

Introduction

La perte protéique péritonéale par le biais de l'effluent péritonéal est une conséquence bien établie de la dialyse péritonéale (DP) et est depuis longtemps considérée comme un inconvénient [1]. Les patients perdent généralement entre 5 et 15 grammes de protéines par jour dans l'effluent de dialyse ; des études plus récentes font toutefois état de valeurs inférieures, avec une médiane comprise entre 4,8 et 6,7 grammes par jour, ce qui reflète peut-être l'utilisation de solutions plus biocompatibles, des prescriptions optimisées et une meilleure gestion des volumes [2-4]. La perte de protéines par voie péritonéale était considérée comme une limitation importante de la DP, car elle était associée à la malnutrition et à une mortalité accrue [5,6]. Cependant, cette hypothèse de longue date a été remise en cause par des études plus récentes [3,7]. Des données récentes suggèrent que la surcharge liquidienne et la congestion veineuse pourraient être les principaux déterminants de l'augmentation de la perte de protéines par voie péritonéale, soulignant le rôle de la convection hydrostatique dans le transport des protéines à travers la membrane péritonéale [3,8].

L'état nutritionnel et la sarcopénie constituent des préoccupations importantes au sein de cette population. Les personnes sous dialyse présentent un risque accru de sarcopénie, avec une prévalence rapportée de 20,5 % chez les patients sous DP dans l'étude de Stockings et al. [9]. La sarcopénie est quant à elle associée à une fragilité accrue, à un déclin fonctionnel et à une mortalité plus élevée [10]. Compte tenu des pertes quotidiennes non négligeables de protéines, on avait précédemment émis l'hypothèse que la perte de protéines par voie péritonéale pourrait contribuer à la malnutrition et favoriser ainsi la sarcopénie. Cependant, des données récentes ont contredit cette hypothèse, en montrant que la perte de protéines par voie péritonéale n'est pas associée à la masse musculaire, à la force ou à la sarcopénie chez les patients sous DP [11].

Le lien entre la perte de protéines péritonéales et la surcharge liquidienne marque une avancée conceptuelle récente significative. Un nombre croissant de données indique que la surcharge liquidienne et l'excès d'eau extracellulaire sont des facteurs prédictifs puissants et indépendants d'une augmentation de la perte de protéines péritonéales [8, 12]. Le transport des protéines péritonéales est principalement assuré par convection hydrostatique à travers de larges pores. En cas de surcharge liquidienne, l'augmentation de la pression veineuse systémique accroît directement le gradient de pression hydrostatique à travers la paroi capillaire péritonéale, augmentant ainsi la fuite de protéines [8]. La surcharge liquidienne est un facteur prédictif bien connu d'événements cardiovasculaires et de mortalité chez les patients traités par DP, ce qui pourrait expliquer l'association entre la perte de protéines péritonéales et la mortalité rapportée dans des études antérieures [12].

Cette étude visait à examiner la relation entre la perte de protéines péritonéales et la surcharge liquidienne, la sarcopénie et les marqueurs nutritionnels chez des patients en DP.

Méthodes

Nous avons mené une étude transversale monocentrique portant sur l'ensemble des patients sous DP de notre service et ayant subi un test d'équilibre péritonéal (PET) modifié en 2024. Un patient présentant une amputation bilatérale des membres inférieurs a été exclu.

Les données démographiques et cliniques, notamment l'âge, le sexe, l'indice de masse corporelle (IMC), la surface corporelle (SC), l'étiologie de l'insuffisance rénale chronique (IRC) et les comorbidités, à savoir le diabète sucré, la maladie coronarienne, les accidents vasculaires cérébraux et l'artériopathie périphérique, ont été extraites des dossiers cliniques. Tous les patients ont reçu des solutions de dialyse à pH normal et à teneur réduite en produits de dégradation du glucose, de marque Vantive ou Fresenius. Les variables liées à la dialyse ont été enregistrées, notamment le mode de DP, l'utilisation d'icodextrine et le volume quotidien total de dialysat (L/jour).

