

Artigo original

Associação entre o consumo de vitamina D, sarcopenia e seus componentes em pacientes que realizaram transplante renal

Camila A. B. Ramos¹, Larissa S. Limirio¹

1 Curso de Nutrição, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia

Larissa S. Limirio

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de

Medicina. Av. Pará, 1.720 Bloco 2U – Sala 20 – Campus

Umuarama Umuarama, CEP: 38400902 – Uberlândia, MG

– Brasil Telefone: +55 34 32182084

Fax: +55 32328620

E-mail: larissa-limirio@hotmail.com

RESUMO

INTRODUÇÃO: Apesar de não haver um consenso na literatura científica, estudos mostram que a vitamina D pode ter um papel importante no desenvolvimento da massa muscular e no aumento da força. Dessa forma, é necessário avaliar se a proteção se abrange também aos transplantados renais e a sarcopenia. Essa associação não está totalmente esclarecida, uma vez que há escassez de estudos sobre essa população e os desfechos adversos devido à presença de sarcopenia na doença renal crônica. **OBJETIVO:** Associar o consumo de vitamina D e a presença de sarcopenia em pacientes que realizaram transplante renal. **MÉTODOS:** Foi realizado um estudo transversal com 125 TR de ambos os sexos. A sarcopenia foi avaliada através do teste de sentar e levantar (TSL), força de preensão manual (FPM) e velocidade de caminhada. A gordura corporal (GC) e a massa muscular foi avaliada por meio da bioimpedância. O consumo alimentar foi avaliado por meio de dois recordatórios de 24 horas. **RESULTADOS:** Não foi observada uma associação entre a sarcopenia, seus componentes e o consumo de vitamina D. **CONCLUSÃO:** O estudo não encontrou associação entre o consumo de vitamina D e a sarcopenia em transplantados renais, reforçando a necessidade de mais estudos para essa população.

Palavras-chave: consumo de vitamina D, sarcopenia, transplante renal.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Although there is no consensus in the scientific literature, studies show that vitamin D may play an important role in the development of muscle mass and increased strength. Therefore, it is necessary to assess whether the protection also extends to kidney transplant recipients and sarcopenia. This association is not fully understood, since there is a scarcity of studies on this population and the adverse outcomes due to the presence of sarcopenia in chronic kidney disease.**OBJECTIVE:** To associate vitamin D intake with the presence of sarcopenia in patients who have undergone kidney transplantation. **METHODS:** A cross- sectional study was conducted with 125 kidney transplant patients of both sexes. Sarcopenia was diagnosed through 3 tests: the sit-to-stand test (STS), handgrip strength (HGS), and walking speed. Body fat (BF) and muscle mass were assessed by bioimpedance. Dietary intake was evaluated through two 24-hour dietary recalls. **RESULTS:** No association between sarcopenia, its components, and vitamin D intake was observed. **CONCLUSION:** The study found no association between vitamin D intake and sarcopenia in kidney transplant patients, emphasizing the need for further studies on this population.

Keywords: vitamin D intake, sarcopenia, kidney transplantation.

INTRODUÇÃO

A vitamina D é uma vitamina lipossolúvel essencial para promover a mineralização óssea, e suas ações são organizadas visando aumentar os níveis de cálcio e fosfato no plasma, além de estar presente na função imunológica do organismo [1]. Ela também desempenha um papel fundamental na saúde muscular, pois os receptores de vitamina D (VDR) estão presentes nas células musculares, regulando a expressão de genes envolvidos na síntese proteica e na função muscular [2].

