

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 2026/11/27.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA**

Victor Senise Nascimento

**Associação entre hiper-hidratação e
escore de cálcio das artérias coronárias
nos pacientes em diálise peritoneal**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Medicina.

**Orientadora: Profa. Associada Silméia Garcia Zanati Bazan
Coorientador: Prof. Dr. Fabrício Moreira Reis**

**Botucatu
2025**

Victor Senise Nascimento

Associação entre hiper-hidratação e escore de cálcio das artérias coronárias nos pacientes em diálise peritoneal

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina, Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Medicina.

Orientadora: Profa. Associada Silméia Garcia Zanati Bazan
Coorientador: Prof. Dr. Fabrício Moreira Reis

Botucatu
2025

N244a

Nascimento, Victor Senise

Associação entre hiper-hidratação e escore de cálcio das artérias coronárias nos pacientes em diálise peritoneal / Victor Senise

Nascimento. -- Botucatu, 2025

54 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina, Botucatu

Orientadora: Silméia Garcia Zanati Bazan

Coorientador: Fabrício Moreira Reis

1. Diálise peritoneal. 2. Artérias coronárias. 3. Insuficiência renal crônica. 4. Líquido extracelular. 5. Coração - Fisiopatologia. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE VICTOR SENISE NASCIMENTO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA, DA FACULDADE DE MEDICINA - CÂMPUS DE BOTUCATU.

Aos 27 dias do mês de maio do ano de 2025, às 14h, no(a) Sala de Reuniões 01 do Prédio da Administração da FMB/Unesp, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de VICTOR SENISE NASCIMENTO, intitulada **ASSOCIAÇÃO ENTRE HIPER-HIDRATAÇÃO E ESCORE DE CÁLCIO DAS ARTÉRIAS CORONÁRIAS NOS PACIENTES EM DIÁLISE PERITONEAL**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. SILMEIA GARCIA ZANATI BAZAN (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Depto. de Clínica Médica / FM/Botucatu - Unesp, Profa. Dra. VANESSA BURGUGI BANIN (Participação Presencial) do(a) Depto. de Clínica Médica / FM/Botucatu - Unesp, Profa. Dra. MELIZA GOI ROSCANI (Participação Virtual) do(a) Depto. de Medicina / CCBS/São Carlos - UFSCar. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. SILMEIA GARCIA ZANATI BAZAN



Agradecimentos

Agradecimentos Especiais

À Professora Doutora **Silméia Garcia Zanati Bazan**, minha orientadora, que com competência, sensibilidade e dedicação incansável guiou cada passo desta jornada acadêmica. Dos primeiros rascunhos à defesa final, sua firmeza generosa transformou obstáculos em oportunidades de crescimento.

Ao Professor Doutor **Fabício Moreira Reis**, coorientador, pela contribuição técnica precisa e pela disponibilidade permanente. Seu olhar crítico foi essencial para a solidez científica deste estudo.

Agradecimentos

A **Deus**, fonte de proteção e sabedoria ao longo de todo o caminho.

Aos **pacientes**, que confiaram e colaboraram com esta pesquisa; sem vocês, ela não existiria.

Aos meus pais, **Mario e Silvana**, pelo amor incondicional, apoio constante e exemplo de perseverança; e ao meu irmão **Vinicius** por me ajudar sempre que preciso.

Ao Doutor **Luis Cuadrado Martin**, pelo exemplo de competência e pela orientação metodológica decisiva nas análises.

À Doutora **Vanessa Burgugi Banin** e ao Doutor **Ricardo Mattos Ferreira**, cujos apontamentos criteriosos e apoio contínuo enriqueceram sobremaneira este trabalho.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação, em especial a **Daniele de Almeida Zorzin Bernardi**, pela presteza e cordialidade com que atendeu cada demanda administrativa.