Un PET modifié a été réalisé à l'aide de solutions de glucose à 3,86 % ou 4,25 %. Un prélèvement du dialysat usé sur 24 heures et un prélèvement d'urine sur 24 heures ont également été effectués. La concentration en protéines péritonéales a été mesurée dans l'effluent du PET de 4 heures et dans le prélèvement du dialysat usé sur 24 heures, puis exprimée en g/dL. Ces mesures ont servi de marqueurs du transport des protéines péritonéales.

Les paramètres biochimiques, l'évaluation de la sarcopénie et l'analyse d'impédance bioélectrique (BIA) ont été évalués en même temps que le PET. L'évaluation biochimique comprenait l'albumine (g/dL), les protéines totales (g/dL), le NT-proBNP (pg/mL), le CA-125 (U/mL) et la protéinurie mesurée dans un prélèvement d'urine sur 24 heures et exprimée en grammes par 24 heures. Le NT-proBNP et le CA-125 ont été considérés comme des marqueurs liés à l'état hydrique, tandis que l'excès d'eau extracellulaire mesuré par BIA a servi de mesure objective de l'état du volume extracellulaire. La sarcopénie a été évaluée à l'aide de la force de préhension et d'une échographie du muscle droit fémoral. La composition corporelle a été évaluée par BIA et comprenait les paramètres suivants : excès d'eau extracellulaire (L), indice de masse maigre (kg/m^2), masse maigre (kg), indice de masse grasse (kg/m^2), masse grasse (kg) et masse adipeuse (kg).

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel IBM SPSS version 28. Les variables catégorielles ont été présentées sous forme de fréquences et de pourcentages, et les variables continues sous forme de moyenne $\pm$ écart-type pour les données normalement distribuées et sous forme de médiane (intervalle interquartile) pour les distributions asymétriques. L'analyse univariée a été effectuée à l'aide de modèles de régression linéaire, et une valeur de $p \leq 0,05$ a été considérée comme statistiquement significative.

Résultats

Au total, 61 patients ont été inclus, dont 39 (64 %) étaient des hommes, avec un âge moyen de 59 ± 13 ans. Le tableau 1 présente les caractéristiques démographiques et cliniques. Les causes les plus fréquentes d'IRC étaient le diabète chez 15 patients (24,6 %), les maladies glomérulaires chez 10 (16,4 %), la polykystose rénale autosomique dominante chez 7 (11,5 %) et l'hypertension chez 6 (9,8 %). L'étiologie était inconnue chez 12 patients (19,6 %), tandis que le syndrome cardiorénal, les maladies multifactorielles, les maladies systémiques avec atteinte rénale, les maladies tubulo-interstitielles et les maladies post-rénales représentaient les cas restants.

Les caractéristiques de la dialyse sont présentées dans le [Tableau I](#). La plupart des patients (73 %) suivaient une dialyse péritonéale ambulatoire continue (DPAC), le choix étant largement dicté par les préférences du patient. Environ la moitié des patients (57 %) utilisaient de l'icodextrine une

ou deux fois par jour. La concentration médiane en protéines était de 0,081 g/dL (0,055-0,099) dans le dialysat sur 24 heures et de 0,046 g/dL (0,039-0,063) dans le dialysat sur 4 heures. En ce qui concerne la surcharge liquidienne, la médiane du NTproBNP était de 1 260 pg/mL (517-3 702), la médiane du CA-125 était de 13 U/mL [9-23] et l'excès d'eau extracellulaire moyen était de $1,5 \pm 1,6$ L. La force de préhension moyenne était de 28 kg pour le bras droit et de 26 kg pour le bras gauche, avec une épaisseur moyenne du muscle droit fémoral de $13,7 \pm 4,4$ mm.

