

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE FISIOTERAPIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO E  
DESEMPENHO FÍSICO-FUNCIONAL

Miguel Nunes Fam Neto

**Efeito agudo do treino de equilíbrio no controle postural estático em pacientes submetidos à hemodiálise**

JUIZ DE FORA

2021

**Miguel Nunes Fam Neto**

**Efeito agudo do treino de equilíbrio no controle postural estático em pacientes submetidos à hemodiálise**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional. Área de concentração: Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Maycon de Moura Reboredo - UFJF

Coorientador: Prof. Dr. Diogo Simões Fonseca - UFJF

JUIZ DE FORA

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Fam Neto, Miguel Nunes.

Efeito agudo do treino de equilíbrio no controle postural estático em pacientes submetidos à hemodiálise / Miguel Nunes Fam Neto. -- 2021.

92 p. : il.

Orientador: Maycon de Moura Reboredo

Coorientador: Diogo Simões Fonseca

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Fisioterapia. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional, 2021.

1. Fisioterapia. 2. Doença renal crônica. 3. Equilíbrio postural. I. Reboredo, Maycon de Moura, orient. II. Fonseca, Diogo Simões, coorient. III. Título.

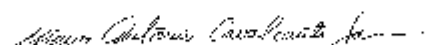
**Miguel Nunes Fam Neto**

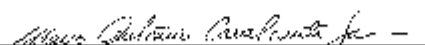
**Efeito do treino de equilíbrio no controle postural estático em pacientes  
submetidos à hemodiálise**

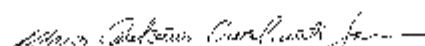
Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-graduação Mestrado em Ciências da  
Reabilitação e Desempenho Físico-  
Funcional da Universidade Federal de  
Juiz de Fora como requisito a obtenção do  
grau de Mestre em Ciências da  
Reabilitação e Desempenho Físico-  
Funcional

Aprovada em 18 de dezembro de 2020

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. Marco Antônio Cavalcanti Garcia - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

  
Prof. Dr. Thiago Lemos de Carvalho  
UNISUAM

  
Prof. Dr. Diogo Simões Fonseca  
Universidade Federal de Juiz de Fora

## RESUMO

**Introdução:** Pacientes com doença renal crônica em tratamento dialítico apresentam comprometimentos musculoesqueléticos, neurológicos e cardiovasculares que somados aos efeitos do processo de diálise, contribuem para alterações no equilíbrio postural e aumento no risco de quedas. Portanto, torna-se importante a investigação de intervenções que minimizem essas alterações e diminuam o risco de queda nessa população. **Objetivos:** Avaliar o efeito agudo do treino de equilíbrio no controle postural e no equilíbrio estático em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise. **Materiais e métodos:** Foi realizado um estudo do tipo ensaio clínico randomizado cego com intervenção única, sendo o paciente o próprio controle, em que foram incluídos pacientes adultos, com doença renal crônica em tratamento dialítico há no mínimo três meses. Antes da segunda sessão de hemodiálise da semana, o paciente realizou uma avaliação do equilíbrio, medido pelo deslocamento do centro de pressão por meio de uma plataforma de força e da ativação dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio medial bilaterais por meio da eletromiografia de superfície. Posteriormente, foi realizada uma randomização para a aplicação da intervenção ou placebo. Uma nova avaliação do equilíbrio foi realizada após aplicação do protocolo e outra após a hemodiálise. Na sessão de hemodiálise subsequente, pareada com a anterior, o participante foi submetido à mesma sequência de avaliações do equilíbrio e eletromiográfica, e também recebeu o treino de equilíbrio ou o treinamento placebo de acordo com a ordem definida na randomização. **Resultados:** Foram incluídos seis pacientes (50% do sexo masculino,  $57,1 \pm 7,4$  anos) em hemodiálise por  $86,0 \pm 109,3$  meses. Não foram observadas diferenças significativas entre as sessões placebo e intervenção, nem entre os momentos pré e pós hemodiálise, na velocidade média, na área da elipse, nos deslocamentos total, médio-lateral e ântero-posterior. A análise eletromiográfica ficou prejudicada por questões técnicas na sincronização dos sinais.

**Conclusão:** Um protocolo agudo de treinamento de equilíbrio não promoveu alteração no controle postural e no equilíbrio estático em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise.

**Palavras-chave:** Equilíbrio Postural; Diálise; Doença Renal Crônica; Treino de Equilíbrio.

## ABSTRACT

**Introduction:** Patients with chronic kidney disease undergoing dialysis have musculoskeletal, neurological and cardiovascular impairments that, added to the effects of the dialysis process, contribute to changes in postural balance and increased risk of falls. Therefore, it is important to investigate interventions that minimize these changes and reduce the risk of falling in this population. **Objectives:** To evaluate the acute effect of balance training on postural control and static balance in patients with chronic kidney disease undergoing hemodialysis. **Materials and methods:** A randomized blind clinical trial study with a single intervention was carried out, the patient being the control itself, in which adult patients with chronic kidney disease undergoing dialysis treatment for at least three months were included. Before the second hemodialysis session of the week, the patient underwent an assessment of balance, measured by displacement of the center of pressure using a force platform and muscle activation of the bilateral anterior tibial and medial gastrocnemius muscles using surface electromyography. Subsequently, a randomization was performed to apply the intervention or placebo. A new balance assessment was performed after the application of the protocol and another after hemodialysis. In the subsequent hemodialysis session, paired with the previous one, the participant underwent the same sequence of assessments of balance and electromyography, and also received balance training or placebo training according to the order defined at randomization. **Results:** Six patients were included (50% male,  $57.1 \pm 7.4$  years), undergoing hemodialysis for  $86.0 \pm 109.3$  months. There were no significant differences between the placebo and intervention sessions, or between the pre and post hemodialysis moments, at mean speed, in the ellipse area, in total, mediolateral and anteroposterior displacements. Electromyographic analysis was hampered by technical issues in the synchronization of signals.

**Conclusion:** An acute balance training protocol did not promote changes in postural control and static balance in patients with chronic kidney disease undergoing hemodialysis.

**Keywords:** Postural Balance; Dialysis; Chronic Kidney Disease; Balance Training.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sequência das avaliações do equilíbrio e da ativação muscular durante a sessão de hemodiálise .....	30
Figura 2 - Gráfico de caixas com valores do deslocamento total do CDP nos diferentes momentos da avaliação .....	40
Figura 3 - Gráfico de caixas com valores de velocidade média do deslocamento do CDP nos diferentes momentos da avaliação .....	40
Figura 4 - Gráfico de caixas com valores da área da elipse projetada pelo CDP nos diversos momentos da avaliação .....	41
Figura 5 - Gráfico de caixas com valores do deslocamento médio lateral do CDP nos diversos momentos da avaliação .....	41
Figura 6 - Gráfico de caixas com valores do deslocamento ântero posterior do CDP nos diversos momentos da avaliação .....	42
Figura 7 - Gráfico de caixas com valores do número de tentativas de alcance nos diversos momentos da avaliação .....	42
Figura 8 - Atividade eletromiográfica do participante nº01 durante a tentativa nº01 no momento pré intervenção .....	44
Figura 9 - Atividade eletromiográfica do participante nº02 durante a tentativa nº01 no momento pré intervenção .....	45
Figura 10 - Atividade eletromiográfica do participante nº03 durante a tentativa nº01 no momento pré intervenção .....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da doença renal crônica e prognóstico conforme taxa de filtração glomerular (TFG) e albuminúria .....	10
Tabela 2 - Características demográficas e clínicas dos pacientes incluídos no estudo.....	37
Tabela 3 - Dados laboratoriais dos pacientes incluídos no estudo.....	38
Tabela 4 - Peso corporal e pressão arterial nas sessões intervenção e placebo dos pacientes incluídos no estudo.....	38
Tabela 5 - Deslocamento do centro de pressão e comparação entre sessão intervenção e placebo dos pacientes incluídos no estudo.....	39



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1	DOENÇA RENAL CRÔNICA.....	10
1.2	COMPLICAÇÕES DA DOENÇA RENAL CRÔNICA .....	13
1.3	EQUILÍBRIO POSTURAL.....	17
1.4	EQUILÍBRIO POSTURAL NA DRC.....	22
1.5	TREINO DE EQUILÍBRIO.....	24
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	28
2.1	OBJETIVO PRIMÁRIO.....	28
2.2	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS.....	28
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	29
3.1	AMOSTRA.....	29
3.2	PROTOCOLO EXPERIMENTAL.....	31
3.3	AVALIAÇÕES.....	31
3.3.1	Dados clínicos, demográficos e laboratoriais .....	31
3.3.2	Histórico de quedas.....	31
3.3.3	Nível de atividade física.....	31
3.3.4	Equilíbrio.....	32
3.3.5	Eletromiografia de superfície.....	33
3.4	INTERVENÇÕES.....	34
3.4.1	Treino de equilíbrio.....	34
3.4.2	Exercício placebo.....	34
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	36
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	52
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	53
	<b>APÊNDICES</b> .....	65
	APÊNDICE A.....	65
	APÊNDICE B.....	68

APÊNDICE C.....	69
APÊNDICE D.....	70
<b>ANEXOS</b> .....	86
ANEXO A.....	86
ANEXO B.....	90

# 1 Introdução

## 1.1 Doença renal crônica

A doença renal crônica (DRC), caracterizada por alteração da função renal, é definida por baixa taxa de filtração glomerular, pela excreção urinária de albumina aumentada ou por ambas, causadas por lesões estruturais ou funcionais dos rins (BRASIL, 2014; JHA *et al.*, 2013). A DRC é classificada e estratificada de acordo com parâmetros da taxa de filtração glomerular, e ao ser associada com o nível de albuminúria, mostram a progressão da doença, relacionando-se ao prognóstico do paciente (ECKARDT *et al.*, 2013).

Tabela 1 - Classificação da doença renal crônica e prognóstico conforme taxa de filtração glomerular (TFG) e albuminúria

				Categorias de albuminúria persistente			
				Descrição e variação			
				A1	A2	A3	
				Normal a levemente elevado	Moderadamente elevado	Severamente elevado	
				<30 mg/g	30-300 mg/g	>300 mg/g	
				Categorias da TFG (ml/min/1.73 m <sup>2</sup> )	Descrição e variação	G1	Normal ou alta
G2	Leve diminuição	60-89					
G3a	Leve a moderada diminuição	45-59					
G3b	Moderada a grave diminuição	30-44					
G4	Grave diminuição	15-29					
G5	Insuficiência renal	<15					

Verde = baixo risco; amarelo = risco moderadamente elevado; laranja = alto risco; vermelho = risco muito elevado. Fonte: Modificado de KDIGO (2017).

Dentre as causas da DRC, destacam-se o diabetes e a hipertensão arterial que representam a etiologia mais prevalente na maioria dos países do

mundo. Este fato está relacionado com a falta de controle e manejo dessas doenças, apontando para a necessidade de identificação e tratamento adequado dos pacientes com esses fatores de risco, bem como seu diagnóstico precoce (BRASIL, 2014; JHA *et al.*, 2013). Além disso, o diagnóstico tardio e a dificuldade de aderência ao tratamento destes fatores de risco tendem a piorar o dano renal (BASTOS; BREGMAN; KIRSZTAJN, 2010; BRASIL, 2014; GOUVEIA *et al.*, 2017).

O número de pacientes com DRC em todo o mundo tem aumentado de forma significativa. Nos Estados Unidos, por exemplo, a incidência de casos é de mais de 350 pessoas por milhão ao ano, com uma prevalência de aproximadamente 13% da população (HAZZAN *et al.*, 2016; JHA *et al.*, 2013). Em países europeus, essa prevalência pode variar entre 3% e 21%, dependendo do país e do estágio da doença (BRÜCK *et al.*, 2015). O Brasil apresenta uma taxa de incidência de aproximadamente 100 casos por milhão anualmente, com uma prevalência de cerca de 500 casos por milhão (JHA *et al.*, 2013). Dados do censo da Sociedade Brasileira de Nefrologia de 2016 mostram que o número total estimado de pacientes em diálise foi de 122.825. Comparando com os dados do censo de 2000, no qual o número de pacientes em diálise foi 42.695, observa-se aumento significativo ao longo dos anos (SESSO *et al.*, 2017).

O quadro clínico presente nos pacientes com DRC está relacionado com a síndrome urêmica, uma vez que o acúmulo de toxinas urêmicas, ocasionado pelo dano renal, compromete vários sistemas do organismo. A síndrome urêmica resulta dos efeitos biológicos dos metabólitos não excretados ou metabolizados, exercendo efeitos tóxicos. A deterioração da função endócrina renal, a desregulação da homeostase renal de eletrólitos e as alterações funcionais resultantes da DRC também contribuem sobremaneira para a síndrome. Neste sentido, o paciente pode evoluir para a falência renal, que representa a fase mais avançada da perda funcional progressiva observada na DRC. Se nenhum tratamento for implementado, o paciente pode evoluir para quadros comatosos e até mesmo ao óbito. Entretanto, desde os anos 1940, a expectativa de vida desses pacientes tem aumentado devido à introdução de terapias renais substitutivas, como a hemodiálise (HD), a diálise peritoneal e o transplante renal. Dentre estas modalidades destaca-se a HD, sendo a mais utilizada, por remover o soluto com mais eficiência e em menor período de tempo (VANHOLDER *et al.*,

2016). No Brasil, por exemplo, 91% dos pacientes realizam HD e 9% diálise peritoneal (SESSO *et al.*, 2017). Apesar da tolerabilidade ao tratamento ser pequena, a recuperação física após a sessão ser demorada e a queda dos índices de qualidade de vida que impactam a vida dos pacientes (MORFIN *et al.*, 2016; SURENDRA *et al.*, 2019), parece não haver diferença quanto à esses aspectos entre a HD e a diálise peritoneal (ZAZZERONI *et al.*, 2017).

Apesar de minimizar os danos da DRC, a HD possui efeitos lesivos ao organismo, como aumento no catabolismo, incompatibilidade com os equipamentos de diálise, estresses isquêmicos e hemodinâmicos que lesam os leitos capilares de órgãos e sistemas levando a alterações estruturais e funcionais nos tecidos (MCINTYRE; ROSANSKY, 2012; VANHOLDER *et al.*, 2016). Além disso, a HD pode gerar efeitos hemodinâmicos deletérios, como alterações no débito cardíaco, alterações na resistência vascular periférica, trombogênese e hipotensão (ALMERAS; ARGILÉS, 2009; MORFIN *et al.*, 2016; VANHOLDER *et al.*, 2016), ocasionando assim maior risco para o desenvolvimento ou progressão de doenças cardiovasculares como a insuficiência cardíaca, a doença arterial coronariana, as arritmias e até mesmo a morte súbita (LEVEY; CORESH, 2012; MCINTYRE; ROSANSKY, 2012; VANHOLDER *et al.*, 2016).

Com os avanços de todas as terapias para os pacientes em HD, a sobrevida desses pacientes aumentou nos últimos anos, entretanto, a mortalidade ainda é elevada. Em 2010, a DRC foi a 18ª causa de óbitos no mundo, com uma taxa de 16,3 mortes por 100.000 (JHA *et al.*, 2013), subindo para ser a 12ª causa em 2015 com mais de 1 milhão de óbitos registrados (NEUEN *et al.*, 2017). Uma análise das causas de morte nos EUA e Austrália mostrou que uma parte substancial dos indivíduos cujas causas de óbito foram registradas como diabetes também apresentavam DRC, mas a causa da morte ainda assim foi registrada como diabetes não complicada. A taxa registrada de óbitos causados por DRC relacionada à diabetes foi estimada em ser de quatro a nove vezes menor do que a taxa real (JHA *et al.*, 2013, LOZANO *et al.*, 2012). No Brasil, apesar da tendência ao aumento global dos pacientes em HD, entre os anos de 2014 e 2018 notou-se uma estabilidade na taxa de mortalidade em cerca de 19% (SESSO *et al.*, 2017).

A principal causa de mortalidades nesses pacientes é ocasionada por doenças cardiovasculares. Além das alterações hemodinâmicas, a presença de distúrbios hidroeletrólíticos, inflamação sistêmica, disfunção endotelial, calcificação arterial e arritmias contribuem para esse quadro (JHA *et al.*, 2013; KDIGO, 2017; VANHOLDER *et al.*, 2016). As altas taxas de mortalidade são um reflexo das taxas aceleradas de aterosclerose e falência cardíaca. Portanto, indivíduos com DRC devem ser vistos como sendo de alto risco para complicações cardiovasculares. Entre os pacientes em HD, o declínio na função renal restante está associado ao aumento no risco de mortalidade relacionada às causas cardiovasculares (JHA *et al.*, 2013).

Além das doenças cardiovasculares, os pacientes ainda apresentam importantes complicações como a anemia, alterações ósseas e musculares, miopatias e alterações neurológicas (BALUARTE, 2017; KDIGO, 2017; VANHOLDER *et al.*, 2016).

## **1.2 Complicações da doença renal crônica**

A anemia associada à DRC é importante tanto no aspecto de saúde pública quanto no aspecto clínico, pois mesmo uma modesta redução da função renal está associada à diminuição dos níveis de hemoglobina (HSU; MCCULLOCH; CURHAN, 2002). Um aumento significativo na prevalência de anemia aparece no momento em que o *clearance* de creatinina reduz para menos de 70 mL/min em homens e 50 mL/min em mulheres (JOHNSON *et al.*, 2015; MCCLELLAN *et al.*, 2004). A causa primária da anemia na DRC é a produção inadequada de eritropoietina, que auxilia a eritropoiese, e essa queda na produção também está relacionada com a diálise inadequada, hiperparatireoidismo, deficiência de nutrientes, inibidores da enzima conversora de angiotensina, bloqueadores dos receptores de angiotensina, hemoglobinopatias, hemólise e hiperesplenismo (JOHNSON *et al.*, 2015). Outros fatores podem contribuir para essa condição na DRC, que incluem diminuição da sobrevivência dos eritrócitos, deficiências de ferro e folato e o acúmulo de inibidores tóxicos da eritropoiese (JOHNSON *et al.*, 2015; MCCLELLAN *et al.*, 2004). Apesar do avanço no tratamento da anemia nestes pacientes, especialmente com a eritropoietina, esta condição ainda continua altamente

prevalente, apresentando uma taxa de mais de 50% em pacientes com TFG <30 mL/min/1,73m<sup>2</sup> (FISHBANE; SPINOWITZ, 2018). A perda sanguínea durante o acesso para a HD é inevitável, assim como é muito frequente também essa perda durante o procedimento, o que contribui para essa elevada prevalência (LIN *et al.*, 2013). Apesar de rara atualmente, a hemólise também é um fator associado à anemia nos pacientes em HD, causada principalmente pela circulação extracorpórea e pelo fluido de diálise (THARMARAJ; KERR, 2017). Como resultado da diminuição da oferta de oxigênio ao organismo proveniente da anemia, sintomas como fadiga, dispneia, insônia, dores de cabeça e redução da acuidade mental são comuns (FISHBANE; SPINOWITZ, 2018).

As alterações ósseas e minerais também estão presentes nos pacientes com DRC e levam a algumas manifestações clínicas que incluem dores ósseas e articulares e fraturas (PIMENTEL *et al.*, 2017). Esses pacientes também podem ter um risco aumentado de desenvolver osteoporose e osteodistrofia renal (KDIGO, 2017). A hipocalcemia é um achado clássico em parte devido à diminuição de absorção do cálcio no trato gastrointestinal pelas baixas taxas de vitamina D. A hipocalcemia também contribui para a patogênese do hiperparatireoidismo secundário e para o aparecimento da osteodistrofia renal e, aliada à diminuição dos níveis de fósforo, contribui para a diminuição da qualidade e estrutura ósseas (KDIGO, 2017; VANHOLDER *et al.*, 2016). A amiloidose é outra alteração que pode estar presente nos pacientes com DRC e acomete o sistema articular, ao promover o depósito de proteínas insolúveis nas articulações, levando a quadros de dor articular, edema e artropatia erosiva (SIGAUX *et al.*, 2019). Em articulações maiores, como a dos quadris e joelhos, essa artropatia pode levar à diminuição na realização de atividades da vida diária (NISHI *et al.*, 2018). Estudos qualitativos com pacientes com DRC confirmaram que dores em geral e dores articulares de comprometimento ósseo, articular e de deformidades esqueléticas podem levar a dificuldades de marcha e realização de exercício físico (DELGADO; JOHANSEN, 2011; BOSSOLA *et al.*, 2014; FIACCADORI *et al.*, 2014; JAYASEELAN *et al.*, 2018; JHAMB *et al.*, 2016; MOORMAN *et al.*, 2019; ROMAGNANI *et al.*, 2017).

Geralmente subestimada ou pouco compreendida na DRC, a perda muscular, no entanto, pode estar presente em cerca de metade dos pacientes em diálise. As consequências dessa miopatia na qualidade de vida e no

desempenho físico desses pacientes são desfavoráveis e idênticos àqueles observados na sarcopenia que acomete a terceira idade. Essa perda muscular é resultado de múltiplos mecanismos que associam a redução da síntese de proteínas musculares ao estímulo à degradação de proteínas (CHAUVEAU *et al.*, 2016). Baixos parâmetros de massa magra, força muscular e capacidade física estão associados com a piora de desfechos como mobilidade diminuída, quedas e mortalidade na DRC (MOORTHI; AVIN, 2017). Nesse sentido, Pereira *et al.* (2015) realizaram um estudo em paciente em pré-diálise em que a sarcopenia avaliada pelo índice de massa corporal utilizando medidas de bioimpedância e a força muscular representada pela força de preensão palmar estavam associadas com uma *Hazard Ratio* (HR) para mortalidade de 3,02 (95% CI: 1,30–7,05, n = 287). Em outro estudo, realizado com 385 pacientes cuja TFG média era de 41 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>, cada decréscimo de 0,1 m/s na velocidade de marcha estava associado a um risco 26% maior de mortalidade e o aumento de 1 s no *Timed Up and Go Test* foi associado à um risco de mortalidade 8% maior (ROSHANRAVAN *et al.*, 2013).

