

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA
RESIDÊNCIA EM NUTRIÇÃO CLÍNICA

**Avaliação do estado de hidratação de pacientes em hemodiálise crônica
através da bioimpedância elétrica**

Residente: Geovanna Lara de Souza Borges

Orientadora: Prof. Barbara Perez Vogt

Uberlândia

2024

Este trabalho foi escrito de acordo com as normas da revista Jornal Brasileiro de Nefrologia, disponíveis no link: <https://www.bjnephrology.org/en/instructions-for-authors/>.

Este trabalho foi elaborado a partir de dados coletados no projeto de pesquisa “Comparação de resultados de testes de avaliação da função física de pacientes em hemodiálise crônica em diferentes momentos e associação com estado de hidratação e inflamação”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (CAAE: 59193822.3.0000.5152), e realizado na unidade de diálise do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia / Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (HC-UFU/EBSERH).

Avaliação do estado de hidratação de pacientes em hemodiálise crônica através de dados da bioimpedância elétrica

Geovanna Lara de Souza Borges, Isadora Cordeiro Trombim, Barbara Perez Vogt

Afiliação: ¹Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Faculdade de Medicina,
Uberlândia, Minas Gerais, Brazil.

Autor correspondente:

Barbara Perez Vogt

E-mail: barbaravogt@ufu.br

Faculty of Medicine (FAMED), Federal University of Uberlândia (UFU), Campus Umuarama.

Av. Pará, 1720

CEP 38405-320

Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

RESUMO

Introdução: A adequação do estado de hidratação é uma preocupação nos pacientes em hemodiálise (HD), pois o excesso de fluidos aumenta o risco de complicações e mortalidade.

Objetivos: Avaliar o estado de hidratação dos pacientes em HD utilizando diferentes parâmetros da bioimpedância (BIA). **Metodologia:** Foram incluídos pacientes em HD crônica há pelo menos 3 meses. Avaliação do estado de hidratação foi realizada após a sessão de HD. Os dados considerados pela bioimpedância elétrica foram: água corporal total (ACT), água intracelular (AIC), água extracelular (AEC). Foi calculado a sobrecarga de fluido corporal (OH). O estado de hidratação foi classificado de acordo com os índices propostos por Dekker et al. (OH), Zocalli et al. (OH/AEC) e Chen et al. (AEC/peso). Foram coletados os dados de ganho de peso interdialítico (GPID) e de pressão arterial (PA). Além disso, também foi dosado o pró-hormônio do peptídeo natriurético do tipo B N-terminal (NT pró-BNP).

Resultados: Foram avaliados 54 pacientes, idade média de $57,6 \pm 13,1$ anos, 59,3% do

sexo masculino. Quatro pacientes (7,4%), foram considerados hiperhidratados pelos métodos de Dekker et al. e Chen et al. sendo 3 pacientes classificados como hiperhidratados por ambos os métodos. Nenhum paciente apresentou sobrecarga hídrica pelo método Zocalli et al. Ambos os índices OH e OH/AEC foram correlacionados significativa e positivamente com PA, GPID, ACT e AEC. Ainda, OH foi correlacionado com NT pró-BNP e OH/AEC foi correlacionado com AIC. Houve correlação significativa e positiva de AEC/peso com AIC, AEC e NT pró-BNP.

Conclusão: Apesar dos métodos de Chen et al. e Dekker et al. identificarem pacientes hiperhidratados, o método proposto por Dekker et al. apresentou melhor correlação com os parâmetros de hidratação fornecidos pela bioimpedância pressão arterial e NT pró-BNP.

Palavras-chave: Água Corporal, Bioimpedância Elétrica, Hidratação, Diálise Renal.

INTRODUÇÃO

A doença renal crônica (DRC) é definida como anormalidades da estrutura ou da função renal, presentes por no mínimo 3 meses, com implicações para a saúde¹. O procedimento de hemodiálise (HD) é um dos tratamentos mais utilizados para os casos avançados dessa doença, quando há falência renal².

A adequação do estado de hidratação é uma preocupação nos pacientes em HD, pois esses pacientes manifestam alterações na quantidade e distribuição dos líquidos corporais, como consequência da perda da função renal. Aqueles que apresentam excesso de fluidos possuem maiores riscos de complicações como hipertensão arterial, hipotensão intradialítica, edema pulmonar e periférico, complicações cardiovasculares, índice de massa corporal (IMC) reduzido, risco de desnutrição, além de maior risco de mortalidade³⁻⁵.