Há dois tipos de vitamina D, a D2 e D3, elas são diferentes em alguns aspectos. A vitamina D2 (ergocalciferol) é proveniente de suplementos e de fontes alimentares, como os cogumelos, leveduras e cereais fortificados. Em países com pouca exposição solar, a fortificação de alimentos, como leite e sucos, é uma prática comum para garantir que a população tenha acesso à vitamina D. Já a vitamina D3 (colecalciferol) é produzida pela pele através dos raios UVB a partir do colesterol [3], e a partir de alguns alimentos, sendo eles peixes mais gordurosos como sardinha, salmão e atum, gema de ovo, bife de fígado e óleo de fígado de peixe. O ergocalciferol e o colecalciferol possuem estruturas moleculares semelhantes e passam por um processo de ativação para exercer sua função biológica, por isso a vitamina D é considerada um pró-hormônio [2].

Há associações que mostram o papel da vitamina D na força e na construção de massa muscular devido a diversos mecanismos [4, 5]. Ao se ligar aos receptores VDR nos músculos, regula genes envolvidos na síntese de proteínas musculares, auxiliando na preservação e crescimento da massa muscular [6]. Como a vitamina D promove a absorção do cálcio, com a sua ausência não ocorre a contração muscular adequada [7].

A sarcopenia em pacientes transplantados renais é resultado da interação de diversos fatores. Os pacientes submetidos ao transplante renal frequentemente enfrentam desafios nutricionais que contribuem para o desenvolvimento da sarcopenia [8]. As alterações metabólicas induzidas pela doença renal crônica e pela terapia imunossupressora, combinadas com a diminuição da ingestão alimentar, criam um ambiente desfavorável à síntese proteica e à manutenção da massa muscular [9]. Essa combinação de fatores torna esses pacientes mais suscetíveis à perda muscular e às suas consequências, aumentando a chance de complicações como quedas e fraturas [10].

No consenso atual, o maior preditor da sarcopenia é a falta de força, pois sem esse parâmetro aumentam os riscos de fraturas no seu público prevalente, que são os idosos, seguido respectivamente pela quantidade de massa muscular e capacidade funcional, a qual é avaliada através de testes que medem a força de preensão manual, teste de caminhada e do teste de sentar e levantar [11]. Essa é uma condição agravante para a população idosa, pois o risco e a prevalência aumentam com a idade, devido ao catabolismo, dificuldade de obter uma dieta equilibrada rica em proteínas, alterações hormonais e sedentarismo [12].

Outro fator agravante para a sarcopenia é o transplante renal, devido ao uso de fármacos (imunossupressores e corticoides) que tem como efeito colateral o catabolismo [13]. Antes mesmo da realização do transplante, grande parte dos pacientes apresentam doença renal crônica (DRC). Nesta comorbidade a quantidade de proteína consumida é diminuída como forma de tratamento para proteger a função renal. Tal medida afeta os componentes da sarcopenia (força, massa muscular e capacidade funcional) [11]. Com isso, após o transplante renal, os fármacos são fatores que apenas intensificam esse quadro já existente.

Portanto, sabemos que a vitamina D apresenta-se como protetora para a massa muscular e força, porém ainda não está esclarecido na literatura a associação entre o consumo de vitamina D e a presença de sarcopenia ou algum componente específico desse contexto clínico em pacientes que realizaram transplante renal. Com isso, o objetivo do presente estudo foi associar o consumo de vitamina D e a presença de sarcopenia em pacientes que realizaram transplante renal.

MÉTODOS

Desenho do Estudo e sujeitos da pesquisa

Foi realizado um estudo transversal, entre junho e setembro de 2017, no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, avaliando pacientes que realizaram transplante renal no Ambulatório de Transplante de Renal. Idade maior ou igual a 18 anos e mínimo de 3 meses de transplante renal foram os critérios de inclusão. Pacientes que não conseguiram responder às perguntas ou realizar a avaliação da sarcopenia, em diálise, com rejeição do enxerto renal, falha ou ambos; e os participantes que não responderam aos recordatórios de 24 h foram excluídos do estudo. No total, 360 pacientes foram atendidos no ambulatório de transplante renal. Destes, 148 foram excluídos por estarem no período pré-

transplante e 87 por outras causas, conforme descrito na **Figura 1**. Em seguida, 125 participantes que realizaram todas as avaliações foram incluídos nas análises. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (número do protocolo: 1688246). Todos os pacientes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Dados demográficos e clínicos

