentimiento informado.



**Hospital Universitario
Infanta Leonor**

Comunidad de Madrid

Primer Apellido	Segundo Apellido	Nombre(s)	Edad
		Años	
Otras patologías	Fecha de Nacimiento		Sexo
			☐ Masculino
Cirugías previas			☐ Femenino
Tto. Farmacológico	Estatura		Peso
	cm		Kg
Caídas en el último año		¿Acude al podólogo?	
☐ No	☐ Una	☐ Múltiples	☐ Requirió atención médica
		☐ Si	☐ No
		☐ Autocuidados	

Tiempo en hemodiálisis															Técnica de hemodiálisis									
Frecuencia Hemodiálisis (/sem)					Duración de sesión programada										Kt.					Fn.Renal residual				
SF 36					Test delta																			

Hb	Hcto.	Albumina	Na	K	Bicarbonato	Ca total	Fósforo	Mg
Beta2-microglobulina		Glucemia	Urea		25-hidroxi-vit.D		Creatinina	
Observaciones								

Tiempo Hemodiálisis – Estabilimetría: Peso seco:	Pre diálisis					Post diálisis				
	FC:	TA:	/	Sat O2:	Pesopre:	FC:	TA:	/	Sat O2:	Pesopost:
Ojos abiertos										
Ojos cerrados										
Contar hacia atrás										

[illegible]



11549035

Datos para el estudio

Día:	Mes:	Año: (20...)	Número identificador:
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	☐ Enero ☐ Julio	0 ☐ ☐	0 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10	☐ Febrero ☐ Agosto	1 ☐ ☐	1 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
☐ 11 ☐ 12 ☐ 13 ☐ 14 ☐ 15	☐ Marzo ☐ Septiembre	2 ☐ ☐	2 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
☐ 16 ☐ 17 ☐ 18 ☐ 19 ☐ 20	☐ Abril ☐ Octubre	3 ☐ ☐	3 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
☐ 21 ☐ 22 ☐ 23 ☐ 24 ☐ 25	☐ Mayo ☐ Noviembre	4 ☐ ☐	4 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
☐ 26 ☐ 27 ☐ 28 ☐ 29 ☐ 30	☐ Junio ☐ Diciembre	5 ☐ ☐	5 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
☐ 31		6 ☐ ☐	6 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
		7 ☐ ☐	7 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
		8 ☐ ☐	8 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
		9 ☐ ☐	9 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Cuestionario de Salud SF-36 (versión 2)

Versión española de SF-36v2™ Health Survey © 1996, 2000
adaptada por J. Alonso y cols 2003.

Institut Municipal d'Investigació Mèdica (IMIM-IMAS)
Unidad de Investigación en Servicios Sanitarios
c/Doctor Aiguader, 80 E-08003 Barcelona
Tel. (+34) 93 225 75 53, Fax (+34) 93 221 40 02
www.imim.es



IMAS

Institut Municipal
d'Investigació Mèdica. IMIM

Este instrumento ha superado los estándares de calidad del **Medical Outcome Trust** y de la Red Cooperativa para la Investigación en Resultados de Salud y Servicios Sanitarios (**Red IRYSS**).
El cuestionario y su material de soporte están disponibles en BiblioPRO, la biblioteca virtual de la Red IRYSS (www.rediryss.net).



Su Salud y Bienestar

Por favor conteste las siguientes preguntas. Algunas preguntas pueden parecerse a otras pero cada una es diferente.

Tómese el tiempo necesario para leer cada pregunta, y marque con una ☒ la casilla que mejor describa su respuesta.

¡Gracias por contestar a estas preguntas!

1. En general, usted diría que su salud es:

☐ ¹	☐ ²	☐ ³	☐ ⁴	☐ ⁵
Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Mala

2. ¿Cómo diría usted que es su salud actual, comparada con la de hace un año?:

Mucho mejor ahora que hace un año	Algo mejor ahora que hace un año	Más o menos igual que hace un año	Algo peor ahora que hace un año	Mucho peor ahora que hace un año
☐ ¹	☐ ²	☐ ³	☐ ⁴	☐ ⁵



3. Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal. Su salud actual, ¿le limita para hacer esas actividades o cosas? Si es así, ¿cuánto?

	Sí, me limita mucho	Sí, me limita un poco	No, no me limita nada
a <u>Esfuerzos intensos</u> , tales como correr, levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores. -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³
b <u>Esfuerzos moderados</u> , como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de 1 hora. -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³
c Coger o llevar la bolsa de la compra. -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³
d Subir <u>varios</u> pisos por la escalera. -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³
e Subir <u>un sólo</u> piso por la escalera. -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³
f Agacharse o arrodillarse. -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³
g Caminar <u>un kilómetro o más</u> -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³
h Caminar varios centenares de metros. -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³
i Caminar unos 100 metros. -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³
j Bañarse o vestirse por sí mismo. -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³

4. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a ¿Tuvo que <u>reducir el tiempo</u> dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas? -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³ -----	☐ ⁴ -----	☐ ⁵
b ¿ <u>Hizo menos</u> de lo que hubiera querido hacer? -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³ -----	☐ ⁴ -----	☐ ⁵
c ¿Tuvo que <u>dejar de hacer algunas tareas</u> en su trabajo o en sus actividades cotidianas? -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³ -----	☐ ⁴ -----	☐ ⁵
d ¿Tuvo <u>dificultad</u> para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ejemplo, le costó más de lo normal)? -----	☐ ¹ -----	☐ ² -----	☐ ³ -----	☐ ⁴ -----	☐ ⁵



11549035

5. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido o nervioso)?

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a ¿Tuvo que <u>reducir el tiempo</u> dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas <u>por algún problema emocional</u> ?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
b ¿ <u>Hizo menos</u> de lo que hubiera querido hacer <u>por algún problema emocional</u> ?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
c ¿Hizo su trabajo o sus actividades cotidianas menos <u>cuidadosamente</u> que de costumbre, <u>por algún problema emocional</u> ?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

6. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?

Nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

7. ¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?

No, ninguno	Sí, muy poco	Sí, un poco	Sí, moderado	Sí, mucho	Sí, muchísimo
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6

8. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?

Nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5



11549035

9. Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted. Durante las últimas 4 semanas ¿con qué frecuencia...

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a se sintió lleno de vitalidad?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
b estuvo muy nervioso?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
c se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
d se sintió calmado y tranquilo?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
e tuvo mucha energía?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
f se sintió desanimado y deprimido?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
g se sintió agotado?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
h se sintió feliz?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
i se sintió cansado?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

10. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?

Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

11. Por favor diga si le parece CIERTA o FALSA cada una de las siguientes frases:

	Totalmente cierta	Bastante cierta	No lo sé	Bastante falsa	Totalmente falsa
a Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
b Estoy tan sano como cualquiera	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
c Creo que mi salud va a empeorar	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
d Mi salud es excelente	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

Gracias por contestar a estas preguntas



11549035



OBTENCIÓN AUTOMÁTICA DE LAS PUNTUACIONES DEL CUESTIONARIO

Este cuestionario ha sido diseñado con un software de captura automática de las respuestas (TeleForm®), que hace posible obtener rápidamente y sin errores una base de datos con las puntuaciones mediante lectura por escáner.

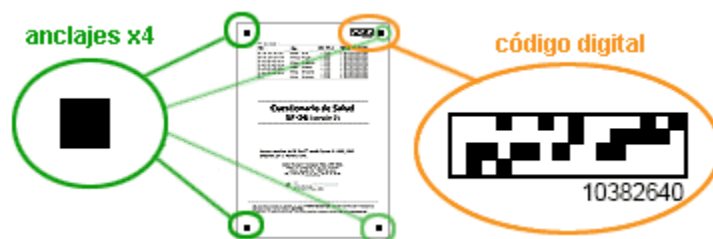
Si desea utilizar este servicio de Obtención de las puntuaciones y entrada de datos póngase en contacto con :

BiblioPRO@imim.es

MUY IMPORTANTE

Si desea utilizar este servicio **no debe realizar modificaciones** del cuestionario (la impresión debe ser clara y absolutamente fiel al documento PDF descargado).

El **código digital** y los **puntos de anclaje** (los cuatro cuadrados negros de las esquinas) deben de estar **bien definidos** para poder escanear satisfactoriamente el cuestionario. Tenga mucho cuidado con los dos cuadrados inferiores, si quedaran recortados por un error de impresión no se podría capturar la información.



Para obtener más información sobre este servicio y sus tarifas consulte la sección de "Puntuaciones" de la página principal de BiblioPRO en **www.redirys.net**

***Esta página NO es necesaria para el estudio ni para la captura de datos.
Aconsejamos no incluir ésta hoja en los cuestionarios del estudio.***

Original article

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

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

^a Servicio de Nefrología, Hospital Universitario Infanta Leonor, Madrid, Spain

^b Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17 September 2019

Accepted 3 April 2020

Available online 13 December 2020

Keywords:

Hemodialysis

Postural balance

Diabetes

Fall risk

Hyponatremia

ABSTRACT

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 six 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; Area effect; VyMax; Xrange and Yrange. The stabilometry studies were performed in three situations: with eyes open (EO); with eyes closed (EC); and with the patient performing a simultaneous task (COG). 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 three 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 ($p < 0.05$). The four patients with hyponatraemia ($\text{Na} < 136 \text{ mmol/l}$) had worse balance in the COG situation ($p = 0.038$). Various drugs: insulin, $p = 0.022$; antiplatelet agents, $p = 0.036$; and beta-blockers, $p = 0.029$ were associated

[☆] Please cite this article as: Pérez-Gurbindo I, Angulo Carrere MT, Cobo PA, et al. Los pacientes en hemodiálisis presentan peor equilibrio postural, que se relaciona con el riesgo de caídas. Nefrología. 2020;40:655–663.

* Corresponding author.

E-mail address: iperezgurbindo@ucm.es (I. Pérez-Gurbindo).

2013-2514/© 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/>).

with imbalance. The ten patients who suffered falls had greater imbalance, Yrange, Xrange, Area95 and AreaEffect, both pre- and post-haemodialysis ($p < 0.05$) 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/>).

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

R E S U M E N

Palabras clave:

Hemodiálisis
Balance postural
Diabetes
Riesgo de caídas
Hiponatremia

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.

El objetivo es analizar la estabilidad postural, mediante una plataforma de fuerzas, en pacientes hemodializados y su relación con el riesgo de caídas.

Material y Métodos: Se realizó una estudio prospectivo transversal. El balanceo postural se registró mediante una plataforma de fuerzas en los pacientes prevalentes en hemodiálisis. Se recogen datos epidemiológicos, 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; Area effect; VyMax; Xrange y Yrange. Los estudios de estabilometría se realizan en tres situaciones: con ojos abiertos (OA), con los ojos cerrados (OC) y otro mientras el paciente realiza una tarea simultánea (COG). 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, edad media de 68 años; 20 hombres y 12 mujeres. Su peso medio es 74 kg y el IMC 27,6 Kg/m². En los controles no hay diferencias significativas en la estabilometría entre las tres situaciones estudiadas. Los pacientes con los ojos cerrados, pre y postHD, presentan más desequilibrio, con diferencias significativas con el resto de situaciones y controles. Después de la sesión de HD 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 COG, $p = 0,038$. Varios fármacos: Insulina, $p = 0,022$; antiagregantes $p = 0,036$; y 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 postHD, $p < 0,05$, que los que no tuvieron caídas.

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/>).

Introduction

Postural balance is the result of a complex interaction of sensory inputs which trigger a constant muscular response sufficient to keep us upright. The vestibular system, vision, joints, tendons, muscles, the peripheral nervous system and the cerebellum are all actively involved in this process.^{1–5}

Diseases that affect these systems or organs, as well as functional changes associated with ageing, lead to balance disorders.^{6,7}

Patients with chronic kidney disease (CKD) have alterations in blood pressure and homeostasis and an accumulation of harmful substances, such as uraemic toxins; they are also prescribed drugs that can affect their postural stability.^{8,9} Patients with advanced CKD need haemodialysis (HD) to replace kidney

function, eliminate uraemic toxins and regulate the amount of fluids and minerals and the acid-base balance. HD is a necessary and effective treatment in these patients, but this situation involves risks that need to be controlled.

The dialysis process can lead to haemodynamic instability, which may be accompanied by episodes of hyper- or hypotension, alterations in homeostasis and/or abnormal levels of ions, such as sodium, potassium, calcium and magnesium, which can act on the different organs and tissues, and can affect the person's postural balance.^{8,10–14} Patients on HD are increasingly older, owing to which they have a greater degree of underlying postural instability related to the ageing process, affecting vision, proprioception, the locomotor system and nerve conduction, all of which are active parts of the aforementioned postural control.^{15,16} Added to this is the very high rate of polypharmacy among haemodialysis patients, recognised as a risk factor for falls owing to the postural disturbances it can provoke.¹⁷ Moreover, patients who have been on dialysis for several years can develop problems due to amyloid deposits affecting joints essential for postural control, such as the hip, knee and ankle.

Prevention of falls in HD patients is of paramount importance due to the significant consequences in terms of quality of life, associated morbidity and the reduction in life expectancy, without forgetting that the economic and healthcare load of problems deriving from falls is very high, especially in the elderly.^{18,19} Falls are associated with postural instability.

HD patients are therefore exposed to a number of different risk factors, which can lead to postural instability and risk of falls, and which need to be identified, diagnosed and corrected at an early stage.

Material and methods

We designed an observational, cross-sectional, prospective study to measure postural stability using a pre-HD and post-HD force platform in prevalent patients with CKD treated in a hospital HD unit. We collected epidemiological, dialysis, analytical (pre-HD and post-HD) and treatment data. We also collected data on the incidence of falls six months after the tests, and the SF-36 quality of life test.

Objectives

The main aim of this study was to analyse postural stability in haemodialysis patients using a force platform, and determine the effect of the HD session on their postural stability.

Our secondary objectives were to:

- Analyse the postural stability of HD patients compared to a control group.
- Analyse postural stability before and after the HD session.
- Analyse dialysis parameters and the time the patient has been on HD as risk factors for postural stability.
- Analyse the possible association between the patient's laboratory values, such as natraemia, and postural stability.
- Analyse the effect of medications on postural stability.

- Analyse the predictive value of stabilometry with respect to the risk of falls.
- Analyse the possible relationship between balance disturbances and a poorer quality of life.