Resumo

Associação entre hiper-hidratação e escore de cálcio das artérias coronárias nos pacientes em diálise peritoneal

Introdução: A doença cardiovascular é a principal causa de óbito nos pacientes em diálise peritoneal. A avaliação da calcificação coronariana pelo escore de cálcio das artérias coronárias (CAC) tem mostrado prever a incidência de infarto agudo do miocárdio e a morte por doença cardiovascular nesses pacientes. A hiper-hidratação leva a hipertensão, hipertrofia ventricular esquerda e elevação dos níveis de peptídeos natriuréticos, que são marcadores de pior prognóstico cardiovascular. Em pacientes portadores de doença renal crônica (DRC) em todos os estágios, a hiper-hidratação esteve associada a calcificação coronariana, independente de outros fatores de risco. Esse estudo visa avaliar se o excesso de líquido extracelular poderia ser também um estratificador de risco para doença arterial coronariana nos pacientes em diálise peritoneal. **Objetivo:** Avaliar a associação entre a hiper-hidratação e o escore de cálcio das artérias coronárias. **Casuística e Métodos:** Estudo de secção transversal, prospectivo e unicêntrico. Foram incluídos pacientes adultos prevalentes em DP na Unidade de Diálise do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP. Foram realizados: coleta de dados demográficos, clínicos e laboratoriais; avaliação do estado nutricional e de hidratação por antropometria e bioimpedância; cálculo da função renal residual e da adequação de diálise (Kt/V); Doppler-ecocardiograma, ultrassonografia de carótidas, velocidade de onda de pulso (VOP), índice tornozelo-braquial (ITB) e CAC. Os pacientes foram divididos em dois grupos, de acordo com o resultado do índice de hiper-hidratação (OH). As comparações entre os grupos foram realizadas por meio do teste de Qui-quadrado, t Student ou Mann-Whitney e regressão logística uni e multivariada. Foi utilizado o programa SPSS versão 23 e o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. **Resultados:** Foram analisados 44 pacientes que tinham uma mediana de idade de 56 anos, predominando o sexo masculino (56,5%) e a cor branca (65,9%). Entre as comorbidades, 40,9% dos pacientes tinham diabetes mellitus, 81,8% eram hipertensos, e 72,7% apresentavam dislipidemia. A análise revelou que pacientes com parâmetros de sobrecarga volêmica apresentaram piores parâmetros de função diastólica, maior rigidez arterial, e maiores níveis de proteinúria em 24 horas. A regressão logística múltipla indicou que tanto o diabetes quanto a sobrecarga volêmica são preditores de calcificação coronariana embora o diabetes tenha mostrado maior importância quando analisados em conjunto.

Conclusão: A hiper-hidratação apesar de não ser variável de risco independente está diretamente associada ao aumento da calcificação coronariana nos pacientes em DP podendo aumentar as chances de CAC elevado em até 2,3 vezes em pacientes com diabetes.

Palavras-chave: diálise peritoneal; escore de cálcio das artérias coronárias; doença renal crônica; excesso de líquido extracelular.

Abstract

Association between overhydration and coronary artery calcium score in peritoneal dialysis patients

Introduction: Cardiovascular disease is the leading cause of death in patients on peritoneal dialysis. Assessment of coronary artery calcification by the coronary artery calcium score (CAC) has been shown to predict the incidence of acute myocardial infarction and cardiovascular death in these patients. Overhydration leads to hypertension, left ventricular hypertrophy, and elevated natriuretic peptide levels, which are markers of worse cardiovascular prognosis. In patients with chronic kidney disease (CKD) at all stages, overhydration was associated with coronary calcification, independent of other risk factors. This study aims to evaluate whether excess extracellular fluid could also be a risk stratifier for coronary artery disease in peritoneal dialysis patients. **Objective:** To evaluate the association between overhydration and coronary artery calcium score. **Methods:** Cross-sectional, prospective, single-center study. Prevalent adult patients on peritoneal dialysis at the Dialysis Unit of the Hospital das Clínicas of the Botucatu Medical School – UNESP were included. The following were performed: collection of demographic, clinical, and laboratory data; assessment of nutritional and hydration status by anthropometry and bioimpedance; calculation of residual renal function and dialysis adequacy (Kt/V); Doppler echocardiography, carotid ultrasound, pulse wave velocity (PWV), ankle-brachial index (ABI), and CAC. Patients were divided into two groups according to the overhydration index (OH) result. Comparisons between groups were performed using the Chi-square, Student's t, or Mann-Whitney test, and univariate and multivariate logistic regression. The SPSS version 23 program was used and the significance level adopted was $p < 0.05$. **Results:** Forty-four patients were analyzed, with a median age of 56 years, predominantly male (56.5%) and white (65.9%). Among the comorbidities, 40.9% of the patients had diabetes mellitus, 81.8% were hypertensive, and 72.7% had dyslipidemia. The analysis revealed that patients with volume overload parameters had worse diastolic function parameters, greater arterial stiffness, and higher levels of proteinuria in 24 hours. Multiple logistic regression indicated that both diabetes and volume overload are predictors of coronary calcification, although diabetes showed greater importance when analyzed together. **Conclusion:** Overhydration, although not an independent risk variable, is directly associated with increased coronary calcification in peritoneal