↓ **Tableau I. Caractéristiques de la population : données démographiques, comorbidités et paramètres de dialyse (n = 61)**

Données démographiques et comorbidités	
Âge (ans)	59 ± 13
Sexe, hommes (%)	39 (64 %)
IMC (kg/m ²)	26 ± 4
Surface corporelle (m ²)	1,8 ± 0,8
Diabète sucré	20 (33 %)
Maladie coronarienne	8 (13 %)
Maladie artérielle cérébrale	5 (8 %)
Maladie artérielle périphérique	7 (12 %)
Paramètres de dialyse	
DPCA (par rapport au cyclor)	45 (73 %)
Vantive (par rapport à Fresenius)	35 (57 %)
Volume de dialysat (L/jour)	6 (6-8)
Utilisation d'icodextrine	35 (57 %)
1 échange/jour	21 (34 %)
2 échanges par jour	14 (23 %)

IMC – indice de masse corporelle, DPCA – dialyse péritonéale continue ambulatoire

Les autres données, notamment l'évaluation biochimique, les paramètres de la dialyse péritonéale et les résultats de l'analyse BIA, sont détaillées dans le [Tableau II](#). L'analyse univariée a montré des associations positives entre la concentration en protéines dans l'effluent de la dialyse péritonéale sur 4 heures et le NTproBNP (p = 0,001), l'excès d'eau extracellulaire (p = 0,018) et la masse maigre (p = 0,006). Une association négative a été mise en évidence entre la concentration en protéines dans l'effluent du PET de 4 heures et la masse grasseuse mesurée par BIA (p = 0,015). Les résultats des analyses de régression univariées, y compris les coefficients de régression, les intervalles de confiance à 95 % et les valeurs de R², sont présentés dans le [Tableau III](#). L'albumine, les protéines totales, la force de préhension, l'épaisseur musculaire et les autres paramètres de l'analyse BIA n'étaient pas associés à la concentration en protéines, ni dans l'effluent PET de 4 heures ni dans le dialysat usé de 24 heures.

Discussion

La perte de protéines péritonéales est une conséquence cliniquement significative de la dialyse péritonéale ; cependant, son lien avec des aspects cliniques clés tels que la surcharge liquidienne, la sarcopénie et l'état nutritionnel reste sujet à débat.

↓ Tableau II. Paramètres biochimiques, PET, de sarcopénie et BIA (n = 61)

Évaluation biochimique	
Albumine (g/dl)	3,8 (3,5-4,0)
Protéines totales (g/dL)	6 ± 0,7
NT-proBNP (pg/mL)	1 260 (517-3 702)
CA-125 (U/mL)	13 (9-23)
Protéinurie (mg/24 h)	263 (67-744)
Test d'équilibre péritonéal (PET)	
Kt/V de l'urée	2,19 (1,82-2,74)
Volume d'ultrafiltration (mL/4 h)	462 ± 236
Volume urinaire (ml/jour)	1 557 ± 968
Volume total d'eau éliminée (ml/jour)	2 160 (1 770-2 600)
eGFR (mL/min/1,73 m ²)	4,1 (2,2-8,1)
Clairance de la créatinine (L/1,73 m ² / semaine)	82 (61,3-108)
nPCR g/kg/jour	0,95 (0,85-1,12)
Rapport D/P de la créatinine	0,72 ± 0,10
CA-125 à 4 h U/mL	23 ± 10
CA-125 à 24 h, U/mL	24 (17-33)
Perte protéique péritonéale à 4 h g/dL	0,046 (0,039-0,063)
Perte protéique péritonéale à 24 h g/dL	0,081 (0,055-0,099)
Évaluation de la sarcopénie	
Force de préhension (kg)	
Bras droit	28 (22-38)
Bras gauche	26 (20-38)
Évaluation échographique du muscle droit fémoral (mm)	13,7 ± 4,4
Analyse par impédance bioélectrique (BIA)	
Excès d'eau extracellulaire (L)	1,5 ± 1,6
Indice de masse maigre (kg/m ²)	11,2 ± 4,5
Masse de tissu maigre (kg)	32 ± 12,1
Indice de masse adipeuse (kg/m ²)	12,4 ± 5,8
Masse adipeuse (kg)	26,3 ± 10,1
Masse de tissu adipeux (kg)	33,2 ± 15,6

PET – test d'équilibre péritonéal, BIA – analyse d'impédance bioélectrique, Kt/V urée – indice de clairance de l'urée, eGFR – débit de filtration glomérulaire estimé, nPCR – taux catabolique protéique normalisé, D/P créatinine – rapport créatinine dialysat/plasma.