Mesmo com as técnicas mais avançadas, ainda é complexo estimar essa sobrecarga hídrica³. Os métodos de diluição que são considerados padrão ouro para medir os volumes extracelular (brometo de sódio), intracelular (potássio corporal) e água corporal total (ACT) (deutério, trítio) são muito complexos para a prática clínica⁶. Uma forma alternativa e simples para determinar e avaliar o estado de hidratação é através dos dados da bioimpedância elétrica (BIA)⁷⁻⁸. Esse método não invasivo e relativamente de baixo custo fornece uma estimativa da ACT, água intracelular (AIC) e água extracelular (AEC), utilizando os dados de resistência e a reatância fornecidos

pela BIA⁹. Diferentes metodologias foram sugeridas para avaliar o estado de hidratação de pacientes em HD, utilizando índices calculados a partir desses parâmetros, como proposto por Chen et al.⁷, Zocalli et al.¹⁰ e Dekker et al.¹¹.

A unidade de diálise do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HC/UFU) não possui equipamento de BIA, e, portanto, não avalia o estado de hidratação dos pacientes por esse método. Por isso, nosso estudo contribui com o serviço, realizando a avaliação do estado de hidratação dos pacientes da unidade por BIA, e avaliando se o peso seco dos pacientes em HD necessita de ajustes.

Portanto, os objetivos do presente estudo são avaliar o estado de hidratação dos pacientes em HD utilizando diferentes índices e verificar qual método de avaliação do estado de hidratação é mais recomendado para essa amostra de pacientes.

METODOLOGIA

Delineamento do projeto e pacientes

Esse é um estudo transversal, que incluiu pacientes em HD crônica no HC/UFU. Foram incluídos no estudo pacientes portadores de DRC com idade ≥ 18 anos e em HD há pelo menos 3 meses. Não foram incluídos pacientes acamados, cadeirantes, pacientes que tenham algum membro amputado, pacientes com edema ou ascite, pacientes com marca-passo, pacientes com próteses metálicas.

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia (CAAE: 59193822.3.0000.5152). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os seguintes dados clínicos e demográficos foram coletados a partir de prontuários: idade, gênero, tempo de diálise (meses), GPID e PA pós sessão de HD. Foram coletados os resultados dos exames de rotina mensal dos pacientes, no mesmo mês que foram avaliados. Concentrações séricas de creatinina, ureia, albumina e proteína C-reativa foram consideradas. A coleta de sangue foi realizada antes da sessão de diálise.

Avaliações

Avaliação do estado de hidratação e antropométrica foram realizadas após a

sessão de HD.

Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica consistiu na verificação do peso e altura, de acordo com metodologia padronizada¹² pois são dados que devem ser inseridos no equipamento de BIA para a avaliação do estado de hidratação. Também foi calculado o índice de massa corporal (IMC), dividindo o peso corporal em quilogramas pela altura em metros ao quadrado.

Avaliação do estado de hidratação

Para avaliação do estado de hidratação, foi utilizado o exame de BIA unifrequencial (Biodynamics modelo 450), em consultório na própria unidade de diálise, após a sessão de HD. O paciente foi avaliado em decúbito dorsal, sem calçados, meias e sem adornos. Os eletrodos foram colocados no pé e mão do lado sem fístula.

Os dados fornecidos pela BIA considerados no estudo foram: ACT, AIC e AEC.

Para calcular a sobrecarga de fluido corporal (OH), primeiramente foi utilizada a fórmula de Watson para estimativa da ACT sob condições fisiológicas normais¹³.

Homens: $ACT = 2.447 - 0.09516 \times \text{idade} + 0.1074 \times \text{altura} + 0.3362 \times \text{peso}$

Mulheres: $ACT = -2.097 + 0.1069 \times \text{altura} + 0.2466 \times \text{peso}$

O valor de ACT encontrado na fórmula de Watson foi subtraído do valor de ACT estimado pela BIA, de acordo com a seguinte fórmula:

$$OH = ACT_{BIA} - ACT_{Watson}$$

A hiperhidratação foi classificada de acordo com três métodos diferentes:

Se $OH > 1,1 \text{ L}$ é classificado como sobrecarga¹¹.

$OH/AEC \times 100$, quando $> 15\%$ em homens e $> 13\%$ em mulheres é classificado como sobrecarga¹⁰.

$AEC/\text{peso} > 25\%$ (mulheres) ou $> 28\%$ (homens)⁷.

Concentrações séricas do NT pró-BNP foram determinadas a partir de amostras de sangue coletadas antes e após a sessão de HD. Para isso, as amostras foram

centrifugadas a 3000 rpm, durante 15 minutos a 4°C. A seguir, o soro foi separado e armazenado em tubos plásticos eppendorfs e estocados a -80°C até o momento das análises. Posteriormente, a análise foi realizada por método Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) (Elabscience Biotechnology Co., Ltd, Wuhan, Hubei, China), de acordo com as instruções do fabricante.