Patients

We included prevalent patients on HD from the Hospital Universitario Infanta Leonor HD Unit who voluntarily agreed to take part in the study.

Inclusion criteria: individuals aged over 18, with CKD on HD, who previously agreed with and signed an informed consent form explaining the format and purpose of this study.

Exclusion criteria: central neurological diseases, patients with vestibular or visual disorders without optical correction, deformations of the locomotor system and, in general, patients not able to stand up on their own. Patients on treatment with neuroleptics. Patients who did not give their informed consent.

Control group: balance was analysed in a control group without related disease and with a similar age and gender distribution to the patients with CKD.

Analysis of postural stability

Postural stability analysis was performed with a portable strain gauge platform (AMTI AccuGait®, 44 × 500 × 500 mm, Advanced Mechanical Technology Inc., Watertown, MA, USA) and a specific software unit for stabilometry (Balance Trainer®; Advanced Mechanical Technology Inc., Watertown, MA, USA),^{20–24} following the same initial positioning protocol for all patients. Three stabilometry studies were completed for each patient and control: one with their eyes open (EO), another with their eyes closed (EC), and another while the patient performed a cognitive task (COG), consisting of counting backwards aloud from 100 to 0. The studies were all performed under similar lighting conditions.

Two studies of postural stability were performed on each patient. The first, before starting the dialysis session (pre-HD) and the second, at the end of the session (post-HD).

The platform and its analysis software had been previously used in other studies and were used as references to validate other postural stability analysis systems²⁵ (Fig. 1).

The platform was placed 2–3 m from a wall on which a black dot had been marked 1.5 m from the floor to fix the gaze on during the stabilometry data collection tests. On the first day of putting in place, we checked for possible interference with other nearby instruments, and to make sure that the floor was even and that the platform was stable. The platform was plugged into the electricity supply one hour before beginning the tracings on the study population. To confirm that the platform was properly calibrated, a tracing was made without a patient to check for any vibration that could interfere with data collection during the assessments.

The protocol followed to obtain the stabilometric variables was the same for each subject. The participants climbed onto the platform and the points that defined the standard support base were marked with a washable marker. These points are at the level of the ball of the first toe, the first metatarsophalangeal joint, the internal area of the heel, the external area

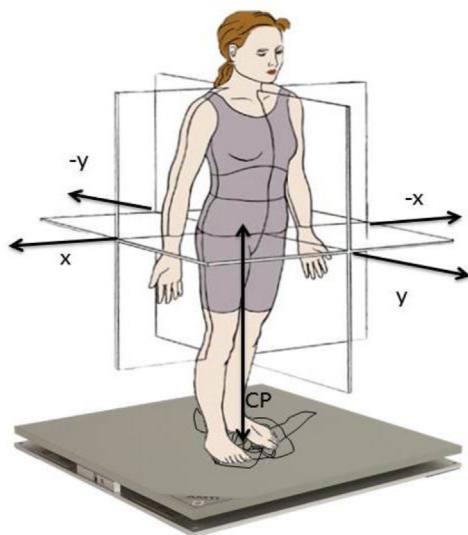


Fig. 1 – Displacement of the centre of pressure on a force platform when standing.

of the heel and the fifth metatarsophalangeal joint. The tracing with the Balance Trainer computer program[®] was then started. The points marked for each subject were pressed to trace their base of support. Next, calibration was carried out before each tracing; the patient climbed onto the platform placing their feet to line up with the marks and the tracing was started, selecting a frequency of 100 Hz/min.

The stability limits were expressed as the measure of the displacements (cm) from the centre of pressure (CoP) in the medial-lateral (X) and anterior-posterior (Y) axes, the area of the ellipse generated by the displacements of the CoP, with 95% confidence, and the velocities of displacement of the CoP. The computer program provides 31 variables depending on the displacement of the CoP. The CoP is defined as the point where the ground reaction forces under the feet are applied (Fig. 2). The balance variables used in the study were: Area95, AreaEffect, VyMax, Xrange and Yrange.

Statistical analysis

Sample size: accepting an alpha risk of 0.05 and a beta risk of 0.2 in a bilateral contrast, 29 subjects are required, as based on previous studies,^{10,12} the initial proportion of events is 0.27 and at the end 0.73. We estimated a loss to follow-up rate of 0%.

The main variables were: (1) the mean displacement of the CoP in the sagittal and lateral planes; (2) the mean velocity of these movements; and (3) the area that included the displacement of the CoP with a 95% confidence interval. These are all continuous quantitative variables (Table 1). We used these variables and the measurements before and after the HD session to compare postural balance between the control group and the study patients.

Sample study: once the database was built, it was debugged. The Kolmogorov-Smirnov test was used to determine whether or not the continuous variables followed

a normal distribution. The results were expressed as the mean $\pm$ the standard deviation.

The comparison of means between the control group and the patient group was carried out using the Student's t test for the normal quantitative independent variables. Categorical variables were expressed as percentages and compared using the χ^2 test.

The different consecutive measurements in each patient were compared using a paired t test or Dunnett's test, as appropriate.

Values of $p < 0.05$ were considered significant.

Statistical analysis was performed with the SPSS[®] 15.0 package (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

This study was approved by the Ethics Committee (Hospital Universitario Infanta Leonor-Hospital General Universitario Gregorio Marañón) with the title Balance disturbances in patients with chronic kidney disease on haemodialysis (HD); with protocol code: Hospital Universitario Infanta Leonor-18/001, protocol version 4.5 and version date 15 February 2018.

Results

The study was completed by 32 patients with a mean age of 68 years (13) [35–87]; 20 male and 12 female. Their mean weight was 74 (17) [51–130] kg, height 164 (7.8) cm and BMI 27.6 (5.3) [19.3–43.4] kg/m².

Thirteen (40.6%) had diabetes and 25 (78.1%) hypertension, 15 (46.9%) had a history of heart failure, 15 (46.9%) of dyslipidaemia, 4 (12.5%) of severe secondary hyperparathyroidism and 2 (6.3%) hypothyroidism. The mean time on renal replacement therapy was 9.3 (8.9) ^{1–17} years.

In the dialysis process on which the study was carried out, a Kt L of 58.0 (5.23) [50.9–68.00], Kt/V 1.87 (0.38) [1.22–3.01] and a total UF of 2,477.4 (943.3) [1,000–5,000] were obtained.

In terms of prescribed drugs, there were 20 patients (62.5%) on statins, 14 (43.8%) on antiplatelet drugs, 5 (15.6%) on dicoumarinics, 7 (21.9%) on OAD, 7 (21.9%) on insulin, 4 (12.5%) on antidepressants, 13 (40.6%) on benzodiazepines, 7 (21.9%) on diuretics, 24 (75%) on PPI, 10 (31.3 %) on allopurinol, 15 (46.9%) on antihypertensives, 6 (16.8%) on sedatives, 2 (6.3%) on thyroid hormone, 18 (56.3%) on vitamins, 21 (65.6%) on phosphorus binders, 2 (6.3%) on steroids, 13 (40.6%) on analgesics, 12 (37.5%) on vitamin D, 7 (21.9%) on antihistamines, 13 (40.6%) on calcimimetics, 8 (25%) on calcium resin and 9 (28.1%) on betablockers.

The result of the SF-36 quality of life test was 61.43 (19.85) [32.22–89]. Table 2 shows the results of the Delta test.

The control group consisted of five males and four females with no related disease, with a mean age of 60 (18) [32–68]. Age and sex were not significantly different from those of the patients.

Postural stability of HD patients compared to the control group in the three situations

Analysing the stabilometric parameters in the control group, no significant differences were found between the three situations studied.

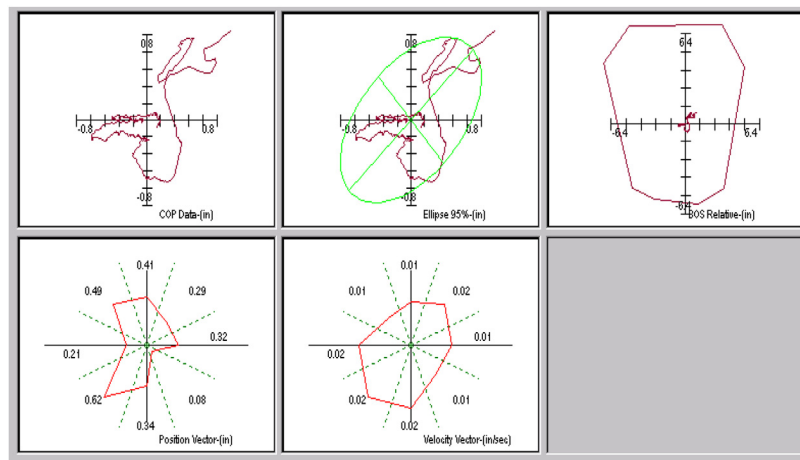


Fig. 2 – Example of the traces obtained from vector, length, surface and velocity analysis of the displacements of the centres of pressure along the anterior-posterior and medial-lateral axes.

Table 1 – Comparison of balance parameters in the controls and the patients in the six situations in which they were measured.

Measurement	Area95, cm ²		AreaEffect, cm ²		Xrange, cm		Yrange, cm		VyMax, cm/s	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Patients, n = 32										
Pre-HD EO	5.5434	3.86977	2.0241	1.34286	2.9388	1.03261	2.6312	1.12775	9.3641	5.53780
Pre-HD EC	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
Post-HD EO	6.9031	5.02202	2.4766	1.71101	3.3603	1.31494	3.2588	1.38465	11.1106	8.07977
Post-HD EC	13.2506	10.81846	4.9013	4.10468	4.3381	1.86953	4.7544	2.59090	19.4284	14.58531
Post-HD COG	6.2716	5.51139	2.2003	1.89761	3.3444	1.40023	2.9591	1.19762	12.0763	7.29004
Controls, n = 9										
EO	4.36889	1.341580	1.59000	0.400156	2.4811	0.46590	2.3311	0.48748	13.99444	13.076864
EC	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
Among controls ^a	NS		NS		NS		NS		NS	
Patients/controls ^b	p > 0.05		p > 0.05		NS		p > 0.05		NS	

COG: cognitive task; EC: eyes closed; EO: eyes open; NS: not significant; post-HD: after haemodialysis; pre-HD: prior to haemodialysis; SD: standard deviation.

Pair-wise multiple comparison between the main balance variables.

In bold: measurements with closed eyes, both before haemodialysis² and after⁵, were significantly higher among the patients. Measurements with eyes closed were significantly higher after haemodialysis than before.

^a In the controls, there were no significant differences in the stabilometry in the three situations studied.

^b Patients with their eyes closed had greater imbalance than controls: Yrange, AreaEffect and Area95.

The HD patients had greater loss of balance during the assessment of the test with EC compared to the controls: Yrange, AreaEffect and Area95 (Table 2). This difference was not significant in the tests performed with EO or COG.

In the HD patients, all the tests performed with EC, both in pre-HD and post-HD, showed a significantly greater loss of balance than the rest of the situations and among them, it was in post-HD and EC where the study's stabilometric variables showed a greater loss of balance. The descriptive values of the study variables according to the test conditions are detailed in Table 1.

Comparison of postural stability pre-HD and post-HD

The effect of dialysis on postural balance was evaluated and we found a significant increase in instability after dialysis. With EO there was a significant increase in Yrange values pre-HD 2.6 (1.1) and post-HD 3.3 (1.3) ($p < 0.05$), and in VyMax pre-HD 9.4 (5.5) and post-HD 15.1 (6.4) ($p = 0.035$). With EC, after dialysis there was a significant increase in the values for AreaEffect, pre-HD 3.1 (1.8) and post-HD 4.8 (4.1) ($p < 0.05$), and Area95, pre-HD 8.6 (5.7) and post-HD 12.9 (10) ($p < 0.05$). No significant differences were found in the variables analysed during COG.

Table 2 – Correlations between stabilometric parameters and falls with the SF-36 score.

		Area95, cm ²	VyMax, cm/s	AreaEffect, cm ²	Yrange, cm	Xrange, cm
SF-36	Pearson's correlation	–0.342	–0.433	–0.349	–0.430	–0.105
	p	0.055	0.013	0.051	0.014	0.569
	Falls	Mean	SD	Standard error of the mean		
SF-36	Yes	56.09	20.748	2.678		
	No	63.87	18.662	1.624		
	p	Mean difference	Standard error of the difference	95% confidence interval for the difference		
	0.010	–7.782	3.010	(–13.720 ; –1.844)		
Delta test		Frequency	Percentage	Valid percentage	Cumulative percentage	
Valid	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		

SD: standard deviation.
Significant relationships and the correlation coefficient are shown in bold.

Table 3 – Stability parameters in the patients with diabetes (n = 13) compared to those without diabetes (n = 19). Eyes closed post-haemodialysis.

	Diabetic	Mean	SD	p
AreaEffect, cm ²	Yes	6.7	3.4	0.028
	No	3.4	2.6	
Yrange, cm	Yes	5.8	3.2	0.049
	No	4.0	1.7	
Area95, cm ²	Yes	17.7	12.8	0.037
	No	9.6	7.9	
VyMax, cm/s	Yes	26.5	18.6	0.021
	No	14.5	8.5	

SD: standard deviation. Statistically significant differences are shown in bold.

Comorbidity, dialysis parameters, and length of time on dialysis in relation to postural stability

A significant increase in instability was found in haemodialysis patients who had diabetes (n = 13). Before dialysis, these patients presented a greater loss of balance with EC. After dialysis and with EC, instability in patients with diabetes increased significantly, as shown in Table 3.

The rest of the comorbidities studied were not related to balance.

The HD technique and data and the haemodynamic data were not associated with balance, except for Kt/V, which was associated in the EC and COG tests; this significance disappeared when corrected for weight.

Association between the patient's laboratory values and postural stability

Only four patients had hyponatraemia (Na < 136 mmol/l); these patients showed greater loss of balance in the pre-HD COG situation, 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; and AreaEffect: 2.27 (2.1) vs 0.95 (0.46), p = 0.009 respectively.

No significant correlation was found between the rest of the analytical values studied and the balance parameters.