A redução da síntese de proteínas musculares pode estar relacionada à restrição alimentar à qual o paciente em HD está submetido, à anorexia causada pela perda de apetite, aos sintomas gastrointestinais, à depressão e ao consumo excessivo de medicações. A redução do aporte proteico e energético e a menor resposta anabólica dos aminoácidos levam à redução na taxa de síntese de actina e miosina nas fibras musculares (CHAUVEAU *et al.*, 2016; KEANE *et al.*, 2016; KITTISKULNAM *et al.*, 2017; NIXON *et al.*, 2017). Múltiplos mecanismos favorecem a proteólise muscular nos pacientes submetidos à HD, como a presença de inflamação, estresse oxidativo, acidose metabólica, déficit de vitamina D, taxas elevadas de angiotensina II, produção aumentada de glicocorticoides e a redução da atividade física (CHAUVEAU *et al.*, 2016; KALTSATOU *et al.*, 2015). Neste sentido, Aniort *et al.* (2019) encontraram semelhança entre os mecanismos de perda muscular e de proteólise entre pacientes em HD e pacientes em estágio inicial de câncer de pulmão. Foram realizadas biópsias musculares em pacientes no estágio inicial de câncer de pulmão, pacientes em HD por mais de seis meses e um grupo controle de pacientes submetidos à cirurgia de quadril, sendo sete participantes por grupo. Os achados mostraram que os sistemas proteolíticos autofágicos das fibras



musculares e a transcrição de genes que levam à atrofia muscular apresentaram níveis semelhantes entre os grupos de pacientes em HD e com câncer de pulmão, e estes se mostraram mais elevados em relação ao grupo controle.

Paralelamente ao comprometimento muscular, os pacientes em diálise também apresentam alguns distúrbios neurológicos. Vários fatores contribuem para estes distúrbios, incluindo o acúmulo de toxinas urêmicas, desordens hemodinâmicas e metabólicas, estresse oxidativo, inflamação, alterações da barreira hematoencefálica, entre outros (JABBARI; VAZIRI, 2017). A neuropatia periférica nos membros acomete entre 50% a 60% dos pacientes com DRC nas fases mais avançadas e esta é progressiva e envolve tanto axônios motores quanto sensitivos. Disestesia, alterações do sono, dor e alterações sensitivas levam à dificuldade de realizar atividades da vida diária e a diminuição da força muscular leva a problemas de locomoção e de equilíbrio (JABBARI; VAZIRI, 2017; KIERNAN *et al.*, 2002).

O aumento das toxinas urêmicas com o agravamento da DRC pode levar à encefalopatia tóxica metabólica, uma condição de disfunção cujos achados de desordens corticais incluem disfunção cognitiva, delirium, demência e encefalopatia, sintomas de acidentes vasculares focais como paralisia e espasticidade, bem como movimentações anormais de origem cortical como mioclônus, variações no tônus e espasmos epiléticos. Sua patofisiologia é geralmente multifatorial e varia de acordo com a etiologia. A atividade neuronal normal requer um ambiente equilibrado entre eletrólitos, água, aminoácidos, neurotransmissores excitatórios e inibitórios, e substratos metabólicos. Somados a isso, fluxo sanguíneo, osmolaridade, temperatura e pH normais são requisitos para uma função cerebral otimizada. A encefalopatia tóxica metabólica interfere também na função do sistema reticular ativador ascendente e/ou com suas projeções para o córtex cerebral, levando a alterações no ciclo de vigília e de atenção. Entretanto, apesar desses vários mecanismos, todos eles levam a mecanismos finais em comum: a interrupção de vias polissinápticas, equilíbrio ácido-base excitatório-inibitório alterado e edema cerebral (BALUARTE, 2017; HAMED, 2019; JABBARI; VAZIRI, 2017).

Disfunções sensitivas e motoras são achados comuns em quadros de polineuropatias causadas por diversos fatores, levando a alterações de equilíbrio e de marcha e maior risco de quedas (HAMED, 2019; MUSTAPA *et al.*, 2016;

RAMDHARRY, 2018). A neuropatia diabética é a causa mais comum de lesões nervosas periféricas e investigações sobre o equilíbrio e marcha revelaram grande instabilidade postural e atraso na ativação da musculatura distal durante a marcha (MUSTAPA *et al.*, 2016; RAMDHARRY, 2018).

### 1.3 Equilíbrio postural

Equilíbrio postural é a habilidade do corpo em manter a posição de seu centro de gravidade nos limites da área de sua base de suporte e requer um sistema contínuo de *feedback* que processa aferências visuais, vestibulares e somatossensoriais e que também executa ações neuromusculares (KAMIENIARZ *et al.*, 2018). Considerando que dois terços da massa corporal do humano estão localizados a dois terços de sua altura, isso o coloca em um sistema inerentemente instável, sendo necessário um sistema de controle que age continuamente para a manutenção do equilíbrio (WINTER, 1995). Fundamentalmente, a postura de pé requer oscilações com todo o corpo dentro de uma pequena base de suporte. Pequenos movimentos da região superior do corpo são detectados por vários receptores sensoriais, todos codificando esses movimentos por meio de seus próprios sistemas de coordenadas com dinâmicas específicas (FORBES; CHEN; BLOUIN, 2018).

O equilíbrio estático requer a regulação do centro de massa dentro da base de suporte definida pelos limites laterais, anteriores, e posteriores dos pés. O centro de massa do corpo durante a postura de pé está tipicamente posicionado à frente dos tornozelos. Como essa postura não pode ser estabilizada somente por estruturas passivas de tecido osteomuscular, é necessária uma atividade muscular para essa estabilização. Apesar da força da gravidade ser uma constante, o equilíbrio é inconstante, e pequenas flutuações são vistas nas medidas do equilíbrio, refletindo uma atividade tanto intermitente quanto contínua (BALASUBRAMANIAM; WING, 2002; BOTTARO *et al.*, 2005; FORBES; CHEN; BLOUIN, 2018). O equilíbrio na direção anteroposterior é descrito geralmente usando-se o modelo de um pêndulo invertido. Entretanto, um modelo mais complexo de pêndulo duplo é necessário para levarmos em conta os movimentos de tornozelos e quadris que surgem durante as perturbações. Com o centro de massa à frente dos tornozelos, um torque flexor

plantar gerado pelo músculo tríceps sural é necessário para impedir o corpo de oscilar e sofrer uma queda (FORBES; CHEN; BLOUIN, 2018). Hsu *et al.* (2007) encontraram evidências de um modelo multielos com estratégias de controle envolvendo variações coordenadas em muitas das principais articulações para estabilizar variáveis importantes para o controle postural durante a postura ereta, sendo que o SNC atua realizando múltiplos esforços para limitar a oscilação do corpo. A hipótese da existência de duas estratégias que poderiam ser usadas separadamente ou combinadas pelo SNC para produzir o controle da posição horizontal do centro de massa no plano sagital foi estudada por Nashner e McCollun (1985). Os autores descreveram a estratégia do quadril, que moveria o corpo como um pêndulo de segmento duplo invertido, e a estratégia do tornozelo, que reposicionaria o centro de massa ao mover todo o corpo como um pêndulo invertido simples ao produzir torque na articulação do tornozelo. Os experimentos conduzidos confirmaram essa hipótese, mostrando que a estratégia do tornozelo era utilizada para responder a perturbações durante posturas estáticas em superfícies planas. Tal estratégia era caracterizada pela ativação inicial da musculatura dorsal da articulação, e essa ativação muscular estava associada com a produção de torque na superfície de apoio, e análises cinemáticas mostraram também movimentação predominantemente na articulação do tornozelo (NASHER; McCOLLUN, 1985).

A compreensão a respeito do equilíbrio no plano frontal é menos completa do que o do plano sagital. O controle mediolateral da oscilação postural envolve um mecanismo de carga/descarga pelos adutores e abdutores dos quadris. Entretanto, os músculos ao redor dos tornozelos também contribuem para o equilíbrio mediolateral (FORBES; CHEN; BLOUIN, 2018).

Pequenas perturbações induzem a respostas corretivas caracterizadas por ativação muscular do bloco posterior do corpo, começando com os gastrocnêmios, havendo também ativação do músculo tibial anterior em perturbações com velocidades baixas (5-20 cm/s) (RUNGE *et al.*, 1999). Essa ativação parece também estar associada à idade dos indivíduos, havendo uma contribuição maior da musculatura tibial em idosos, enquanto em adultos jovens, a contribuição dos gastrocnêmios parece ser maior (DONATH *et al.*, 2015; DONATH *et al.*, 2016).

As oscilações, as forças e as contrações musculares relacionadas ao equilíbrio postural devem ser codificadas pelos vários sistemas sensoriais para habilitar o controle ativo necessário para a postura de pé (FORBES; CHEN; BLOUIN, 2018). O controle do equilíbrio, da postura e da locomoção é fornecido por sistemas em todo o eixo neural caudal-rostral. Esses sistemas são organizados para cumprir cinco objetivos primários: (1) manter o suporte vertical contra a gravidade; (2) manter o equilíbrio ao manter o centro de massa dentro da área da base de suporte; (3) fornecer estabilidade postural necessária para a tarefa; (4) controlar a trajetória dos pés para assegurar uma superfície estável; (5) atenuar a transmissão das acelerações para a cabeça com o objetivo de estabilizar o aparato visual e vestibular (MACKINNON, 2018).

O *feedback* sensorial dos sistemas somatossensoriais visual, vestibular e proprioceptivo fornece informações para o sistema nervoso que são utilizadas para um esquema interno de orientação e movimento do corpo e sua relação com o ambiente externo (BRONSTEIN, 2016). Os receptores proprioceptivos, por exemplo, fornecem a localização relativa, orientações e a taxa de movimento dos segmentos do corpo e sua relação com a base de apoio é encaminhada para o sistema nervoso pelos receptores cutâneos e proprioceptivos (MACKINNON, 2018). Os fusos neuromusculares, embutidos nos músculos esqueléticos, fornecem informações sobre o comprimento e alongamento do músculo, sendo que esse *feedback* também desempenha um importante papel no controle postural reativo (MACKINNON, 2018; DAY *et al.*, 2017). Já os órgãos tendinosos de Golgi, que são mecanorreceptores, fornecem dados codificando o nível de tensão aplicado ao tendão e são críticos para a percepção de forças exercidas para resistir às cargas impostas pela gravidade e para a regulação da atividade extensora necessária para a manutenção do apoio vertical e da estabilidade postural (MACKINNON, 2018). Adicionalmente, os receptores cutâneos dos pés fornecem *feedback* sobre a distribuição de pressão abaixo do pé (base de suporte), a direção, nível e taxa de descarga de peso (pressão), e sobre a conformidade e geometria da superfície de apoio (MILDREN; STRZALKOWSKI; BENT, 2016).

Outro sistema associado com o equilíbrio postural é o sistema vestibular que percebe rapidamente mudanças lineares e angulares no movimento e orientação da cabeça. As funções primárias desse sistema são: (1) estabilizar o

olhar enquanto a cabeça se move em relação ao corpo; (2) estabilizar o movimento da cabeça contribuindo para estabilizar a formação da imagem nas retinas; (3) fornecer percepção de movimento; e (4) ativar e modular reflexos posturais que contribuem para a manutenção do apoio vertical e controle do equilíbrio. Essas funções são realizadas por rápidas vias reflexas que controlam os movimentos dos olhos e do pescoço e por respostas que controlam os reflexos posturais e o apoio vertical (MACKINNON, 2018).

O aparato e as vias visuais convergem informações sobre o tamanho, contraste, iluminação e a distância até o olho dos objetos. Essas informações são utilizadas para planejar e executar ações antecipatórias e ajustes posturais, ou para iniciar reações às mudanças abruptas no campo visual (GOODALE, 2014).

As estruturas supraespinhais que controlam o equilíbrio, como as regiões frontais do córtex, são críticas para a seleção, planejamento, iniciação e execução de movimentos voluntários, incluindo mudanças de postura. O circuito motor dos gânglios da base também é considerado de suma importância para a seleção e supressão de movimentos, para a execução de movimentos automáticos e para a modulação de respostas motoras (WU; HALLETT, 2005). Os núcleos da base não projetam diretamente para a medula espinhal; por essa razão, qualquer influência que os núcleos da base tenham na postura, equilíbrio e movimento devem ser mediados pela atividade mediadora das vias tálamocorticais ou circuitos de tônus muscular no tegmento pontino (MACKINNON, 2018).

Finalmente, o cerebelo é considerado crítico para a detecção e correção dos erros motores e pelo subsequente refinamento da resposta motora por meio do processo supervisionado de aprendizado motor (MACKINNON, 2018). O cerebelo é o recipiente de sinais subcorticais, corticais e multissensoriais. De maneira similar aos gânglios da base, o cerebelo não projeta diretamente para a medula espinhal, tendo os sinais que projeta modulados por estruturas corticais e subcorticais (HOUK *et al.*, 2007).

A interação de todos estes sistemas pode ser avaliada por testes de equilíbrio. Esses testes devem avaliar preferencialmente todos os componentes envolvidos na manutenção do equilíbrio postural. Considerando estes componentes, a *Performance-Oriented Mobility Assessment* apresenta

capacidade para avaliar sete de nove componentes, enquanto a *Short Physical Performance Battery* apenas três (SIBLEY *et al.*, 2015). Outro instrumento é o *Balance Evaluation Systems Test*, composto por uma extensa avaliação dos sistemas e mecanismos de controle postural. Apesar de envolver a avaliação de todos os componentes, é um teste de longa duração de aplicação (HORAK; WRISLEY; FRANK, 2009).

Por outro lado, baseado no *Balance Evaluation Systems Test*, foi desenvolvido o *Mini Balance Evaluation Systems Test* (Mini-BESTest). É uma ferramenta relativamente nova e possui a capacidade de analisar oito componentes do sistema de controle postural e do equilíbrio dinâmico, sendo de mais fácil e rápida aplicação (DI CARLO *et al.*, 2016; FRANCHIGNONI *et al.*, 2010). O teste tem sido utilizado em várias populações incluindo pacientes com DRC e em HD, e apresenta boa correlação com os demais instrumentos de avaliação do equilíbrio (DI CARLO *et al.*, 2016; JÁCOME *et al.*, 2017).

A escala de equilíbrio de Berg foi desenvolvida por profissionais de saúde por meio de entrevistas e avaliações de pacientes, explorando os vários métodos de avaliação do equilíbrio. Inicialmente com mais de 30 testes selecionados, chegou-se ao número de 14 itens. Cada item é pontuado de 0 a 4 e somado para a determinação de um score (BERG, 1989). Apesar de a escala ter sido desenvolvida inicialmente para a avaliação da população de idosos, ela tem sido utilizada desde então em inúmeras populações distintas (DOWNS; MARQUEZ; CHIARELLI, 2013).

O deslocamento do centro de pressão (CDP) avaliado pela plataforma de força tem sido amplamente utilizado para avaliação do equilíbrio em diferentes populações (GOETSCHIUS *et al.*, 2018; LEE; SUN, 2018; LUDWIG, 2017; MCKEON; HERTEL, 2008). O CDP estima o vetor da força de reação do solo da base de suporte do corpo e o cálculo da sua cinemática é frequentemente utilizado para medir a variação postural. A plataforma de força é utilizada para medir a variação do CDP com o indivíduo de pé sobre o equipamento. As forças de reação do solo geradas pelo corpo são medidas por transdutores, e registradas em função das variações nos eixos, da velocidade e da área de deslocamento (GOLRIZ *et al.*, 2012).

O'Connor, Baweja e Goble (2016) realizaram um trabalho de validação da plataforma de força BTracks, utilizando duas plataformas de mesmo modelo,

uma nova e outra com seis meses de uso e compararam seus resultados com os obtidos por um dispositivo padrão ouro para a avaliação do CDP, uma plataforma de uso em laboratórios (MTI OPT464508, Advanced Medical Technology, Inc., MA, USA). Um sistema com um pêndulo mecânico invertido foi construído para fornecer perturbações controladas do CDP, emulando características do desvio postural humano. Os resultados indicaram que o sistema BTracks se mostrou altamente acurado, com um erro absoluto das medidas de menos de 1%, e altamente preciso, com um desvio padrão de 0,2 mm em média. Dados normativos obtidos em mais de 16.000 participantes com idades que variaram entre 5 e 100 anos permitiram concluir que a plataforma pode fornecer meios objetivos de determinar anormalidades na variação do CDP (GOBLE; BAWEJA, 2018). Em idosos, dados obtidos em mais de 8.000 participantes forneceram uma ferramenta para a detecção dessas anormalidades no campo da geriatria (GOBLE; BAWEJA, 2018).

#### **1.4 Equilíbrio postural na DRC**

Pacientes com DRC em HD podem apresentar disfunções musculares e comprometimento na integração sensorial, como descrito anteriormente, que afetam o equilíbrio postural (ERKEN *et al.*, 2016). Neste sentido, Shin *et al.* (2014) compararam o equilíbrio postural de pacientes em HD com um grupo controle composto por indivíduos saudáveis por meio do posturografia estática associada à execução de dupla tarefa cognitiva. Nesta tarefa foi solicitado para os participantes citarem nomes de vegetais e frutas durante a realização da avaliação de equilíbrio. Os resultados não só demonstraram uma alteração do equilíbrio nesses participantes quando comparados à um grupo controle, como também pior resultado ao realizar a dupla tarefa. O grupo de pacientes em HD apresentou maior deslocamento total e área do deslocamento do CDP, além de maior velocidade média de deslocamento tanto nos eixos ântero-posterior quanto no látero-lateral quando comparados ao grupo controle.

Da mesma forma, Analan e Özelsancak (2019) realizaram um estudo comparando o equilíbrio postural de pacientes com DRC submetidos à diálise peritoneal (n=58) com indivíduos saudáveis (n=78). Para a avaliação do equilíbrio postural todos os participantes foram submetidos a escala de equilíbrio

de Berg e a posturografia estática. Oito posturas incluindo variações com olhos abertos e fechados e almofadas sob os pés foram utilizadas para o cálculo do risco de quedas baseado na variação da distribuição de pressão dos pés na plataforma. Os resultados indicaram que o equilíbrio estático estava alterado nos pacientes em diálise em relação ao grupo controle saudável, representado por maior risco de quedas calculado. Entretanto, a avaliação pela posturografia foi mais eficaz na avaliação do controle postural quando comparada a escala de Berg, a qual não mostrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

O próprio processo de HD está associado com alteração no equilíbrio postural dos pacientes renais crônicos. Os distúrbios eletrolíticos ocasionados pela HD podem afetar adversamente a performance neuromuscular destes pacientes. As rápidas mudanças nas concentrações de cálcio durante o procedimento podem afetar a função muscular nos aspectos da produção de força e resistência a fadiga. A acidose pode afetar a função neuromuscular, deteriorando a interação entre actina e miosina (BERCHTOLD; BRINKMEIER; MÜNTENER, 2000; DEBOLD, 2012). Adicionalmente, a perda de peso devido à eliminação de líquido durante a HD também pode contribuir para alterações na estabilidade postural (LETCHMI *et al.*, 2011; LIU, 2006).

Magnard *et al.* (2014) realizaram um estudo com 27 pacientes em HD pareados com voluntários saudáveis e sem história de DRC. Para a avaliação do equilíbrio ambos os grupos foram instruídos a permanecer de pé sobre uma plataforma de força em duas ocasiões, uma com os olhos abertos e outra com os olhos fechados, sendo que a variação do CDP na direção anteroposterior e médio-lateral foi registrada. O grupo controle obteve melhores resultados do que os indivíduos em HD, apresentando menor variação do deslocamento do CDP, apesar de a diferença entre as tentativas de olhos fechados e abertos ter se mantido semelhante em ambos os grupos. Estes dados sugerem que as alterações de equilíbrio nesses pacientes estão mais relacionadas a déficits de integração proprioceptiva e/ou *inputs* vestibulares do que a *inputs* visuais

Portanto, pacientes em HD tem o controle postural debilitado, com variações de CDP em todos os eixos de deslocamento em maior escala do que indivíduos saudáveis, implicando em um maior risco de quedas (SHIN *et al.*, 2014). Acidentes com quedas impõem riscos significantes aos pacientes com DRC submetidos à HD, por aumento da morbidade e mortalidade (SOANGRA *et*



*al.*, 2012). A incidência de fraturas de quadril nesses pacientes comparados com a população em geral de mesma idade, sexo e etnia é quatro vezes maior (ALEM *et al.*, 2000). A incidência de quedas nos pacientes em diálise varia de 1,18 a 1,60 quedas/pessoas-ano, sendo semelhante para os pacientes em HD e diálise peritoneal, e maior do que em adultos saudáveis com 65 anos ou mais, que apresentam um índice de aproximadamente 1 queda/pessoas-ano (COOK *et al.*, 2006; FARRAGHER, *et al.*, 2016; FARRAGHER, *et al.*, 2014; HAMED, 2019; LÓPEZ-SOTO *et al.*, 2015).