dialysis patients and may increase the chances of elevated CAC by up to 2.3 times in patients with diabetes.

Keywords: peritoneal dialysis; coronary artery calcium score; chronic kidney disease; excess extracellular fluid.

Lista de Figuras

Figura 1. Fluxograma de seleção dos participantes do estudo.....	41
Figura 2. Curva ROC para diagnóstico de CAC elevado a partir do OH.....	50

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Características demográficas e clínicas dos participantes do estudo.....	42
Tabela 2.	Dados de diálise dos participantes do estudo.....	43
Tabela 3.	Medicações de uso contínuo pelos participantes do estudo.....	44
Tabela 4.	Variáveis de bioimpedância nos participantes do estudo	45
Tabela 5.	Exames laboratoriais dos participantes do estudo.....	45
Tabela 6.	Marcadores de aterosclerose subclínica dos participantes do estudo.....	46
Tabela 7.	Dados da monitorização ambulatorial da pressão arterial (MAPA) dos participantes do estudo.....	47
Tabela 8.	Variáveis Doppler-ecocardiográficas dos participantes do estudo.....	48
Tabela 9.	Modelo 1: Regressão logística múltipla com variáveis preditoras da presença de CAC dos participantes do estudo.....	49
Tabela 10.	Modelo 2: Regressão logística múltipla com variáveis preditoras da presença de CAC, excluindo DM dos participantes do estudo.....	49
Tabela 11.	Modelo 3: Regressão logística múltipla com variáveis preditoras da presença de CAC, excluindo OH dos participantes do estudo.....	49

Lista de Abreviaturas

AAS	Ácido acetilsalicílico
ACT	Água corporal total
AE	Átrio esquerdo
BCC	Bloqueador dos canais de cálcio
BIA	Bioimpedância
BIC	Bicarbonato
BRA	Bloqueador do receptor de angiotensina II
CAC	Escore de cálcio das artérias coronárias
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DAC	Doença arterial coronariana
DCV	Doença cardiovascular
DDVE	Diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo
DM	Diabetes mellitus
DP	Diálise peritoneal
DRC	Doença renal crônica
DSVE	Diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo
E/A	Razão entre as ondas E e A
E/e'	Razão entre as ondas E e e'
EPO	Eritropoetina
ERP	Espessura relativa da parede ventricular
FE	Fração de ejeção do ventrículo esquerdo
HAS	Hipertensão arterial sistêmica
HD	Hemodiálise
HDL	Lipoproteína de alta densidade
IECA	Inibidor da enzima conversora de angiotensina
IMC	Índice de massa corporal
IMVE	Índice de massa do ventrículo esquerdo
ITB	Índice tornozelo braquial
KT	Depuração total de ureia de 24 horas
KTD	Depuração da ureia da diálise
KTR	Depuração da ureia renal residual
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
MAPA	Monitorização ambulatorial da pressão arterial
MVE	Massa do ventrículo esquerdo
NIPD	Diálise peritoneal intermitente noturna
OH	Índice de hiper-hidratação