Association of medication with postural stability

The drugs associated with greater imbalance parameters (EC + post-HD) were insulin, antiplatelet agents and betablockers. The differences in these parameters are shown in Table 4. Other drugs, such as statins, benzodiazepines, diuretics, PPI, allopurinol, antihypertensives, phosphorus binders, analgesics, vitamin D and cinacalcet, showed no association.

Risk of falls and stabilometric values

The incidence of falls was recorded in the six months following the assessment. Seven patients suffered one fall, three more than one, and 22 had no falls. Five patients required hospital care. All the patients who suffered falls had statistically significant (p < 0.05) greater loss of balance in the variables Yrange, Xrange, Area95 and AreaEffect than those who had no falls. The patients who fell had obtained significantly higher values in AreaEffect and YRange in the pre-HD EC test; these patients

Table 4 – Association of the stabilometric parameters with eyes closed and post-haemodialysis with the intake or not of drugs.

	n	Xrange, cm Mean ± SD	Yrange, cm Mean ± SD	AreaEffect, cm ² Mean ± SD	Area95, cm ² Mean ± SD	VyMax, cm/s Mean ± SD
Insulin						
Yes	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)
Betablockers						
Yes	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)
Anti-platelet agents						
Yes	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)

SD: standard deviation.

Statistically significant differences with $p < 0.05$ are shown in bold.

also obtained higher values with post-HD EC in the variables Xrange and Area95.

Relationship of quality of life with balance disorders

The quality of life assessment showed a significant inverse correlation ($p = 0.036$) between VyMax (EC + post-HD) and the SF-36 assessment (Table 2).

Discussion

In this study, we found that patients with CKD undergoing HD had greater postural instability than subjects in the control group. The instability was greater with EC and post-HD.

This study shows that the HD session has a negative effect on postural stability. The patients have greater instability after the session, although we are unable to specify what factor or factors may be involved. These findings were also demonstrated in the studies by Erken et al.¹⁰ and Magnard et al.,¹² while, using a different type of instrument for postural analysis in older patients on HD, other authors were not able to show that the HD session had a significant effect,¹³ although they were self-critical of their methodology.

The determination of postural instability using stabilometry and specifically by studying the displacements of the body CoP has been shown to be an objective, easy and reliable method to assess postural balance.²⁶ As demonstrated in the studies by Golriz et al.,^{25,27} in which they use the platform used in our study as a reference platform, not all the platforms used have the same accuracy.

The fact that postural stability worsens with EC could be due to the fact that proprioceptive sensitivity and/or vestibular function would be altered in patients with CKD on HD.²⁸ The dysfunction of the proprioceptive system could be explained by the peripheral neuropathy which is common in these patients, and that of the vestibular system by changes in body fluids that could affect the endolymph. Shin et al. showed that HD patients had poorer postural control than healthy control subjects, particularly while performing a cognitive task.¹⁴ These patients had a mean age of 48 years, clearly younger than that of our study. Age would be directly related to pre-HD postural instability and risk of falls.¹⁰ Our patients had a

mean age of 68 years with scant dispersion, making it difficult to assess this factor.

In these studies, other tests have been used to assess physical function in HD patients, such as the Short Physical Performance Battery,^{20,29} with time taken to stand up from a chair and sit down again, walking speed and balance tests, calculating a score with tests of physical or cognitive ability; HD patients with systolic blood pressure above 130 mmHg have been found to have better physical function than patients with normal blood pressure below said value. In our study, we found no significant relationship between peri-dialysis blood pressure and postural balance. These authors conclude that the goal of aggressive blood pressure control in HD patients should be reconsidered, particularly for those with a low functional level. In HD patients, poorer physical function could be due to their CKD, but also to aspects of the HD itself. The severity of the CKD and having a GFR between 20–70 ml/min is associated with poorer physical function (Short Physical Performance Battery).²⁰

In our study, postural instability was more marked in patients with diabetes. Patients with type 2 diabetes tend to have more stability problems and a higher risk of falls.²¹ As patients with diabetes may take more medication and have more problems with gait, peripheral neuropathy and impaired cognitive function, they belong to a sub-population requiring preventive measures to avoid falls.

In addition to the HD, these patients have other risk factors associated with postural instability, one of which is some of the drugs they are taking. HD patients are prescribed multiple medications. Of the drugs in our study associated with worse stabilometry, some were directly related to the nervous and muscular systems, but in others, the relationship was unclear. When prescribing new drugs for these polymedicated patients, the risk of affecting balance and increasing the risk of falls needs to be taken into account.

Hyponatraemia was a factor associated with greater postural instability in COG. The association between hyponatraemia and deterioration in brain functions has been clearly demonstrated.^{8,22} In fact, hyponatraemia can act as a direct toxin to the brain, causing encephalopathy. At the same time, there are situations in which the association between hyponatraemia and mortality is even greater, such as in cirrhosis

or heart failure, and which are also more prevalent in HD patients.²³ It has been suggested that the capacity for cognitive performance is limited and that using it may compromise its use for other functions, such as maintaining balance. One recent study²⁴ included 4,153 patients on HD. The mean age was 64.7 years, the patients were predominantly male (64.2%) and 34.8% had diabetes. Patients whose natraemia level was below 136 mEq/l had a higher independent risk of mortality than the rest (OR 1.62). In 2016, the Falls Committee at Hospital General Universitario Gregorio Marañón conducted a study to determine the effect of hyponatraemia (Na⁺, p < 135 mEq/l) on the risk of falling.³⁰ They carried out a case-control study on 207 selected patients, and concluded that having hyponatraemia quadruples the risk of falling compared to not having hyponatraemia, with an OR of 4.34 (1.37–6.00) and a Pearson's χ^2 of p < 0.004.

Falls are associated with postural instability and a high mortality rate.^{31,32} In our study, we found an association between some of the stabilometry data and falls. The observed incidence of falls, 0.63 falls/patient/year, was lower than that found by Desmet et al.,³² 1.18 falls/patient/year in HD patients, with a similar mean age of 70.9 years, and higher than that in individuals not on dialysis (0.32–0.7 falls/patient/year). Other studies have found a lower incidence of falls; 26.3% in 12 months.³³ Patients with falls had a 2.13-times greater risk of death than those with no falls. The difference in incidence most likely depends on the inclusion/exclusion criteria in the different studies. Falls in HD patients would be more common after dialysis (73%) than before (27%).³⁴ Suggested risk factors for falls include age, diabetes, the number of medications taken (some in particular, such as antidepressants) and poorer cognitive function. Roberts et al.³⁴ focused on possible autonomic nervous system dysfunction and orthostatic hypotension in relation to fluid shifts. The HD session could, in itself, influence the risk of falls, affecting strength and mobility.^{12,21} When we consider the consequences in terms of quality of life, associated morbidity and the reduction in life expectancy, the prevention of falls is of utmost concern.^{18,19}

Patients with more abnormal stabilometry parameters showed worse perceived quality of life in the SF-36 test. Postural instability creates insecurity and limitations in mobility, and this factor is likely to heavily influence a patient's perception of their quality of life.

The main limitation of this study is the small sample size. The scope of the study involved patients with the ability to maintain an upright position in the three situations studied. Many of the patients on HD in our setting are unable to mobilise or remain in an upright position independently. The Delta test shows that 26 of the 32 patients had a score of 0–9 and only one was above 16.

There is a variety of analytical methods for measuring instability, from the 1989 Berg scale to the use of the Wii™ Balance Board. We can classify the different methods into ordinal item scales, tests based on spatial-temporal measures, analysis of visual perception, or posturography through the use of force or pressure platforms. The validity of many of these tests has been studied and proven, and their limitations defined. The use of force platforms has been more limited owing to the high cost of the necessary equipment, but they are instruments with a high degree of reliability and precision

for quantifying possible balance disturbances. The body sway around the CoP in the lateral and anterior/posterior planes, the velocity of these movements, and the area covered by the CoP trajectory are some of the variables these platforms measure and which have been associated with postural instability and the risk of falls.^{35,36}

Stabilometry could be used to identify patients with a higher risk of falls, in order to apply prevention measures and early intervention, by way of exercise and improvements in the dialysis process.^{37,38}

Conclusions

Analysis of postural stability using a validated force platform shows that HD patients have poorer postural control than healthy individuals. Moreover, their postural balance is worsened by the effect of the HD session, compared to healthy individuals or controls, and even to themselves before undergoing the dialysis process. All of these differences are accentuated when performing the test with EC, or with another added factor, such as diabetes or hyponatraemia, or certain drugs.

Postural imbalance has a negative effect on patients' quality of life and can lead to falls and their potential adverse consequences. Detection and prevention tools therefore need to be applied to pre-empt such situations.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Heroux ME, Law TCY, Fitzpatrick RC, Blouin J-S-S. Cross-modal calibration of vestibular afference for human balance. *PLoS One*. 2015;10(4):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(4):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(11):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(1), 71.e1–71.e8.
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(6):540–6.
10. Erken E, Ozelsançak R, Sahin S, Yılmaz EE, Torun D, Leblebici B, et al. The effect of hemodialysis on balance measurements and risk of fall. *Int Urol Nephrol.* 2016;48(10):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(4):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(4):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(4):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(2):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(1):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(3):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(6):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(8):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(4):307–15.
 21. Balogun R, Yan G, Abdel-Rahman EM. Higher mortality with falls in hemodialysis patients. *Hemodial Int.* 2009.
 22. Moritz ML, Ayus JC. The pathophysiology and treatment of hyponatraemic encephalopathy: an update. *Nephrol Dial Transplant.* 2003;18(12):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(1):42–50. Available from: <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 Ther.* 2012;20(1):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(1):14.
 28. Doumas M, Krampe RT. Adaptation and reintegration of proprioceptive information in young and older adults' postural control. *J Neurophysiol.* 2010;104(4):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(3):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(1):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(6):1197–204.
 34. Roberts RR, Anne Kenny R, Brierley EJ. Are elderly haemodialysis patients at risk of falls and postural hypotension? *Int Urol Nephrol.* 2003;35(3):415–21.
 35. Painter P, Marcus RL. Assessing physical function and physical activity in patients with CKD. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2013;8(5):861–72.
 36. 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(2):171–8.
 37. Piirtola M, Era P. Force platform measurements as predictors of falls among older people - A review. *Gerontology.* 2006;52(1):1–16.
 38. Delgado C, Johansen KL. Deficient counseling on physical activity among nephrologists. *Nephron Clin Pract.* 2010;116(4):c330–6.

Factors associated with falls in hemodialysis patients: a case-control study

Ignacio Perez-Gurbindo¹

 <https://orcid.org/0000-0001-9938-7302>

Ana María Álvarez-Méndez¹

 <https://orcid.org/0000-0002-9796-7730>

Rafael Pérez-García²

 <https://orcid.org/0000-0001-7783-8280>

Patricia Arribas Cobo²

 <https://orcid.org/0000-0002-8069-7762>

María Teresa Angulo Carrere¹

 <https://orcid.org/0000-0001-5176-6418>

Objective: to identify possible associations between a higher probability of falls among hemodialysis patients and laboratory values, comorbidities, pharmacological treatment, hemodynamic changes, dialysis results and stabilometric alterations. **Method:** this was a retrospective case-control study with hemodialysis patients. Patients in a hemodialysis unit who had suffered one or more falls were included in the case group. Patients from the same unit who had not suffered falls were the controls. Data were gathered from the patients' clinical history and also from the results of a balance test conducted six months before the study. **Results:** thirty-one patients were included (10 cases and 21 controls). Intradialytic body weight change was significantly greater among cases ($p < 0.05$). Patients in the case group also presented greater lateral instability after dialysis ($p < 0.05$). Other factors such as high blood pressure, antihypertensives, beta-blockers, and lower heart rates were also associated with falls. **Conclusion:** a greater intradialytic weight change was associated with an increase in risk of falls. Nursing staff can control these factors to prevent the incidence of falls in dialysis patients.

Descriptors: Postural Balance; Accidental Falls; Renal Dialysis; Risk Factors; Body Weight Changes; Clinical Nursing Research.

¹ Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, Madrid, Madrid, Spain.

² Hospital Universitario Infanta Leonor, Servicio de Nefrología, Madrid, Madrid, Spain.

How to cite this article

Perez-Gurbindo I, Alvarez-Mendez AM, Perez-Garcia R, Arribas P, Angulo MT. Factors associated with falls in hemodialysis patients: a case-control study. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2021;29:e3505. [Access   ]; Available in:  . DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.5300.3505>

Introduction

Moderate to severe Chronic Kidney Disease (CKD) (stages 3-5) affects 6.8%-9.5% of the population⁽¹⁾ and involves the accumulation of waste substances such as uremic toxins, which cannot be eliminated due to impaired renal function. In Latin America the prevalence of patients treated with hemodialysis (HD) is 451 *per* million inhabitants⁽²⁾. In these circumstances, patients must undergo dialysis several times a week, with the aim of eliminating uremic toxins and excess fluids, as well as rebalancing the concentrations of ions and other substances, which affect the body's homeostasis. These biochemical alterations affect the functioning of organs and systems related to balance; in fact, hyponatremia, which affects 6%-29% of patients receiving HD⁽³⁾, has been associated with an increased risk of falls.

The excess liquid that must be extracted from patients varies depending on the weight gain that they experience in the interdialytic period and the difference between their calculated optimum weight or dry weight, which is defined as weight when there is no fluid excess or deficiency, without the presence of detectable peripheral edemas, with normal blood pressure, and with no postural hypotension. The excess volume is removed during dialysis, which lasts about 4 hours. The higher the weight gain, the higher the ultrafiltration rate required, resulting in an increased risk of hypotension during dialysis or postHD orthostatic hypotension⁽⁴⁻⁵⁾, both situations associated with greater morbidity and mortality in patients receiving HD⁽⁶⁻⁷⁾.

Therefore, HD produces hemodynamic changes and acute homeostasis, affecting postural control. Previous studies have observed that, after HD sessions, patients suffer changes in postural control⁽⁸⁻⁹⁾. Likewise, severe CKD, even when treated by HD, results in the progressive deterioration of structures involved in balance. One example is HD-related amyloidosis⁽¹⁰⁾, which affects joints such as the hip, which plays an important role in postural control in older adults⁽¹¹⁾. In addition, patients treated with HD usually have other comorbidities, which require treatment and in many cases lead to the polymedication of HD patients, which poses a greater risk of falls⁽¹²⁾.