Dados demográficos e clínicos foram avaliados, como idade (anos), sexo (homens ou mulheres), tabagismo (sim ou não), histórico de doenças (presença de diabetes e hipertensão), tratamento com corticosteroides (por exemplo, prednisona), uso de inibidores de calcineurina (tacrolimus ou ciclosporina), uso de inibidores de proliferação celular (azatioprina, micofenolato de sódio e micofenolato mofetila), uso de inibidores da mTOR (everolimus e sirolimus), uso de diuréticos da alça (por exemplo, furosemida) e uso de diuréticos tiazídicos (hidroclorotiazida e clortalidona). Também foram avaliadas informações sobre o transplante renal, como tempo de transplante (meses), índice de massa corporal (IMC) pré-transplante (kg/m^2), tempo de diálise pré-transplante (meses), tipo de diálise pré-transplante (diálise peritoneal, hemodiálise ou ambos), tipo de doador (vivo ou cadáver) e número de transplantes (primeiro ou segundo).

Parâmetros antropométricos

O peso corporal atual foi aferido em uma balança digital portátil com precisão de 100g (Líder®). A estatura foi mensurada por estadiômetro móvel vertical, com escala de precisão de 0,1 cm (Welmy®). A circunferência da cintura (CC) foi medida com a fita inelástica (Cescorf®) posicionada no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca. Foram realizadas três medições e o valor médio foi considerado. Todas as medidas foram realizadas de acordo com o protocolo de Lohman [14]. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado utilizando as medidas de peso (atual e pré-transplante) e estatura. Os valores do IMC foram classificados de acordo com a Organização Mundial da Saúde para adultos [15] e a classificação Lipschitz para idosos [16].

Composição corporal

A avaliação da composição corporal foi realizada utilizando a bioimpedância Biodinâmica 450 de frequência única (Biodinamics, Seattle, WA). Para garantir uma hidratação

adequada, os indivíduos foram solicitados a evitar a ingestão de cafeína, consumo de álcool e atividade física intensa um dia antes do teste. Os participantes foram orientados a realizar 12 horas de jejum durante a noite anterior ao teste. A avaliação foi realizada fora do período menstrual para mulheres em idade fértil. Os indivíduos foram aconselhados a esvaziar a bexiga urinária 30 minutos antes da avaliação. Os participantes permaneceram em decúbito dorsal por

5 minutos antes do teste para garantir o equilíbrio dos fluidos corporais. Os eletrodos (HeartBeat, Biotronik Comercial Médica Ltda. São Paulo, Brasil) foram posicionados no lado direito do corpo no pulso, mão, tornozelo e pé após cada local ser higienizado com álcool [17].

A massa livre de gordura em quilogramas foi obtida pela bioimpedância, de acordo com a equação inserida pelo fabricante. A massa muscular esquelética apendicular (MMEA) em quilogramas foi estimada pela equação de Sergi *et al.* [18, 19]. A massa gorda corporal em quilogramas e em percentual foi estimada pela equação de Segal *et al.* [20]. Foi calculado o índice do músculo esquelético apendicular (IMEA), que consiste na MMEA em quilogramas dividida pela altura ao quadrado [18].

Força e desempenho físico

Para o teste de sentar e levantar, os participantes foram instruídos a cruzar os braços sobre o peito e se sentar e levantar 5 vezes, o mais rápido que conseguissem, a partir de uma cadeira posicionada aproximadamente a 40 cm do piso. O teste teve início e término com o indivíduo sentado. Após o comando de voz do avaliador, o participante começou o processo de se levantar e sentar na cadeira o mais rápido possível por 5 vezes, assim que o participante se levantou pela primeira vez, o avaliador iniciou o cronômetro concomitantemente. O teste foi realizado por duas vezes, sem descanso, e a tentativa realizada em menor tempo foi considerada para as análises [18].