Onda A	Pico de velocidade de fluxo transvalvar mitral na fase de contração atrial
Onda a'	Velocidade de excursão diastólica do anel mitral ao Doppler tissular na fase de contração atrial (média das porções medial e lateral)
Onda a't	Velocidade de excursão diastólica do anel tricúspide ao Doppler tissular
Onda E	Pico de velocidade de fluxo transvalvar mitral na fase de enchimento ventricular rápido
Onda e'	Velocidade de excursão diastólica do anel mitral ao Doppler tissular na fase de enchimento rápido (média das porções medial e lateral)
Onda e't	Velocidade de excursão diastólica do anel tricúspide ao Doppler tissular
Onda S	Velocidade de excursão sistólica do anel mitral ao Doppler tissular (média das porções medial e lateral)
Onda St	Velocidade de excursão sistólica do anel tricúspide ao Doppler tissular
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAM	Pressão arterial média
PAS	Pressão arterial sistólica
PCR	Proteína C reativa
PET	Teste de equilíbrio peritoneal
PP	Espessura diastólica da parede posterior
PTH	Paratormônio
SIV	Espessura diastólica do septo interventricular
TAPSE	Excursão sistólica do anel tricúspide
TDE	Tempo de desaceleração da onda E
TRIV	Tempo de relaxamento isovolumétrico
TSH	Hormônio tireoestimulante
VAE	Volume do átrio esquerdo
VAEi	Volume do átrio esquerdo indexado
VD	Ventrículo direito
VE	Ventrículo esquerdo
VOP	Velocidade de onda de pulso

Sumário

1. Introdução	24
2. Hipótese	27
3. Objetivos	29
4. Casuística e Métodos	31
5. Resultados	41
6. Discussão	52
7. Conclusão	56
8. Referências	58

1. Introdução

A doença renal crônica (DRC) causa morbidade global substancial e aumenta a mortalidade cardiovascular por todas as causas.¹ Análise recente da Global Burden of Disease Study estimou que em 2017 a prevalência global de DRC foi de 9,1% (697,5 milhões de casos), com aumento de 29,3% desde 1990, provavelmente pelo envelhecimento da população mundial, segundo os autores do estudo. Além disso, no mesmo ano, a DRC resultou em 1,2 milhão de mortes e foi a 12^a causa de morte em todo o mundo.²

Pacientes em diálise peritoneal apresentam sobrevida média de 40 a 66% em 6 anos³⁻⁴, com a doença cardiovascular sendo a causa de óbito em cerca de metade desses pacientes.⁵ Essa associação pode ser atribuída a fatores de risco tradicionais como idade avançada, hipertensão e diabetes⁶, bem como aqueles não tradicionais como inflamação, desnutrição, calcificação vascular, deficiência de vitamina D, perda da função renal residual e hiper-hidratação⁷, resultando em aterosclerose, disfunção endotelial e hipertrofia ventricular esquerda.⁶

Cerca de 1/3 dos pacientes em diálise peritoneal apresentam ultrafiltração inadequada, causando alta prevalência de hiper-hidratação.⁵ O estudo EuroBCM mostrou que 25% dos pacientes estavam com sobrecarga hídrica severa.⁸ Outro estudo, o IPOD-PD, mostrou que apenas 38,7% estavam normohidratados.⁹ A hiper-hidratação leva a hipertensão, hipertrofia ventricular esquerda⁶ e elevação dos níveis de peptídeos natriuréticos¹⁰, que são marcadores de pior prognóstico cardiovascular. Pacientes hiper hidratados chegam a apresentar risco 7,8 vezes maior de mortalidade que aqueles euvolêmicos.⁵ A espectroscopia por bioimpedância (BIA) oferece a possibilidade de avaliar estado de hidratação facilmente à beira do leito.¹¹ Evidências acumuladas sugerem que o manejo rigoroso de fluido por BIA tem um impacto benéfico sobre a pressão arterial, rigidez arterial, hipertrofia ventricular esquerda e sobrevida em pacientes em diálise.¹²⁻¹³