Consequently, numerous factors may place HD patients' postural control at risk. Preventing falls in HD patients is essential, because the consequences in terms of quality of life, associated morbidity and reduction in life expectancy are very important⁽¹³⁻¹⁴⁾. The nursing staff in charge of our dialysis unit is responsible for connecting, supervising and disconnecting the dialyzed patient. In these processes, clinical situations can occur, which are already contemplated by protocols, given that greater postural instability is observed after the sessions. In turn, other subclinical situations possibly related to the factors

already mentioned continue to pose a risk, which keeps the incidence of falls high among our patients, at levels similar to those observed in prevalence studies, in which the incidence was between 1-1.6 falls *per* patient-year⁽¹⁵⁻¹⁶⁾.

The aim of this study was to identify possible associations between a higher probability of falls among hemodialysis patients and the laboratory values, comorbidities, pharmacological treatment, hemodynamic changes, dialysis results and stabilometric alterations.

Method

Study design

This was a retrospective case-control study with a ratio of 1 case/2 controls, with hemodialysis patients. The STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) guide for observational studies was followed, as recommended by the EQUATOR network.

Study location and period

The study was conducted in the hemodialysis unit of the Infanta Leonor University Hospital (HUIL), in Madrid (Spain), between January and October 2019.

Participants

The study was conducted with 31 patients: 10 cases and 21 controls matched by age, sex and years receiving dialysis treatment. Patients with prevalent CKD treated with HD three times a week were included and voluntarily agreed to participate in the study. Patients who presented central neurological pathologies, vestibular or visual alterations without optical correction, deformations of the locomotor system and those who could not remain standing were excluded.

Patients in the hemodialysis unit who had suffered one or more falls in the last 6 months and who reported this in the questionnaires administered monthly by the nursing staff were considered cases ($n=10$). Thus, the participants were unaware that the event "fall" was what categorized them as cases in the study. The controls ($n=21$) were patients from the same unit who did not report falls during the study period and they were also blind to this criterion. The nurses who had collected the data relative to falls were also unaware of this study.

Data collection

After the cases were recruited, the researchers reviewed the patients' medical records with their prior consent, using IBM's SPSS® (Statistics Package for the Social Sciences) to create a database with all the information. Laboratory values, medication, hemodynamic values during the dialysis sessions and session values

obtained by the dialyzer were analyzed. We also evaluated a balance study conducted 6 months earlier in these same patients, using an AMTI AccuGait force platform, previously validated by other study⁽¹⁷⁾. In this study, each patient underwent a stabilometry test before (preHD) and immediately after (postHD) the same dialysis session.

Variables

The researchers gathered the following information regarding the general characteristics of the patients: age, sex, body mass index (BMI) and years in renal replacement therapy.

Laboratory variables collected from the patients' medical records included sodium (mEq/L-milliequivalent *per* liter), potassium (mEq/L), calcium (mg/dL-milligrams *per* deciliter), phosphorus (mg/dL) and beta-2 microglobulin protein. The values of the most recent lab tests were considered. All of them were continuous variables.

The most frequent comorbidities in patients treated with HD were diabetes, high blood pressure (HBP) and heart disease. The number of medications each patient took simultaneously was counted and categorized according to criteria already described in the variable polymedication, which was considered positive if the patient took 4 or more drugs. These were all dichotomous categorical variables.

The HD variables recorded by the dialyzer at the start of the study and included in the analysis were total ultrafiltration (UF), Kt and Kt/v. UF is the fluid removed from the blood through the dialysis membrane. Kt and Kt/v are measures based on the urea kinetic model and have been classically used to express the dialysis dose and to estimate the efficacy of the dialyzer. Kt represents urea clearance (K) multiplied by the time of HD (t) and Kt/v is Kt divided by the volume (v) of urea distribution. All these factors were continuous quantitative variables.

Hemodynamic variables collected before and after HD were also analyzed. The following were recorded: 1) systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and pulse pressure; 2) heart rate; 3) dry weight, preHD weight and postHD weight. Changes and differences between preHD and postHD variables were calculated. All these factors were continuous quantitative variables.

The stabilometry variables studied as factors were extracted from a stabilometry study conducted with hemodialized patients 6 months prior to this study and all the patients that composed this sample were included. In this stabilometry study, the balance of patients was tested before and after HD, following the same protocol for all patients, which had been used previously in a similar study⁽¹⁸⁾. The tests were carried out by two people trained to handle the platform in an office prepared for

this purpose, where the lighting conditions were the same throughout the day. The variables analyzed were: 1) average displacement range of the center of pressure (CoP) on the Y axis (Y range) and X axis (X range) measured in cm (centimeter); 2) maximum and average velocity (V_{max}, V_{xmax} and V_{avg}) of these movements measured in cm/s (centimeter/second); and 3) the area that included the displacement of the CoP with 95% confidence (Area95) measured cm² (square centimeters). All these factors were continuous quantitative variables.

Data processing and analysis

After the database was built, it was cleansed. The Kolmogorov-Smirnov (K-S) test was used to determine whether continuous variables followed a normal distribution. The results of the continuous quantitative variables were expressed as mean ± standard deviation.

The comparison of means of the different quantitative factors between the cases and the controls was carried out using the Student's t-test or the Mann-Whitney test, according to the distribution presented by the analyzed variables. The comparison of the frequency of the different qualitative factors in the case and control groups was performed using the chi-square test (X²) for qualitative variables. P values <0.05 were considered significant in Pearson's test. The odds ratio (OR) was calculated, in addition to confidence intervals (CI) at 95%.

The area under the ROC (Receiver Operating Characteristic) curve was calculated to obtain the discriminatory cut-off point of the variable difference in weight between cases and controls. Youden's J statistic was calculated to determine the optimal cut-off point⁽¹⁹⁾. This index is defined by sensitivity + specificity-1. Its value can range from -1 to 1 and equals zero when the test values yield the same proportion of positive results in the control group and the case group, thus rendering the test useless. A value of 1 indicates a perfect test.

Statistical analysis was performed using IBM software® SPSS Statistics 15.0 Inc. Chicago, IL.

Ethical aspects

This study was approved by the Ethics Committee (HUIL-HGUGM) with the title "Balance disorders in patients with chronic kidney disease on hemodialysis (HD)", under protocol code: HUIL - 18/001; protocol version: 4.5 and version date: February 15, 2019.

Results

A total of 31 patients, 19 (61.3%) men and 12 (38.7%) women, participated in the study. No significant gender differences were found among the cases (6 men and 4

women) and the controls (13 men and 8 women). Table 1 shows the differences between cases and controls in terms of age, BMI, years treated with HD, laboratory variables, comorbidities and polymedication status. Participants in the case group were 10 times less likely to be hypertensive than the control group (OR= 0.105, 95%CI=0.02-0.71). A significant difference was observed between mean levels of beta-2 microglobulin between cases and controls, with a 95% confidence level, the mean levels of cases were 0.09-9.39 higher than controls (95%CI=0.09-9.39).

Table 1 - Differences in analytical variables and frequency of comorbidities between cases (falls) and controls (no falls) in hemodialysis patients (n=31) at the Nephrology Service of the Infanta Leonor University Hospital. Madrid, Spain, 2019

	Cases	Controls	
Age (years)	66.3 ± 11.78	71.43 ± 11.83	p [*] = 0.268
BMI (kg/m ²) [†]	28.66 ± 5.62	19.36 ± 43.3	p [*] = 0.857
Years in dialysis treatment	10.5 ± 9.19	7.53 ± 8.02	p [*] = 0.374
Analytical variables			
Sodium (mEq/L) [‡]	138.2 ± 2.9	139.29 ± 1.9	p [*] = 0.22
Potassium (mEq/L)	5.42 ± 0.77	4.95 ± 0.54	p [*] = 0.06
Calcium (mg/dL) [§]	8.46 ± 0.38	8.58 ± 0.5	p [*] = 0.51
Phosphorus (mg/dL)	4.87 ± 1.74	4.43 ± 1.09	p [*] = 0.39
Beta-2 microglobulin	31.74 ± 5.37	27 ± 6.16	p[*]= 0.046[*]

(continues...)

Table 2 - Frequency of polymedication and treatment with fall-risk increasing drugs among cases (falls) and controls (no falls) in patients (n=31) receiving hemodialysis at the Nephrology Service of the Infanta Leonor University Hospital. Madrid, Spain, 2019

Oral Antidiabetics	Cases	Controls	
Yes	2 (6.5%)	5 (16.1%)	p [*] = 0.81
No	8 (25.8%)	16 (51.6%)	
Antihypertensives	Case	Controls	p[*]= 0.007
Yes	8 (25.8%)	6 (19.4%)	
No	2 (6.5%)	15 (48.4%)	
Benzodiazepines	Case	Controls	p [*] = 0.88
Yes	4 (12.9%)	9 (29%)	
No	6 (19.4%)	12 (38.7%)	
Antidepressants	Case	Controls	p [*] = 0.74
Yes	1 (3.2%)	3 (9.7%)	
No	9 (29%)	18 (58.1%)	
Sedatives	Case	Controls	p [*] = 0.95
Yes	2 (6.5%)	4 (12.9%)	
No	8 (25.8%)	17 (54.8%)	
Antihistamines	Case	Controls	p [*] = 0.81
Yes	2 (6.5%)	5 (16.1%)	
No	8 (25.8%)	16 (51.6%)	

(continues on the next page...)

	Cases	Controls	
Comorbidities			
Diabetes	Cases	Controls	p [*] = 0.88
Yes	4 (12.9%)	9 (29%)	
No	6 (19.4%)	12 (38.7%)	
HBP	Case	Controls	p[*]= 0.012[*]
Yes	5 (16.1%)	19 (61.3%)	
No	5 (16.1%)	2 (6.5%)	
Heart Disease	Cases	Controls	p [*] = 0.097
Yes	7 (22.6%)	8 (25.8%)	
No	3 (9.7%)	13 (41.9%)	

*p = Level of significance; [†]BMI = Body mass index (kg/m² = Kilogram/square meter); [‡]mEq/L = Milliequivalent/liter; [§]mg/dL = Milligram/deciliter; ^{||}HBP = High blood pressure

Although there was no difference in the distribution of the polymedication variable between cases and controls, we analyzed possible differences in the main groups of drugs in terms of falls. The contingency tables for each group and their significance are presented in Table 2. Participants in the case group were 10 times more likely to use antihypertensive drugs than those in the control group (OR=10, 95%CI=1.63 - 61.46). Likewise, the cases were 9 times more likely to use β 2 antagonists than the controls (OR=9, 95%CI=1.55-52.27). Distribution in diuretic therapy showed significant differences, although it was not possible to calculate the odds ratio because there were no patients in the case group treated with diuretics.

Oral Antidiabetics	Cases	Controls	
β2 Antagonists	Case	Controls	
Yes	6 (19.4%)	3 (9.7%)	p = 0.009
No	4 (12.9%)	18 (58.1%)	
Polymedication	Case	Controls	
Yes	1 (3.2%)	5 (16.1%)	p = 0.363
No	9 (29%)	16 (51.6%)	

*p = Level of significance

We analyzed the distribution of HD variables as recorded by the dialysis machine, in addition to the hemodynamic values of blood pressure, heart rate and

weight recorded by the nursing team before and after dialysis. Table 3 presents the results.

Table 3 - Differences in dialysis and hemodynamic session variables between cases (falls) and controls (no falls) in hemodialysis patients (n=31) at the Nephrology Service of the Infanta Leonor University Hospital. Madrid, Spain, 2019

Hemodialysis (HD) session variables	Cases	Controls	
UF*	2801.9 ± 764.28	2384.37 ± 976.17	p = 0.251
Kt†	57.16 ± 4.94	58.4 ± 5.45	p = 0.567
Kt/v‡	1.79 ± 0.3	1.92 ± 0.42	p = 0.375
Hemodynamic variables			
SBP preHD [¶] (mmHg)	135.25 ± 20.17	139.65 ± 27.2	p = 0.88
DBP ^{**} preHD [¶] (mmHg)	70.66 ± 14.26	70.35 ± 10.97	p = 0.95
SBP postHD ^{††} (mmHg)	129.22 ± 27.67	138.95 ± 21.61	p = 0.31
DBP ^{**} postHD ^{††} (mmHg)	69.22 ± 13.53	73.1 ± 12.16	p = 0.45
HR ^{‡‡} preHD [¶] (bpm ^{§§})	71.6 ± 9.86	79.09 ± 13.45	p = 0.13
HR ^{‡‡} postHD ^{††} (bpm ^{§§})	72.1 ± 8.67	81.24 ± 12.27	p = 0.044
PreHD weight ^{¶¶} (kg)	79.1 ± 13.82	71.62 ± 21.16	p = 0.32
PostHD weight ^{†††} (kg)	76.76 ± 13.54	70.01 ± 20.69	p = 0.36
Intradialysis weight difference (kg)	2.34 ± 0.88	1.61 ± 0.89	p = 0.042

*UF = Ultrafiltration; *p = Level of significance; †Kt = Urea clearance multiplied by dialysis time; ‡Kt/v = Kt divided by the volume of distribution of urea; ^{||}SBP = Systolic blood pressure; [¶]preHD = Pre dialysis; ^{**}DBP = Diastolic blood pressure; ^{††}PostHD = Post dialysis; ^{‡‡}HR = Heart rate; ^{§§}bpm = Beats per minute; ^{||||}kg = kilogram

An ROC curve was used to find the discriminatory cut-off point between cases and controls in terms of the variable of intradialytic weight change. The area under the curve was 0.721, with a CI of 95%CI (0.526-0.917). The cut-off point was set at 1.1 kg, 1.9 kg and 2.7 kg, which resulted in a sensitivity of 100%, 70% and 40%, respectively and a specificity of 28.6%, 66.7% and 95.2%, respectively. The Youden index (J=0.367) indicated that the point that determined the highest sensitivity and specificity together was 1.9 kg.

Table 4 presents the means of cases and controls in terms of the variables obtained in the balance test, performed before and after the same dialysis session. This group of variables did not present a normal distribution (K-S p<0.05), so the Mann-Whitney U test was used to assess whether there were significant differences between cases and controls.