A força foi avaliada por meio da força de preensão manual (FPM). A FPM foi medida usando um dinamômetro manual hidráulico Jamar (Sammons Preston, Rolyon, Bolingbrook, IL). Os participantes foram posicionados sentados com o braço aduzido em rotação neutra, cotovelo flexionado a 90°, para apertar o dinamômetro com potência máxima, sendo considerado o maior valor [18].

O teste de caminhada de 4 metros foi utilizado para avaliar a capacidade funcional. Seis metros foram marcados no chão com uma fita (1 m para a zona de aceleração, 4 m que foram contados e 1 m para a zona de desaceleração). Os participantes foram posicionados com os dedos dos pés tocando a linha de partida (zona de aceleração). Os participantes foram orientados

a andar em sua velocidade normal de marcha durante as atividades diárias. Todos os sujeitos receberam um comando de voz do avaliador para iniciar o teste. O teste de caminhada foi repetido sem descanso e a tentativa realizada em menor tempo foi considerada para calcular a velocidade em metros por segundo (m/s) [18].

Nível de Atividade Física

A versão curta do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), validada para a população brasileira, foi aplicada para avaliar o nível de atividade física [21]. O IPAQ foi aplicado referente às informações da última semana, que consistiram em avaliar a frequência, duração e vigor das atividades físicas, avaliadas em minutos por semana (min/semana).

Exames Bioquímicos

As amostras de sangue dos pacientes foram coletadas após 12 horas de jejum noturno, na mesma ocasião que foi realizada a avaliação da bioimpedância elétrica. A creatinina foi mensurada pelo método colorimétrico e a ureia pela cinética enzimática. A taxa de filtração glomerular (TFG) foi estimada pela equação *Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration* [22].

Avaliação Dietética

Foram aplicados dois recordatórios de 24 horas em duas ocasiões, um em uma entrevista presencial e outra por telefone, com seis a dez dias de intervalo após o primeiro recordatório. Nutricionistas treinados realizaram a entrevista utilizando o método *5 Step Multiple Pass* [23], que consiste em cinco etapas: listagem rápida dos alimentos; listagem de alimentos esquecidos; horário e ocasião das refeições; detalhamento das refeições e revisão; e sondagem final [23]. Os dados alimentares coletados foram analisados e calculados pelo sistema de dados nutricionais para pesquisa (NDS-r), obtendo-se valores de energia (kcal), carboidratos (g, g/kg e %), proteína total (g, g/kg e %), proteína animal e vegetal (g), gordura total (g), leucina (g), isoleucina (g), valina (g), ômega-3, ômega-6.

Análise Estatística

O teste de Kolmogorov – Smirnov foi realizado para analisar a normalidade dos dados. As variáveis contínuas com distribuição paramétrica foram descritas como média e desvio padrão; e as variáveis contínuas com distribuição não paramétrica foram descritas como

mediana e valores mínimos e máximos. As variáveis categóricas foram apresentadas em número e percentual. O teste de ANOVA One-Way foi utilizado para variáveis paramétricas e Kruskal-Wallis para variáveis não paramétricas para comparação dos grupos de acordo com os tercis do consumo de vitamina D. O teste de Qui-Quadrado foi utilizado para comparar os dados em porcentagem de acordo com os tercis consumo de vitamina D. Foram realizadas análises de regressão linear entre consumo de vitamina D e a força dos membros inferiores do teste de sentar e levantar da cadeira 5 vezes. As análises de regressão linear foram realizadas em dois modelo: modelo 1 sem ajuste e modelo 2 ajustado por sexo; idade (anos); energia (kcal); circunferência da cintura (cm); atividade física (min); taxa de filtração glomerular (ml/min/1,73m²), uso de medicamentos inibidores de calcineurina, inibidores da proliferação, inibidores da m-Tor e corticoides. Todas as análises foram realizadas no software STATA versão 14.0 (StataCorp LP 1985-2015) e o valor de $p < 0,05$ foi considerado significativo.