Estados de hiper-hidratação são classificados através da utilização de BIA multifrequencial como portadores de delta OH positivo, que significa uma estimativa do valor de volume adicional que o paciente possui acima de seu peso seco. Pelo contrário, pacientes classificados como delta OH negativos estariam normohidratados ou mesmo “desidratados” em relação a um estado de euvolemia.¹²⁻¹³

A progressão da aterosclerose avançada e alterações na homeostase do cálcio causam calcificação coronária, que é um importante fator de risco para eventos cardiovasculares, como infarto agudo do miocárdio e morte por doença cardiovascular. O escore de cálcio das artérias coronárias (CAC), obtido através da tomografia computadorizada com múltiplos detectores, é indicador da carga de placa aterosclerótica e tem se mostrado útil na avaliação do risco cardiovascular, inclusive em pacientes com doença renal crônica avançada.¹⁴

Estudo publicado no JAHA em 2018, avaliando pacientes portadores de DRC não dialítica em todos os estágios, mostrou que a hiper-hidratação esteve associada a calcificação coronariana e disfunção endotelial, independente de outros fatores de risco, sugerindo que estímulos mecânicos patológicos no endotélio vascular e células musculares lisas, além de vias da inflamação e oxidação poderiam estar implicadas nesse processo.¹⁵ Em comparação aos pacientes com DRC, os pacientes em diálise peritoneal têm insuficiência renal mais grave e sua cavidade peritoneal está exposta a uma solução de diálise com altas concentrações de glicose, a qual está associada a aumento da pressão arterial, obesidade, resistência insulínica e perfil lipídico aterogênico.¹⁶⁻¹⁹

Neste estudo, nosso objetivo foi avaliar a associação entre a hiper-hidratação e calcificação coronariana nos pacientes em DP, visto a escassez de estudos que analise tal relação.

8. Referências

1. Shlipak MG, Tummalapalli SL, Boulware LE, Grams ME, Ix JH, Jha V, et al. The case for early identification and intervention of chronic kidney disease: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. *Kidney International*. 2021;99(1):34-47.
2. GBD Chronic Kidney Disease Collaboration. Global, regional and national burden of chronic kidney disease, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*. 2020;395(10225):709-33.
3. Heaf JG, Wehberg S. Relative survival of peritoneal dialysis and haemodialysis patients: effect of cohort and mode of dialysis initiation. *PLoS One*. 2014; 9(3):e90119.
4. Jotterand Drepper V, Kihm LP, Kälble F, Diekmann C, Seckinger J, Sommerer C, et al. Overhydration Is a Strong Predictor of Mortality in Peritoneal Dialysis Patients – Independently of Cardiac Failure. *PLoS One*. 2016;11(7):e0158741.
5. National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. United States Renal Data System, USRDS 2010: Annual Data Report: Atlas of Chronic Kidney Disease and End-Stage Renal Disease in the United States. Bethesda:2010.
6. London GM, Guérin AP, Marchais SJ, Métivier F, Pannier B, Adda H. Arterial medial calcification in end-stage renal disease: impact on all-cause and cardiovascular mortality. *Nephrol Dial Transplant*. 2003;18(9):1731-40.
7. Krediet RT, Balafa, O. Cardiovascular risk in the peritoneal dialysis patient. *Nat Rev Nephrol*. 2010;6(8):451-60.
8. Van Biesen W, Williams JD, Covic AC, Fan S, Claes K, Lichodziejewska-Niemierko M, et al. Fluid status in peritoneal dialysis patients: the European Body Composition Monitoring (EuroBCM) study cohort. *PLoS One*. 2011; 6(2):e17148.
9. Ronco C, Verger C, Crepaldi C, Pham J, De Los Rios T, Gauly A, et al. Baseline hydration status in incident peritoneal dialysis patients: the initiative of patient outcomes in dialysis (IPOD-PD study). *Nephrol Dial Transplant*. 2015; 30(5):849-58.
10. Wang AY, Lam CW, Yu CM, Wang M, Chan IH, Zhang Y, et al. N-terminal pro-brain natriuretic peptide: an independent risk predictor of cardiovascular congestion, mortality, and adverse cardiovascular outcomes in chronic peritoneal dialysis patients. *J Am Soc Nephrol*. 2007;18(1):321-30.