Análise estatística

A normalidade da distribuição das variáveis foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Dados foram expressos em média $\pm$ desvio padrão ou mediana e primeiro e terceiro quartis, de acordo com a distribuição das variáveis, e porcentagem no caso de frequências.

A porcentagem de pacientes classificados como hiperhidratados pelos diferentes métodos foi verificada. Foi testada a correlação entre os parâmetros de avaliação da hidratação com parâmetros de PA, de água corporal avaliada pela BIA e NT pró-BNP por correlação de Pearson ou Spearman. A força da correlação foi classificada em: muito forte quando $r > 0,9$; forte quando r está entre 0,7 e 0,9; moderada quando r está entre 0,5 e 0,7; fraca quando r está entre 0,3 e 0,5; e desprezível quando r está entre 0 e 0,3.

Foi considerada significância estatística quando $p < 0,05$. As análises foram realizadas com o auxílio do software SPSS 20.

Resultados

Foram avaliados 54 pacientes, com idade média de $57,6 \pm 13,1$ anos, 32 (59,3%) do sexo masculino. Os valores médios dos índices utilizados para avaliação do estado de hidratação foram: OH: $-3,43 \pm 2,57$; OH/AEC: $-25,34 \pm 19,88$ e AEC/peso: $21,55 \pm 2,99$.

Quatro pacientes (7,4%), foram considerados hiperhidratados por cada um dos métodos Dekker et al.¹¹ e Chen et al.⁷, sendo 3 pacientes classificados como hiperhidratados por ambos os métodos. Segundo o método Zocalli et al.¹⁰, nenhum paciente apresentou sobrecarga hídrica.

Tabela 1: Características gerais dos pacientes

Variável	n=54
Sexo masculino [n (%)]	32 (59,3)
Idade (anos)	57,6 ± 13,1
Tempo em hemodiálise (meses)	21,5 (5,0 - 62,2)
Diabéticos [n (%)]	21 (38,9)
Acesso [n (%)]	
Fístula arteriovenosa	37 (68,6)
Cateter de duplo lúmen	17(31,5)
Creatinina (mg/dl)	8,91 ± 3,56
Ureia (mg/dl)	111,5 (97,0 - 122,7)
Proteína C-reativa (mg/dl)	0,48 (0,17- 1,21)
Albumina (g/dl)	3,90 ± 0,55
Índice de massa corporal (kg/m ²)	26,25 ± 5,75
Ganho de peso interdialítico (kg)	1,94 ± 0,95
Kt/V	1,30 ± 0,26
PAS pós diálise (mmHg)	144 ± 24
PAD pós diálise (mmHg)	78 ± 13
Água corporal total (L)	33,27 ± 6,42
Água intracelular (L)	18,12 ± 3,92
Água intracelular (%)	53,87 ± 5,41
Água extracelular (L)	15,15 ± 3,26
Água extracelular pós diálise (%)	45,56 ± 4,68
NT pró-BNP (ng/mL)	0,549 (0,138-2,32)

Abreviações: PAS: pré pressão arterial sistólica; PAD: pré pressão arterial diastólica; NT pró-BNP: pró-hormônio do peptídeo natriurético do tipo B N-terminal.

Ambos os índices OH e OH/AEC, utilizados nos critérios de Dekker et al.¹¹ e de Zoccali et al.¹⁰, respectivamente, foram correlacionados significativa e positivamente com PAS e PAD, GPID, ACT e AEC. Ainda, OH foi correlacionado com NT pró-BNP e OH/AEC foi correlacionado com AIC. Houve correlação significativa e positiva de AEC/peso (utilizado no critério de Chen et al.)⁷ com AIC, AEC e NT pró-BNP. (Tabela 2).