Table 4 - Differences produced by hemodialysis in the stabilometric variables between cases (falls) and controls (no falls) in patients (n=31) treated with hemodialysis at the Nephrology Service of the Infanta Leonor University Hospital. Madrid, Spain, 2019

Stabilometry variables		Case	Controls	
X range	PreHD [*]	3.58 ± 1.62	3.02 ± 1.12	p [†] = 0.091
	PostHD [‡]	4.25 ± 2.27	3.43 ± 1.74	p [†] = 0.162
Y range	PreHD [*]	3.76 ± 1.54	2.85 ± 1.21	p[†]= 0.012[*]
	PostHD [‡]	4.22 ± 2.41	3.43 ± 1.74	p [†] = 0.113
V x max	PreHD [*]	11.83 ± 6.56	9.76 ± 4.69	p [†] = 0.130
	PostHD [‡]	14.53 ± 9.45	11.26 ± 5.45	p [†] = 0.336
V y max	PreHD [*]	14.76 ± 8.81	10.78 ± 7.93	p[†]= 0.022[*]
	PostHD [‡]	17.48 ± 13.09	12.97 ± 9.88	p [†] = 0.101
Mean V	PreHD [*]	3.87 ± 2.32	3.13 ± 1.95	p [†] = 0.137
	PostHD [‡]	4.25 ± 2.92	3.39 ± 1.91	p [†] = 0.150
Area 95	PreHD [*]	8.78 ± 6.96	5.73 ± 4.25	p [†] = 0.066
	PostHD [‡]	11.65 ± 11.04	7.43 ± 6.07	p [†] = 0.308

*PreHD = Pre dialysis; [†]p = Level of significance; [‡]PostHD = Post dialysis; [§]CI = Confidence interval; ^{||}V = Velocity

The controls presented significant differences (p<0.05) in the PreHD and PostHD data for all the stabilometric variables, except for V x max. In contrast, the differences related to HD among the cases were not significant (p>0.05) for any of the variables.

Discussion

This case-control study describes is the first of its kind to describe intradialytic weight change as a factor associated with falls in dialysis patients. The study showed that patients in HD who suffer from falls have greater intradialytic weight changes. When patients arrive at the HD session, they are weighed by the nursing staff, who determine if there is excess weight relative to their reference weight or dry weight. The greater the weight difference, the greater the volume of liquid that should be removed. This usually occurs in patients who do not have good adherence to treatment or dietary guidelines⁽²⁰⁾. The session lasts an average of 4 hours, so to remove a greater volume, a higher ultrafiltration rate must be used, which can generate a greater risk of intradialytic hypotension⁽²¹⁾ and orthostatic hypotension⁽²²⁾. Previous studies have related these events with falls, and this study directly demonstrated that intradialytic weight change is a factor related to the risk of falls. Falls are factors of poor prognosis in patients who receive dialysis⁽¹⁴⁾ and after observing an incidence of falls of 32%, similar to the 37% described in a recent study⁽²³⁾, it would be interesting to analyze the ability to prevent falls in

patients whose intradialytic weight change is greater than 1.9 kg via prevention protocols.

Based on the other results of this study, patients receiving dialysis who fall also had significantly lower heart rates after HD than the controls. Physiologically, heart rate is supposed to increase when volemia decreases. If this does not occur, brain perfusion may be affected. The decrease in cardiac stimulus may be due to patients' medication and in fact, this study found that patients receiving HD and who fall are more often treated with beta-blockers, which is consistent with the fact that these drugs are included into the group of those that increase the risk of falls⁽²⁴⁾. However, the association between postHD heart rate and beta-blocker treatment was not statistically significant, so this hypothesis was ruled out. It seems likely that patients with a limited chronotropic response due to intrinsic or extrinsic causes are at greater risk of falls when undergoing HD.

As for the other drugs analyzed here, all belonging to the group of medications that increase the risk of falls, it was observed that patients who fell took antihypertensives more frequently than those in the control group. These findings are based on the association between lower preHD blood pressure values and increased risk of hypotension⁽²⁵⁾ and falls⁽²⁶⁾.

Regarding laboratory values, dialysis patients with a history of falls had higher levels of beta-2 microglobulin. Increased levels of this protein are due to the passing of time in renal replacement therapy: after 15 years receiving HD, about 80% of patients present with dialysis-related amyloidosis⁽¹⁰⁾, which can affect structures related to

motor ability such as joints or the central nervous system. In our study, the involvement of these structures was not assessed since they had not been systematically analyzed and were not included in the patients' medical history. The relationship between amyloid deposits and falls has been observed in patients with Parkinson's disease⁽²⁷⁾. However, to date, a relationship between falls and elevated beta-2 microglobulin or dialysis-associated amyloidosis levels had not been described, at least not in the studies we found. For this reason, we believe that it is necessary to conduct further prospective studies to acquire in-depth knowledge about this relationship.

On comparing the results of the balance tests of the cases and controls, patients who had suffered falls presented greater preHD instability than controls. This preHD alteration was observed in the anteroposterior direction and presented significantly higher values in terms of the range and velocity of movement of the center of pressure (CP). These results are similar to those found by other studies that analyzed patient balance in between dialysis sessions. A recent study found that higher velocity of CP movement was associated with falls⁽²⁸⁾; in the present study, patients in the case group also had higher velocity of CP movement, but specifically in anteroposterior displacements. A previous study found a similar result, describing anteroposterior velocity as a fundamental stabilometric variable related to increased risk of falls⁽²⁹⁾.

After dialysis, both cases and controls experienced an increase in the ranges, speeds and area of displacement of the CP, indicating the acute effect of HD on postural balance. This effect of HD was consistent with the results of other study⁽⁹⁾ and it used a similar methodology. Unlike another study⁽¹⁸⁾ which observed an increase in postHD lateral range associated with a higher risk of falls, in our study, we found no significant differences between cases and controls in postHD range and speed of CP movement, although the recorded instability remained higher among patients who had suffered falls. The fact that the increased postHD instability recorded among cases was not statistically significant for any of the stabilometric variables makes us think that the alterations that can result in falls do not improve in the periods between sessions. For this reason, future studies should determine the circumstances of falls, and whether these patients present hemodynamic or biochemical alterations in their daily lives more frequently.

The results shown here can help underpin a review of disconnection and discharge protocols of dialysis sessions, which are the responsibility of a HD unit's nursing staff. This line of research could help test protection and surveillance measures for at-risk patients and verify

their effectiveness in order to avoid falls and their consequences.

Limitations of this study include mainly its retrospective methodology. The time between assessments and the fall that defined the cases varied within the 6-month period considered in this study. Furthermore, the fall that defined a case was always outside the hospital and in the period between sessions, but the circumstances and the exact time of the falls were not taken into account.

Conclusion

This case-control study identified some factors that dialysis unit nurses can pay attention to in order to reduce the postHD incidence of falls. Patients treated with HD who suffer falls are usually hypertensive, take antihypertensives [angiotensin-converting enzyme inhibitor (ACEI) or angiotensin II receptor antagonist (ARA II)] and beta-blockers, have elevated serum beta-2 levels microglobulin, and present anteroposterior instability. Unlike the controls, the patients who had a history of falls presented greater intradialytic weight change. Furthermore, the cases also presented lateral instability and a lower heart rate at the end of dialysis than the controls.

References

1. Hill NR, Fatoba ST, Oke JL, Hirst JA, O'Callaghan CA, Lasserson DS, et al. Global prevalence of chronic kidney disease - A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2021 Jun 28];11(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27383068/>
2. Gonzalez-Bedat MC, Rosa-Diez GJ, Fuentes AF, Sola L. International Society of Nephrology Global Kidney Health Atlas: structures, organization, and services for the management of kidney failure in Latin America. *Kidney Int Suppl.* 2021;11(2):e35-46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.kisu.2021.01.005>
3. Rhee CM, Ayus JC, Kalantar-Zadeh K. Hyponatremia in the Dialysis Population [Internet]. *Kidney Int Rep.* 2019 [cited 2021 Jun 28];4(6):769-80. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6551474/>
4. Kramer H, Yee J, Weiner DE, Bansal V, Choi MJ, Brereton L, et al. Ultrafiltration Rate Thresholds in Maintenance Hemodialysis: An NKF-KDOQI Controversies Report. *Am J Kidney Dis.* 2016 Oct 1;68(4):522-32. doi: <http://doi.org/10.1053/j.ajkd.2016.06.010>
5. Sars B, Van Der Sande FM, Kooman JP. Intradialytic Hypotension: Mechanisms and Outcome. *Blood Purif* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2021 Jun 28];49(1-2):158-67. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7114908/>

6. Juraschek SP, Taylor AA, Wright JT, Evans GW, Miller ER, Plante TB, et al. Orthostatic Hypotension, Cardiovascular Outcomes, and Adverse Events: Results from SPRINT. Hypertension [Internet]. 2020 [cited 2021 Jun 28];75(3):660-7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7261502/>
7. Kanbay M, Ertuglu LA, Afsar B, Ozdogan E, Siriopol D, Covic A, et al. An update review of intradialytic hypotension: Concept, risk factors, clinical implications and management [Internet]. Clin Kidney J. 2020 [cited 2021 Jun 28];13(6):981-93. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7769545/>
8. Shin S, Chung HR, Fitschen PJ, Kistler BM, Park HW, Wilund KR, et al. Postural control in hemodialysis patients. Gait Posture [Internet]. 2014 Feb [cited 2021 Jun 28];39(2):723-7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3946821/>
9. 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 [Internet]. 2015 Oct 1 [cited 2021 Jun 28];19(4):553-61. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/hdi.12307>
10. Tagami A, Tomita M, Adachi S, Tsuda K, Yamada S, Chiba K, et al. Epidemiological survey and risk factor analysis of dialysis-related amyloidosis including destructive spondyloarthropathy, dialysis amyloid arthropathy, and carpal tunnel syndrome. J Bone Miner Metab [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2021 Mar 21];38(1):78-85. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00774-019-01028-6>
11. Chen X, Qu X. Age-Related Differences in the Relationships Between Lower-Limb Joint Proprioception and Postural Balance. Hum Factors [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2021 Jun 28];14(4):702-11. Available from: <https://doi.org/10.1177/0018720818795064>
12. Zaninotto P, Huang YT, Di Gessa G, Abell J, Lassale C, Steptoe A. Polypharmacy is a risk factor for hospital admission due to a fall: evidence from the English Longitudinal Study of Ageing. BMC Public Health [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2021 Jun 28];20(1). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7690163/>
13. Bowling CB, Bromfield SG, Colantonio LD, Gutiérrez OM, Shimbo D, Reynolds K, et al. Association of reduced eGFR and albuminuria with serious fall injuries among older adults. Clin J Am Soc Nephrol [Internet]. 2016 [cited 2021 Jun 28];11(7):1236-43. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4934847/>
14. Song YH, Cai GY, Xiao YF, Chen XM. Risk factors for mortality in elderly haemodialysis patients: A systematic review and meta-analysis. BMC Nephrol [Internet]. 2020 Aug 31 [cited 2021 Apr 4];21(1):377. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7457491/>
15. López-Soto PJ, De Giorgi A, Senno E, Tiseo R, Ferraresi A, Canella C, et al. Renal disease and accidental falls: A review of published evidence [Internet]. BMC Nephrology. 2015 [cited 2021 Jun 30];16(. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4625452/>
16. van Loon IN, Joosten H, Iyasere O, Johansson L, Hamaker ME, Brown EA. The prevalence and impact of falls in elderly dialysis patients: Frail elderly Patient Outcomes on Dialysis (FEPOD) study. Arch Gerontol Geriatr [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2021 Jun 30];83:285-91. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167494319301244?via%3Dihub>
17. Golriz S, Hebert JJ, Foreman KBB, Walker BF. The validity of a portable clinical force plate in assessment of static postural control: concurrent validity study. Chiropr Man Ther. 2012;20(1):15. doi: <http://doi.org/10.1186/2045-709X-20-15>
18. Zanutto T, Mercer TH, Linden ML va. der, Traynor JP, Doyle A, Chalmers K, et al. Association of postural balance and falls in adult patients receiving haemodialysis: A prospective cohort study. Gait Posture [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2021 Jun 30];82:110-7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32911095/>
19. Martínez-Cambor P, Pardo-Fernández JC. The Youden Index in the Generalized Receiver Operating Characteristic Curve Context. Int J Biostat. 2019 Apr;15(1). doi: <http://doi.org/10.1515/ijb-2018-0060>
20. Ipema KJR, Kuipers J, Westerhuis R, Gaillard CAJM, Van Der Schans CP, Krijnen WP, et al. Causes and Consequences of Interdialytic weight gain. Kidney Blood Press Res [Internet]. 2016 Oct 1 [cited 2021 Jun 28];41(5):710-20. Available from: <https://www.karger.com/Article/Pdf/450560>
21. Thongdee C, Phinyo P, Patumanond J, Satirapoj B, Spilles N, Laonapaporn B, et al. Ultrafiltration rates and intradialytic hypotension: A case-control sampling of pooled haemodialysis data. J Ren Care [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2021 Jun 28];47(1):34-42. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jorc.12340>
22. Keane DF, Raimann JG, Zhang H, Willetts J, Thijssen S, Kotanko P. The time of onset of intradialytic hypotension during a hemodialysis session associates with clinical parameters and mortality. Kidney Int [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2021 Jun 28];99(6):1408-17. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8165353/>
23. Carvalho TC, Dini AP. Risk of falls in people with chronic kidney disease and related factors. Rev. Latino-Am. Enfermagem [Internet]. 2020 [cited 2021 Jun 30];28:1-8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7282714/>
24. Lee J, Negm A, Peters R, Wong EKC, Holbrook A. Deprescribing fall-risk increasing drugs (FRIDs) for the

prevention of falls and fall-related complications: a systematic review and meta-analysis [Internet]. *BMJ Open*. 2021 [cited 2021 Jun 28];11(2):e035978. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7878138/>

25. Sands JJ, Usvyat LA, Sullivan T, Segal JH, Zabetakis P, Kotanko P, et al. Intradialytic hypotension: Frequency, sources of variation and correlation with clinical outcome. *Hemodial Int*. 2014 Apr;18(2):415-22. doi: <http://doi.org/10.1111/hdi.12138>

26. 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* [Internet]. 2006 [cited 2021 Jun 28];1(6):1197-204. Available from: <https://cjasn.asnjournals.org/content/1/6/1197.long>

27. Keleman A, Wisch JK, Bollinger RM, Grant EA, Benzinger TL, Morris JC, et al. Falls Associate with Neurodegenerative Changes in ATN Framework of Alzheimer's Disease. *J Alzheimer's Dis* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jun 30];77(2):745-52. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7580016/>

28. Zanotto T, Gobbo S, Bullo V, Vendramin B, Roma E, Duregon F, et al. Postural balance, muscle strength, and history of falls in end-stage renal disease patients living with a kidney transplant: A cross-sectional study. *Gait Posture* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2021 Jun 30];76:358-63. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636219318016?via%3Dihub>

29. Magnard J, Hristea D, Lefrancois 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* [Internet]. 2014 [cited 2021 Jun 30];40(4):723-6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636214006456?via%3Dihub>

Authors' contribution:

Study concept and design: Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, María Teresa Angulo Carrere.