11. Cox-Reijven PL, Kooman JP, Soeters PB, van der Sande FM, Leunissen KM. Role of bioimpedance spectroscopy in assessment of body water compartments in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2001;38(4):832-8.
12. Hur E, Usta M, Toz H, Asci G, Wabel P, Kahvecioglu S, et al. Effect of fluid management guided by bioimpedance spectroscopy on cardiovascular parameters in hemodialysis patients: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis.* 2013;61(6):957–65.
13. Onofriescu M, Hogas S, Voroneanu L, Apetrii M, Nistor I, Kanbay M, Covic AC. Bioimpedance-guided fluid management in maintenance hemodialysis: a pilot randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis.* 2014;64(1):111-8.
14. Kurabayashi M. Bone and calcium update; diagnosis and therapy of bone metabolism disease update. Calcification of atherosclerotic plaques: mechanism and clinical significance. *Clin Calcium.* 2011;21(12):43-50.
15. Park S, Lee CJ, Jhee JH, Yun H, Kim H, Jung S, et al. Extracellular Fluid Excess Is Significantly Associated With Coronary Artery Calcification in Patients With Chronic Kidney Disease. *J Am Heart Assoc.* 2018;7(13):e008935.
16. Boon D, Bos WJ, van Montfrans GA, Krediet RT. Acute effects of peritoneal dialysis on hemodynamics. *Perit Dial Int.* 2001;21(2):166-71.
17. Calzavara P, Da Rin G, Salandin V, Amici GP, Galardi N, Vianello A, et al. Intraperitoneal infusion of dialysate: a possible cause of increased plasma atrial natriuretic peptide levels. *Nephron.* 1993;63(3):361-2.
18. Krediet RT, Boeschoten EW, Zuyderhoudt FM, Arisz L. The relationship between peritoneal glucose absorption and body fluid loss by ultrafiltration during continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Clin Nephrol.* 1987;27(2):51-5.
19. Prinsen BH, Rabelink TJ, Romijn JA, Bisschop PH, de Barse MM, de Boer J, et al. A broad-based metabolic approach to study VLDL apoB-100 metabolism in patients with ESRD and patients treated with peritoneal dialysis. *Kidney Int.* 2004;65(3):1064-75.
20. Barroso WKS, Rodrigues CIS, Bortolotto LA, Mota-Gomes MA, Brandão AA, Feitosa ADM, et al. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. *Arq Bras Cardiol.* 2021; 116(3): 516-658.
21. Noori N, Kovesdy CP, Dukkipati R, Kim Y, Duong U, Bross R, et al. Survival predictability of lean and fat mass in men and women undergoing maintenance hemodialysis. *Am J Clin Nutr.* 2010;92(5):1060-70.