Tabela 2: Correlações entre os parâmetros de avaliação da hidratação com parâmetros de pressão arterial, água corporal (n=54)

Parâmetro	OH	OH/AEC	AEC/peso
-----------	----	--------	----------

		(Dekker et al.) ¹¹	(Zocalli et al.) ¹⁰	(Chen et al.) ⁷
PAS (mmHg)	R	0,520	0,495	0,252
	P	<0,001	<0,001	0,066
PAD (mmHg)	R	0,393	0,343	0,055
	P	0,003	0,011	0,695
GPID (kg)	R	0,339	0,367	0,184
	P	0,012	0,006	0,183
ACT (L)	R	0,364	0,548	0,062
	P	0,007	<0,001	0,657
AIC (L)	R	0,235	0,372	-0,172
	P	0,087	0,006	0,214
AIC (%)	R	-0,122	-0,162	-0,368
	P	0,378	0,241	0,006
AEC litros	R	0,435	0,632	0,329
	P	0,001	<0,001	0,015
AEC (%)	R	0,216	0,290	0,559
	P	0,117	0,034	<0,001
NT pró BNP (ng/mL)	R	0,310	0,269	0,427
	P	0,036	0,070	0,003

Abreviações: OH: sobrecarga de fluido corporal; PAS: pré pressão arterial sistólica; PAD: pré pressão arterial diastólica; GPID: ganho de peso interdialítico; ACT: água corporal total; AIC: água intracelular AEC: água extracelular; NT pró-BNP: peptídeo natriurético do tipo B N-terminal.

Legenda: Correlação moderada: verde, correlação fraca: laranja; correlação desprezível: amarelo.

Discussão

Neste estudo, avaliamos pacientes dialíticos utilizando dados fornecidos pela BIA e três métodos de classificação de hiperhidratação⁷⁻¹⁰⁻¹¹. Analisamos também a correlação destes métodos com algumas variáveis como: NT-pró-BNP, PA, GPID, ACT, AIC e AEC. Baseado nos métodos utilizados para classificação de hiperhidratação, foi observada uma concordância na classificação de três pacientes pelos métodos propostos por Dekker et al.¹¹ e Chen et al.⁷. Porém, em cada um destes métodos um paciente foi classificado hiperhidratado de forma divergente. Os índices propostos por Dekker et al.¹¹ e Zocalli et al.¹⁰ possuem maior correlação com as variáveis relacionadas com hiperhidratação. Esses resultados sugerem que Dekker et al.¹¹ foi o melhor método para verificar a hiperhidratação em pacientes em HD.

A BIA é um método que possibilita avaliar a quantidade e distribuição de água

corporal. É considerada uma ferramenta segura, confiável e seu uso foi validado em pacientes dialíticos¹⁴⁻¹⁵.

Definir a sobrecarga hídrica é um fator importante de se avaliar em pacientes em HD. O excesso de hidratação é um forte preditor de complicações e mortalidade. Os índices utilizados em nosso trabalho já foram associados com piores desfechos em pacientes em HD. Dekker et al.¹¹, em um estudo de coorte que avaliou 8833 pacientes em HD, verificaram que a sobrecarga de fluido estimada no momento pré-diálise foi associada a um aumento do risco de mortalidade. Zocalli et al.¹⁰, também em um estudo de coorte e utilizando a BIA, avaliou 39566 pacientes em HD, mostraram que a hiperidratação é um forte fator para risco de morte nesses indivíduos. Chen et al.⁷ avaliaram AEC e AIC de 121 pacientes em HD utilizando a BIA. Posteriormente, o peso seco foi ajustado de acordo com a avaliação realizada e o exame de BIA foi repetido após 4 meses. Após esse ajuste, houve melhora da PA. Os autores recomendam que para os pacientes hipertensos, o volume extracelular deve ser avaliado para ajustar o peso seco.

A diretriz de prática clínica para nutrição na DRC¹, sugere a utilização da BIA multifrequencial preferencialmente. Apesar do equipamento utilizado em nosso estudo ser unifrequencial, ele foi capaz de detectar a hiperhidratação pelos métodos propostos.

Com base nos nossos resultados, é importante ressaltar que a avaliação pela BIA foi realizada após a sessão de diálise, por isso, poucos pacientes da amostra foram considerados hiperhidratados. De toda forma, esses pacientes identificados com sobrecarga hídrica, precisam de ajuste no seu peso seco, pois estão hiperhidratados mesmo após a sessão de HD. Isso mostra que a BIA é uma ferramenta útil e que pode otimizar a definição do peso seco de pacientes em HD.

Além de parâmetros relacionados com PA, GPID e água corporal, nosso estudo também utilizou a dosagem de NT-pró BNP a partir de amostras coletadas no mesmo momento da avaliação pela BIA. O NT-pró BNP foi correlacionado com maiores níveis de hiperhidratação pelos critérios de Dekker et al.¹¹ e de Chen et al.⁷. O NT-pró BNP é liberado pelas células do músculo cardíaco, principalmente quando há uma elevação considerável do volume extracelular. Alguns trabalhos já validaram este biomarcador e a sua associação com a sobrecarga hídrica, utilizando BIA em pacientes em HD¹⁶⁻¹⁷.