↓ Tableau III. Analyse de régression linéaire univariée des variables significativement associées à la concentration en protéines dans l'effluent du PET à 4 h

Variable	B	IC à 95 %	Valeur p	R ²
NT-proBNP	3,55 × 10 ⁻⁶	de 1,60 × 10 ⁻⁶ à 5,49 × 10 ⁻⁶	0,001	0,192
Excès d'eau extracellulaire	0,004	de 0,001 à 0,007	0,018	0,101
Masse maigre	0,001	de 0,0003 à 0,0017	0,006	0,127
Masse grasseuse	-0,001	de -0,0018 à -0,0002	0,015	0,101

B, coefficient de régression non normalisé ; IC, intervalle de confiance ; PET, test d'équilibre péritonéal ; R², coefficient de détermination.

Notre étude va dans le sens de données récentes qui confirment l'absence de lien entre la perte protéique péritonéale et la sarcopénie, ainsi qu'avec les marqueurs de malnutrition [11,12]. Ce constat est corroboré par l'absence de corrélation entre la concentration en protéines, qu'elle soit mesurée dans l'effluent du PET de 4 heures ou dans le dialysat usagé de 24 heures, et la force de préhension, l'épaisseur musculaire, l'albumine et les protéines sériques totales. Do et al. ont évalué la sarcopénie à l'aide de la masse maigre appendiculaire et de la force de préhension, et leurs résultats ont montré que la perte protéique péritonéale n'est pas associée de manière indépendante à la masse musculaire ou à la force chez les patients sous DP [11]. En ce qui concerne les paramètres de l'analyse d'impédance bioélectrique (BIA), nous avons mis en évidence une association positive entre la masse maigre et la concentration en protéines dans l'effluent de la dialyse péritonéale de 4 heures. Ce résultat concorde avec des observations antérieures montrant une association entre un indice de masse maigre plus élevé et une clairance protéique péritonéale plus importante chez les patients sous dialyse péritonéale [13]. Une explication possible est qu'une masse maigre plus importante pourrait refléter un meilleur état nutritionnel et être associée à des différences dans le métabolisme protéique qui influencent le transport des protéines par la membrane péritonéale. Cependant, les mécanismes sous-jacents à cette association restent incertains et n'ont pas été directement évalués dans notre étude. Un raisonnement similaire pourrait expliquer l'association négative observée entre la masse grasseuse et la concentration en protéines dans l'effluent de la dialyse péritonéale de 4 heures, car une masse grasseuse plus importante pourrait être associée à un renouvellement protéique plus faible. Ces résultats remettent en question l'idée reçue selon laquelle une perte protéique péritonéale plus importante pourrait entraîner une hypoalbuminémie et une malnutrition.

D'autre part, notre étude suggère une association entre la surcharge liquidienne et le transport des protéines péritonéales, comme en témoignent les associations statistiquement significatives entre la concentration en protéines dans l'effluent de la dialyse péritonéale (PET) sur 4 heures et à la fois le NT-proBNP et l'excès d'eau extracellulaire. Ces résultats concordent avec ceux rapportés par d'autres auteurs [8,12]. Krediet et al. ont démontré, dans une cohorte de 316 patients nouvellement pris en charge en dialyse péritonéale, que le NT-proBNP et la surface de l'oreillette droite étaient des prédicteurs indépendants significatifs de la clairance protéique péritonéale [8]. Par la suite, Malho Guedes et al. ont corroboré ce mécanisme à l'aide de l'analyse d'impédance bioélectrique (BIA), montrant que l'excès d'eau extracellulaire était un puissant prédicteur indépendant de la clairance protéique péritonéale [12].