22. Blake PG. Dependence of normalized protein catabolic rate on KT/V in CAPD: not a mathematical artifact. *Perit Dial Int.* 1994;14(4):405-6.
23. Tzamaloukas AH, Murata GH. Computational formulas for clearance indices in continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Perit Dial Int.* 1996;16:13-4.
24. National Kidney Foundation. KDOQI Clinical Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendations for 2006 Updates: Hemodialysis Adequacy, Peritoneal Dialysis Adequacy and Vascular Access. *Am J Kidney Dis.* 2006;48:S1-S322.
25. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M Jr, Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol.* 1990;15(4):827-32.
26. Horiguchi J, Yamamoto H, Akiyama Y, Marukawa K, Hirai N, Ito K. Coronary artery calcium scoring using 16-MDCT and a retrospective ECG-gating reconstruction algorithm. *AJR Am J Roentgenol.* 2004;183(1):103-8.
27. Mitchell C, Rahko P, Blauwet L, Canaday B, Finstuen J, Foster M, et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2019; 32(1): 1-64.
28. Touboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, Adams H, Amarenco P, Bornstein N, et al. Mannheim Carotid Intima-Media Thickness and Plaque Consensus (2004–2006–2011): An Update on Behalf of the Advisory Board of the 3rd, 4th and 5th Watching the Risk Symposia, at the 13th, 15th and 20th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, Brussels, Belgium, 2006, and Hamburg, Germany, 2011. *Cerebrovasc Dis.* 2012;34(4):290-6.
29. Pizzi O, Brandão AA, Magalhães MEC, Pozzan R, Brandão AP. Velocidade de onda de pulso – o método e suas implicações prognósticas na hipertensão arterial. *Rev Bras Hipertens.* 2006;13(1):59-62.
30. Van Bortel LM, Laurent S, Boutouyrie P, Chowienczyk P, Cruickshank JK, De Backer T, et al. Expert consensus documento on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity. *J Hypertens.* 2012;30(3):445-8.
31. Aboyans V, Criqui MH, Abraham P, Allison MA, Creager MA, Diehm C, et al. Measurement and Interpretation of the Ankle-Brachial Index- A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2012;126(24):2890-909.

32. Nobre F, Mion Jr. D, Gomes MAM, Barbosa ECD, Rodrigues CIS, Neves MFT, et al. 6ª Diretrizes de Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial e 4ª Diretrizes de Monitorização Residencial da Pressão Arterial. *Arq Bras Cardiol*. 2018;110(5Supl.1):1-29.
33. Kushner RF, Schoeller DA. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr*. 1986;44(3):417-24.
34. Cohn SH, Brennan BL, Yasumura S, Vartsky D, Vaswani AN, Ellis KJ. Evaluation of body composition and nitrogen content of renal patients on chronic dialysis as determined by total body neutron activation. *The American Society for Clinical Nutrition*. 1983;38:52-8.
35. Wizemann V, Wabel P, Chamney P, Zaluska W, Moissl U, Rode C, et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrology, Dialysis, Transplantation*. 2009; 24(5):1574-79.
36. Mizuiri S, Nishizawa Y, Yamashita K, Doi T, Okubo A, Morii K, et al. Effects of overhydration, Kt/Vurea, β 2-microglobulin on coronary artery calcification and mortality in haemodialysis patients. *Nephrology (Carlton)*. 2024;29(7): 422-8.
37. Voroneanu L, Gavrilovici C, Covic A. Overhydration, underhydration, and total body sodium: a tricky "ménage à trois" in dialysis patients. *Seminars in Dialysis*. 2018;31(1): 21-5.
38. Fernandes A, Ribera-Sanchez R, Rodríguez-Carmona A, López-Iglesias A, Leite-Costa N, Pérez Fontán M. Peritoneal water transport characteristics of diabetic patients undergoing peritoneal dialysis: a longitudinal study. *American Journal of Nephrology*. 2017;46(1):47-54.
39. Udo A, Goodlad C, Davenport A. Impact of diabetes on extracellular volume status in patients initiating peritoneal dialysis. *American Journal of Nephrology*. 2017;46(1):18-25.
40. Tzamaloukas AH, Ing TS, Siamopoulos KC, Rohrscheib M, Elisaf MS, Raj DS, et al. Body fluid abnormalities in severe hyperglycemia in patients on chronic dialysis: review of published reports. *Journal of Diabetes and Its Complications*. 2008;22(1):29-37.
41. Tzamaloukas AH, Ing TS, Siamopoulos KC, Rohrscheib M, Elisaf MS, Raj DS, et al. Body fluid abnormalities in severe hyperglycemia in patients on chronic dialysis: theoretical analysis. *Journal of Diabetes and Its Complications*. 2007;21(6):374-80.