Obtaining data: Ignacio Perez-Gurbindo, Rafael Pérez-García, Patricia Arribas Cobo. **Data analysis and**

interpretation: Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Rafael Pérez-García, Patricia Arribas Cobo, María Teresa Angulo Carrere. **Statistical analysis:**

Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Rafael Pérez-García, María Teresa Angulo Carrere. **Drafting the**

manuscript: Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Patricia Arribas Cobo, María Teresa Angulo Carrere. **Critical review of the manuscript as to its**

relevant intellectual content: Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Rafael Pérez-García, Patricia Arribas Cobo, María Teresa Angulo Carrere.

All authors approved the final version of the text.

Conflict of interest: the authors have declared that there is no conflict of interest.

Received: Mar 11th 2021
Accepted: Sep 6th 2021

Associate Editor:
Maria Lúcia do Carmo Cruz Robazzi

Copyright © 2021 Revista Latino-Americana de Enfermagem
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons (CC BY).

This license lets others distribute, remix, tweak, and build upon your work, even commercially, as long as they credit you for the original creation. This is the most accommodating of licenses offered. Recommended for maximum dissemination and use of licensed materials.

Corresponding author:
Ignacio Perez-Gurbindo
E-mail: iperezgurbindo@ucm.es
 <https://orcid.org/0000-0001-9938-7302>

Fatores associados às quedas em pacientes de hemodiálise: um estudo caso-controle

Ignacio Perez-Gurbindo¹

 <https://orcid.org/0000-0001-9938-7302>

Ana María Álvarez-Méndez¹

 <https://orcid.org/0000-0002-9796-7730>

Rafael Pérez-García²

 <https://orcid.org/0000-0001-7783-8280>

Patricia Arribas Cobo²

 <https://orcid.org/0000-0002-8069-7762>

María Teresa Angulo Carrere¹

 <https://orcid.org/0000-0001-5176-6418>

Objetivo: identificar a possível associação entre valores laboratoriais, comorbidades, tratamento farmacológico, alterações hemodinâmicas, resultado da diálise e alterações estabilométricas com uma maior probabilidade de quedas em pacientes de hemodiálise. **Método:** estudo caso-controle retrospectivo em pacientes de hemodiálise. Foram analisados os casos de pacientes de uma unidade de hemodiálise que sofreram uma ou mais quedas. Os controles foram pacientes da mesma unidade que não sofreram quedas. Os dados foram obtidos a partir do histórico clínico dos pacientes e, também, de um teste de equilíbrio realizado seis meses antes nesses pacientes. **Resultados:** 31 pacientes foram avaliados (10 casos e 21 controles). A alteração de peso durante a diálise foi significativamente maior no grupo de pessoas que sofreu uma queda ($p < 0,05$). Pacientes que sofreram queda apresentaram maior instabilidade lateral após a diálise ($p < 0,05$). Outros fatores, como hipertensão, anti-hipertensivos, betabloqueadores e frequência cardíaca mais baixa, também foram associados às quedas. **Conclusão:** uma maior alteração do peso intradiálítico está relacionada a um maior risco de quedas. O controle desses fatores pela equipe de enfermagem poderia prevenir a incidência de quedas em pacientes em diálise.

Descritores: Equilíbrio Postural; Acidentes por Queda; Diálise Renal; Fatores de Risco; Alterações no Peso Corporal; Pesquisa em Enfermagem Clínica.

¹ Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, Madrid, Madrid, Espanha.

² Hospital Universitario Infanta Leonor, Servicio de Nefrología, Madrid, Madrid, Espanha.

Como citar este artigo

Perez-Gurbindo I, Alvarez-Mendez AM, Perez-Garcia R, Arribas P, Angulo MT. Factors associated with falls in hemodialysis patients: a case-control study. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2021;29:e3505. [Access   ]; Available in:  . DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.5300.3505>

Introdução

A Doença Renal Crônica (DRC) moderada a grave (graus 3-5), que afeta de 6,8 a 9,5% da população⁽¹⁾, envolve o acúmulo de substâncias residuais, como toxinas urêmicas, que não podem ser eliminadas devido ao comprometimento da função renal. Na América Latina a prevalência de pacientes de hemodiálise (HD) é de 451 por milhão de habitantes⁽²⁾. Nessas circunstâncias, o paciente precisa realizar diálise várias vezes por semana, a fim de eliminar as toxinas urêmicas e o excesso de líquidos, bem como reequilibrar as concentrações de íons e outras substâncias que afetam a homeostase do organismo. Essas alterações bioquímicas afetam o funcionamento de órgãos e os sistemas relacionados ao equilíbrio; na verdade, a hiponatremia, que afeta entre 6 e 29% dos pacientes de HD⁽³⁾, é um fator associado a um maior risco de quedas.

O excesso de líquido que deve ser extraído do paciente varia, dependendo do ganho de peso que ele sofreu no período entre as diálises e da diferença desse valor e o seu peso ideal calculado ou peso seco, que é definido como o peso alcançado quando não há excesso ou deficiência de líquidos, sem a presença de edema periférico detectável, com pressão arterial normal e sem hipotensão postural. Esse excesso de volume deve ser retirado durante a diálise, que dura cerca de 4 horas. Quanto maior o ganho de peso maior a velocidade de ultrafiltração necessária, resultando em um risco aumentado de hipotensão durante a diálise ou hipotensão ortostática pós-sessão⁽⁴⁻⁵⁾, sendo ambas as situações associadas a uma maior morbimortalidade em pacientes de HD⁽⁶⁻⁷⁾.

A HD produz agudas alterações hemodinâmicas e na homeostase que afetam o controle postural. Estudos anteriores observaram que, após uma sessão de HD, os pacientes apresentaram alterações no controle postural⁽⁸⁻⁹⁾. Além disso, a DRC grave, mesmo sendo tratada por HD, leva à deterioração progressiva das estruturas envolvidas no equilíbrio. Um exemplo é a amiloidose relacionada à HD⁽¹⁰⁾, que afeta articulações, como as do quadril, que tem um papel importante no controle postural em pessoas idosas⁽¹¹⁾. Além disso, os pacientes de HD geralmente apresentam outras comorbidades que requerem tratamento e que, em muitos casos, fazem com que os pacientes de HD sejam polimedicados, implicando em maior risco de quedas⁽¹²⁾.

Consequentemente, são muitos os fatores que podem representar um risco para o controle postural do paciente em tratamento de HD. A prevenção de quedas em pacientes de HD é fundamental, pois as consequências em termos de qualidade de vida, morbidade associada e redução da expectativa de vida são muito importantes⁽¹³⁻¹⁴⁾. A equipe de enfermagem responsável pela unidade de diálise estudada é responsável por conectar, supervisionar

e desconectar o paciente em diálise. Nesses processos, podem ocorrer situações clínicas já contempladas pelos protocolos que, após a sessão, geram maior instabilidade postural nos pacientes. Por outro lado, outras situações subclínicas possivelmente relacionadas aos fatores já citados continuam a representar uma situação de risco, o que mantém elevada a incidência de quedas em nossos pacientes, em níveis semelhantes aos observados em estudos de prevalência, nos quais a incidência foi entre 1 e 1,6 quedas por paciente por ano⁽¹⁵⁻¹⁶⁾.

O objetivo deste estudo foi identificar a possível associação entre valores laboratoriais, comorbidades, tratamento farmacológico, alterações hemodinâmicas, resultado da diálise e alterações estabilométricas com uma maior probabilidade de quedas em pacientes de hemodiálise.

Método

Desenho do estudo

Estudo retrospectivo de caso-controle com relação de 1 caso/2 controles, em pacientes em tratamento com hemodiálise. Foi seguido o roteiro STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*) para estudos observacionais recomendado pela rede EQUATOR.

Local e período do estudo

Unidade de Hemodiálise do Hospital Universitário Infanta Leonor (HUIL) em Madrid (Espanha), de janeiro a outubro de 2019.

Participantes

O estudo foi realizado com 31 pacientes, 10 casos e 21 controles, pareados por idade, sexo e anos em tratamento de diálise. Foram incluídos pacientes com DRC prevalente, em tratamento de HD três vezes por semana e que aceitaram participar voluntariamente do estudo. Foram excluídos aqueles que apresentavam patologias neurológicas centrais, alterações vestibulares ou visuais sem correção óptica, deformações do sistema locomotor e os que não conseguiam permanecer em pé.

Foram considerados casos (n=10) os pacientes da unidade de hemodiálise que sofreram uma ou mais quedas nos últimos 6 meses, conforme relatado nos questionários que a equipe de enfermagem aplica mensalmente aos pacientes da unidade. Sendo assim, eles não sabiam que o evento da queda os categorizava como casos no estudo. Os controles (n=21) foram pacientes da mesma unidade que não relataram quedas no mesmo período, fato que também não lhes foi informado. As enfermeiras que coletaram os dados das quedas também desconheciam a elaboração deste estudo.

Coleta de dados

Concluído o recrutamento dos casos, o histórico clínico dos pacientes foi examinado, com seu consentimento prévio, utilizando-se o pacote estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) da empresa IBM®, a fim de criar um banco de dados com todas as informações. Foram analisados os valores analíticos, medicamentos, valores hemodinâmicos durante as sessões de diálise e os valores das sessões obtidos pelo dialisador. Também foi avaliado um estudo de equilíbrio realizado, 6 meses antes, nesses mesmos pacientes, utilizando uma plataforma de força AMTI AccuGait, utilizada anteriormente em outro estudo para sua validação⁽¹⁷⁾. Neste estudo, cada paciente foi submetido a um teste de estabilometria antes (pré-HD) e imediatamente depois (pós-HD) da mesma sessão de diálise.

Variáveis

Foram coletadas as características gerais dos pacientes em termos de idade, sexo, índice de massa corporal (IMC) e anos de terapia de substituição renal.

As variáveis analíticas coletadas do histórico clínico incluíram sódio (mEq/l-miliequivalente por litro), potássio (mEq/l), cálcio (mg/dl-miligramas por decilitro), fósforo (mg/dl) e a proteína beta-2-microglobulina. Os valores foram retirados da análise mais próxima ao início do estudo. Todas são variáveis contínuas.

As comorbidades mais frequentes registradas em pacientes em tratamento de HD foram agrupadas em: diabetes, hipertensão arterial (HTA) e cardiopatias. A quantidade de medicamentos que cada paciente tomava simultaneamente foi contabilizada e categorizada conforme os critérios já descritos na variável polifarmácia, que é positiva caso ele faça uso de quatro ou mais medicamentos. Todas elas são variáveis dicotômicas categóricas.

As variáveis de HD registradas pelo dialisador no dia do início do estudo que foram consideradas para análise foram Ultrafiltração Total (UF), Kt e Kt/v. UF é o fluido retirado do sangue pela membrana de diálise. Kt e Kt/v são medidas baseadas no modelo cinético da ureia e que têm sido utilizadas classicamente para expressar a dose de diálise e estimar a eficácia do dialisador. Kt é a depuração de ureia (K) multiplicada pelo tempo de HD (t). Kt/v é o Kt dividido pelo volume (v) de distribuição da ureia. Todas essas variáveis são quantitativas contínuas.

Foram levadas em consideração as variáveis hemodinâmicas coletadas antes e depois da HD. Foram registradas: 1) pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e pressão de pulso; 2) frequência cardíaca; 3) peso seco, peso pré-HD e peso pós-HD. Também foram calculadas as alterações e as diferenças entre as variáveis antes e depois da HD. Todas são variáveis quantitativas contínuas.

As variáveis de estabilometria estudadas como fatores correspondem a um estudo de estabilometria realizado com pacientes hemodialisados seis meses antes, no qual estavam incluídos os que compõem a amostra do presente estudo. Naquele estudo, foram realizados testes para avaliar o equilíbrio dos pacientes antes e após a HD, seguindo um protocolo semelhante para todos os pacientes, previamente utilizado em estudo semelhante⁽¹⁸⁾. Os testes foram realizados por duas pessoas treinadas no manuseio da plataforma e em um escritório montado para esse fim, onde as condições de iluminação foram as mesmas ao longo do dia. As variáveis analisadas foram: 1) o intervalo médio de deslocamento do centro de pressões (CP) nos eixos Y (intervalo Y) e X (intervalo X), medido em cm (centímetro); 2) as velocidades máxima e média (Vmax, Vxmax e Vavg) desses movimentos medidas em cm/s (centímetro/segundo); e 3) a área que incluiu o deslocamento do CP com 95% de confiança (Área95) medida em cm² (centímetro quadrado). Todas são variáveis quantitativas contínuas.

Processamento e análise de dados

Após construído, o banco de dados foi depurado. O teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) foi usado para determinar se as variáveis contínuas estavam de acordo com uma distribuição normal. Os resultados das variáveis quantitativas contínuas foram expressos em média $\pm$ desvio padrão.

A comparação das médias dos diferentes fatores quantitativos entre os casos e os controles foi realizada por meio do teste T-Student ou Mann-Whitney, de acordo com a distribuição das variáveis analisadas. A comparação das frequências dos diferentes fatores qualitativos entre os casos e os controles foi realizada por meio do teste qui-quadrado (X²) para as variáveis qualitativas. Valores de p<0,05 foram considerados significativos no teste de Pearson. Foram calculadas as *odds ratios* (OR) resultantes e seus intervalos de confiança de 95% (IC).