Esse estudo apresenta algumas limitações. O tamanho da amostra utilizado foi

relativamente pequeno, visto que o local de realização do estudo possuía um número reduzido de pacientes, além daqueles que se recusaram a participar da pesquisa. Além disso, como esse estudo não foi inicialmente desenhado com o objetivo de avaliar o estado de hidratação dos pacientes, alguns fatores que poderiam estar associados à sobrecarga de volume podem não ter sido avaliados, como a concentração de sódio do dialisato, sinais e sintomas como edema, câibras, etc. e não houve padronização em relação ao dia da semana da avaliação. Por último, a avaliação da água corporal foi realizada por um equipamento de BIA unifrequencial, diferente do equipamento utilizado por Dekker et al.¹¹ e Zocalli et al.¹⁰. Porém, mesmo sendo um equipamento unifrequencial, foi possível detectar a hiperhidratação. Além disso, outros estudos utilizaram o mesmo equipamento usado por nós⁵⁻¹⁸. Um ponto forte do nosso estudo é a dosagem do NT-pró BNP, um marcador relevante para a avaliação da hiperhidratação em pacientes com DRC.

Em conclusão, quatro pacientes (7,4%), foram considerados hiperhidratados por cada um dos métodos Dekker et al.¹¹ e Chen et al.⁷, sendo 3 pacientes classificados como hiperhidratados por ambos os métodos. Segundo o método Zocalli et al.¹⁰, nenhum paciente apresentou sobrecarga hídrica. Os resultados sugerem que Dekker et al.¹¹ é o melhor método para verificar a hiperhidratação em pacientes em HD, pois apresentou melhor correlação com os parâmetros de hidratação fornecidos pela BIA, PA e NT-pró BNP.

REFERÊNCIAS

1. KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International*. 2024; 105 (Suppl 4S): S117–S314.
2. Nerbass FB. Et al. Brazilian Dialysis Survey 2022. *Brazilian Journal of Nephrology*. 2024;46(2): e20230062.
3. Gracia-Iguacel, C. et al. Low Intracellular Water, Overhydration, and Mortality in Hemodialysis Patients. *Journal of Clinical Medicine*. 2020;9(11):3616.
4. Wizemann, V. et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients.

Nephrology Dialysis Transplantation. 2009;24(5):1574–1579.

5. Zeni, C. et al. Bioimpedanciometry in nutritional and hydration assessments in a single dialysis center. *Brazilian Journal of Nephrology*. 2023;45(3):277–286.

6. Wabel, P. et al. Importance of whole-body bioimpedance spectroscopy for the management of fluid balance. *Blood Purif*. 2009;27(1):75-80.

7. Chen, Y. C. et al. Adjusting dry weight by extracellular volume and body composition in hemodialysis patients. *Nephron*. 2002;92(1):91–96.

8. Van Der Sande, F. M. et al. Using Bioimpedance Spectroscopy to Assess Volume Status in Dialysis Patients. *Blood Purification*. 2019;49(1-2):178–184.

9. Park, J. H. et al. Clinical usefulness of bioimpedance analysis for assessing volume status in patients receiving maintenance dialysis. *The Korean Journal of Internal Medicine*. 2018;33(4):660–669.

10. Zoccali, C. et al. Chronic Fluid Overload and Mortality in ESRD. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2017;28(8):2491–2497.

11. Dekker, M. J. E. et al. Impact of fluid status and inflammation and their interaction on survival: a study in an international hemodialysis patient cohort. *Kidney international*. 2017;91(5):1214–1223.

12. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988. p. 177.

13. Watson, P. E. et al. Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements. *The American journal of clinical nutrition*. 1980;33(1):27–39.

14. Onofriescu, M. et al. Bioimpedance-guided fluid management in maintenance

hemodialysis: a pilot randomized controlled trial. *American journal of kidney diseases*. 2014;64(1):111–118.

15. Covic, A. et al. Value of bioimpedance analysis estimated “dry weight” in maintenance dialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *International urology and nephrology*. 2017;49(12):2231–2245.

16. Wang, Y. et al. Association of N-terminal pro-brain natriuretic peptide with volume status and cardiac function in hemodialysis patients. *Frontiers in cardiovascular medicine*. 2021; 8:646402.

17. Booth, J.; Pinney, J.; Davenport, A. N-terminal pro BNP--marker of cardiac dysfunction, fluid overload, or malnutrition in hemodialysis patients? *Clinical journal of the American Society of Nephrology*. 2019;5(6):1036–1040.

18. Santi Xavier, P. et al. Total body water and failure to control blood pressure by medication in hemodialysis patients. *Nephron extra*. 2014;4(2):95–100.