Além do comprometimento do equilíbrio postural, os fatores que estão associados ao maior risco de queda nesta população incluem: hipotensão arterial, miopatia, anemia, acidose metabólica, encefalopatia relacionada à HD, infecções relacionadas ao cateter, arritmias e fadiga. Além disso, devem ser considerados fatores como a alta prevalência de comorbidades, terapia por múltiplos fármacos e déficits cognitivos (SOANGRA *et al.*, 2012).

Considerando a alteração do equilíbrio postural nos pacientes em HD, a alta prevalência de quedas e suas consequências, medidas preventivas devem ser implementadas. Dentre estas medidas, destaca-se um programa específico de treino de equilíbrio para estes pacientes.

### **1.5 Treino de equilíbrio**

O treino de equilíbrio é amplamente utilizado em diferentes áreas da fisioterapia, da geriatria, e como um método de prevenção de quedas e lesões associadas. O termo genérico “treino de equilíbrio” engloba todos os exercícios em superfícies instáveis ou móveis e em múltiplas configurações de atividades. Tipicamente, o treino de equilíbrio vem sendo utilizado como um paradigma de intervenção tanto para o equilíbrio estático quanto para o dinâmico ou em situações de reação a alterações posturais súbitas (FREYLER *et al.*, 2016). Programas de exercício que reduzem quedas englobam múltiplas categorias, tais como exercícios funcionais, Tai Chi e exercícios de força muscular associados à atividades de equilíbrio. Entretanto, ainda existem incertezas sobre a efetividade de atividades como dança, caminhada e exercícios de força muscular não associados ao treino de equilíbrio (SHERRINGTON *et al.*, 2019).

A ativação de sistemas neurais que são comuns a funções cognitivas, de equilíbrio e de marcha contribuem para a melhora do equilíbrio postural. Os benefícios das intervenções cognitivas parecem ser transferidos também para o domínio motor (SEGEV-JACUBOVSKI *et al.*, 2011). Em idosos com comprometimento cognitivo leve, por exemplo, a combinação de atividades de dupla tarefa associando exercícios cognitivos com treino de equilíbrio foi capaz de promover melhora na função cognitiva geral, na velocidade de marcha realizando dupla tarefa, no equilíbrio estático e na qualidade de vida (HAGOVSKÁ; OLEKSZYOVÁ, 2015).

Sparrow *et al.* (2016) descreveram um programa de treino de equilíbrio baseado em intervenções que correspondem a seis sistemas interativos que contribuem para o controle do equilíbrio postural. A estabilidade na marcha pode ser treinada pela variação na velocidade, realização de dupla tarefa, modificações de direção e de posicionamento do tronco, além de marcha para trás. A orientação sensorial e os ajustes posturais são treinados pelas alterações dos *inputs* externos, atividades em superfícies instáveis e planos inclinados, atividades com apoio unipodal e lançamento de objetos. Os ajustes posturais antecipatórios são treinados por meio de atividades de sentar e levantar, passos laterais e para frente e para trás, alcance com apoio unipodal. A verticalidade é treinada por alcances funcionais laterais, para frente e acima da cabeça. Por fim, as restrições biomecânicas são abordadas por meio de exercícios de alongamento e fortalecimento muscular.

Programas específicos em populações com doenças crônicas como câncer, diabetes, fibromialgia, osteoartrite, doença de Parkinson e acidentes vasculares encefálicos foram realizados e mostraram resultados positivos, uma vez que a realização de um programa de treino de equilíbrio melhorou todos os aspectos do equilíbrio postural. Entretanto, esses programas não avaliaram a sua eficácia de forma imediata, variando de um até 15 meses de duração (BRAYALL *et al.*, 2018; DIXIT; GULAR; ASIRI, 2018; KIBAR *et al.*, 2015; PAZIT *et al.*, 2018; SPARROW *et al.*, 2016; VAHLBERG *et al.*, 2016).

Na população de pacientes renais crônicos em HD, a realização de um programa de exercícios aeróbicos e de força intradialíticos é segura e está associada à vários benefícios, como melhora da capacidade funcional, dos níveis pressóricos, do consumo máximo de oxigênio, da força muscular, entre

outros (QIU *et al.*, 2017; REBOREDO *et al.*, 2014; REBOREDO *et al.*, 2011; REBOREDO *et al.*, 2010). Apesar dos vários protocolos de treinamento terem sido aplicados, a realização de treinos específicos de equilíbrio para esses pacientes ainda foi pouco estudada.

Em um estudo recente, Frih *et al.* (2017) avaliaram os efeitos de seis meses de treino específico de equilíbrio incluídos em um programa de força e resistência no equilíbrio postural em pacientes submetidos à HD. Quarenta e nove pacientes do sexo masculino foram randomicamente designados para um grupo intervenção (treino de equilíbrio incluído em um programa de resistência e força) ou um grupo controle (apenas o programa de resistência e força). O programa de treino de equilíbrio incluiu atividades como apoio unipodal, atividades em superfícies irregulares, sentar e levantar, marcha nas pontas dos pés e marcha para trás e foram realizados em dias em que não havia sessão de HD. Os resultados mostraram que todas as medidas para o equilíbrio melhoraram significativamente no grupo intervenção. Os parâmetros utilizados em seis escalas de avaliação (*Timed Up and Go Test*, MiniBEST Test, Tinetti Mobility Test, Escala de equilíbrio de BERG, Unipodal Stance test e Activities-specific Balance Confidence Scale) apresentaram grande tamanho do efeito, concluindo que um treino de equilíbrio juntamente com treino de força e resistência melhorou o equilíbrio postural estático e dinâmico em pacientes submetidos à HD.

Como importantes componentes do controle postural imediato estão as informações sensoriomotoras adquiridas pelas estruturas proprioceptivas articulares, musculares e tendinosas, que possuem a habilidade de detectar e responder imediatamente às mudanças em um ambiente instável. Mudanças nos potenciais de disparo dessas estruturas podem influenciar na velocidade e na qualidade de suas respostas, e essas mudanças podem ser adquiridas por meio de atividades como fortalecimento muscular e alongamentos (HERDA *et al.*, 2011). Uma única sessão de exercícios de contração-relaxamento e alongamento da musculatura do quadril resultou em diminuição da inclinação lateral do tronco avaliado por meio da estabilometria após cinco minutos da aplicação da intervenção em um grupo de 45 indivíduos saudáveis (SZAFRANIEC *et al.*, 2018). Em pacientes com doença de Parkinson, por exemplo, o tamanho e a velocidade da passada para frente, para trás e para os

lados aumentaram imediatamente após treinamento de caminhada multidirecional (BRYANT *et al.*, 2016). Adicionalmente, em uma revisão para avaliar os efeitos de treinamentos de dupla tarefa, 30% dos estudos analisados relataram melhora significativa do equilíbrio postural de forma aguda (GHAI; GHAI; EFFENBERG, 2017).

Entretanto, os efeitos agudos da realização do treino de equilíbrio no equilíbrio e no controle postural de pacientes em HD ainda não foi estudado. A hipótese do presente estudo é que a realização de uma sessão de treino de equilíbrio, realizado antes da sessão de diálise, melhora agudamente o equilíbrio estático e o controle postural de pacientes submetidos à HD.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo primário**

Avaliar o efeito agudo do treino de equilíbrio no controle postural e no equilíbrio estático em pacientes com DRC submetidos à HD.

### **2.2 Objetivos secundários**

Avaliar o efeito agudo do treino de equilíbrio, realizado antes da sessão de HD, nos seguintes parâmetros:

- Deslocamento do CDP avaliado pela plataforma de força.
- Ativação dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio medial avaliada por eletromiografia de superfície.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi conduzido um estudo do tipo ensaio clínico randomizado cego com intervenção única, sendo o paciente o próprio controle. O estudo foi conduzido no período de janeiro a fevereiro de 2020.

#### 3.1 Amostra

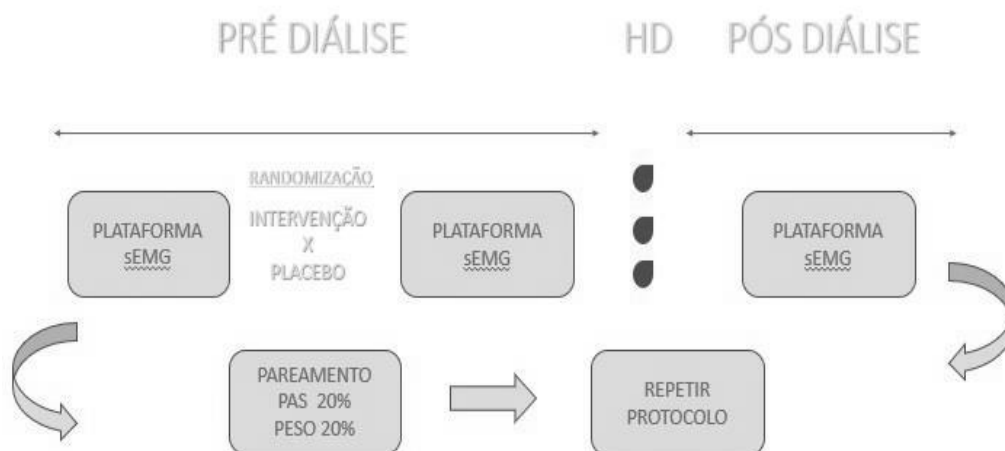
A amostra foi composta por pacientes adultos, em HD por um período mínimo de três meses na Unidade do Sistema Urinário do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora e que concordaram em participar do estudo pela assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado no Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário da UFJF sob o parecer Nº 3.434.384/2019. O protocolo foi registrado na plataforma Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) sob o número RBR-4vp7gw.

Foram excluídos pacientes que atenderam a um dos seguintes critérios: déficit cognitivo avaliado pelo teste de seis itens (CALLAHAN *et al.*, 2002), presença de limitação física que impedisse a realização dos exercícios, presença de comorbidade grave e instável, hospitalização nos três meses anteriores à inclusão no estudo. Foram consideradas como comorbidade grave e instável: angina instável, insuficiência cardíaca descompensada, história de infarto do miocárdio nos últimos seis meses, hipertensão arterial descontrolada com pressão arterial sistólica (PAS)  $\geq 200$ mmHg e/ou pressão arterial diastólica  $\geq 120$ mmHg, diabetes descompensada, pneumopatias graves, infecção sistêmica aguda, além de distúrbios neurológicos, músculo-esqueléticos e osteoarticulares incapacitantes ou outras condições de acordo com o julgamento clínico.

### 3.2 Protocolo experimental

Antes da segunda sessão de HD da semana, o paciente realizou uma avaliação do equilíbrio e da ativação muscular dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio medial bilaterais, e também foi submetido a uma entrevista para avaliação do histórico de quedas e nível de atividade física. Posteriormente, foi feita uma randomização para determinar se o paciente receberia o treino de equilíbrio ou o treinamento placebo. A randomização foi feita por sorteio simples, utilizando envelopes lacrados e opacos. Após a randomização, antes do participante iniciar o processo de HD, foi aplicada a intervenção em ambiente separado dos outros participantes. Tanto a randomização quanto a aplicação do treino de equilíbrio e do placebo foram realizados por um fisioterapeuta da equipe diferente do avaliador. Após o treino de equilíbrio ou o treinamento placebo e ao término da sessão de HD os participantes foram submetidos novamente a avaliação do equilíbrio e da ativação muscular.

Figura 1 - Sequência das avaliações do equilíbrio e da ativação muscular durante a sessão de hemodiálise



Fonte: elaborada pelo autor.

Na sessão de HD subsequente que foi pareada com a anterior o participante foi submetido à mesma sequência de avaliações do equilíbrio e eletromiográfica, e também recebeu o treino de equilíbrio ou o treinamento

placebo de acordo com a ordem definida na randomização. Para o pareamento das sessões de HD foram considerados os seguintes critérios: segunda ou terceira sessão de HD na semana, variação no ganho de peso no período interdialítico menor do que 20% e na pressão arterial sistólica menor do que 20%, além de queixas dos pacientes como relato de cansaço físico, dor, indisposição ou tonteira.

### **3.3 Avaliações**

#### **3.3.1 Dados clínicos, demográficos e laboratoriais**

Foram coletados os seguintes dados dos prontuários dos pacientes: idade, sexo, estado civil, renda familiar, escolaridade, atividade profissional, comorbidades, medicações, massa corporal, estatura, IMC, dados referentes à etiologia da DRC, tempo de diálise, hemoglobina, albumina, glicose, sódio, potássio, cálcio, fósforo, ureia, creatinina, vitamina D, paratormônio e índice de eficácia de hemodiálise (Kt/V).

#### **3.3.2 Histórico de quedas**

Foi avaliada a história prévia de queda no ano anterior, definida como “um evento inesperado no qual o sujeito cai no piso, solo ou a um nível inferior” (LAMB *et al.*, 2005), e também o histórico de fratura prévia.

#### **3.3.3 Nível de atividade física**

O nível de atividade física foi avaliado por meio do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) versão curta. Os participantes responderam questões sobre a realização de atividades vigorosas ou moderadas, baseando-se no aumento da frequência cardíaca e da respiração relatados pelo próprio participante, além do tempo e da frequência semanal da realização dessas atividades. O tempo e a frequência de permanência na postura sentada e da realização de caminhadas durante a semana também foram fatores utilizados para a classificação. Os participantes foram



estratificados em muito ativo, ativo, irregularmente ativo ou sedentário (MATSUDO *et al.*, 2001).

### 3.3.4 Equilíbrio

Para a avaliação do equilíbrio foi utilizado o sistema de aquisição de sinais *Balance Tracking System* (BTracks). A plataforma tem forma retangular, medindo 40 cm x 60 cm, e possui células de força acopladas em seus quatro apoios que por um circuito tipo ponte fornece sinais elétricos derivados de uma aplicação vertical de força. O sistema tem múltiplas aplicações que inclui, por exemplo, a captura de dados do CDP para a detecção de alterações de equilíbrio. Foram analisados os parâmetros de deslocamento total do CDP, excursão e raiz médio quadrática dos deslocamentos látero-lateral e ântero-posterior, área da elipse formada pelo deslocamento e sua frequência e velocidade. O software fornecido pelo fabricante foi utilizado para calcular a trajetória do CDP nos eixos ântero-posterior e látero-lateral (GOBLE *et al.*, 2018).

Para o teste de equilíbrio foi solicitado ao participante que retirasse seu calçado, ficasse de pé na plataforma, mantendo-se parado na posição mais relaxada e confortável possível, com os braços mantidos confortavelmente ao longo do corpo, enquanto respiravam normalmente. O contorno dos pés dos participantes foi então marcado em papel no piso da plataforma para assegurar que a mesma posição fosse adotada durante todas as tentativas. Os olhos deveriam permanecer abertos, e caso o participante usasse óculos, era orientado a mantê-lo no rosto. O participante então era orientado para que assim que ouvisse o comando, fletisse os ombros, estendesse os cotovelos e tentasse atingir o máximo alcance à frente possível e retornar à posição inicial não podendo, porém, fletir os joelhos ou retirar alguma parte dos pés da plataforma, o máximo de vezes que conseguisse até ouvir o comando para parar. Cada sessão de avaliação foi constituída de três tentativas de 30s cada uma. Durante este procedimento, um membro da equipe de pesquisa estava próximo ao paciente para garantir a segurança (LE MOS *et al.*, 2014; LEMOS; RODRIGUES; VARGAS, 2014; DUNCAN *et al.*, 1990).

### 3.3.5 Eletromiografia de superfície

A ativação da musculatura do tornozelo foi avaliada pela eletromiografia de superfície (EMG). A EMG fornece acesso fácil aos processos fisiológicos que fazem com que o músculo gere força, produza movimento, e realize as funções determinadas nas diversas estruturas das quais faz parte. Em biomecânica, três aplicações dominam o uso da EMG de superfície: seu uso como indicador da iniciação da ativação muscular, as relações de força produzidas pelo músculo, e para avaliar o processo de fadiga muscular. Como um indicador do início da atividade muscular, o sinal pode fornecer a sequência temporal de um ou mais músculos ao realizar uma tarefa, como durante a marcha ou durante a postura estática de pé (De LUCA, 1997).

Os eletrodos foram posicionados conforme as normas da SENIAM (*Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles* - <http://www.seniam.org/>). Para reduzir a impedância da pele na aquisição do sinal da EMG foi realizada a tricotomia da área com lâmina descartável e a limpeza da pele com etanol 70% sobre o ventre dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio medial em ambos os membros inferiores (HERMENS *et al.*, 2000).

Para a aquisição dos sinais eletromiográficos foi utilizado um conversor analógico-digital (EMG System do Brasil Ltda. modelo EMG 800C) de oito canais de entrada analógicos. O sinal foi captado por sensores diferenciais de superfície passivos de Ag/AgCl, (Medpex® modelo MP43), com espuma e gel sólido, dispostos paralelamente em relação à direção das fibras musculares e fixados a uma distância entre os eletrodos de 20 mm. Os sinais de EMG foram registrados pela raiz média quadrática (RMS) e adquiridos por software específico (EMGLAB), compatível com o sistema de aquisição de sinais da EMG System Brasil®. Posteriormente, os dados obtidos foram processados em ambiente Matlab (The Mathworks Inc.®) com rotinas desenvolvidas especificamente para este estudo. Por meio destas rotinas foi realizada a filtragem adequada (filtro passa-bandas tipo Butterworth direto e reverso de segunda ordem em 20 - 450 Hz) eliminando possíveis interferências no sinal. A normalização do sinal de EMG obtido para os músculos tibial anterior e gastrocnêmio medial durante o experimento foi realizada a partir do sinal de EMG adquirido previamente em postura ortostática, quando foi solicitado ao voluntário a flexão plantar bilateral

para ativação dos gastrocnêmios e a dorsiflexão bilateral (apoio nos calcanhares) para ativação dos músculos tibial anterior, pelo tempo mínimo de 10 segundos para cada grupo muscular.

Os sinais foram adquiridos simultaneamente à realização da estabilometria descrita acima. Um canal da EMG foi acoplado ao computador e era ativado simultaneamente à ativação da plataforma de força, e serviu como marcador temporal para a sincronização dos sinais da plataforma de força e da EMG.

### **3.4 Intervenções**

#### **3.4.1 Treino de equilíbrio**

Para o treino de equilíbrio foi utilizado o protocolo modificado proposto por Frih *et al.* (2017). Em todos os exercícios um fisioterapeuta esteve acompanhando o participante ao seu lado, sendo realizado o seguinte protocolo:

- Exercícios de manutenção da postura estática: posição de pé, com as mãos apoiadas na cintura, realizando apoio unipodal, em duas séries de 10 s para cada perna; postura estática em tandem (um pé à frente do outro, com os dedos tocando o calcanhar do pé à frente), em duas séries de 10 s para cada pé à frente; equilíbrio em superfície irregular durante 20 s.

- Exercícios de transição: passagem da postura sentado em uma cadeira para de pé e retorno à posição sentada, realizando 20 repetições.

- Exercícios de marcha: uma marcação de dois metros de comprimento no solo foi o parâmetro de distância para a realização dos exercícios de marcha, sendo eles marcha em tandem, marcha para trás, marcha lateral, marcha nos calcanhares, e marcha nas pontas dos pés, pela distância de quatro vezes a marcação no solo.

A duração de todo o protocolo do treino de equilíbrio foi de aproximadamente 8 minutos.

#### **3.4.2 Exercício placebo**

A intervenção placebo foi aplicada com o paciente sentado, quadris e joelhos fletidos a 90°. Foram realizadas três séries de 10 repetições de extensão

de joelho sem resistência, alternando os membros inferiores. Por não ser uma musculatura primária para a manutenção da postura de pé, os extensores de joelho foram escolhidos como musculatura para aplicação do placebo. Como o protocolo placebo tem menor duração, o paciente aguardou oito minutos para ser submetido a nova avaliação para garantir o cegamento do avaliador.

### **3.5 Análise estatística**

O cálculo amostral foi realizado baseando-se no trabalho de Goble, Hearn e Baweja (2017), que realizaram um estudo sobre prevenção de quedas em idosos, utilizando a plataforma BTracks para avaliação da variação do CDP antes e após a realização de um protocolo de exercícios de força e equilíbrio no período de 90 dias. Com resultados de média e desvio padrão da variação do CDP obtidos antes e depois da intervenção de 69.4cm (34.3) e 47.5cm (13.9) respectivamente, foi utilizado o software GPower (v.3.1.9.2 para Windows) para calcular o tamanho da amostra, definindo-se um poder de 80% e  $\alpha = 0,05$ , chegando ao número de 22 participantes no estudo.

As variáveis foram descritas como medidas de tendência central e variabilidade, sendo submetidas à análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, bem como de homogeneidade pelo teste de Levene. As comparações entre as sessões intervenção e placebo foram realizadas pelos testes t não pareado ou Mann-Whitney, quando apropriado. O teste de Friedman foi utilizado para comparar os valores do deslocamento do centro de pressão entre os períodos pré intervenção ou placebo, pós intervenção ou placebo e pós diálise.

O nível de significância considerado foi  $\alpha=0,05$ .

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados pelo software SPSS (versão 21.0 para Windows).

## 4 RESULTADOS

Na primeira fase deste estudo, foi conduzido um protocolo piloto com o objetivo de comparar o equilíbrio postural entre pacientes em hemodiálise classificados como caidores com pacientes não caidores. Como principal achado, o grupo de caidores obteve maiores valores de deslocamento total do CDP e velocidade média do deslocamento em comparação ao grupo de não caidores. A metodologia empregada neste estudo piloto, bem como os demais resultados, estão apresentados em forma de artigo que se encontra no APÊNDICE D.