RESULTADOS

A tabela 1 mostra as características dos participantes de acordo com o tercil de consumo de vitamina D. Não tiveram diferenças de acordo com os dados demográficos, comorbidades, nível de atividade física, antropometria, composição corporal, força muscular, dados do transplante e medicamentos. Em relação aos exames bioquímicos foi observado uma maior concentração de ureia, creatinina e menor taxa de filtração glomerular, enquanto os demais exames bioquímicos não tiveram associação.

A tabela 2 mostra as características de consumo alimentar dos participantes. Os indivíduos do terceiro tercil tiveram maior consumo de vitamina D. Os demais dados de consumo alimentar não tiveram diferenças.

A Tabela 3 mostra a associação entre o consumo de vitamina D, sarcopenia e seus componentes. Em relação aos dados de regressão linear simples e ajustada, não foi observada uma associação entre a sarcopenia, seus componentes e a vitamina D.

DISCUSSÃO

O principal resultado do presente estudo foi que o consumo de vitamina D não foi associada com a sarcopenia e seus componentes. Mesmo os indivíduos do terceiro tercil que consumiam uma maior quantidade de vitamina D, não apresentaram efeito protetor para a sarcopenia.

O estudo de Bezerra et al. [24] avaliou a prevalência de sarcopenia em idosos e sua associação com a ingestão de nutrientes dietéticos, com uma amostra de 114 idosos, sendo 76,32% do sexo feminino e 23,68% do masculino, o consumo dietético foi avaliado através do recordatório 24 horas. Nesse estudo, a prevalência de sarcopenia na amostra foi de 26,32%. Através da análise de consumo alimentar, foi possível observar um pior estado nutricional em relação aos que não apresentavam sarcopenia e também um consumo inadequado de vitamina D nos idosos sarcopênicos, de acordo com as Dietary Reference Intakes (DRIs) [25]. Porém, o estudo conclui que são necessários mais estudos longitudinais para comprovar a natureza causal entre o consumo alimentar na prevenção da sarcopenia. Assim como em nosso estudo, a pesquisa em questão não evidenciou uma correlação entre os níveis de vitamina D e a sarcopenia. Em ambos os casos, observou-se também uma ingestão inadequada de vitamina D, porém a população estudada se distinguiu do nosso estudo, assim como a faixa etária.

Já em outro estudo de Dupuy et al. [26], que avaliou a relação da ingestão dietética de vitamina D e massa muscular em mulheres mais velhas, com uma amostra de 1.989 mulheres com a idade média de $80,5 \pm 3,8$ anos, mostrou que as pessoas com deficiência de vitamina D tinham mais chances de ter problemas na velocidade de caminhada apenas. Essa associação sugere que a vitamina D pode desempenhar um papel importante na manutenção da força muscular e na capacidade de se movimentar, já que os componentes da sarcopenia se complementam entre si. O estudo de Dupuy et al [26] se diferencia do nosso porque foi usado outro tipo de população, a coorte do estudo foi restrita a mulheres idosas voluntárias e sem comorbidades graves, o que agrupa uma maior motivação e interesse em questão de saúde do que outras populações. Enquanto isso, a amostra do presente estudo é composta por pacientes transplantados renais e com idade e sexo variados, abrangendo outras populações além dos idosos. Outro fator é que as participantes consumiram uma quantidade abaixo do valor de referência de vitamina D. Foi classificado como baixa ingestão de vitamina D $<70\mu\text{g/semana}$, algo que se assemelha ao nosso estudo, pois todos os terços que avaliaram o consumo de vitamina D estavam abaixo do valor de referência, como foi mostrado na tabela 2. Além disso, a população de mulheres idosas não apresentava nenhuma comorbidade que possa favorecer a menor força e massa muscular, como observado nos pacientes transplantados renais, que tem seus mecanismos afetados por diversas razões já citadas. Apesar disso, só foram encontradas associações positivas nesse estudo entre a vitamina D e a capacidade funcional, um dos componentes da sarcopenia, através da velocidade de caminhada, não mostrando associação entre o principal determinante da sarcopenia que é a força muscular, de acordo com o novo

consenso publicado em 2018 pelo European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2).