Notre étude présente plusieurs limites inhérentes dont il convient de tenir compte. Premièrement, il s'agissait d'une étude transversale monocentrique portant sur un nombre limité de patients. Deuxièmement, les analyses s'étant limitées à des méthodes univariées, l'étude n'a pas pu prendre en compte d'éventuelles variables de confusion. Troisièmement, en ce qui concerne la surcharge liquidienne, le NT-proBNP et l'excès d'eau extracellulaire étaient significativement associés à la concentration en protéines dans l'effluent de la dialyse péritonéale (PET) de 4 heures, mais pas à celle du dialysat usé de 24 heures. Bien que la dialyse péritonéale standardisée de 4 heures permette une évaluation contrôlée du transport des protéines par voie péritonéale, l'absence de résultats cohérents dans le prélèvement de 24 heures justifie la réalisation d'études supplémentaires afin de valider cette association et de clarifier sa pertinence clinique. Quatrièmement, certains facteurs supplémentaires susceptibles d'influencer le transport des protéines par la membrane péritonéale, tels que l'ancienneté de la DP, les antécédents de péritonite et l'état inflammatoire, n'ont pas été évalués dans notre étude. Ces variables ont pu influencer les associations observées et devraient

être prises en compte dans de futures études. Cinquièmement, l'absence d'une classification standardisée de la sarcopénie selon les critères EWGSOP2 constitue une autre limite de notre étude.

Enfin, l'échographie pulmonaire pourrait constituer un outil supplémentaire et non invasif d'évaluation de la congestion pulmonaire et de la surcharge volumique chez les patients sous DP et pourrait être intégrée dans de futures études afin de fournir une évaluation plus complète de l'état hydrique et de sa relation avec le transport des protéines péritonéales.

En conclusion, notre étude montre que la perte protéique péritonéale n'est pas associée à la sarcopénie ni à la malnutrition chez les patients sous DP. De plus, elle met en évidence une association entre la surcharge liquidienne et le transport protéique péritonéal. Ces résultats soulignent l'importance de maintenir un état euvolémique et une gestion appropriée des liquides chez ces patients. Compte tenu des limites de cette étude, d'autres études prospectives longitudinales sont nécessaires pour valider ces résultats.

Contributions des auteurs

Patrícia Branco a conçu et élaboré l'étude. Inês Alexandre et Maria Inês Roxo ont recueilli et analysé les données. Inês Alexandre a rédigé le manuscrit. Tous les auteurs ont contribué à l'interprétation des résultats, ont révisé le manuscrit de manière critique et ont approuvé la version finale.

Considérations éthiques

Il s'agissait d'une étude observationnelle transversale monocentrique. Les données ont été recueillies à partir de dossiers cliniques disponibles en routine et anonymisées avant l'analyse. Aucune information permettant d'identifier les patients n'est rapportée.

Consentement du patient

Le consentement éclairé individuel n'a pas été recueilli, car l'étude impliquait l'analyse de données cliniques anonymisées recueillies en routine, sans intervention supplémentaire.

Financement

Aucun financement spécifique n'a été reçu pour cette étude.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts.

Disponibilités des données

Les jeux de données générés et/ou analysés au cours de la présente étude sont disponibles auprès de l'auteur correspondant sur demande motivée, sous réserve des restrictions applicables en matière de protection des données et de confidentialité.

ORCID iDs

Inês Alexandre : <https://orcid.org/0009-0004-9482-3055>

Maria Inês Roxo : <https://orcid.org/0000-0003-1512-8077>

Patrícia Matias : <https://orcid.org/0000-0003-4344-5555>

Rita Calça : <https://orcid.org/0000-0001-8960-2363>

Patrícia Branco : <https://orcid.org/0000-0002-8563-834X>

Références

1. Dulaney JT, Hatch FE Jr. Peritoneal dialysis and loss of proteins: a review. *Kidney Int.* 1984 Sep;26(3):253-62. doi: <https://doi.org/10.1038/ki.1984.167>.