Dos 125 pacientes em HD, 85 foram considerados elegíveis para o presente estudo. A amostra selecionada para este estudo teve um total de seis participantes, sendo três homens e com média de idade de  $57,1 \pm 7,4$  anos (tabela 2). Metade dos participantes relataram histórico de um ou mais episódios de quedas nos 12 meses anteriores ao estudo. A hipertensão arterial sistêmica foi tanto a etiologia da DRC quanto a comorbidade mais prevalente. A tabela 3 mostra os dados laboratoriais da amostra. Os pacientes estavam bem dialisados ( $Kt/V > 1,2$ ) e com níveis aceitáveis de hemoglobina.

Os valores do peso corporal e da pressão arterial antes e após a sessão de HD não apresentaram diferença estatisticamente significativa quando foi comparado a sessão de exercício com a placebo (tabela 4). Todos pacientes concluíram a sessão de exercício com adequada tolerância e não foi observada intercorrência durante e após a intervenção.

Na tabela 5 e figuras 2 a 7 estão descritos os valores dos deslocamentos do CDP, velocidade média, área da elipse e número de tentativas de alcance nas sessões intervenção e placebo. Não foi observado diferença estatisticamente significativa na comparação entre as sessões intervenção e placebo. Da mesma forma, não foi observado diferença entre os períodos pré e pós intervenção ou placebo e pós HD.

Tabela 2 - Características demográficas e clínicas dos pacientes incluídos no estudo.

Variáveis	Total (n=6)
<i>Demográficas</i>	
Idade (anos)	57,1 ± 7,4
Homens (N, %)	3 (50%)
Renda (Reais)	3.259,50 ± 1212,20
Escolaridade (N, %)	
Fundamental	3 (50%)
Médio	1 (16,7%)
Superior	2 (33,3%)
<i>Clínicas</i>	
Índice de massa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	28,1 ± 3,9
História de fraturas (N, %)	2 (33,3%)
História de quedas nos últimos 12 meses (N, %)	3 (50%)
Atividade física (N, %)	
Ativo	3 (50%)
Irregularmente ativo "B"	3 (50%)
Tempo de diálise (meses)	86,0 ± 109,3
<i>Etiologia da doença renal crônica (N, %)</i>	
Hipertensão arterial	2 (33,3%)
Diabetes mellitus	1 (16,7%)
Glomerulonefrite crônica	1 (16,7%)
Indeterminada	2 (33,3%)
<i>Comorbidades (N, %)</i>	
Hipertensão arterial	5 (83,3%)
Diabetes mellitus	1 (16,7%)
Síndrome metabólica	1 (16,7%)
Hipotireoidismo	2 (33,1%)
Doença arterial coronariana	1 (16,7%)

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Tabela 3: Dados laboratoriais dos pacientes incluídos no estudo.

<b>Variáveis</b>	<b>Total (n=6)</b>
Índice de eficácia da diálise	1,54 ± 0,23
Hemoglobina (g/dL)	11,1 ± 0,9
Glicose (mg/dL)	117,8 ± 57,9
Potássio (mEq/L)	4,9 ± 0,4
Sódio (mEq/L)	138,8 ± 2,2
Fósforo (mEq/L)	6,1 ± 2,5
Albumina (g/dL)	4,0 ± 0,3
Creatinina (mg/dL)	10,8 ± 2,0
Cálcio (mg/dL)	9,6 ± 1,4
Uréia (mg/dL)	152,1 ± 31,6
Paratormônio (pg/ml)	615,3 ± 483,4
Vitamina D (ng/ml)	29,4 ± 7,5

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Tabela 4: Peso corporal e pressão arterial nas sessões intervenção e placebo dos pacientes incluídos no estudo.

<b>Variáveis</b>	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	<b>p-valor</b>
<i>Massa corporal (Kg)</i>			
Intervenção	80,4 ± 12,0	77,8 ± 11,7	0,423
Placebo	79,7 ± 11,7	78,2 ± 11,6	0,631
<i>Pressão arterial sistólica (mmHg)</i>			
Intervenção	132,5 ± 22,0	131,3 ± 24,1	0,936
Placebo	130,6 ± 17,1	124,3 ± 18,7	0,684
<i>Pressão arterial diastólica (mmHg)</i>			
Intervenção	83,6 ± 9,6	79,5 ± 15,4	0,422
Placebo	75,1 ± 9,8	76,5 ± 6,7	0,629

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

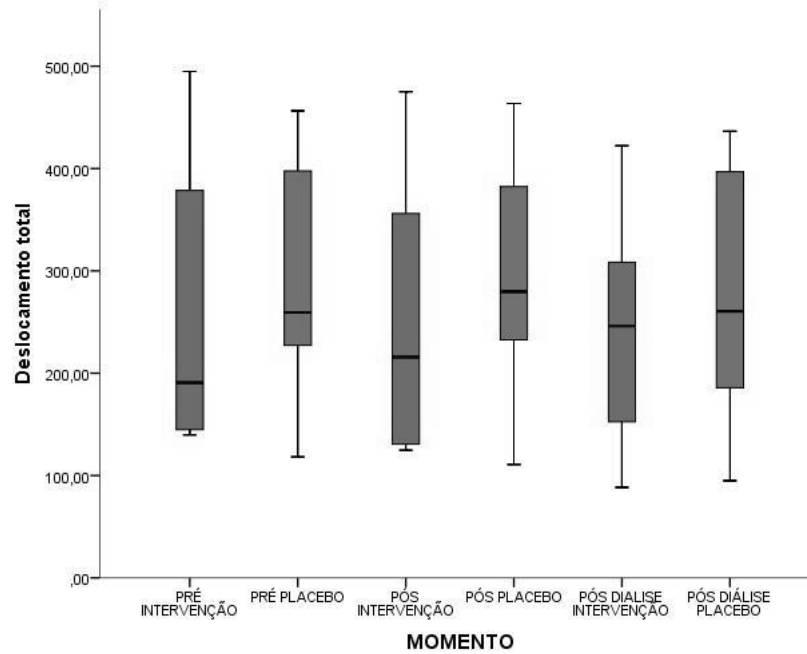
Tabela 5: Deslocamento do centro de pressão e comparação entre sessão intervenção e placebo dos pacientes incluídos no estudo.

<b>Variáveis</b>	<b>Pré intervenção ou placebo</b>	<b>Pós intervenção ou placebo</b>	<b>Pós diálise</b>	<b>p- valor</b>
<i>Deslocamento total (cm)</i>				
Intervenção	256,5 ± 146,1	252,9 ± 137,1	244,0 ± 117,2	0,513
Placebo	286,4 ± 122,4	291,4 ± 122,2	272,5 ± 127,8	0,115
<b>p-valor</b>	0,522	0,522	0,631	
<i>Velocidade média (cm/s)</i>				
Intervenção	8,5 ± 4,8	8,4 ± 4,5	8,1 ± 3,9	0,513
Placebo	9,5 ± 4,0	9,6 ± 4,0	9,0 ± 4,2	0,115
<b>p-valor</b>	0,522	0,522	0,631	
<i>Área da elipse (cm<sup>2</sup>)</i>				
Intervenção	42,1 ± 28,0	47,6 ± 35,3	44,6 ± 29,1	0,513
Placebo	49,7 ± 23,3	52,5 ± 28,3	49,3 ± 30,5	0,846
<b>p-valor</b>	0,873	0,631	0,631	
<i>Deslocamento médio-lateral (cm)</i>				
Intervenção	4,5 ± 2,5	4,5 ± 2,4	5,0 ± 2,4	0,513
Placebo	5,1 ± 1,7	5,5 ± 2,4	5,6 ± 2,9	1,000
<b>p-valor</b>	0,423	0,337	0,522	
<i>Deslocamento ântero-posterior (cm)</i>				
Intervenção	10,9 ± 3,7	11,0 ± 4,0	10,6 ± 3,5	0,311
Placebo	11,5 ± 3,1	11,0 ± 2,9	11,4 ± 3,3	0,513
<b>p-valor</b>	0,873	0,631	0,631	
<i>Tentativas de alcance (N)</i>				
Intervenção	11,2 ± 4,6	12,6 ± 5,0	11,7 ± 3,7	0,054
Placebo	11,6 ± 3,2	12,6 v 3,1	12,4 ± 3,0	0,119
<b>p-valor</b>	0,936	1,000	0,629	

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

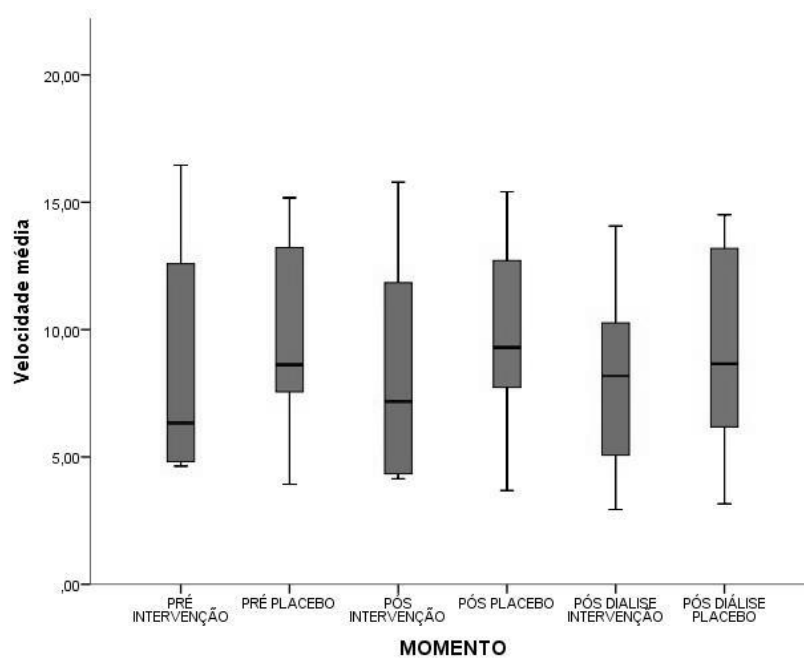


Figura 2: Gráfico de caixas com valores do deslocamento total do CDP nos diferentes momentos da avaliação.



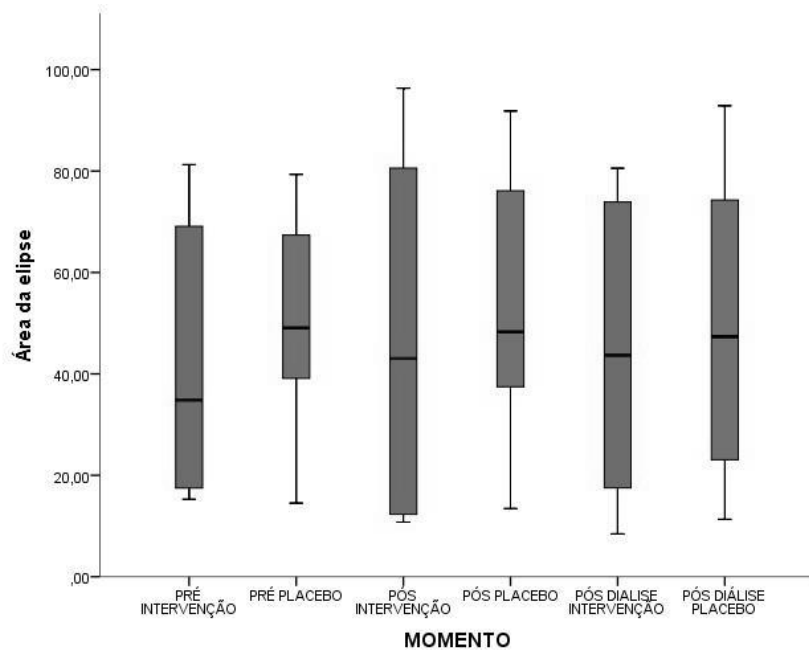
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 3: Gráfico de caixas com valores de velocidade média do deslocamento do CDP nos diferentes momentos da avaliação.



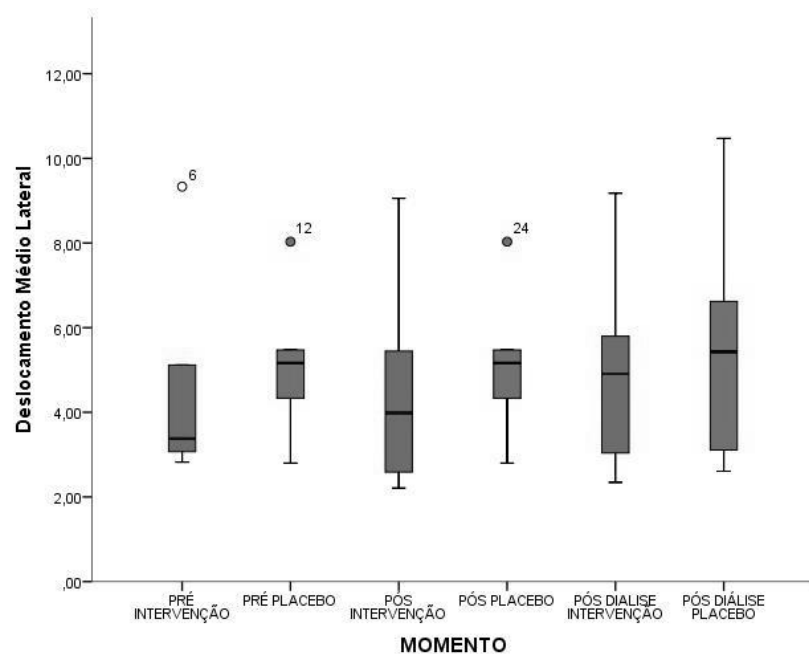
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 4: Gráfico de caixas com valores da área da elipse projetada pelo CDP nos diversos momentos da avaliação.



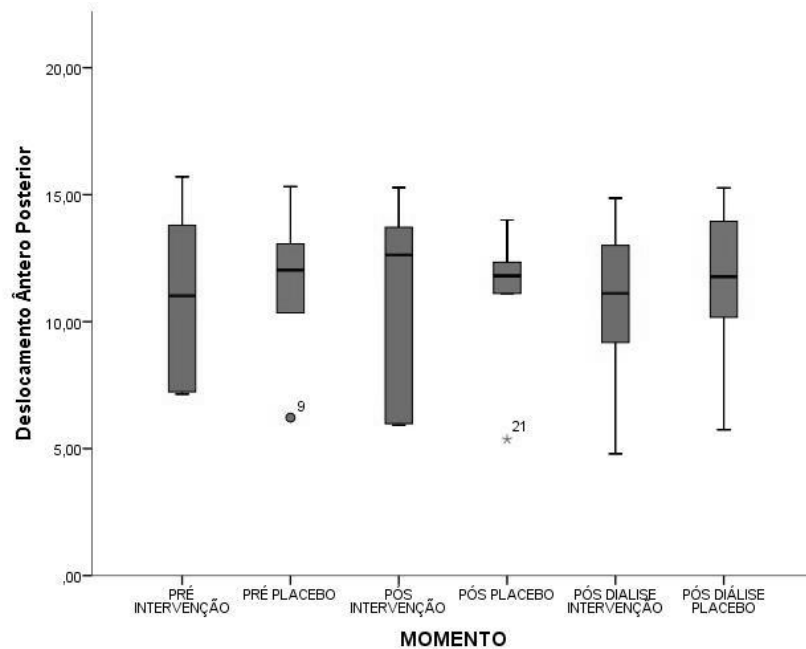
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 5: Gráfico de caixas com valores do deslocamento médio lateral do CDP nos diversos momentos da avaliação.



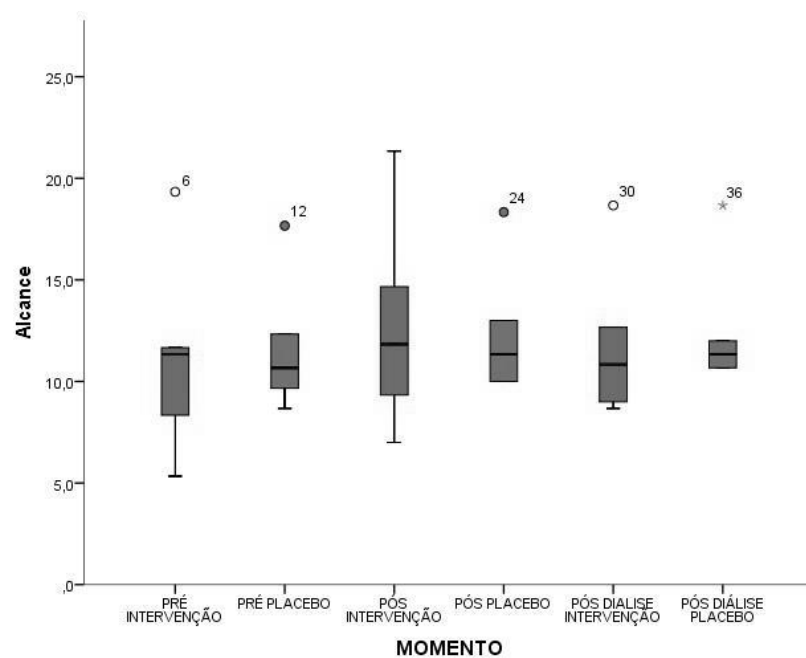
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 6: Gráfico de caixas com valores do deslocamento ântero posterior do CDP nos diversos momentos da avaliação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 7: Gráfico de caixas com valores do número de tentativas de alcance nos diversos momentos da avaliação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

As figuras de 8 a 10 ilustram a captura do sinal eletromiográfico dos músculos gastrocnêmios mediais e tibiais anteriores bilaterais. Nota-se maior ativação nos músculos gastrocnêmios durante o movimento de alcance, havendo picos de ativação durante a realização de cada movimento. O canal do gatilho utilizado para a sincronização dos sinais eletromiográficos com a plataforma de força está representado no alto das imagens. Devido à impossibilidade técnica de padronização da ativação do gatilho, existe um espaço de tempo não sincronizado entre os sinais das tentativas que não pode ser corrigido de forma adequada, sendo impossível a identificação do exato momento do início do teste, prejudicando a análise.

Figura 8: Atividade eletromiográfica do participante nº01 durante a tentativa nº01 no momento pré intervenção.

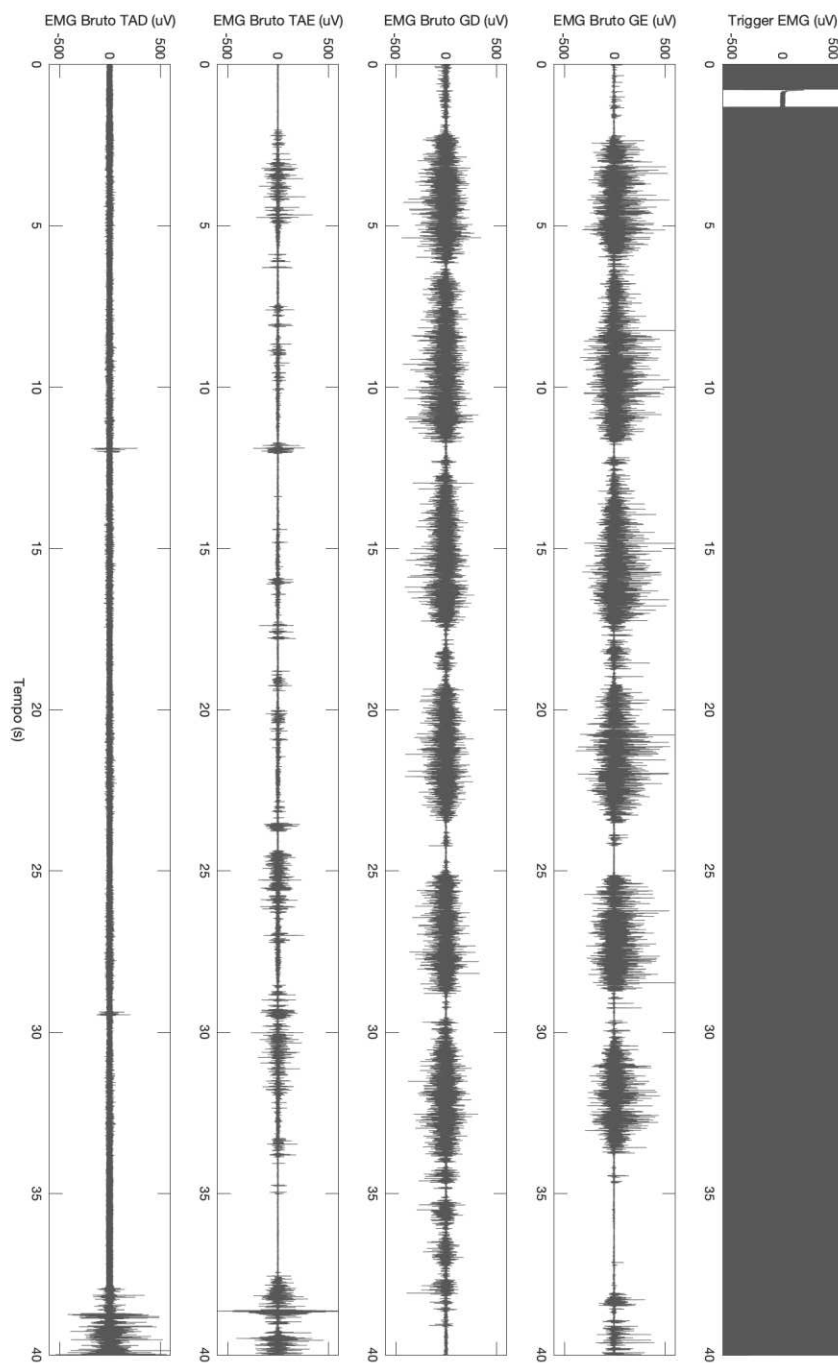


Figura 9: Atividade eletromiográfica do participante nº02 durante a tentativa nº01 no momento pré intervenção.