Entretanto, existem duas hipóteses que devem ser analisadas devido a falta de associação no presente estudo. A primeira é que, apesar da vitamina D apresentar uma plausibilidade biológica para ser associada com a sarcopenia e seus componentes, devido a diversos fatores, como por exemplo: presença de receptores VDR no músculo [3], auxílio na captação de cálcio no músculo, o que favoreceria o ganho de massa muscular e força, também agindo indiretamente na qualidade do músculo e melhorando a capacidade funcional, há chances que o seu consumo não tenha relação com a sarcopenia em pacientes transplantados renais [9].

A segunda hipótese sugere que a população da nossa amostra não consome uma quantidade de vitamina D suficiente para atingir os limiares que alcançariam um efeito protetor para a sarcopenia. Além disso, ao analisar os tercis de consumo de vitamina D, não obtivemos resultados diferentes entre os grupos dos tercis de consumo de vitamina D [13]. Com isso, pressupõe-se que o consumo vitamina D talvez não esteja relacionado com a sarcopenia, e sim com a comorbidade de base (DRC), por ser proteolítica, o que causa um acometimento de força e massa muscular [9]. Concomitante a isso, apenas o consumo pode não ser suficiente para proteção para a sarcopenia.

O presente estudo apresenta limitações. Em relação ao consumo alimentar dos participantes, apesar de termos utilizado um método que minimiza a subnotificação do consumo, o *5 Step Multiple Pass*, e ter os dados calculados pelo sistema de dados nutricionais para pesquisa (NDS-r), pode possuir viéses inerentes ao método. Além disso, não foi possível avaliar a exposição solar, uso de protetor solar e o uso de suplementos nos participantes. É importante ressaltar que a vitamina D sérica é mais significativa que a de consumo, pois reflete tanto a produção cutânea quanto a ingestão, fornecendo uma avaliação mais completa do status de vitamina D do indivíduo. Porém, para minimizar esse fator de confusão, utilizamos a estação do ano, latitude e longitude da cidade de cada participante para mensurar uma possível exposição solar, pois a latitude e a longitude estão associadas com a exposição de raios ultravioletas. Por fim, o consenso anterior de sarcopenia difere do atual, o que dificulta a comparação de nossos dados com os estudos mais antigos. Essa disparidade nos critérios diagnósticos limita a possibilidade de encontrar estudos com metodologias semelhantes à nossa.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo não evidenciaram associação entre o consumo de vitamina D e a sarcopenia em pacientes transplantados renais. Esses achados sugerem a necessidade de

mais investigações com pacientes que realizaram transplante renal para elucidar o papel da vitamina D na sarcopenia, considerando doses superiores aos valores de referência e adotando os critérios diagnósticos do consenso de sarcopenia mais recente.