2. Lindholm B, Bergström J. Protein and amino acid metabolism in patients undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD). *Clin Nephrol.* 1988;30 Suppl 1:S59-63. PMID: 3141094.
3. Malho Guedes A, Calças Marques R, Ribeiro B, Fernandes MT, Faísca M, Silva AP, Bragança J, Rodrigues A. Peritoneal Protein Loss, Inflammation, and Nutrition: Refuting Myths. *Front Med (Lausanne).* 2022 May 26;9:884061. doi: <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.884061>.
4. Salame C, Eaton S, Grimble G, Davenport A. Protein Losses and Urea Nitrogen Underestimate Total Nitrogen Losses in Peritoneal Dialysis and Hemodialysis Patients. *J Ren Nutr.* 2018 Sep;28(5):317-323. doi: <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2018.01.016>.
5. Heaf JG, Sarac S, Afzal S. A high peritoneal large pore fluid flux causes hypoalbuminaemia and is a risk factor for death in peritoneal dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant.* 2005 Oct;20(10):2194-201. doi: <https://doi.org/10.1093/ndt/gfi008>.
6. Lu W, Pang WF, Jin L, Li H, Chow KM, Kwan BC, Leung CB, Li PK, Szeto CC. Peritoneal protein clearance predicts mortality in peritoneal dialysis patients. *Clin Exp Nephrol.* 2019 Apr;23(4):551-560. doi: <https://doi.org/10.1007/s10157-018-1677-9>.
7. Malho Guedes A, Marques RC, Domingos AT, Laranjo C, Silva AP, Rodrigues A, Krediet RT. Peritoneal Protein Loss With Time in Peritoneal Dialysis. *Semin Dial.* 2024 May-Jun;37(3):242-248. doi: <https://doi.org/10.1111/sdi.13194>.
8. Krediet RT, Yoowannakul S, Harris LS, Davenport A. Relationships Between Peritoneal Protein Clearance and Parameters of Fluid Status Agree with Clinical Observations in Other Diseases that Venous Congestion Increases Microvascular Protein Escape. *Perit Dial Int.* 2019 Mar-Apr;39(2):155-162. doi: <https://doi.org/10.3747/pdi.2018.00016>.
9. Stockings J, Heaney S, Chu G, Choi P, Fernandez R. Prevalence and Risk Factors of Sarcopenia in People Receiving Dialysis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Semin Dial.* 2025 Jul-Aug;38(4):237-249. doi: <https://doi.org/10.1111/sdi.70000>.
10. Kamijo Y, Kanda E, Ishibashi Y, Yoshida M. Sarcopenia and Frailty in PD: Impact on Mortality, Malnutrition, and Inflammation. *Perit Dial Int.* 2018 Nov-Dec;38(6):447-454. doi: <https://doi.org/10.3747/pdi.2017.00271>.
11. Do JY, Kim AY, Kang SH. Peritoneal Protein Loss Is Not Associated With Sarcopenia in Peritoneal Dialysis Patients. *Front Med (Lausanne).* 2021 Jul 14;8:653807. doi: <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.653807>.
12. Malho Guedes A, Marques R, Domingos AT, Silva AP, Bernardo I, Neves PL, Rodrigues A, Krediet RT. Overhydration May Be the Missing Link between Peritoneal Protein Clearance and Mortality. *Nephron.* 2021;145(5):474-480. doi: <https://doi.org/10.1159/000516531>.
13. Fan J, Ye H, Zhang X, Cao P, Guo Q, Mao H, Yu X, Yang X. Association of Lean Body Mass Index and Peritoneal Protein Clearance in Peritoneal Dialysis Patients. *Kidney Blood Press Res.* 2019;44(1):94-102. doi: <https://doi.org/10.1159/000498841>.