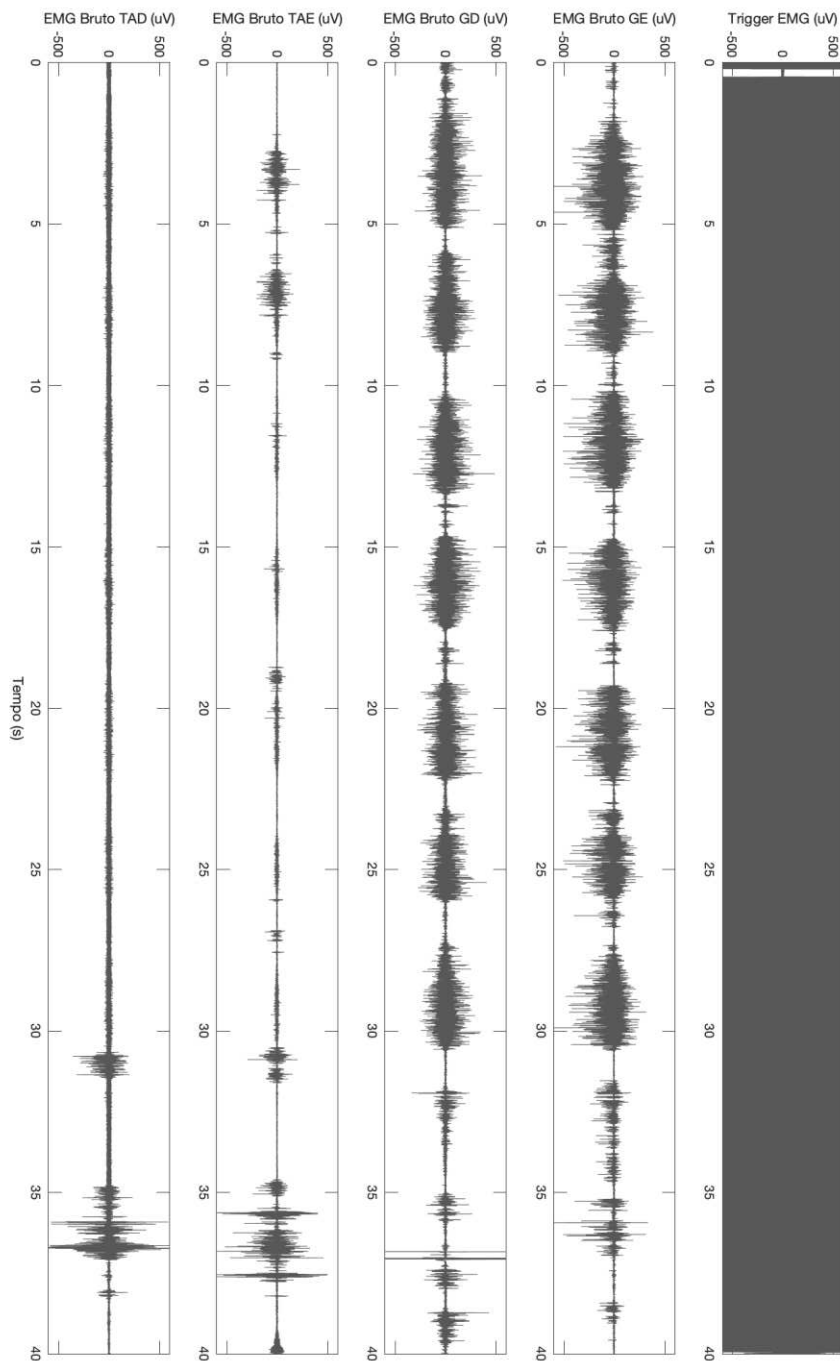
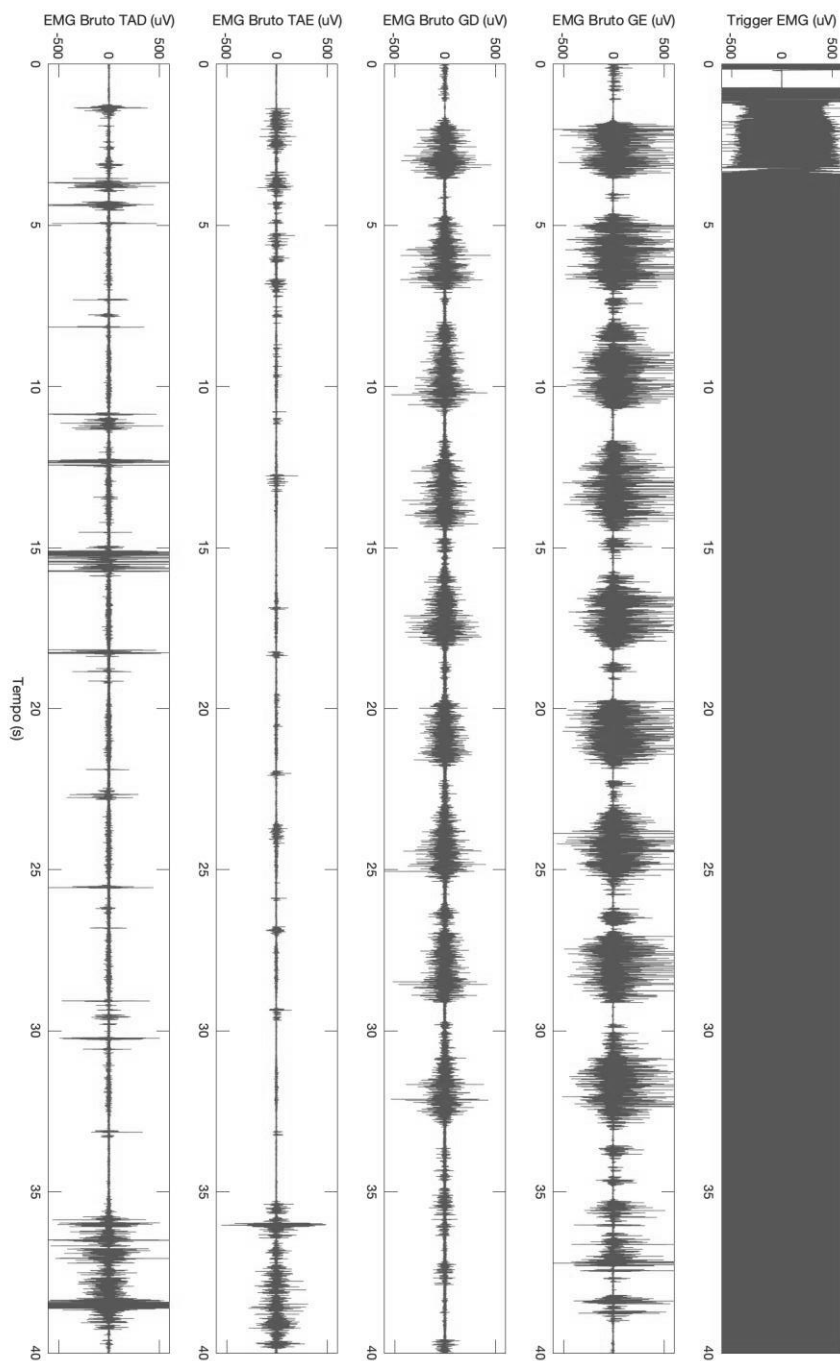


Figura 10: Atividade eletromiográfica do participante nº03 durante a tentativa nº01 no momento pré intervenção.



## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo comparou o equilíbrio postural de pacientes com DRC em HD antes e após a aplicação de uma sessão de treinamento de equilíbrio postural, e também após a sessão de HD. Foram avaliadas as variáveis do deslocamento de centro de pressão pela plataforma de força e a ativação muscular pela eletromiografia de superfície. No melhor do nosso conhecimento, não havia ainda sido relatado nenhum estudo que avaliasse o efeito agudo do treino de equilíbrio nessa população. Entretanto, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as sessões com treinamento de equilíbrio postural e de exercício placebo. Também não houve diferença na comparação entre os momentos pré intervenção, pós intervenção e pós diálise.

Programas de exercício para pacientes em HD têm sido aplicados há mais de 30 anos e vários benefícios já foram comprovados (REBOREDO *et al.*, 2014; SEGURA-ORTÍ; KOUIDI; LISÓN, 2009; SHENG *et al.*, 2014). Os protocolos aplicados nestes estudos englobaram exercício aeróbico, treinamento de força, eletroestimulação, entre outros (CHEM *et al.*, 2010; RHEE *et al.*, 2017). Entretanto, a inclusão de exercícios que desenvolvam o equilíbrio postural tem benefícios comprovados nas avaliações de equilíbrio em pacientes com DRC (FRIH *et al.*, 2017). Esses protocolos se tornam cada vez mais essenciais, devido à maior prevalência de quedas nos pacientes em HD, que pode atingir percentuais entre 18% e 60% maiores do que em indivíduos saudáveis com idade igual ou superior a 65 anos (LÓPEZ-SOTO *et al.*, 2015).

No presente estudo não observamos diferença nos parâmetros da plataforma de força entre as tentativas realizadas antes e após a aplicação de uma sessão de treinamento de equilíbrio postural, e nem no número de tentativas de alcance realizados pelos pacientes. Apesar do nosso protocolo ter sido baseado em um estudo prévio que demonstrou melhora do equilíbrio postural após seis meses de um programa de equilíbrio, uma sessão apenas não foi capaz de modificar os parâmetros de controle postural avaliado por meio da plataforma de força (FRIH *et al.*, 2017). Atividades de contração e alongamento muscular podem desencadear respostas musculares mais rápidas às perturbações do equilíbrio (SZAFRANIEC *et al.*, 2018), diminuir a oscilação médio lateral (RYAN; ROSSI; LOPEZ, 2010) e podem influenciar na qualidade e



velocidade das estruturas que modulam essas respostas (HERDA *et al.*, 2011). Entretanto, uma única sessão de treinamento de equilíbrio pode não ter gerado efeito imediato ou agudo que perdurasse durante o tempo da HD. Por outro lado, evidências de um efeito crônico de exercícios para treinamento de equilíbrio são descritas. Em revisões que incluíram pacientes com polineuropatia periférica diabética e induzidas por quimioterapia, a realização de programas que incluíam atividades específicas de equilíbrio, deslocamentos laterais, apoio unipodal e superfícies instáveis, realizadas regularmente por período que variou de 3 a 5 semanas, mostraram melhora dos parâmetros de deslocamento e velocidade do CDP (BRAYALL *et al.*, 2018; DIXIT; GULAR; ASIRI, 2018).

Outro fator que pode ter influenciado nos nossos resultados é o nível de atividade física dos pacientes incluídos no estudo, uma vez que três dos seis pacientes foram classificados como ativos e os outros três como irregularmente ativos. O maior nível de atividade física pode estar associado com melhor equilíbrio postural, o que gerou menor resposta ao protocolo agudo de treinamento de equilíbrio. Neste contexto, Goble *et al.* (2017) avaliaram o efeito de 90 dias de um programa de fortalecimento muscular e equilíbrio postural no controle postural de idosos. Foi observado melhora nos parâmetros do deslocamento do CDP após o período de treinamento, porém, apenas naqueles indivíduos que na avaliação basal demonstraram piores valores na plataforma de força. Indivíduos que apresentavam valores menores de deslocamento do CDP e baixo risco de quedas, não obtiveram melhoras significativas com o treinamento.

Um resultado inesperado foi que nas comparações das avaliações pré e pós HD também não foi observada diferença em ambas as sessões, placebo e exercício de equilíbrio. Contrariamente, em um estudo realizado por Magnard *et al.* (2015), que incluiu 12 pacientes com DRC, foi usada uma plataforma de força para registrar os valores de deslocamento e velocidade do CDP antes e após a sessão de HD. Os pacientes eram instruídos a se manter parados sobre a plataforma e duas tentativas eram registradas, uma com os olhos abertos e outra com os olhos fechados, com duração de 51,2 segundos. Os valores observados foram significativamente maiores após o processo de HD, porém o efeito de olhos fechados foi significante diferente apenas no parâmetro de deslocamento ântero-posterior. Estes dados sugerem que o equilíbrio postural alterado após a sessão

de HD está mais associado com déficits na integração de informações proprioceptivas e/ou vestibulares do que com informações visuais. Em outro estudo, Erken *et al.* (2016) encontraram resultados semelhantes em um grupo de 53 pacientes em HD, quando comparados com um grupo controle. Os dados da variação do CDP, descarga de peso e oscilação corporal recolhidos durante uma tentativa de cinco minutos sobre uma plataforma de força eram utilizados para o cálculo de um índice de risco para quedas dos participantes. Os valores observados eram menores no grupo controle em relação ao grupo de pacientes, e os valores nestes pacientes antes da sessão de HD eram menores do que após a diálise, sugerindo um risco maior para a ocorrência de quedas nesse período.

A diferença dos nossos resultados com os encontrados nestes estudos podem estar associados ao efeito de aprendizado dos pacientes ao realizarem as avaliações. Em nosso estudo, os pacientes realizavam duas sessões de avaliação no momento pré HD com um pequeno intervalo de tempo entre elas, e uma terceira avaliação após a sessão de HD. Além disso, a sessão pareada para a realização do placebo/intervenção foi agendada nas sessões subsequentes. A possibilidade da existência de um efeito de aprendizado em nossa amostra não pode, então, ser descartado. Neste sentido Tarantola *et al.* (1997) avaliaram os dados de deslocamento do CDP em um grupo de adultos saudáveis que realizaram atividades de alcance progressivas e sugeriram que o treino de atividades relacionadas ao equilíbrio também cria efeito de aprendizado. Shin *et al.* (2014) utilizaram a plataforma de força para comparar pacientes em HD com um grupo controle saudável e observaram que o grupo de pacientes em HD apresentaram maior variação dos parâmetros do CDP e maior risco de quedas quando comparado ao grupo controle. Entretanto, ao comparar os resultados das tentativas realizando duplas tarefas cognitivas com aquelas sem a dupla tarefa, houve grande diferença nos resultados, com valores de velocidade média, deslocamento ântero-posterior, médio-lateral e área da elipse maiores na realização da dupla tarefa. Os autores também especularam que esses resultados podem estar relacionados ao efeito de aprendizado dos participantes ao realizarem as avaliações.

Evidências da habilidade do cérebro em prever movimentos e antecipar as respostas apropriadas foram apontadas em estudos utilizando a EMG

(ALLISSON; HENRY, 2002; DIETZ *et al.*, 2000). O controle antecipatório de ajustes posturais também foi estudado ao se aplicar perturbações diretamente nos indivíduos ou em sua base de suporte, resultando em antecipações que variaram de 50 a 100 ms em diferentes músculos avaliados (ALLISSON; HENRY, 2002). Em relação ao controle da postura ereta, por exemplo, foram observados picos de atividade mioelétrica no músculo gastrocnêmio que variavam entre 200 e 270 ms antes do deslocamento ântero-posterior do CDP avaliado pela plataforma de força (GATEV *et al.*, 1999). Sendo assim, incluímos no estudo a avaliação da atividade mioelétrica dos músculos gastrocnêmios medial e tibial anterior associado a análise da plataforma. O objetivo da utilização da EMG foi o de quantificar a ocorrência de um mecanismo antecipatório medindo o atraso entre a atividade mioelétrica dos músculos gastrocnêmios mediais e tibiais anteriores e o sinal estabilométrico de deslocamentos ântero-posterior e médio-lateral, e avaliar a influência do processo de HD na ativação dessas musculaturas, por meio de correlações cruzadas (MELLO; OLIVEIRA; NADAL, 2007). Entretanto, como descrito anteriormente, tivemos inviabilidade técnica para a realização destas análises.

Outros estudos avaliaram pacientes com DRC com a EMG de forma isolada e observaram valores menores de frequência e RMS quando comparados com indivíduos saudáveis (HEAF *et al.*, 2010). A fraqueza da musculatura e seus correlatos eletrofisiológicos são induzidos pelas concentrações de soluto na síndrome urêmica e podem ser revertidos após sua correção pela HD, sendo os músculos de ativação rápida mais atingidos pelo processo, tendo sua frequência de ativação aumentada de forma significativa (HARRISON *et al.*, 2006).

O presente estudo apresentou algumas limitações. A pandemia da COVID-19 inviabilizou a coleta de dados do presente estudo o que limitou o nosso tamanho da amostral. A inclusão de apenas seis pacientes pode não ter permitido comparar satisfatoriamente os resultados da sessão intervenção com a placebo, bem como os valores do deslocamento do centro de pressão entre os períodos pré intervenção, pós intervenção e pós diálise. A avaliação eletromiográfica também ficou prejudicada, pois a condição para a análise das correlações cruzadas dependia do mecanismo de sincronização entre o sinal eletromiográfico e o sinal da plataforma de força. Tal mecanismo se mostrou

falho, impedindo a identificação do exato momento do início da avaliação estabilométrica quando comparado com o sinal temporal obtido pela EMG.

Adicionalmente, a inclusão de pacientes com maior nível de atividade física pode ter contribuído para os resultados deste estudo. Considerando todas as limitações, nossos resultados devem ser avaliados com cautela e não podem ser generalizados para toda a população de pacientes com DRC em HD.

## **6 CONCLUSÃO**

Pelo exposto, concluímos que um protocolo agudo de treinamento de equilíbrio não promoveu alteração no controle postural e no equilíbrio estático em pacientes com DRC submetidos à HD.

## REFERÊNCIAS

- ALEM, A. M. *et al.* Increased risk of hip fracture among patients with end-stage renal disease. **Kidney International**, [s. l.], v. 58, n. 1, p. 396-399, Jul. 2000.
- ALLISON, G.T; HENRY, S.M. The influence of fatigue on trunk muscle responses to sudden arm movements, a pilot study. **Clinical Biomechanics**, v. 17, n. 5, p. 414–417, Mai. 2002.
- ALMERAS, C; ARGILÉS, A. The general picture of uremia. **Seminars in Dialysis**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 329-333, Jul. 2009.
- ANALAN, P. D.; ÖZELSANCAK, R. Balance and fall risk in peritoneal dialysis patients. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 253-259, Mar. 2019.
- ANIORT, J. *et al.* Muscle wasting in patients with end-stage renal disease or early-stage lung cancer: common mechanisms at work. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 323-337, Jan. 2019.
- BALASUBRAMANIAM, R.; WING, A. M. The dynamics of standing balance. **Trends In Cognitive Sciences**, [S.L.], v. 6, n. 12, p. 531-536, Dez. 2002.
- BALUARTE, J. H. Neurological complications of renal disease. **Seminars in Pediatric Neurology**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 25-32, Fev. 2017.
- BASTOS, M. G.; BREGMAN, R.; KIRSZTAJN, G. M. Doença renal crônica: frequente e grave, mas também prevenível e tratável. **Revista da Associação Médica Brasileira**, [s. l.], v. 56, n. 2, p. 248-253, Jan. 2010.
- BERCHTOLD, M. W.; BRINKMEIER, H.; MÜNTENER, M. Calcium Ion in Skeletal Muscle: Its Crucial Role for Muscle Function, Plasticity, and Disease. **Physiological Reviews**, [s. l.], v. 80, n. 3, p. 1215-1265, Jul. 2000.
- BERG, K. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. **Physiotherapy Canada**, [s. l.], v. 41, n. 6, p. 304-311, Nov. 1989.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Diretrizes Clínicas para o cuidado ao paciente com doença renal crônica no Sistema Único de Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014
- BRAYALL, P. *et al.* Physical Therapy–Based Interventions Improve Balance, Function, Symptoms, and Quality of Life in Patients With Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy. **Rehabilitation Oncology**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 161-166, Jul. 2018.

BRYANT, M. S. *et al.* Acute and Long-Term Effects of Multidirectional Treadmill Training on Gait and Balance in Parkinson Disease. **Pm&r**, [S.L.], v. 8, n. 12, p. 1151-1158, Dez. 2016.

BOSSOLA, M. *et al.* Self-Reported Physical Activity in Patients on Chronic Hemodialysis: Correlates and Barriers. **Blood Purification**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 24-29, Set. 2014.

BOTTARO, A. *et al.* Body sway during quiet standing: is it the residual chattering of an intermittent stabilization process? **Human Movement Science**, [S.L.], v. 24, n. 4, p. 588-615, Ago. 2005.

BRONSTEIN, A. M. Multisensory integration in balance control. **Handbook of Clinical Neurology**, [s. l.], v.137, p. 57-66, Jan. 2016.

BRÜCK, K. *et al.* CKD Prevalence Varies across the European General Population. **Journal of the American Society of Nephrology**, [s. l.], v. 27, n. 7, p. 2135-2147, Dez. 2015.

CALLAHAN, C. M. *et al.* Six-item screener to identify cognitive impairment among potential subjects for clinical research. **Medical Care**, [s. l.], v. 40, n. 9, p. 771-781, Fev. 2002

CHAUVEAU, P. *et al.* Sarcopénie et myopathie urémique: similitudes et différences. **Néphrologie & Thérapeutique**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 71-75, Abr. 2016.