A área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) foi calculada para obter o ponto de corte discriminatório da variável diferença de peso entre casos e controles. O índice Youden (J) foi calculado para determinar o ponto de corte ideal⁽¹⁹⁾. Esse índice é definido por sensibilidade + especificidade - 1. Seu valor pode ser de -1 a 1 e tem valor zero quando um teste produz a mesma proporção de resultados positivos para o grupo controle e o grupo de casos, sendo, nesse caso, considerado um teste de pouca utilidade. O valor 1 indica que o teste é perfeito.

A análise estatística foi realizada com o *software* IBM® SPSS Statistics 15.0 Inc. Chicago, IL.

Aspectos éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (HUIL - HGUGM) com o título "*Trastornos del equilibrio en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis (HD)*" e o código do protocolo: HUIL - 18/001; versão do protocolo: 4.5 e data da versão: 15 de fevereiro de 2019.

Resultados

O estudo foi realizado em 31 pacientes, 19 (61,3%) homens e 12 (38,7%) mulheres. Não foram encontradas diferenças significativas por sexo entre os casos (6 homens e 4 mulheres) e os controles (13 homens e 8 mulheres). A Tabela 1 mostra as diferenças entre casos e controles para idade, IMC, anos de tratamento de HD, variáveis analíticas, comorbidades e estado de polifarmácia. Os participantes do grupo caso eram 10 vezes menos propensos a serem hipertensos do que os do grupo controle (OR= 0,105, IC 95%=0,02-0,71). Foi observada uma diferença significativa entre os níveis médios de beta-2-microglobulina entre os casos e os controles; com 95% de confiança, os níveis médios entre os casos ficaram entre 0,09-9,39 maior que a dos controles (IC95%=0,09- 9,39).

Tabela 1 - Diferenças para as variáveis analíticas e frequência de comorbidades entre casos (quedas) e controles (não quedas) em pacientes (n=31) de hemodiálise no Serviço de Nefrologia do Hospital Universitário Infanta Leonor. Madrid, Espanha, 2019

	Casos	Controles	
Idade	66,3 ± 11,78	71,43 ± 11,83	p [*] = 0,268
IMC (kg/m ²) [†]	28,66 ± 5,62	19,36 ± 43,3	p [*] = 0,857
Anos de diálise	10,5 ± 9,19	7,53 ± 8,02	p [*] = 0,374

(continua...)

Tabela 2 - Frequência do tratamento com medicamentos que aumentam o risco de quedas e polifarmácia entre casos (quedas) e controles (não quedas) em pacientes (n=31) de hemodiálise no Serviço de Nefrologia do Hospital Universitário Infanta Leonor. Madrid, Espanha, 2019

Antidiabéticos orais	Casos	Controles	
Sim	2 (6,5%)	5 (16,1%)	p [*] = 0,81
Não	8 (25,8%)	16 (5,6%)	
Anti-hipertensivos	Casos	Controles	p [*] = 0,007
Sim	8 (25,8%)	6 (19,4%)	
Não	2 (6,5%)	15 (48,4%)	
Benzodiazepínicos	Casos	Controles	p [*] = 0,88
Sim	4 (12,9%)	9 (29%)	
Não	6 (19,4%)	12 (38,7%)	
Antidepressivos	Casos	Controles	p [*] = 0,74
Sim	1 (3,2%)	3 (9,7%)	
Não	9 (29%)	18 (58,1%)	

(continua na próxima página...)

	Casos	Controles	
Variáveis analíticas			
Sódio (mEq/L) [‡]	138,2 ± 2,9	139,29 ± 1,9	p [*] = 0,22
Potássio (mEq/L)	5,42 ± 0,77	4,95 ± 0,54	p [*] = 0,06
Cálcio (mg /dL) [§]	8,46 ± 0,38	8,58 ± 0,5	p [*] = 0,51
Fósforo (mg/dL)	4,87 ± 1,74	4,43 ± 1,09	p [*] = 0,39
Beta-2-microglobulina	31,74 ± 5,37	27 ± 6,16	p [*] = 0,046 [*]
Comorbidades			
Diabetes	Casos	Controles	p [*] = 0,88
Sim	4 (12,9%)	9 (29%)	
Não	6 (19,4%)	12 (38,7%)	
HTA	Casos	Controles	p [*] = 0,012 [*]
Sim	5 (16,1%)	19 (61,3%)	
Não	5 (16,1%)	2 (6,5%)	
Doença cardíaca	Casos	Controles	p [*] = 0,097
Sim	7 (22,6%)	8 (2,8%)	
Não	3 (9,7%)	13 (41,9%)	

*p = Nível de significância; [†]IMC = Índice de massa corporal (kg/m² = Quilograma/metro quadrado); [‡]mEq/L = Miliequivalente/litro; [§]mg/dL = Miligrama/decilitro; ^{||}HTA = Hipertensão arterial

Embora a variável polifarmácia não tenha apresentado uma distribuição diferente entre casos e controles, foram analisadas as possíveis diferenças para os principais grupos de medicamentos relacionados às quedas. As tabelas de contingência para cada grupo e sua significância são apresentadas na Tabela 2. Os participantes do grupo caso apresentaram uma probabilidade dez vezes maior de usar anti-hipertensivos do que o grupo controle (OR=10, IC 95%=1,63-61,46). Da mesma forma, os casos tinham nove vezes mais probabilidade de usar antagonistas β₂ do que os controles (OR=9, IC 95%=1,55-52,27). A distribuição do tratamento com diuréticos mostrou diferenças significativas, embora a *odds ratio* não pudesse ser calculada, pois não houve casos tratados com diuréticos.

Antidiabéticos orais	Casos	Controles	
Sedativos	Casos	Controles	
Sim	2 (6,5%)	4 (12,9%)	p [*] = 0,95
Não	8 (25,8%)	17 (54,8%)	
Anti-histamínicos	Casos	Controles	
Sim	2 (6,5%)	5 (16,1%)	p [*] = 0,81
Não	8 (25,8%)	16 (51,6%)	
Antagonistas β ₂	Casos	Controles	
Sim	6 (19,4%)	3 (9,7%)	p [*] = 0,009
Não	4 (12,9%)	18 (58,1%)	
Polifarmácia	Casos	Controles	
Sim	1 (3,2%)	5 (16,1%)	p [*] = 0,363
Não	9 (29%)	16 (51,6%)	

*p = Nível de significância

Foi analisada a distribuição das variáveis de HD registradas pela máquina de diálise e os valores hemodinâmicos de pressão arterial, frequência cardíaca

e peso, registrados pela equipe de enfermagem antes e após a diálise. Os resultados são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Diferenças para as variáveis da sessão de diálise e hemodinâmica entre casos (quedas) e controles (não quedas) em pacientes (n=31) de hemodiálise no Serviço de Nefrologia do Hospital Universitário Infanta Leonor. Madrid, Espanha, 2019

Variáveis da sessão de hemodiálise (HD)	Casos	Controles	
UF [*]	2801,9 ± 764,28	2384,37 ± 976,17	p [†] = 0,251
Kt [‡]	57,16 ± 4,94	58,4 ± 5,45	p [†] = 0,567
Kt/v [§]	1,79 ± 0,3	1,92 ± 0,42	p [†] = 0,375
Variáveis hemodinâmicas			
PAS pré-HD [¶] (mmHg)	135,25 ± 20,17	139,65 ± 27,2	p [†] = 0,88
PAD ^{**} pré-HD [¶] (mmHg)	70,66 ± 14,26	70,35 ± 10,97	p [†] = 0,95
PAS pós-HD ^{††} (mmHg)	129,22 ± 27,67	138,95 ± 21,61	p [†] = 0,31
PAD ^{**} pós-HD ^{††} (mmHg)	69,22 ± 13,53	73,1 ± 12,16	p [†] = 0,45
FC ^{‡‡} pré-HD [¶] (bat./min. ^{§§})	71,6 ± 9,86	79,09 ± 13,45	p [†] = 0,13
FC ^{‡‡} pós-HD ^{††} (bat./min. ^{§§})	72,1 ± 8,67	81,24 ± 12,27	p [†] = 0,044 [*]
Peso pré-HD [¶] (kg)	79,1 ± 13,82	71,62 ± 21,16	p [†] = 0,32
Peso pós-HD ^{††} (kg)	76,76 ± 13,54	70,01 ± 20,69	p [†] = 0,36
Diferença de peso intradialítico (kg)	2,34 ± 0,88	1,61 ± 0,89	p [†] = 0,042

*UF = Ultrafiltração; †p = Nível de significância; ‡Kt = Depuração de ureia multiplicada pelo tempo de diálise; §Kt/v = Kt dividido pelo volume de distribuição de ureia; ||PAS = Pressão arterial sistólica; ¶Pré-HD = Pré-diálise; **PAD = Pressão arterial diastólica; ††Pós-HD = Pós-diálise; ‡‡FC = Frequência cardíaca; §§bat./min. = Batimentos por minuto; ||||kg (quilograma)

Utilizando uma curva ROC, buscou-se o ponto de corte discriminatório entre casos e controles para a variável diferença de peso intradialítico. Foi obtida uma área sob a curva de 0,721, IC95% (0,526-0,917). Aplicando o ponto de corte em 1,1 kg, 1,9 kg e 2,7 kg, obteve-se sensibilidade de 100%, 70% e 40%, respectivamente e uma especificidade de 28,6%, 66,7% e 95,2%, respectivamente. O índice de Youden (J=0,367) indicou que o ponto que determinou a

maior sensibilidade e especificidade em conjunto foi o correspondente a 1,9 kg.

A Tabela 4 apresenta as médias entre casos e controles das variáveis obtidas no teste de equilíbrio, realizado antes e após a mesma sessão de diálise. Esse grupo de variáveis não apresentou distribuição semelhante à normal (K-S p<0,05) e, portanto, foi usado o teste de Mann-Whitney para avaliar se havia diferenças significativas entre casos e controles.

Tabela 4 - Diferenças produzidas pela hemodiálise para as variáveis estabilométricas entre casos (quedas) e controles (não quedas) em pacientes (n=31) de hemodiálise no Serviço de Nefrologia do Hospital Universitário Infanta Leonor, Madrid, Espanha, 2019

Variáveis de estabilometria		Casos	Controles	
Intervalo X	Pré-HD [*]	3,58 ± 1,62	3,02 ± 1,12	p [†] = 0,091
	Pós-HD [‡]	4,25 ± 2,27	3,43 ± 1,74	p [†] = 0,162
Intervalo Y	Pré-HD [*]	3,76 ± 1,54	2,85 ± 1,21	p[†]= 0,012[*]
	Pós-HD [‡]	4,22 ± 2,41	3,43 ± 1,74	p [†] = 0,113
V x max	Pré-HD [*]	11,83 ± 6,56	9,76 ± 4,69	p [†] = 0,130
	Pós-HD [‡]	14,53 ± 9,45	11,26 ± 5,45	p [†] = 0,336
V y max	Pré-HD [*]	14,76 ± 8,81	10,78 ± 7,93	p[†]= 0,022[*]
	Pós-HD [‡]	17,48 ± 13,09	12,97 ± 9,88	p [†] = 0,101
V média	Pré-HD [*]	3,87 ± 2,32	3,13 ± 1,95	p [†] = 0,137
	Pós-HD [‡]	4,25 ± 2,92	3,39 ± 1,91	p [†] = 0,150
Área 95	Pré-HD [*]	8,78 ± 6,96	5,73 ± 4,25	p [†] = 0,066
	Pós-HD [‡]	11,65 ± 11,04	7,43 ± 6,07	p [†] = 0,308

*Pré-HD = Antes da diálise; [†]p = Nível de significância; [‡]Pós-HD = Após a diálise; [§]IC = Intervalo de confiança; ^{||}V = Velocidade

Observou-se que os controles apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os registros de Pré-HD e Pós-HD para todas as variáveis estabilométricas estudadas, exceto para V x máx. Entre os casos, as diferenças produzidas pela HD não foram significativas ($p > 0,05$) para nenhuma das variáveis.

Discussão

Neste estudo de caso-controle, a alteração de peso durante a diálise é descrita pela primeira vez como um fator relacionado às quedas em pacientes dialíticos. O estudo mostra que pacientes de HD que sofrem quedas apresentam maiores alterações de peso intradialítico. Quando os pacientes chegam para a sessão de HD, eles são pesados pela equipe de enfermagem, e determina-se o excesso de peso em relação ao peso de referência ou peso seco. Quanto maior a diferença de peso, maior o volume de líquido que deve ser removido. Geralmente, isso ocorre em pacientes que não têm boa adesão ao tratamento ou às orientações dietéticas⁽²⁰⁾. A duração média da sessão é em torno de quatro horas. Então, para retirar um volume maior, a taxa de ultrafiltração deve ser aumentada, o que gera um risco maior de hipotensão intradialítica⁽²¹⁾ bem como quadros de hipotensão ortostática⁽²²⁾. Em estudos anteriores, esses eventos já foram relacionados às quedas e agora apontamos, diretamente, a alteração de peso sofrida pelo paciente durante a sessão de HD como um fator relacionado ao risco de quedas. Uma vez que as quedas são fatores de mau prognóstico em pacientes dialíticos⁽¹⁴⁾ e, após observar uma incidência de quedas de 32%, semelhante aos 37% descritos em um estudo recente⁽²³⁾, seria interessante analisar a capacidade de prevenção de quedas em pacientes que sofrem alterações

de peso superiores a 1,9 kg durante a diálise, por meio da ativação de protocolos de prevenção.

Continuando com o restante dos resultados observados no estudo, vemos que os pacientes dialisados que caem também apresentam frequências cardíacas significativamente mais baixas após a HD do que os controles. Fisiologicamente, quando há diminuição do volume sanguíneo, a frequência dos batimentos cardíacos aumenta. Se isso não ocorrer, a perfusão cerebral pode ser afetada. Pensou-se que a diminuição da estimulação cardíaca poderia ser devido à medicação dos pacientes e, de fato, verificou-se que os pacientes de HD que caem são mais frequentemente tratados com betabloqueadores, o que é consistente com o fato desses medicamentos estarem incluídos no grupo dos que aumentam o risco de quedas⁽²⁴⁾. No entanto, a associação entre a frequência cardíaca pós-HD e o tratamento com betabloqueadores não apresentou relação significativa e, portanto, descartamos essa hipótese. O que parece provável é que pacientes com resposta cronotrópica limitada devido às causas intrínsecas ou extrínsecas apresentam maior risco de quedas quando submetidos à HD.