42. Li Q, Li P, Xu Z, Lu Z, Yang C, Ning J. Association of diabetes with cardiovascular calcification and all-cause mortality in end-stage renal disease in the early stages of hemodialysis: a retrospective cohort study. *Cardiovascular Diabetology*. 2024;23(1):259.
43. Jotterand Drepper V, Kihm LP, Kälble F, Diekmann C, Seckinger J, Sommerer C, et al. Overhydration is a strong predictor of mortality in peritoneal dialysis patients - independently of cardiac failure. *PloS One*. 2016;11(7):e0158741.
44. Wu H, Xiong L, Xu Q, Wu J, Huang R, Guo Q, et al. Higher serum triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio was associated with increased cardiovascular mortality in female patients on peritoneal dialysis. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases: NMCD*. 2015;25(8):749-55.
45. Wang C, Liu X, Zhou Y, Li S, Chen Y, Wang Y, Lou T. New conclusions regarding comparison of sevelamer and calcium-based phosphate binders in coronary-artery calcification for dialysis patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2015;10(7):e0133938.
46. Han BG, Lee JY, Kim JS, Yang JW. Clinical significance of phase angle in non-dialysis CKD stage 5 and peritoneal dialysis patients. *Nutrients*. 2018;10(9):1331.
47. Denneman N, Hessels L, Broens B, Gjaltema J, Stapel SN, Stohlmann J, et al. Fluid balance and phase angle as assessed by bioelectrical impedance analysis in critically ill patients: a multicenter prospective cohort study. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2020;74(10):1410-9.
48. Kang SH, Cho KH, Park JW, Yoon KW, Do JY. Body composition measurements using bioimpedance analysis in peritoneal dialysis patients are affected by the presence of dialysate. *Nephrology (Carlton)*. 2014;19(11):727-31.
49. McCafferty K, Fan S, Davenport A. Extracellular volume expansion, measured by multifrequency bioimpedance, does not help preserve residual renal function in peritoneal dialysis patients. *Kidney International*. 2014;85(1):151-7.
50. Malho Guedes A, Marques R, Domingos AT, Silva AP, Bernardo I, Neves PL, et al. Overhydration may be the missing link between peritoneal protein clearance and mortality. *Nephron*. 2021;145(5):474-80.
51. Kocyigit I, Sipahioglu MH, Orscelik O, Unal A, Celik A, Abbas SR, et al. The association between arterial stiffness and fluid status in peritoneal dialysis patients. *Peritoneal Dialysis International*. 2014;34(7):781-90.

52. Vongsanim S, Davenport A. Factors associated with systolic hypertension in peritoneal dialysis patients. *Journal of Nephrology*. 2020;33(2):365-70.
53. Agarwal R. Volume-associated ambulatory blood pressure patterns in hemodialysis patients. *Hypertension*. 2009;54(2):241-7.
54. Nongnuch A, Campbell N, Stern E, El-Kateb S, Fuentes L, Davenport A. Increased postdialysis systolic blood pressure is associated with extracellular overhydration in hemodialysis outpatients. *Kidney International*. 2015;87(2):452-7.
55. Jotterand Drepper V, Kihm LP, Kälble F, Diekmann C, Seckinger J, Sommerer C, et al. Overhydration is a strong predictor of mortality in peritoneal dialysis patients - independently of cardiac failure. *PloS One*. 2016;11(7):e0158741.
56. Hong YA, Yoon HE, Choi BS, Shin SJ, Kim YS, Lee SY, et al. The effect of strict volume control assessed by repeated bioimpedance spectroscopy on cardiac function in peritoneal dialysis patients. *Scientific Reports*. 2019;9(1):17679.
57. Ikee R, Hamasaki Y, Oka M, Maesato K, Mano T, Moriya H, et al. High-density lipoprotein cholesterol and left ventricular mass index in peritoneal dialysis. *Peritoneal Dialysis International*. 2008;28(6):611-6.
58. Wang AY, Lam CW, Yu CM, Wang M, Chan IH, Lui SF, et al. Troponin T, left ventricular mass, and function are excellent predictors of cardiovascular congestion in peritoneal dialysis. *Kidney International*. 2006;70(3):444-52.