CHEN, J. L.T. *et al.* Effect of intra-dialytic, low-intensity strength training on functional capacity in adult haemodialysis patients: a randomized pilot trial. **Nephrology Dialysis Transplantation**, [S.L.], v. 25, n. 6, p. 1936-1943, Jan. 2010.

COOK, W. L. *et al.* Falls and fall-related injuries in older dialysis patients. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**, [s. l.], v. 1, n. 6, p. 1197-1204, Ago. 2006.

DAY, J. *et al.* Muscle spindles in human tibialis anterior encode muscle fascicle length changes. **Journal of Neurophysiology**, [s. l.], v. 117, n. 4, p. 1489-1498, Abr. 2017.

DEBOLD, E. P. Recent Insights into Muscle Fatigue at the Cross-Bridge Level. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 3, n. 151, p. 1-14, Jun. 2012.

DELGADO, C.; JOHANSEN, K. L. Barriers to exercise participation among dialysis patients. **Nephrology Dialysis Transplantation**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 1152-1157, Jul. 2011.

DE LUCA, C. J. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 135-163, Mai. 1997.

DI CARLO, S. *et al.* The Mini-BESTest: a review of psychometric properties. **International Journal of Rehabilitation Research**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 97-105, Jun. 2016

DIETZ, V. *et al.* Effects of changing stance conditions on anticipatory postural adjustment and reaction time to voluntary arm movement in humans. **The Journal of Physiology**, [S.L.], v. 524, n. 2, p. 617-627, Abr. 2000.

DIXIT, S.; GULAR, K.; ASIRI, F. Effect of diverse physical rehabilitative interventions on static postural control in diabetic peripheral neuropathy: a systematic review. **Physiotherapy Theory and Practice**, [s. l.], v. 6, p. 1-12, Jul. 2018.

DONATH, L. *et al.* Different ankle muscle coordination patterns and co-activation during quiet stance between young adults and seniors do not change after a bout of high intensity training. **BMC Geriatrics**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 1-8, Mar. 2015.

DONATH, L. *et al.* Leg and trunk muscle coordination and postural sway during increasingly difficult standing balance tasks in young and older adults. **Maturitas**, [S.L.], v. 91, p. 60-68, Set. 2016.

DOWNS, S.; MARQUEZ, J.; CHIARELLI, P. The Berg Balance Scale has high intra- and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: a systematic review. **Journal of Physiotherapy**, [s. l.], v. 59, n. 2, p. 93-99, Jun. 2013.

DUNCAN, P. W. *et al.* Functional Reach: a new clinical measure of balance. **Journal of Gerontology**, [S.L.], v. 45, n. 6, p. 192-197, 1 nov. 1990.

ECKARDT, K. *et al.* Evolving importance of kidney disease: from subspecialty to global health burden. **The Lancet**, [s. l.], v. 382, n. 9887, p. 158-169, Jul. 2013.

ERKEN, E. *et al.* The effect of hemodialysis on balance measurements and risk of fall. **International Urology and Nephrology**, [s. l.], v. 48, n. 10, p. 1705-1711, Ago. 2016.

FARRAGHER, J. *et al.* Equivalent fall risk in elderly patients on hemodialysis and peritoneal dialysis. **Peritoneal Dialysis International**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 67-70, Dez. 2016.

FARRAGHER, J. *et al.* Accidental falls and risk of mortality among older adults on chronic peritoneal dialysis. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**, [s. l.], v. 9, n. 7, p. 1248-1253, Abr. 2014



FIACCADORI, E. *et al.* Barriers to Physical Activity in Chronic Hemodialysis Patients: A Single-Center Pilot Study in an Italian Dialysis Facility. **Kidney and Blood Pressure Research**, [s. l.], v. 39, n. 2-3, p. 169-175, Jul. 2014.

FISHBANE, S.; SPINOWITZ, B. Update on Anemia in ESRD and Earlier Stages of CKD: Core Curriculum 2018. **American Journal of Kidney Diseases**, [s. l.], v. 71, n. 3, p. 423-435, Mar. 2018.

FORBES, P. A.; CHEN, A.; BLOUIN, J. Sensorimotor control of standing balance. **Handbook of Clinical Neurology**, [s. l.], v. 159, p. 61-83, Jan. 2018.

FRANCHIGNONI, F. *et al.* Using psychometric techniques to improve the balance evaluation systems test: the mini-betest. **Journal of Rehabilitation Medicine**, [s. l.], v. 42, n. 4, p. 323-331, Abr. 2010.

FREYLER, K. *et al.* Specific Stimuli Induce Specific Adaptations: Sensorimotor Training vs. Reactive Balance Training. **Plos One**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. 1-16, Dez. 2016.

FRIH, B. *et al.* Specific balance training included in an endurance-resistance exercise program improves postural balance in elderly patients undergoing haemodialysis. **Disability and Rehabilitation**, [s. l.], v. 40, n. 7, p. 784-790, Jan. 2017.

GATEV, P. *et al.* Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. **The Journal of Physiology**, [S.L.], v. 514, n. 3, p. 915-928, Fev. 1999.

GHAI, S.; GHAI, I.; EFFENBERG, A. O. Effects of dual tasks and dual-task training on postural stability: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Interventions in Aging**, [S.L.], v. 12, p. 557-577, Mar. 2017.

GOBLE, D. J. *et al.* A point of application study to determine the accuracy, precision and reliability of a low-cost balance plate for center of pressure measurement. **Journal of Biomechanics**, [s. l.], v. 71, n. 1, p. 277-280, Abr. 2018.

GOBLE, D. J.; BAWEJA, H. S. Normative Data for the BTrackS Balance Test of Postural Sway: Results from 16,357 Community-Dwelling Individuals Who Were 5 to 100 Years Old. **Physical Therapy**, [s. l.], v. 98, n. 9, p. 779-785, Mai. 2018.

GOBLE, D. J.; BAWEJA, H. S. Postural sway normative data across the adult lifespan: Results from 6280 individuals on the Balance Tracking System balance test. **Geriatrics & Gerontology International**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 1225-1229, Jun. 2018.

GOBLE, D.; HEARN, M.; BAWEJA, H. Combination of BTrackS and Geri-Fit as a targeted approach for assessing and reducing the postural sway of older adults with high fall risk. **Clinical Interventions in Aging**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 351-357, Fev. 2017.

GOETSCHIUS, J. *et al.* Validating Center-of-Pressure Balance Measurements Using the MatScan® Pressure Mat. **Journal of Sport Rehabilitation**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 1-14, Jan. 2018.

GOLRIZ, S. *et al.* The reliability of a portable clinical force plate used for the assessment of static postural control: repeated measures reliability study. **Chiropractic & Manual Therapies**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 1-6, Mai. 2012.

GOODALE, M. A. How (and why) the visual control of action differs from visual perception. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, [s. l.], v. 281, n. 1785, p. 1-9, Jun. 2014.

GOUVEIA, D. S. S. *et al.* Análise do impacto econômico entre as modalidades de terapia renal substitutiva. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 162-171, Mar. 2017.

HAGOVSKÁ, M.; OLEKSZYOVÁ, Z. Impact of the combination of cognitive and balance training on gait, fear and risk of falling and quality of life in seniors with mild cognitive impairment. **Geriatrics & Gerontology International**, [s. l.], v. 16, n. 9, p. 1043-1050, Set. 2015.

HAMED, S. A. Neurologic conditions and disorders of uremic syndrome of chronic kidney disease: presentations, causes, and treatment strategies. **Expert Review of Clinical Pharmacology**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 61-90, Jan. 2019.

HARRISON, A. P. *et al.* The uremic environment and muscle dysfunction in man and rat. **Nephron Physiology**, [S.L.], v. 103, n. 1, p. 33-42, Abr. 2006.

HAZZAN, A. D. *et al.* Epidemiology and Challenges to the Management of Advanced CKD. **Advances in Chronic Kidney Disease**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 217-221, Jul. 2016.

HEAF, J. G. *et al.* Vitamin D, surface electromyography and physical function in uraemic patients. **Nephron Clinical Practice**, [S.L.], v. 115, n. 4, p. 244-250, Jul. 2010.

HERDA, T. *et al.* Effects of two modes of static stretching on muscle strength and stiffness. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [S.L.], v. 43, n. 9, p. 1777-1784, Set. 2011.

HERMENS, H. J. *et al.* Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 361-374, Out. 2000.

HORAK, F. B.; WRISLEY, D. M.; FRANK, J. The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. **Physical Therapy**, [s. l.], v. 89, n. 5, p. 484-498, Mai. 2009.

HOUK, J. C. *et al.* Action selection and refinement in subcortical loops through basal ganglia and cerebellum. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 362, n. 1485, p. 1573-1583, abr. 2007.

HSU, C. Y.; MCCULLOCH, C. E.; CURHAN, G. C. Epidemiology of anemia associated with chronic renal insufficiency among adults in the United States: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. **Journal of the American Society of Nephrology**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 504-510, Fev. 2002.

HSU, W. *et al.* Control and Estimation of Posture During Quiet Stance Depends on Multijoint Coordination. **Journal of Neurophysiology**, [S.L.], v. 97, n. 4, p. 3024-3035, Abr. 2007.

JABBARI, B.; VAZIRI, N. D. The nature, consequences, and management of neurological disorders in chronic kidney disease. **Hemodialysis International**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 150-160, Ago. 2017.

JÁCOME, C. *et al.* Validity, reliability and minimal detectable change of the balance evaluation systems test (BESTest), mini-BESTest and brief-BESTest in patients with end-stage renal disease. **Disability and Rehabilitation**, [s. l.], v. 0, n. 0, p. 1-6, Set. 2017.

JAYASEELAN, G. *et al.* Exercise benefits and barriers: The perceptions of people receiving hemodialysis. **Nephrology Nursing Journal**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 185-191, Abr. 2018.

JHA, V. *et al.* Chronic kidney disease: global dimension and perspectives. **The Lancet**, [s. l.], v. 382, n. 9888, p. 260-272, Mai. 2013.

JHAMB, M. *et al.* Knowledge, barriers and facilitators of exercise in dialysis patients: a qualitative study of patients, staff and nephrologists. **BMC Nephrology**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 1-14, Nov. 2016.

JOHNSON, D. W. *et al.* A randomized, placebo-controlled trial of pentoxifylline on erythropoiesis-stimulating agent hyporesponsiveness in anemic patients with CKD: The handling erythropoietin resistance with oxpentifylline (HERO) trial. **American Journal of Kidney Diseases**, [s. l.], v. 65, n. 1, p. 49-57, Jan. 2015.

KALTSATOU, A. *et al.* Uremic myopathy: is oxidative stress implicated in muscle dysfunction in uremia? **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 6, p. 1-7, Mar. 2015.

KAMIENIARZ, A. *et al.* A posturographic procedure assessing balance disorders in Parkinson's disease: a systematic review. **Clinical Interventions in Aging**, [s. l.], v. 13, p. 2301-2316, Nov. 2018.

KDIGO. Clinical Practice Guideline Update for the Diagnosis, Evaluation, Prevention, and Treatment of Chronic Kidney Disease–Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD). **Kidney International Supplements**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 1-59, Jul. 2017.

KEANE, D. *et al.* Changes in body composition in the two years after initiation of haemodialysis: a retrospective cohort study. **Nutrients**, [s. l.], v. 8, n. 11, p. 1-10, Nov. 2016.

KIBAR, S. *et al.* New approach in fibromyalgia exercise program: a preliminary study regarding the effectiveness of balance training. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 96, n. 9, p. 1576-1582, Set. 2015.

KIERNAN, M. C. *et al.* Nerve excitability changes in chronic renal failure indicate membrane depolarization due to hyperkalaemia. **Brain**, [s. l.], v. 125, n. 6, p. 1366-1378, Jun. 2002.

KITTISKULNAM, P. *et al.* Sarcopenia and its individual criteria are associated, in part, with mortality among patients on hemodialysis. **Kidney International**, [s. l.], v. 92, n. 1, p. 238-247, Jul. 2017.

LAMB, S. E. *et al.* Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: The prevention of falls network europe consensus. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 53, n. 9, p. 1618-1622, Set. 2005.

LEE, C. H.; SUN, T. L. Evaluation of postural stability based on a force plate and inertial sensor during static balance measurements. **Journal of Physiological Anthropology**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 1-16, Dez. 2018.

LEMOS, T. *et al.* Motor imagery modulation of body sway is task-dependent and relies on imagery ability. **Frontiers In Human Neuroscience**, [S.L.], v. 8, p. 1-9, Maio 2014.

LEMOS, T.; RODRIGUES, E. C.; VARGAS, C. D. Motor imagery modulation of postural sway is accompanied by changes in the EMG–COP association. **Neuroscience Letters**, [S.L.], v. 577, p. 101-105, Ago. 2014.

LETCHMI, S. *et al.* Fatigue experienced by patients receiving maintenance dialysis in hemodialysis units. **Nursing & Health Sciences**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 60-64, Mar. 2011.

LEVEY, A. S.; CORESH, J. Chronic kidney disease. **The Lancet**, [s. l.], v. 379, n. 9811, p. 165-180, Jan. 2012.

LIN, C. L. *et al.* Increased blood loss from access cannulation site during hemodialysis is associated with anemia and arteriovenous graft use. **Therapeutic Apheresis and Dialysis**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 51-56, Mar. 2013.

LIU, H. Fatigue and associated factors in hemodialysis patients in Taiwan. **Research in Nursing & Health**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 40-50, Fev. 2006.

LOPEZ-SOTO, P. J. *et al.* Renal disease and accidental falls: a review of published evidence. **BMC Nephrology**, [s. l.], v. 16, n. 176, p. 1-11, Out. 2015.

LOZANO, R. *et al.* Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. **The Lancet**, [s. l.], v. 380, n. 9859, p. 2095-2128, Dez. 2012.

LUDWIG, O. Interrelationship between postural balance and body posture in children and adolescents. **Journal of Physical Therapy Science**, [s. l.], v. 29, n. 7, p. 1154-1158, Jul. 2017.

MCKEON, P. O.; HERTEL, J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: Is balance training clinically effective? **Journal of Athletic Training**, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 305-315, Mai. 2008.

MACKINNON, C. D. Sensorimotor anatomy of gait, balance, and falls. **Handbook of Clinical Neurology**, [s. l.], v.156, p. 3-26, Jan. 2018.

MAGNARD, J. *et al.* Implicit postural control strategies in older hemodialysis patients: An objective hallmark feature for clinical balance assessment. **Gait & Posture**, [s. l.], v. 40, n. 4, p. 723-726, Set. 2014.

MAGNARD, J. *et al.* The effect of hemodialysis session on postural strategies in older end-stage renal disease patients. **Hemodialysis International**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 553-561, 28 abr. 2015.

MATSUDO, S. *et al.* Questionário Internacional de Atividade Física (I PAQ): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. **Atividade Física & Saúde**, [s. l.], v. 2, n. 6, p. 5-18, Out. 2001.

MCCLELLAN, W. *et al.* The prevalence of anemia in patients with chronic kidney disease. **Current Medical Research and Opinion**, [s. l.], v. 20, n. 9, p. 1501-1510, Ago. 2004.

MCINTYRE, C. W.; ROSANSKY, S. J. Starting dialysis is dangerous: how do we balance the risk? **Kidney International**, [s. l.], v. 82, n. 4, p. 382-387, Ago. 2012.

MELLO, R. G. T.; OLIVEIRA, L. F.; NADAL, J. Anticipation mechanism in body sway control and effect of muscle fatigue. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, [S.L.], v. 17, n. 6, p. 739-746, Dez. 2007.

MILDREN, R. L.; STRZALKOWSKI, N. D.; BENT, L. R. Foot sole skin vibration perceptual thresholds are elevated in a standing posture compared to sitting. **Gait & Posture**, [s. l.], v. 43, p. 87-92, Jan. 2016.

- MOORMAN, D. *et al.* Benefits and barriers to and desired outcomes with exercise in patients with ESKD. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 268-276, Jan. 2019.
- MOORTHI, R. N.; AVIN, K. G. Clinical relevance of sarcopenia in chronic kidney disease. **Current Opinion in Nephrology and Hypertension**, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 219-228, Mai. 2017.
- MORFIN, J. A. *et al.* intensive hemodialysis and treatment complications and tolerability. **American Journal of Kidney Diseases**, [s. l.], v. 68, n. 5, p. 43-50, Nov. 2016.
- MUSTAPA, A. *et al.* Postural control and gait performance in the diabetic peripheral neuropathy: a systematic review. **Biomed Research International**, [s. l.], v. 2016, p. 1-14, Jul. 2016.
- NAGYMÁTÉ, G.; ORLOVITS, Z.; KISS, R. M. Reliability analysis of a sensitive and independent stabilometry parameter set. **Plos One**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 1-14, Abr. 2018.
- NASHNER, L. M.; MCCOLLUM, G. The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. **Behavioral And Brain Sciences**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 135-150, Mar. 1985.
- NEUEN, B. L. *et al.* Chronic kidney disease and the global NCDs agenda. **BMJ Global Health**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 1-4, Jul. 2017.
- NISHI, S. *et al.* Multicentre cross-sectional study for bone-articular lesions associated with dialysis related amyloidosis in Japan. **Nephrology**, [s. l.], v. 23, n. 7, p. 640-645, Jul. 2018.
- NIXON, A. C. *et al.* Frailty and chronic kidney disease: current evidence and continuing uncertainties. **Clinical Kidney Journal**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 236-245, Dez. 2017.
- O'CONNOR, S. M.; BAWEJA, H. S.; GOBLE, D. J. Validating the BTrackS Balance Plate as a low-cost alternative for the measurement of sway-induced center of pressure. **Journal of Biomechanics**, [s. l.], v. 49, n. 16, p. 4142-4145, Dez. 2016.
- PAZIT, L. *et al.* Safety and feasibility of high-speed resistance training with and without balance exercises for knee osteoarthritis: A pilot randomised controlled trial. **Physical Therapy in Sport**, [s. l.], v. 34, p. 154-163, Nov. 2018.
- PEREIRA, R. A. *et al.* Sarcopenia in chronic kidney disease on conservative therapy: prevalence and association with mortality. **Nephrology Dialysis Transplantation**, [s. l.], v. 30, n. 10, p. 1718-1725, Mai. 2015.

PIMENTEL, A. *et al.* Fractures in patients with CKD—diagnosis, treatment, and prevention: a review by members of the European Calcified Tissue Society and the European Renal Association of Nephrology Dialysis and Transplantation. **Kidney International**, [s. l.], v. 92, n. 6, p. 1343-1355, Dez. 2017.

QIU, Z. *et al.* Physical exercise and patients with chronic renal failure: a meta-analysis. **Biomed Research International**, [s. l.], v. 2017, p. 1-8, Fev. 2017.

RAMDHARRY, G. Peripheral nerve disease. **Handbook of Clinical Neurology**, [s. l.], v. 159, p. 403-415, Jan. 2018.

REBOREDO, M. M. *et al.* Intra-dialytic training accelerates oxygen uptake kinetics in hemodialysis patients. **European Journal of Preventive Cardiology**, [s. l.], v. 22, n. 7, p. 912-919, Jul. 2014.

REBOREDO, M. M. *et al.* Constant work-rate test to assess the effects of intradialytic aerobic training in mildly impaired patients with end-stage renal disease: a randomized controlled trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 92, n. 12, p. 2018-2024, Dez. 2011.

REBOREDO, M. M. *et al.* Exercise training during hemodialysis reduces blood pressure and increases physical functioning and quality of life. **Artificial Organs**, [s. l.], v. 34, n. 7, p. 586-593, Mai. 2010.

RHEE, S. Y. *et al.* Intradialytic exercise improves physical function and reduces intradialytic hypotension and depression in hemodialysis patients. **The Korean Journal Of Internal Medicine**, [S.L.], v. 34, n. 3, p. 588-598, Mai 2019.

ROMAGNANI, P. *et al.* Chronic kidney disease. **Nature Reviews Disease Primers**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 1-24, Nov. 2017.

ROSHANRAVAN, B. *et al.* Association between physical performance and all-cause mortality in CKD. **Journal of the American Society of Nephrology**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 822-830, Abr. 2013.

RUNGE, C.F. *et al.* Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. **Gait & Posture**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 161-170, Out. 1999.

RYAN, E.; ROSSI, M. D.; LOPEZ, R. The effects of the contract-relax-antagonist-contract form of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on postural stability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S.L.], v. 24, n. 7, p. 1888-1894, Jul. 2010.

SEGEV-JACUBOVSKI, O. *et al.* The interplay between gait, falls and cognition: can cognitive therapy reduce fall risk? **Expert Review of Neurotherapeutics**, [s. l.], v. 11, n. 7, p. 1057-1075, Jul. 2011.

SEGURA-ORTÍ, E.; KOUIDI, E.; LISÓN, J.F. Effect of resistance exercise during hemodialysis on physical function and quality of life: randomized controlled trial. **Clinical Nephrology**, [S.L.], v. 71, n. 05, p. 527-537, Mai. 2009.

SESSO, R. C. *et al.* Inquérito Brasileiro de Diálise Crônica 2016. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, [s. l.], v. 39, n. 3, p. 261-266, Jan. 2017.

SHENG, K. *et al.* Intradialytic exercise in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. **American Journal of Nephrology**, [S.L.], v. 40, n. 5, p. 478-490, Dez. 2014.

SHERRINGTON, C, *et al.* Exercise for preventing falls in older people living in the community. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, [s. l.], p. 1-582, Jan. 2019.

SHIN, S. *et al.* Postural control in hemodialysis patients. **Gait & Posture**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 723-727, Fev. 2014.