Em relação aos demais medicamentos analisados, todos pertencentes ao grupo dos que aumentam o risco de quedas, observou-se que os pacientes que caíram tomaram anti-hipertensivos com maior frequência do que os controles. Essas descobertas baseiam-se no fato de que valores mais baixos de pressão arterial pré-HD têm sido relacionados a um risco maior de hipotensão⁽²⁵⁾ e quedas⁽²⁶⁾.

Em relação aos valores analíticos, os pacientes em diálise com quedas apresentaram níveis mais elevados de beta-2-microglobulina. Os níveis elevados dessa proteína

devem-se à quantidade de tempo no tratamento renal substitutivo: após 15 anos, cerca de 80% dos pacientes apresentam amiloidose associada à diálise⁽¹⁰⁾, que pode afetar estruturas relacionadas à capacidade motora, como articulações ou o sistema nervoso central. Em nosso estudo, o envolvimento dessas estruturas não foi avaliado por não serem analisadas sistematicamente e não constarem no histórico dos pacientes. A relação entre depósitos amiloides e quedas foi observada em pacientes com doença de Parkinson⁽²⁷⁾. No entanto, até o momento, não houve relato de relação entre as quedas e os níveis elevados de beta-2-microglobulina ou amiloidose associada à diálise – pelo menos até onde sabemos, por esse motivo, consideramos que seriam necessários estudos prospectivos para aprofundar essa relação.

Ao avaliarmos os resultados dos testes de equilíbrio nos casos e controles, observamos que os pacientes que sofreram queda apresentavam maior instabilidade do que os controles antes da diálise. A alteração pré-HD localiza-se no sentido ântero-posterior e apresenta valores significativamente maiores em relação à amplitude e velocidade de movimento do CP. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por outros estudos que analisaram o equilíbrio no período entre diálises. Em um estudo recente, observou-se que uma maior velocidade de movimento do CP estava relacionada às quedas⁽²⁸⁾; em nosso estudo, os casos também apresentaram maior velocidade de movimento, mas especificamente nos movimentos ântero-posteriores. Um estudo anterior encontrou resultado semelhante, descrevendo a velocidade ântero-posterior como uma variável estabilométrica fundamental relacionada ao aumento do risco de quedas⁽²⁹⁾.

Após a diálise, tanto os casos quanto os controles experimentaram um aumento nas amplitudes, velocidades e área de movimento do CP, o que mostra o efeito agudo da diálise no equilíbrio postural. Este efeito da HD está de acordo com o que foi descrito anteriormente⁽⁹⁾ usando uma metodologia semelhante. Ao contrário de outro estudo⁽¹⁸⁾ que observou, após a HD, um aumento da amplitude lateral associado a um maior risco de quedas, o nosso estudo, após a sessão de HD, não encontrou diferenças significativas entre casos e controles na amplitude e velocidade de movimento do centro de pressão, embora a instabilidade registrada tenha permanecido maior nos pacientes que sofreram quedas. O fato do aumento da instabilidade registrado entre os casos após a diálise não ser significativo para nenhuma das variáveis estabilométricas faz-nos pensar que as alterações que podem levar esses pacientes à queda não melhoram nos períodos entre as sessões. Por esse motivo, é importante determinar, em estudos futuros, as circunstâncias das quedas e se esses pacientes apresentam alterações

hemodinâmicas ou bioquímicas no dia a dia, com maior frequência.

Os resultados que aqui apresentamos convidam-nos a revisar os protocolos de desconexão e alta dos pacientes ao final da sessão de diálise, que são de responsabilidade da equipe de enfermagem da unidade. Seguindo essa linha de pesquisa, pode-se testar e verificar a eficácia de medidas de proteção e vigilância aos pacientes em risco, a fim de que se evitem as quedas e suas consequências.

As limitações do estudo decorrem principalmente da metodologia retrospectiva. O tempo entre as avaliações e a queda que define os casos de estudo pode ter variado no intervalo de seis meses considerados. Por outro lado, o evento de queda que definiu um caso foi sempre fora do hospital e no período entre as sessões, mas não foram consideradas as circunstâncias e o momento exato das quedas.

Conclusão

Este estudo caso-controle identifica alguns fatores que as equipes de enfermagem de unidades de diálise podem identificar com o objetivo de reduzir a incidência de quedas em HD. Os pacientes de HD que caem se caracterizam por ser hipertensos, usar anti-hipertensivo [inibidor da enzima conversora de angiotensina (IECA) ou antagonista do receptor da angiotensina II (ARA II)], betabloqueador e apresentar nível sérico elevado de beta-2-microglobulina e instabilidade ântero-posterior. Os pacientes que caem, ao contrário dos controles, apresentam uma maior alteração de peso durante a diálise; os que sofrem quedas, ao contrário dos controles, apresentam instabilidade lateral e uma frequência cardíaca mais lenta ao final da diálise.

Referencias

1. Hill NR, Fatoba ST, Oke JL, Hirst JA, O'Callaghan CA, Lasserson DS, et al. Global prevalence of chronic kidney disease - A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2021 Jun 28];11(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27383068/>
2. Gonzalez-Bedat MC, Rosa-Diez GJ, Fuentes AF, Sola L. International Society of Nephrology Global Kidney Health Atlas: structures, organization, and services for the management of kidney failure in Latin America. *Kidney Int Suppl.* 2021;11(2):e35-46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.kisu.2021.01.005>
3. Rhee CM, Ayus JC, Kalantar-Zadeh K. Hyponatremia in the Dialysis Population [Internet]. *Kidney Int Rep.* 2019 [cited 2021 Jun 28];4(6):769-80. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6551474/>
4. Kramer H, Yee J, Weiner DE, Bansal V, Choi MJ, Brereton L, et al. Ultrafiltration Rate Thresholds in Maintenance

- Hemodialysis: An NKF-KDOQI Controversies Report. *Am J Kidney Dis*. 2016 Oct 1;68(4):522–32. doi: <http://doi.org/10.1053/j.ajkd.2016.06.010>
5. Sars B, Van Der Sande FM, Kooman JP. Intradialytic Hypotension: Mechanisms and Outcome. *Blood Purif* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2021 Jun 28];49(1–2):158–67. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7114908/>
 6. Juraschek SP, Taylor AA, Wright JT, Evans GW, Miller ER, Plante TB, et al. Orthostatic Hypotension, Cardiovascular Outcomes, and Adverse Events: Results from SPRINT. *Hypertension* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jun 28];75(3):660–7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7261502/>
 7. Kanbay M, Ertuglu LA, Afsar B, Ozdogan E, Siriopol D, Covic A, et al. An update review of intradialytic hypotension: Concept, risk factors, clinical implications and management [Internet]. *Clin Kidney J*. 2020 [cited 2021 Jun 28];13(6):981–93. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7769545/>
 8. Shin S, Chung HR, Fitschen PJ, Kistler BM, Park HW, Wilund KR, et al. Postural control in hemodialysis patients. *Gait Posture* [Internet]. 2014 Feb [cited 2021 Jun 28];39(2):723–7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3946821/>
 9. 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* [Internet]. 2015 Oct 1 [cited 2021 Jun 28];19(4):553–61. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/hdi.12307>
 10. Tagami A, Tomita M, Adachi S, Tsuda K, Yamada S, Chiba K, et al. Epidemiological survey and risk factor analysis of dialysis-related amyloidosis including destructive spondyloarthropathy, dialysis amyloid arthropathy, and carpal tunnel syndrome. *J Bone Miner Metab* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2021 Mar 21];38(1):78–85. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00774-019-01028-6>
 11. Chen X, Qu X. Age-Related Differences in the Relationships Between Lower-Limb Joint Proprioception and Postural Balance. *Hum Factors* [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2021 Jun 28];14(4):702–11. Available from: <https://doi.org/10.1177/0018720818795064>
 12. Zaninotto P, Huang YT, Di Gessa G, Abell J, Lassale C, Steptoe A. Polypharmacy is a risk factor for hospital admission due to a fall: evidence from the English Longitudinal Study of Ageing. *BMC Public Health* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2021 Jun 28];20(1). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7690163/>
 13. Bowling CB, Bromfield SG, Colantonio LD, Gutiérrez OM, Shimbo D, Reynolds K, et al. Association of reduced eGFR and albuminuria with serious fall injuries among older adults. *Clin J Am Soc Nephrol* [Internet]. 2016 [cited 2021 Jun 28];11(7):1236–43. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4934847/>
 14. Song YH, Cai GY, Xiao YF, Chen XM. Risk factors for mortality in elderly haemodialysis patients: A systematic review and meta-analysis. *BMC Nephrol* [Internet]. 2020 Aug 31 [cited 2021 Apr 4];21(1):377. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7457491/>
 15. López-Soto PJ, De Giorgi A, Senno E, Tiseo R, Ferraresi A, Canella C, et al. Renal disease and accidental falls: A review of published evidence [Internet]. *BMC Nephrology*. 2015 [cited 2021 Jun 30];16(. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4625452/>
 16. van Loon IN, Joosten H, Iyasere O, Johansson L, Hamaker ME, Brown EA. The prevalence and impact of falls in elderly dialysis patients: Frail elderly Patient Outcomes on Dialysis (FEPOD) study. *Arch Gerontol Geriatr* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2021 Jun 30];83:285–91. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167494319301244?via%3Dihub>
 17. Golriz S, Hebert JJ, Foreman KBB, Walker BF. The validity of a portable clinical force plate in assessment of static postural control: concurrent validity study. *Chiropr Man Ther*. 2012;20(1):15. doi: <http://doi.org/10.1186/2045-709X-20-15>
 18. Zanotto T, Mercer TH, Linden ML, van der, Traynor JP, Doyle A, Chalmers K, et al. Association of postural balance and falls in adult patients receiving haemodialysis: A prospective cohort study. *Gait Posture* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2021 Jun 30];82:110–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32911095/>
 19. Martínez-Camblor P, Pardo-Fernández JC. The Youden Index in the Generalized Receiver Operating Characteristic Curve Context. *Int J Biostat*. 2019 Apr;15(1). doi: <http://doi.org/10.1515/ijb-2018-0060>
 20. Ipema KJR, Kuipers J, Westerhuis R, Gaillard CAJM, Van Der Schans CP, Krijnen WP, et al. Causes and Consequences of Interdialytic weight gain. *Kidney Blood Press Res* [Internet]. 2016 Oct 1 [cited 2021 Jun 28];41(5):710–20. Available from: <https://www.karger.com/Article/Pdf/450560>
 21. Thongdee C, Phinyo P, Patumanond J, Satirapoj B, Spilles N, Laonapaporn B, et al. Ultrafiltration rates and intradialytic hypotension: A case-control sampling of pooled haemodialysis data. *J Ren Care* [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2021 Jun 28];47(1):34–42. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jorc.12340>
 22. Keane DF, Raimann JG, Zhang H, Willetts J, Thijssen S, Kotanko P. The time of onset of intradialytic hypotension during a hemodialysis session associates with clinical parameters and mortality. *Kidney Int* [Internet]. 2021

Jun 1 [cited 2021 Jun 28];99(6):1408-17. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8165353/>

23. Carvalho TC, Dini AP. Risk of falls in people with chronic kidney disease and related factors. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jun 30];28:1-8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7282714/>

24. Lee J, Negm A, Peters R, Wong EKC, Holbrook A. Deprescribing fall-risk increasing drugs (FRIDs) for the prevention of falls and fall-related complications: a systematic review and meta-analysis [Internet]. *BMJ Open*. 2021 [cited 2021 Jun 28];11(2):e035978. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7878138/>

25. Sands JJ, Usvyat LA, Sullivan T, Segal JH, Zabetakis P, Kotanko P, et al. Intradialytic hypotension: Frequency, sources of variation and correlation with clinical outcome. *Hemodial Int*. 2014 Apr;18(2):415-22. doi: <http://doi.org/10.1111/hdi.12138>

26. 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* [Internet]. 2006 [cited 2021 Jun 28];1(6):1197-204. Available from: <https://cjasn.asnjournals.org/content/1/6/1197.long>

27. Keleman A, Wisch JK, Bollinger RM, Grant EA, Benzinger TL, Morris JC, et al. Falls Associate with Neurodegenerative Changes in ATN Framework of Alzheimer's Disease. *J Alzheimer's Dis* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jun 30];77(2):745-52. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7580016/>

28. Zanutto T, Gobbo S, Bullo V, Vendramin B, Roma E, Duregon F, et al. Postural balance, muscle strength, and history of falls in end-stage renal disease patients living with a kidney transplant: A cross-sectional study. *Gait Posture* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2021 Jun 30];76:358-

63. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636219318016?via%3Dihub>

29. Magnard J, Hristea D, Lefrancois 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* [Internet]. 2014 [cited 2021 Jun 30];40(4):723-6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636214006456?via%3Dihub>

Contribuição dos Autores:

Concepção e desenho da pesquisa: Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, María Teresa Angulo Carrere. **Obtenção de dados:** Ignacio Perez-Gurbindo, Rafael Pérez-García, Patricia Arribas Cobo. **Análise e interpretação dos dados:** Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Rafael Pérez-García, Patricia Arribas Cobo, María Teresa Angulo Carrere. **Análise estatística:** Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Rafael Pérez-García, María Teresa Angulo Carrere. **Redação do manuscrito:** Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Patricia Arribas Cobo, María Teresa Angulo Carrere. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Ignacio Perez-Gurbindo, Ana María Álvarez-Méndez, Rafael Pérez-García, Patricia Arribas Cobo, María Teresa Angulo Carrere.

Todos os autores aprovaram a versão final do texto.

Conflito de interesse: os autores declararam que não há conflito de interesse.

Recebido: 11.03.2021

Aceito: 06.09.2021

Editora Associada:

Maria Lúcia do Carmo Cruz Robazzi

Autor correspondente:

Ignacio Perez-Gurbindo

E-mail: iperezgurbindo@ucm.es

 <https://orcid.org/0000-0001-9938-7302>

Copyright © 2021 Revista Latino-Americana de Enfermagem

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons CC BY.

Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original. É a licença mais flexível de todas as licenças disponíveis. É recomendada para maximizar a disseminação e uso dos materiais licenciados.

“La vida es como montar en bicicleta; para mantener el equilibrio debes seguir moviéndote”

Albert Einstein