SIBLEY, K. M. *et al.* Using the systems framework for postural control to analyze the components of balance evaluated in standardized balance measures: a scoping review. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 96, n. 1, p. 122-132, Jan. 2015.

SIGAUX, J. *et al.* Tendon thickening in dialysis-related joint arthritis is due to amyloid deposits at the surface of the tendon. **Joint Bone Spine**, [s. l.], v. 86, n. 2, p. 233-238, Mar. 2019.

SOANGRA, R. *et al.* Effects of hemodialysis therapy on sit-to-walk characteristics in end stage renal disease patients. **Annals of Biomedical Engineering**, [s. l.], v. 41, n. 4, p. 795-805, Dez. 2012.

SPARROW, D. *et al.* Highly challenging balance program reduces fall rate in parkinson disease. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 24-30, Jan. 2016.

SURENDRA, N. K. *et al.* Health related quality of life of dialysis patients in Malaysia: Haemodialysis versus continuous ambulatory peritoneal dialysis. **BMC Nephrology**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 1-10, Abr. 2019.

SZAFRANIEC, R. *et al.* Acute effects of contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching of hip abductors and adductors on dynamic balance. **Peerj**, [S.L.], v. 6, p. 1-12, 13 Dez. 2018.

TARANTOLA, J. *et al.* Human stance stability improves with the repetition of the task: effect of foot position and visual condition. **Neuroscience Letters**, [S.L.], v. 228, n. 2, p. 75-78, Jun. 1997.

THARMARAJ, D.; KERR, P. G. Haemolysis in haemodialysis. **Nephrology**, [s. l.], v. 22, n. 11, p. 838-847, Out. 2017.



VAHLBERG, B. *et al.* Short-term and long-term effects of a progressive resistance and balance exercise program in individuals with chronic stroke: a randomized controlled trial. **Disability and Rehabilitation**, [s. l.], v. 39, n. 16, p. 1615-1622, Jul. 2016.

VANHOLDER, R. *et al.* Clinical management of the uraemic syndrome in chronic kidney disease. **The Lancet Diabetes & Endocrinology**, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 360-373, Abr. 2016.



WINTER, D. A. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait & Posture**, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 193-214, Dez. 1995.

WU, T.; HALLETT, M. A functional MRI study of automatic movements in patients with Parkinson's disease. **Brain**, [s. l.], v. 128, n. 10, p. 2250-2259, Jun. 2005.

ZAZZERONI, L. *et al.* Comparison of quality of life in patients undergoing hemodialysis and peritoneal dialysis: a systematic review and meta-analysis. **Kidney and Blood Pressure Research**, [s. l.], v. 42, n. 4, p. 717-727, Out. 2017.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

	<p><b>HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA</b> Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HU-UFJF</p>	
---	--	---

#### UNIDADE DE REABILITAÇÃO HU/EBSEERH

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Maycon de Moura Reboredo  
 Endereço: Av. Eugênio do Nascimento, s/no - Bairro Dom Bosco  
 CEP:36038-330 - Juiz de Fora Telephone: (32) 98836-5529  
 E-mail: mayconreboredo@yahoo.com.br

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “Efeito do treino de equilíbrio no controle postural estático em pacientes submetidos à hemodiálise”. Neste estudo pretendemos avaliar o efeito do treino de equilíbrio realizado antes da sessão de hemodiálise no controle postural e no equilíbrio. O motivo que nos leva a conduzir este estudo foi que pacientes submetidos à hemodiálise apresentam um risco maior de desequilíbrio e de quedas, principalmente após a sessão de diálise.

Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: Cada participante que aceitar participar responderá à um questionário para avaliação da memória e do nível de atividade física. Durante duas sessões de hemodiálise, o participante terá o equilíbrio avaliado por uma plataforma de força (instrumento semelhante a uma pequena balança), e por um eletromiógrafo de superfície (aparelho que registra os sinais elétricos dos músculos, sem o uso de agulhas, somente eletrodos adesivos, e que não emite nenhum tipo de corrente para o participante) e realizará exercícios de extensão e flexão dos joelhos de forma livre e sem carga e também exercícios de equilíbrio como ficar apoiado em uma das pernas, levantar e sentar de uma cadeira, e caminhar nas pontas dos pés. Essa avaliação ocorrerá em três ocasiões: antes da sessão de hemodiálise, a segunda logo após a realização dos exercícios, e a última após o término da sessão de diálise. Cada sessão de exercício terá duração máxima de cerca de 10 minutos, e cada avaliação terá a duração de cerca de três minutos. Ambas serão realizadas acompanhadas por um fisioterapeuta especializado em tratamento de pacientes em hemodiálise.

Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos. Antes do Sr. (a) ser colocado (a) de pé para avaliação do equilíbrio, sua pressão arterial será medida para evitar o risco de hipotensão. Durante a avaliação do equilíbrio e durante os exercícios, um fisioterapeuta estará ao seu lado para evitar um desequilíbrio. Se o Sr. (a) estiver sentido qualquer queixa, como tonteira ou mal-estar, a avaliação não será realizada.

A pesquisa contribuirá para a investigação de ferramentas que sejam mais eficazes na prevenção do desequilíbrio e das quedas em pacientes que realizam hemodiálise.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. O Sr. (a) será esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a) é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O(A) Sr(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável, na Faculdade de Medicina-UFJF e a outra será fornecida ao Sr.(a).

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos do estudo “Efeito do treino de equilíbrio no controle postural estático em pacientes submetidos à hemodiálise”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Nome e assinatura do(a) participante

---

Data

---

Nome e assinatura do(a) pesquisador

---

Data

---

Nome e assinatura da testemunha

---

Data

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o:

CEP HU-UFJF – Comitê de Ética em Pesquisa HU-UFJF

Rua Catulo Breviglieri, s/nº - Bairro Santa Catarina  
CEP.: 36036-110 - Juiz de Fora – MG

Telefone: 4009-5217

E-mail: cep.hu@ufjf.edu.br

## APÊNDICE B - Ficha dos dados clínicos e laboratoriais

PARTICIPANTE Nº: \_\_\_\_\_

NOME: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_

SEXO: \_\_\_\_\_ EST. CIVIL: \_\_\_\_\_ RENDA: \_\_\_\_\_ (salários mínimos)

ESCOLARIDADE: \_\_\_\_\_ PROFISSÃO \_\_\_\_\_

ALTURA: \_\_\_\_\_ m TEMPO DE DIÁLISE: \_\_\_\_\_ anos \_\_\_\_\_ meses

COMORBIDADES: \_\_\_\_\_

—

	Sessão 1: data __/__/__	Sessão 2: data: __/__/__
Peso inicial		
Peso final		
PAS inicial		
PAD inicial		
PAS final		
PAD final		
PAM inicial		
PAM final		

### DADOS LABORATORIAIS

Hb: \_\_\_\_\_

P: \_\_\_\_\_

Albumina: \_\_\_\_\_

Ureia: \_\_\_\_\_

Glicose: \_\_\_\_\_

Creatinina: \_\_\_\_\_

Na \_\_\_\_\_

Vit D: \_\_\_\_\_

K: \_\_\_\_\_

Paratormônio: \_\_\_\_\_

Ca: \_\_\_\_\_

Kt/V: \_\_\_\_\_

APÊNDICE C – Rastreio cognitivo e histórico de quedas

Participante nº: \_\_\_\_\_

Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_\_

Rastreio Cognitivo (SIX-ITEM SCREENER)

QUESTÕES: Memorize as três palavras: CARRO –TIJOLO –TAPETE  
(repetir 3 vezes)

	SIM	NÃO
Qual ano nós estamos?	(1)	(0)
Qual mês nós estamos?	(1)	(0)
Qual dia da semana estamos?	(1)	(0)
CARRO	(1)	(0)
TIJOLO	(1)	(0)
TAPETE	(1)	(0)

TOTAL: \_\_\_\_\_

OCORRÊNCIA DE QUEDAS

1) Nos últimos 12 meses, o(a) Sr(a) sofreu alguma queda? (sim) (não)

2) Se a resposta for Sim, quantas vezes? \_\_\_\_\_

3) O(a) Sr(a) já sofreu alguma fratura? (sim) (não)

4) Se a resposta for Sim, em quais locais? \_\_\_\_\_

APÊNDICE D – Artigo submetido à revista “Fisioterapia & Pesquisa”

**Título: Equilíbrio postural de pacientes em hemodiálise classificados como caidores comparado com pacientes sem história de quedas: um estudo piloto.**

**Title: Postural balance of hemodialysis patients classified as fallers compared to patients with no history of falls: a pilot study.**

**Autores:**

Miguel Nunes Fam Neto<sup>1</sup>

Diogo Simões Fonseca<sup>2</sup>

Fabrcio Sciammarella Barros<sup>3</sup>

Maycon Moura Reboredo<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional, Faculdade de Fisioterapia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Faculdade de Fisioterapia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup>Programa de Pós Graduação em Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

Estudo realizado no Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

Endereço autor:

Miguel Nunes Fam Neto

Rua Paula Lima, 82/203 – centro

36015-160 Juiz de Fora, MG, Brasil

[Fam.neto@gmail.com](mailto:Fam.neto@gmail.com)

Aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (HU-UFJF) (protocolo nº 3.434.384/2019).

## Resumo

**Introdução:** Nos pacientes com doença renal crônica (DRC) em hemodiálise (HD), complicações como a anemia, as disfunções ósseas, musculares e neurológicas são muito prevalentes e contribuem para a alteração do equilíbrio postural, juntamente ao próprio processo de HD. O objetivo deste estudo piloto foi comparar o equilíbrio postural de pacientes com DRC em HD classificados como caidores com pacientes sem história de quedas. **Métodos:** Foram incluídos 14 pacientes adultos, em HD por um período mínimo de 3 meses, que não apresentassem déficit cognitivo, limitação física ou comorbidade grave e instável. Foram coletados dados laboratoriais, nível de atividade física, histórico de quedas. Os pacientes foram divididos em dois grupos: caidores e não caidores. O equilíbrio postural foi avaliado por meio da plataforma de força, sendo registrados os parâmetros do deslocamento do centro de pressão (CDP). **Resultados:** Dos 14 pacientes incluídos no estudo, 6 pacientes foram classificados como caidores (6 homens,  $61,2 \pm 7,2$  anos) e 8 como não caidores (3 homens,  $60,8 \pm 8$  anos). O grupo de caidores apresentou maior deslocamento total e velocidade do CDP ( $p=0,004$ ) em relação ao grupo de não caidores. Não houve diferença entre os grupos nas demais variáveis. **Conclusão:** Pacientes em HD classificados como caidores apresentaram maiores valores do deslocamento total e da velocidade média do deslocamento do CDP, indicando maior comprometimento no equilíbrio postural.

**Palavras chave:** Equilíbrio Postural; Diálise Renal; Falência Renal Crônica.

## ABSTRACT:

**Introduction:** In patients with chronic kidney disease (CKD) undergoing hemodialysis (HD), complications such as anemia, musculoskeletal and neurological disorders are very prevalent and contribute to postural balance impairment, along with the HD process itself. The objective of this pilot study was to compare the postural balance of patients on HD classified as fallers with patients with no history of falls. **Methods:** 14 adult patients, on HD for at least 3 months, who did not have cognitive impairment, physical limitation or severe and unstable comorbidity were included. Laboratory data, level of physical activity, history of falls were collected. Patients were divided into two groups: fallers and non-fallers. Postural balance was assessed using the force platform, and the parameters of the center of pressure (COP) displacement were recorded. **Results:** Of the 14 patients included in the study, 6 patients were classified as fallers (6 men,  $61.2 \pm 7.2$  years) and 8 as non-fallers (3 men,  $60.8 \pm 8$  years). The group of fallers showed a greater total displacement and COP velocity ( $p = 0.004$ ) compared to the group of non-fallers. There were no differences between groups in the other variables. **Conclusion:** Patients on HD classified as fallers had higher values of total displacement and average COP velocity displacement, indicating greater impairment in postural balance.

**Keywords:** Postural Balance; Renal Dialysis; Renal Insufficiency, Chronic.



## Introdução

Nos pacientes com doença renal crônica (DRC) em hemodiálise (HD), complicações como a anemia, as disfunções ósseas, musculares e neurológicas são muito prevalentes e contribuem para a alteração do equilíbrio postural<sup>1,2,3</sup>. A miopatia e a fraqueza muscular são causadas pela redução da síntese de proteínas e o aumento da sua degradação, levando a quadros de sarcopenia semelhantes à indivíduos idosos<sup>4,5</sup>. Distúrbios como polineuropatia periférica e disestesia levam a alterações da ativação da musculatura distal durante a marcha<sup>6,7</sup> enquanto alterações neurológicas centrais como a encefalopatia também alteram o processo de controle postural normal e aumentam o risco de quedas<sup>8,9,10</sup>.

Adicionalmente, o próprio processo de HD está associado à alteração no equilíbrio postural. Os distúrbios eletrolíticos ocasionados pela HD podem afetar adversamente a performance neuromuscular destes pacientes. As mudanças nas concentrações de cálcio durante o procedimento podem afetar a função muscular, enquanto a acidose pode comprometer a função neuromuscular, deteriorando a interação entre actina e miosina<sup>11, 12</sup>. Além disso, a perda de peso devido à eliminação de volume durante a HD também pode contribuir para alterações na estabilidade postural<sup>13,14</sup>.

O controle postural debilitado desses pacientes implica em maior risco de quedas, o que pode gerar aumento da morbidade e mortalidade<sup>15,16</sup>. A incidência de fraturas de quadril nesses pacientes comparados com a população em geral de mesma idade, sexo e etnia é quatro vezes maior<sup>17</sup>. Neste sentido, torna-se fundamental a avaliação do equilíbrio postural nestes pacientes.

O deslocamento do centro de pressão (CDP) avaliado pela plataforma de força tem sido amplamente utilizado para avaliação do equilíbrio em diferentes populações<sup>18,19,20,21</sup>. Pacientes com DRC e em HD, comparados a população saudável, apresentam variações de CDP em todos os eixos de deslocamento em maior escala, implicando em maior risco de quedas<sup>15</sup>. Entretanto, a diferença do equilíbrio postural de pacientes com DRC com ou sem história de quedas ainda não foi bem estabelecida.

O objetivo deste estudo piloto foi comparar o equilíbrio postural de pacientes com DRC em HD classificados como caídores com pacientes sem história de quedas por meio da avaliação posturográfica na plataforma de força.

## **Métodos**

### **Desenho do estudo**

Trata-se de um estudo transversal desenvolvido entre outubro de 2019 a dezembro de 2019. O protocolo seguiu os princípios éticos da Declaração de Helsinque e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (HU-UFJF) (protocolo nº 3.434.384/2019). Todos os participantes que concordaram em participar do estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

### **Amostra**

A amostra foi composta por pacientes adultos em hemodiálise há no mínimo de três meses na Unidade do Sistema Urinário do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil).

Foram excluídos pacientes que atenderam a um dos seguintes critérios: déficit cognitivo avaliado pelo teste de seis itens<sup>22</sup>, presença de limitação física que impedisse a realização do teste, presença de comorbidade grave e instável, hospitalização nos três meses anteriores à inclusão no estudo. Foram consideradas como comorbidade grave e instável: angina instável, insuficiência cardíaca descompensada, história de infarto do miocárdio nos últimos seis meses, hipertensão arterial descontrolada com pressão arterial sistólica (PAS)  $\geq$  200mmHg e/ou pressão arterial diastólica  $\geq$  120mmHg, diabetes descompensada, pneumopatias graves, infecção sistêmica aguda, além de distúrbios neurológicos, musculoesqueléticos e osteoarticulares incapacitantes ou outras condições de acordo com o julgamento clínico.

Após a aplicação desses critérios, um sorteio foi realizado para a seleção dos participantes. Foi coletado o histórico de quedas<sup>23</sup>, sendo os participantes divididos entre caidores e não caidores conforme apresentassem ou não pelo menos um evento prévio de queda nos últimos 12 meses.

## **Avaliações**

Inicialmente foram coletados os dados clínicos e laboratoriais, o nível de atividade física<sup>24</sup> e o histórico de fraturas. Então, antes da segunda sessão de hemodiálise da semana, foi realizada uma avaliação do equilíbrio do paciente.

### *Avaliação do equilíbrio*

Foi utilizado o sistema de aquisição de sinais Btracks™ (Balance Tracking Systems inc., EUA) para a avaliação do deslocamento do CDP. O teste de equilíbrio foi realizado sobre a plataforma de força em posição ereta com apoio bipodal durante 60 segundos para avaliação do CDP<sup>25</sup>. Para o teste foi solicitado ao participante que retirasse seu calçado, ficasse de pé na plataforma, se mantivesse parado na posição mais relaxada possível. Os braços foram mantidos confortavelmente ao longo do corpo e os pacientes orientados a distribuir seu peso corporal de forma igual em ambos os pés, enquanto respiravam normalmente. Os olhos permaneceram abertos e fixos em um “x” posicionado a dois metros de distância. Caso o participante usasse óculos, era orientado a mantê-lo no rosto. Cada sessão de avaliação foi constituída de duas tentativas<sup>26</sup>.

## **Análise estatística**

Para a avaliação da normalidade e da homogeneidade foram realizados o teste de Shapiro-Wilk e o teste de Levene, respectivamente. Para a

comparação das variáveis entre os grupos caidores e não caidores as diferenças foram analisadas pelo teste t não pareado. O nível de significância considerado foi  $\alpha=0,05$ . Foi utilizado o software SPSS (versão 21.0 para Windows).

## **Resultados**

Dos 118 pacientes em hemodiálise, 73 pacientes foram considerados elegíveis para o estudo. A amostra selecionada para este estudo piloto teve um total de 14 participantes, sendo constituída por 6 pacientes caidores e 8 não caidores (Figura 1).

A tabela 1 apresenta as características da amostra e a comparação entre caidores e não caidores. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto às variáveis demográficas, nem quanto à etiologia da DRC e às comorbidades associadas. Entretanto, nenhum participante do grupo de não caidores relatou histórico de fraturas, tendo este ocorrido em metade dos indivíduos caidores.

Os caidores apresentaram taxas de glicemia maiores do que os não caidores. Não houve diferença entre os grupos nos demais dados laboratoriais (Tabela 2).

Na comparação do deslocamento de CDP, o grupo de caidores apresentou um valor maior do deslocamento total e da velocidade média do deslocamento em relação ao grupo de não caidores. Não houve diferença entre os grupos nas demais variáveis (Tabela 3).

## **Discussão**

O presente estudo comparou o equilíbrio postural de pacientes com DRC em HD classificados como caidores com pacientes sem história de quedas. O

principal achado do estudo foi que o grupo de caidores apresentou maiores valores do deslocamento total e da velocidade média do deslocamento do CDP em relação ao grupo de não caidores.

As quedas são altamente prevalentes nos pacientes em HD, atingindo percentuais entre 18% e 60% maiores do que indivíduos saudáveis com idade igual ou superior a 65 anos<sup>27</sup>. Além disso, as quedas estão associadas a desfechos negativos como a ocorrência de fraturas, especialmente na articulação do quadril, e aumento da morbidade e mortalidade nesta população<sup>16,17</sup>. Cook e colaboradores indicaram um percentual de lesões em 19% das quedas ocorridas e a taxa de mortalidade associada diretamente com as quedas foi de 4%<sup>28</sup>. No presente estudo, a história de quedas foi descrita apenas no grupo classificado como caidores.

Neste estudo observamos por meio da plataforma de força que os pacientes que relataram histórico de quedas nos últimos 12 meses apresentavam valores significativamente maiores do deslocamento total e da velocidade média do deslocamento. Este resultado confirma o maior comprometimento do equilíbrio postural nos pacientes caidores, uma vez que quanto maior o deslocamento e a velocidade do CDP, maiores são as dificuldades do indivíduo de se manter estável em uma superfície de apoio estática<sup>29, 30</sup>. Zanotto e colaboradores (2020) identificaram que as medidas de deslocamento total, velocidade e área do CDP apresentaram valores prognósticos em discriminar caidores e não caidores. Adicionalmente, a variação médio-lateral foi relacionada com maior risco de quedas<sup>31</sup>. Apesar de não termos encontrado diferença significativa nessa variável, houve consistência dos nossos achados nos parâmetros do deslocamento total aumentado e maior velocidade média do CDP entre o grupo de caidores com os resultados desse estudo.

Magnard et al. comparam o equilíbrio postural de 27 pacientes com DRC em HD com um grupo controle de indivíduos saudáveis. Todos os participantes foram submetidos à dois protocolos de teste, um com olhos abertos e outro com os olhos fechados. O grupo controle obteve menor variação dos valores dos deslocamentos nos parâmetros de distância e velocidade do CDP comparado ao grupo HD. Entretanto, não foi observado diferença entre as tentativas com olhos abertos e fechados. Estes resultados sugerem que as alterações de equilíbrio

nos pacientes com DRC podem estar mais relacionadas a alterações proprioceptivas e/ou vestibulares do que a *inputs* visuais<sup>32</sup>. Estes pacientes também apresentam outras alterações que comprometem o equilíbrio como danos no sistema nervoso central e periférico, sendo a polineuropatia periférica e a neuropatia diabética alterações muito prevalentes nesta população<sup>7,8</sup>.

Além destas alterações, o próprio processo de HD pode comprometer o equilíbrio dos pacientes com DRC. Neste sentido, o deslocamento total do CDP foi avaliado em 12 pacientes com DRC imediatamente antes e depois da sessão de HD. Alterações posturais evidentes foram observadas na avaliação pós HD tanto nos componentes de deslocamento e de velocidade do CDP quando comparado com o período pré HD. Os achados deste estudo confirmaram que após o procedimento de HD ocorre piora do equilíbrio postural, destacando a importância de medidas de prevenção e tratamento para esses pacientes<sup>33</sup>.

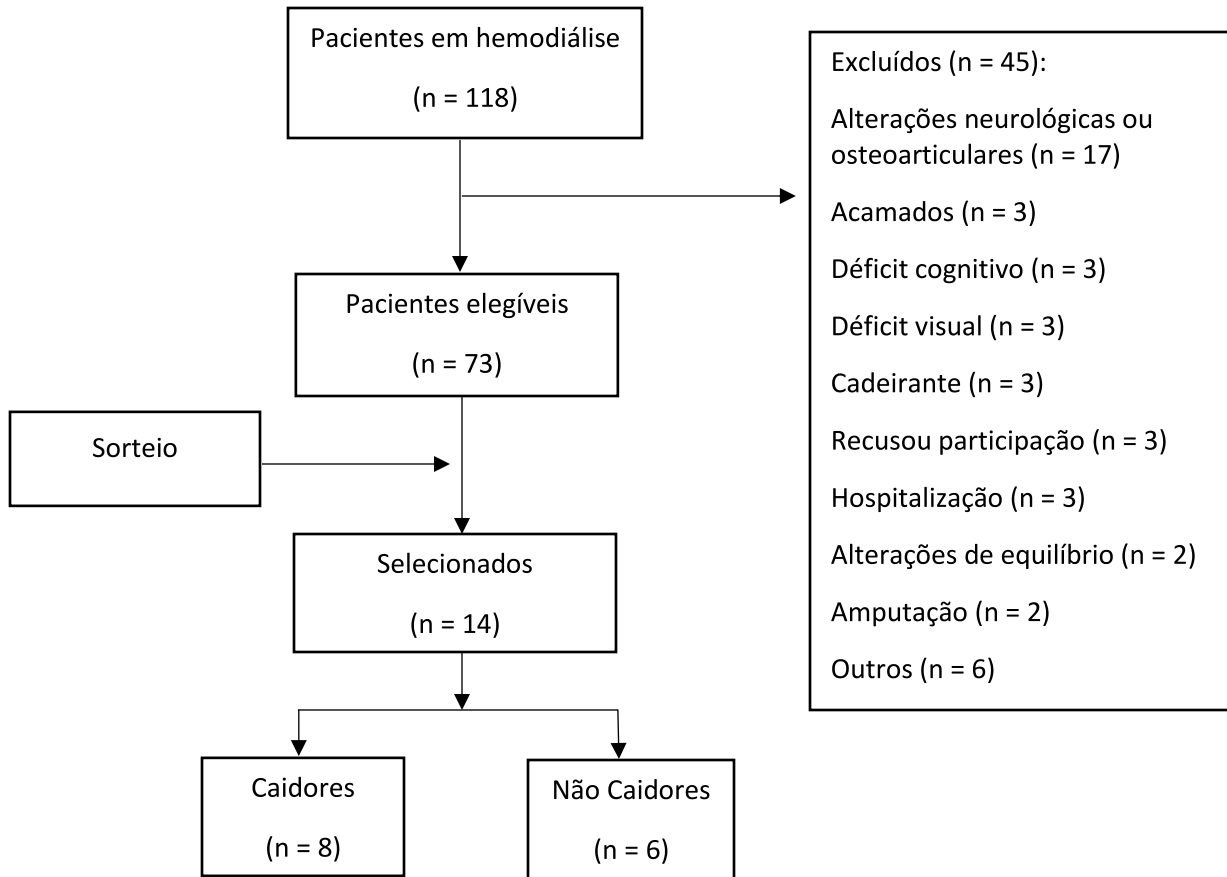
Clinicamente, sugere-se que todos os pacientes em HD tenham registro do histórico de quedas e o equilíbrio postural testado com algum método confiável, com o objetivo de triar aqueles que apresentem maior risco para quedas<sup>3</sup>. Apesar da plataforma de força representar o padrão ouro para a avaliação do equilíbrio postural, este equipamento apresenta alto custo o que dificulta sua aplicação na prática diária. Sendo assim, testes como a escala de equilíbrio de Berg<sup>34</sup> e o *Mini Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest)*<sup>35</sup> podem ser empregados com este objetivo. Neste contexto, Jesus e colaboradores mostraram que pacientes em HD apresentam pior equilíbrio postural avaliado pelo Mini-BESTest quando comparados aos pacientes controle, e que o equilíbrio postural nos pacientes em HD apresentou correlação significativa com a velocidade de marcha e a força muscular<sup>36</sup>.

O presente estudo apresentou algumas limitações. Considerando que se trata de um estudo piloto, os resultados não podem ser generalizados para toda a população de pacientes com DRC em HD. Além disto, não permitiu avaliar satisfatoriamente todos os parâmetros que podem apresentar diferença entre o grupo de pacientes classificados como caidores e não caidores dado o tamanho amostral. Outra limitação foi o fato de que os comandos dados aos pacientes para a avaliação na plataforma não garantiam que a posição dos pés fosse a

mesma em ambas as tentativas, pois havia margem para que a posição fosse alterada ao subir novamente na plataforma.

## **Conclusão**

Pacientes em HD classificados como caidores neste estudo piloto apresentaram maiores valores do deslocamento total e da velocidade média do deslocamento do CDP, indicando maior comprometimento no equilíbrio postural nestes pacientes.



**Figura 1.** Fluxograma de seleção de amostra



**Tabela 1** :Características demográficas e clínicas e comparação entre caidores e não caidores

Variáveis	Total (n=14)	Caidores (n=8)	Não caidores (n=6)	p- valor
<i>Demográficas</i>				
Idade (anos)	61 ± 7,2	61,2 ± 7,2	60,8 ± 8	0,92
Sexo				0,334
Mulheres	5	2	3	
Homens	9	6	3	
Renda (Reais)	1.853,00 ± 1025,00	1.996,00 ± 1306,00	1.663,00 ± 515,00	0,569
Escolaridade (%)				0,719
Fundamental		50	28,5	
Médio		7,1	7,1	
Superior		0	7,1	
<i>Clínicas</i>				
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,5 ± 3,4	27,1 ± 3,8	28,1 ± 3	0,604
Fraturas (%)		50	0	0,049
Atividade física (%)				0,158
Ativo		14,2	14,2	
Irregularmente ativo "A"		7,1	7,1	
Irregularmente ativo "B"		35,8	35,8	
Tempo de diálise (meses)	34 ± 63,3	45,6 ± 83,7	18,5 ± 10,6	0,45
Etiologia DRC (%)				0,158
Hipertensão arterial		7,1	14,3	
Diabetes mellitus		28,6	0	
Glomerulonefrite crônica		0	14,3	
Indeterminada		21,4	14,3	
Comorbidades (%)				
Hipertensão arterial		87,5	100	0,369
Diabetes mellitus		62,5	16,7	0,086
Síndrome metabólica		12,5	0	0,369
Hipotireoidismo		12,5	50	0,124
Doença arterial coronariana		12,5	33,3	0,347

**Tabela 2:** Dados laboratoriais e comparação entre caidores e não caidores

Variáveis	Total (n=14)	Caidores (n=8)	Não caidores (n=6)	p-valor
Eficácia da diálise (Kt/V)	1,5 ± 0,3	1,5 ± 0,2	1,5 ± 0,4	0,846
Hemoglobina (g/dL)	10,7 ± 1	10,5 ± 1	10,9 ± 1,1	0,481
Glicose (mg/dL)	152,4 ± 98,7	199 ± 108	90,3 ± 30,3	0,035
Potássio (mEq/L)	5,2 ± 0,6	5,3 ± 0,6	5,1 ± 0,7	0,576
Sódio (mEq/L)	138 ± 3,5	137,5 ± 3,8	138,8 ± 3,4	0,513
Fósforo (mEq/L)	6 ± 1,6	5,8 ± 0,9	6,4 ± 2,3	0,575
Albumina (g/dL)	4 ± 0,3	4 ± 0,1	3,9 ± 0,5	0,508
Creatinina (mg/dL)	8,5 ± 3,1	7,9 ± 2,3	9,3 ± 4	0,438
Cálcio (mg/dL)	9 ± 0,5	8,9 ± 0,6	9 ± 0,3	0,919
Uréia (mg/dL)	118,1 ± 29,3	125,7 ± 33,1	108 ± 21,8	0,279
Paratormônio (pg/ml)	453,5 ± 409	400,9 ± 418,8	523,7 ± 423,2	0,599
Vitamina D (ng/ml)	34,1 ± 15,1	38,7 ± 17,1	28,6 ± 10,9	0,231

**Tabela 3:** Deslocamento do centro de pressão e comparação entre caidores e não caidores

<b>Variáveis</b>	<b>Total (n=14)</b>	<b>Caidores (n=8)</b>	<b>Não caidores (n=6)</b>	<b>p-valor</b>
Deslocamento total (cm)	61,7 ± 20,4	73,9 ± 16	45,3 ± 12,8	0,004
Velocidade média (cm/s)	1 ± 0,3	1,2 ± 0,3	0,7 ± 0,2	0,004
Área da elipse (cm <sup>2</sup> )	2,3 ± 1,9	3,1 ± 2	1,3 ± 1,2	0,084
Varição médio-lateral (cm)	1,5 ± 0,8	1,7 ± 0,8	1,1 ± 0,6	0,22
Varição ântero-posterior (cm)	2,8 ± 1	3,2 ± 0,9	2,4 ± 0,9	0,133

**Referências:**

1. Hsu C-y, McCulloch CE, Curhan GC. Epidemiology of anemia associated with chronic renal insufficiency among adults in the United States: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *J Am Soc Nephrol* 2002;13(2):504–10.
2. KDIGO 2017 Clinical Practice Guideline Update for the Diagnosis, Evaluation, Prevention, and Treatment of Chronic Kidney Disease-Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD). *Kidney Int Suppl* (2011) 2017;7(1):1–59.
3. 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.
4. Chauveau P, Moreau K, Lasseur C, Fouque D, Combe C, Aparicio M. Sarcopénie et myopathie urémique: similitudes et différences. *Nephrol Ther* 2016;12(2):71–5.
5. Moorthi RN, Avin KG. Clinical relevance of sarcopenia in chronic kidney disease. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 2017;26(3):219–28.
6. Mustapa A, Justine M, Mohd Mustafah N, Jamil N, Manaf H. Postural Control and Gait Performance in the Diabetic Peripheral Neuropathy: A Systematic Review. *Biomed Res Int* 2016;2016:9305025.
7. Ramdharry G. Peripheral nerve disease. *Handb Clin Neurol* 2018;159:403–15.
8. Baluarte JH. Neurological Complications of Renal Disease. *Semin Pediatr Neurol* 2017;24(1):25–32.
9. Hamed SA. Neurologic conditions and disorders of uremic syndrome of chronic kidney disease: presentations, causes, and treatment strategies. *Expert Rev Clin Pharmacol* 2019;12(1):61–90.
10. Jabbari B, Vaziri ND. The nature, consequences, and management of neurological disorders in chronic kidney disease. *Hemodial Int* 2018;22(2):150–60.

11. Berchtold MW, Brinkmeier H, Müntener M. Calcium ion in skeletal muscle: its crucial role for muscle function, plasticity, and disease. *Physiol Rev* 2000;80(3):1215–65.
12. Debold EP. Recent insights into muscle fatigue at the cross-bridge level. *Front Physiol* 2012;3:151.
13. Letchmi S, Das S, Halim H, Zakariah FA, Hassan H, Mat S, et al. Fatigue experienced by patients receiving maintenance dialysis in hemodialysis units. *Nurs Health Sci* 2011;13(1):60–4.
14. Liu HE. Fatigue and associated factors in hemodialysis patients in Taiwan. *Res Nurs Health* 2006;29(1):40–50.
15. 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.
16. Soangra R, Lockhart TE, Lach J, Abdel-Rahman EM. Effects of hemodialysis therapy on sit-to-walk characteristics in end stage renal disease patients. *Ann Biomed Eng* 2013;41(4):795–805.
17. Alem AM, Sherrard DJ, Gillen DL, Weiss NS, Beresford SA, Heckbert SR, et al. Increased risk of hip fracture among patients with end-stage renal disease. *Kidney Int* 2000;58(1):396–9.
18. Goetschius J, Feger MA, Hertel J, Hart JM. Validating Center-of-Pressure Balance Measurements Using the MatScan® Pressure Mat. *J Sport Rehabil* 2018;27(1).
19. Ha S-Y, Han J-H, Sung Y-H. Effects of ankle strengthening exercise program on an unstable supporting surface on proprioception and balance in adults with functional ankle instability. *J Exerc Rehabil* 2018;14(2):301–5.
20. Ludwig O. Interrelationship between postural balance and body posture in children and adolescents. *J Phys Ther Sci* 2017;29(7):1154–8.
21. McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective? *J Athl Train* 2008;43(3):305–15.

22. Callahan CM, Unverzagt FW, Hui SL, Perkins AJ, Hendrie HC. Six-item screener to identify cognitive impairment among potential subjects for clinical research. *Med Care* 2002;40(9):771–81.
23. Lamb SE, Jørstad-Stein EC, Hauer K, Becker C. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus. *J Am Geriatr Soc* 2005;53(9):1618–22.
24. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Oliveira LC, Braggion G. Questionário Internacional de Atividade Física (I PAQ): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. *Atividade Física & Saúde* 2001;6(2):5–18.
25. Nagymáté G, Orlovits Z, Kiss RM. Reliability analysis of a sensitive and independent stabilometry parameter set. *PLoS ONE* 2018;13(4):e0195995.
26. 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 Therap* 2012;20(1):14.
27. López-Soto PJ, Giorgi A de, Senno E, Tiseo R, Ferraresi A, Canella C, et al. Renal disease and accidental falls: a review of published evidence. *BMC Nephrol* 2015;16:176.
28. 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.
29. Yamamoto M, Ishikawa K, Aoki M, Mizuta K, Ito Y, Asai M, et al. Japanese standard for clinical stabilometry assessment: Current status and future directions. *Auris Nasus Larynx* 2018;45(2):201–6.
30. Scoppa F, Capra R, Gallamini M, Shiffer R. Clinical stabilometry standardization: basic definitions--acquisition interval--sampling frequency. *Gait Posture* 2013;37(2):290–2.
31. Zanotto T, Mercer TH, van der Linden ML, 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* 2020;82:110–7.
32. 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.

33. 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.

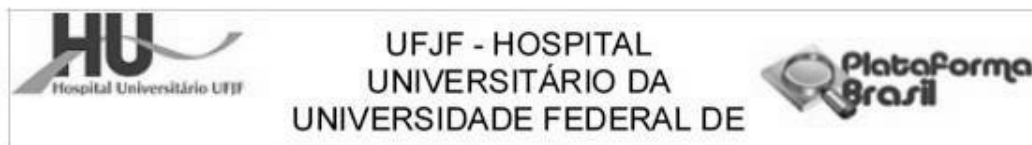
34. Berg K. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada* 1989;41(6):304–11.

35. Di Carlo S, Bravini E, Vercelli S, Massazza G, Ferriero G. The Mini-BESTest: a review of psychometric properties. *Int J Rehabil Res* 2016;39(2):97–105.

36. Jesus LAdS de, Lucinda LMF, Colares LG, Freire CSF, Campos AFM, Borém CT, et al. Equilíbrio postural de pacientes em hemodiálise comparados a indivíduos sem doença renal crônica: estudo transversal. *HU Rev* 2019;45(3):261–9.

## ANEXOS

### ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeito do treino de equilíbrio no controle postural estático em pacientes submetidos à hemodiálise

**Pesquisador:** Maycon de Moura Reboredo

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 14812719.5.0000.5133

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.434.384

##### Apresentação do Projeto:

O número de pacientes com doença renal crônica (DRC) em todo o mundo tem aumentado em todo o mundo. Entre as várias comorbidades associadas à doença, pacientes com DRC apresentam também um risco de quedas e de complicações relacionadas a este evento. Além de fatores como idade e outros relacionados à doença, a hemodiálise pode também contribuir para esse risco aumentado. A realização de exercícios tem sido

preconizada para pacientes em diálise por ser segura e trazer benefícios. O presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito agudo do treino de equilíbrio no controle postural e no equilíbrio estático dessa população.

##### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo Primário:**

Avaliar o efeito agudo do treino de equilíbrio no controle postural e no equilíbrio estático em pacientes submetidos à hemodiálise.

**Objetivo Secundário:**

Avaliar o efeito agudo do treino de equilíbrio, realizado antes da sessão de hemodiálise, nos seguintes parâmetros: - Deslocamento do centro de pressão (COP);- Ativação dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio medial avaliada por eletromiografia de superfície.

**Endereço:** Rua Catulo Bregliéri, s/n

**Bairro:** Santa Catarina

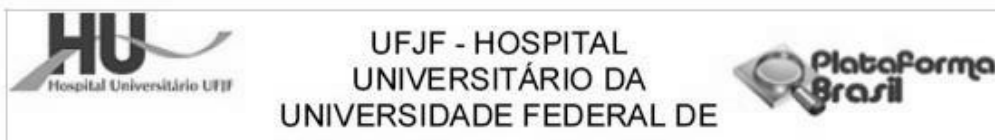
**CEP:** 36.036-110

**UF:** MG

**Município:** JUIZ DE FORA

**Telefone:** (32)4009-5217

**E-mail:** cep.hu@uff.edu.br



Continuação do Parecer: 3.434.384

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos. A pressão arterial será medida para evitar o risco de hipotensão. Durante a avaliação do equilíbrio e durante os exercícios, um fisioterapeuta estará ao lado do participante para evitar um desequilíbrio.

**Benefícios:**

A pesquisa contribuirá para a investigação de ferramentas que sejam mais eficazes na prevenção do desequilíbrio e das quedas em pacientes que realizam hemodiálise.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A presente pesquisa visa demonstrar que há melhora do controle postural estático em pacientes submetidos à hemodiálise após o treino de equilíbrio.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

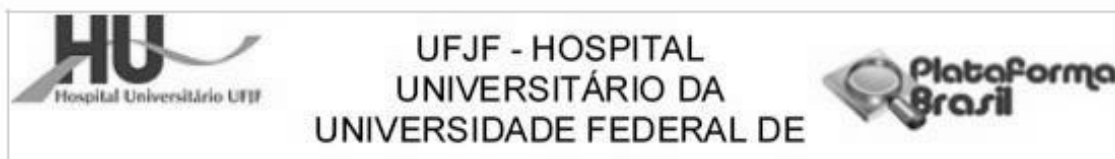
O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, ressarcimento com as despesas, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPEs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional N°

**Endereço:** Rua Catulo Breviglieri, s/n  
**Bairro:** Santa Catarina **CEP:** 36.036-110  
**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA  
**Telefone:** (32)4009-5217 **E-mail:** cep.hu@uff.edu.br





Continuação do Parecer: 3.434.384

001/2013 CNS, segundo este relator, aguardando a análise do Colegiado. Data prevista para o término da pesquisa: / /

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1320917.pdf	28/05/2019 14:13:57		Aceito
Outros	cadastro_pesquisador.pdf	28/05/2019 14:12:32	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
Outros	termo_confidencialidade.pdf	04/05/2019 17:06:26	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
Outros	lattes_pesquisadores.pdf	04/05/2019 17:05:21	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	infraestrutura.pdf	04/05/2019 17:04:10	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
Orçamento	planilha_orcamento.pdf	04/05/2019 17:03:48	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	04/05/2019 16:49:13	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	04/05/2019 16:48:58	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	04/05/2019 16:47:56	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.docx	04/05/2019 16:47:40	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
Outros	carta_encaminhamento.pdf	04/05/2019 16:46:47	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
Outros	comprovante_cadastro.pdf	04/05/2019 16:45:47	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
Outros	declaracao_aprov.pdf	04/05/2019 16:44:46	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	04/05/2019 16:43:01	MIGUEL NUNES FAM NETO	Aceito

**Endereço:** Rua Catulo Breviglieri, s/n

**Bairro:** Santa Catarina

**CEP:** 36.036-110

**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA

**Telefone:** (32)4009-5217

**E-mail:** cep.hu@uff.edu.br



Continuação do Parecer: 3.434.384

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

JUIZ DE FORA, 03 de Julho de 2019

---

**Assinado por:**  
**Leticia Coutinho Lopes Moura**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Catulo Breviglieri, s/n

**Bairro:** Santa Catarina

**CEP:** 36.036-110

**UF:** MG

**Município:** JUIZ DE FORA

**Telefone:** (32)4009-5217

**E-mail:** cep.hu@ufjf.edu.br

## ANEXO B - Questionário Internacional de Atividade Física - Versão curta (IPAQ)

Estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem em parte do seu dia a dia. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana **NORMAL, USUAL** ou **HABITUAL**. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

**1a.** Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar **BASTANTE** ou aumentem **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração?

Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b.** Nos dias em que você faz essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gasta fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça você suar leve ou aumentem **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR, NAO INCLUA CAMINHADA**)

Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos quanta tempo no total você gasta fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a.** Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**3b.** Nos dias em que você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta caminhando **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**4a.** Estas últimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, fazendo ligação de casa, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão.

Quanto tempo **por dia** você fica sentado em um dia da semana?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Quanto tempo **por dia** você fica sentado no final de semana?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

CLASSIFICAÇÃO: \_\_\_\_\_