REFERÊNCIAS

1. Nicoletti Gumieiro, D., et al., *Associação da deficiência de vitamina D com mortalidade e marcha pós-operatória em paciente com fratura de fêmur proximal.* Revista Brasileira de Ortopedia, 2015. **50**(2): p. 153-158.
2. Delrue, C. and M.M. Speeckaert, *Vitamin D and Vitamin D-Binding Protein in Health and Disease.* International Journal of Molecular Sciences, 2023. **24**(5): p. 4642.
3. Kulda, V., [Vitamin D metabolism]. Vnitr Lek, 2012. **58**(5): p. 400-4.
4. Toffanello, E.D., et al., *Vitamin D and Physical Performance in Elderly Subjects: The Pro.V.A Study.* PLOS ONE, 2012. **7**(4): p. e34950.
5. Cipriani, C., et al., *Vitamin D and Its Relationship with Obesity and Muscle.* International Journal of Endocrinology, 2014. **2014**(1): p. 841248.
6. Sponchiado, I.M., et al., *Sex-dependent association of serum vitamin D with muscle strength in older adults: NHANES 2001–2002.* European Journal of Clinical Nutrition, 2024. **78**(10): p. 847-854.
7. Barclay, C.J. and N.A. Curtin, *Advances in understanding the energetics of muscle contraction.* Journal of Biomechanics, 2023. **156**: p. 111669.
8. Hori, M., et al., *Coexistence of Low Muscle Mass and Osteoporosis as a Predictor of Fragility Fractures in Long-Term Kidney Transplant Recipients.* Am J Nephrol, 2023. **54**(11-12): p. 489-497.
9. Yanishi, M., et al., *Factors Related to Osteosarcopenia in Kidney Transplant Recipients.* Transplant Proc, 2018. **50**(10): p. 3371-3375.
10. Yanishi, M., et al., *Factors Related to Osteosarcopenia in Kidney Transplant Recipients.* Transplantation Proceedings, 2018. **50**(10): p. 3371-3375.
11. Limirio, L.S., et al., *(Dis) Agreement between the first and the recent European consensus on definition and diagnosis for sarcopenia in kidney transplant patients.* Eur J Clin Nutr, 2020. **74**(7): p. 1104-1108.
12. Cruz-Jentoft, A.J., et al., *Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis.* Age Ageing, 2019. **48**(1): p. 16-31.
13. Massini, G., et al., *Nutritional Strategies to Prevent Muscle Loss and Sarcopenia in Chronic Kidney Disease: What Do We Currently Know?* Nutrients, 2023. **15**(14).
14. Norgan, N.G., *A Review of: "Anthropometric Standardization Reference Manual". Edited by T. G. LOHMAN, A. F. ROCHE and R. MARTORELL. (Champaign, IL.: Human Kinetics Books, 1988.) [Pp. vi+ 177.] £28.00. ISBN 087322 121 4.* Ergonomics, 1988. **31**(10): p. 1493-1494.
15. Organization, W.H., *Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation on obesity.* 1997, World Health Organization: Geneva.
16. Lipschitz, D.A., *Screening for nutritional status in the elderly.* Prim Care, 1994. **21**(1): p. 55-67.
17. Kyle, U.G., et al., *Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods.* Clin Nutr, 2004. **23**(5): p. 1226-43.
18. Cruz-Jentoft, A.J., et al., *Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis.* Age Ageing, 2019. **48**(1): p. 16-31.
19. Sergi, G., et al., *Assessing appendicular skeletal muscle mass with bioelectrical impedance analysis in free-living Caucasian older adults.* Clin Nutr, 2015. **34**(4): p. 667-73.
20. Segal, K.R., et al., *Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study.* Am J Clin Nutr, 1988. **47**(1): p. 7-14.

21. Matsudo, S.M., et al., *Nível de atividade física da população do estado de São Paulo: Análise de acordo com o gênero, idade, nível socioeconômico, distribuição geográfica e de conhecimento*. Rev. Bras. Ciênc. e Mov. , 2001. **10**(4): p. 41-50
22. Levey, A.S., et al., *A new equation to estimate glomerular filtration rate*. Ann Intern Med, 2009. **150**(9): p. 604-12.
23. Moshfegh, A.J., et al., *The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method reduces bias in the collection of energy intakes*. Am J Clin Nutr, 2008. **88**(2): p. 324-32.
24. Yen, H.Y., et al., *Prevalence of sarcopenia and its association with diet and physical activity in older adults with type 2 diabetes: A cross-sectional study*. Nurs Health Sci, 2023. **25**(4): p. 628-635.
25. National Academies of Sciences, E. and Medicine, *Dietary Reference Intakes for Energy*. 2023, Washington, DC: The National Academies Press. 542.
26. Dupuy, C., et al., *Dietary vitamin D intake and muscle mass in older women. Results from a cross-sectional analysis of the EPIDOS study*. The Journal of nutrition, health and aging, 2013. **17**(2): p. 119-124.

Figuras e tabelas

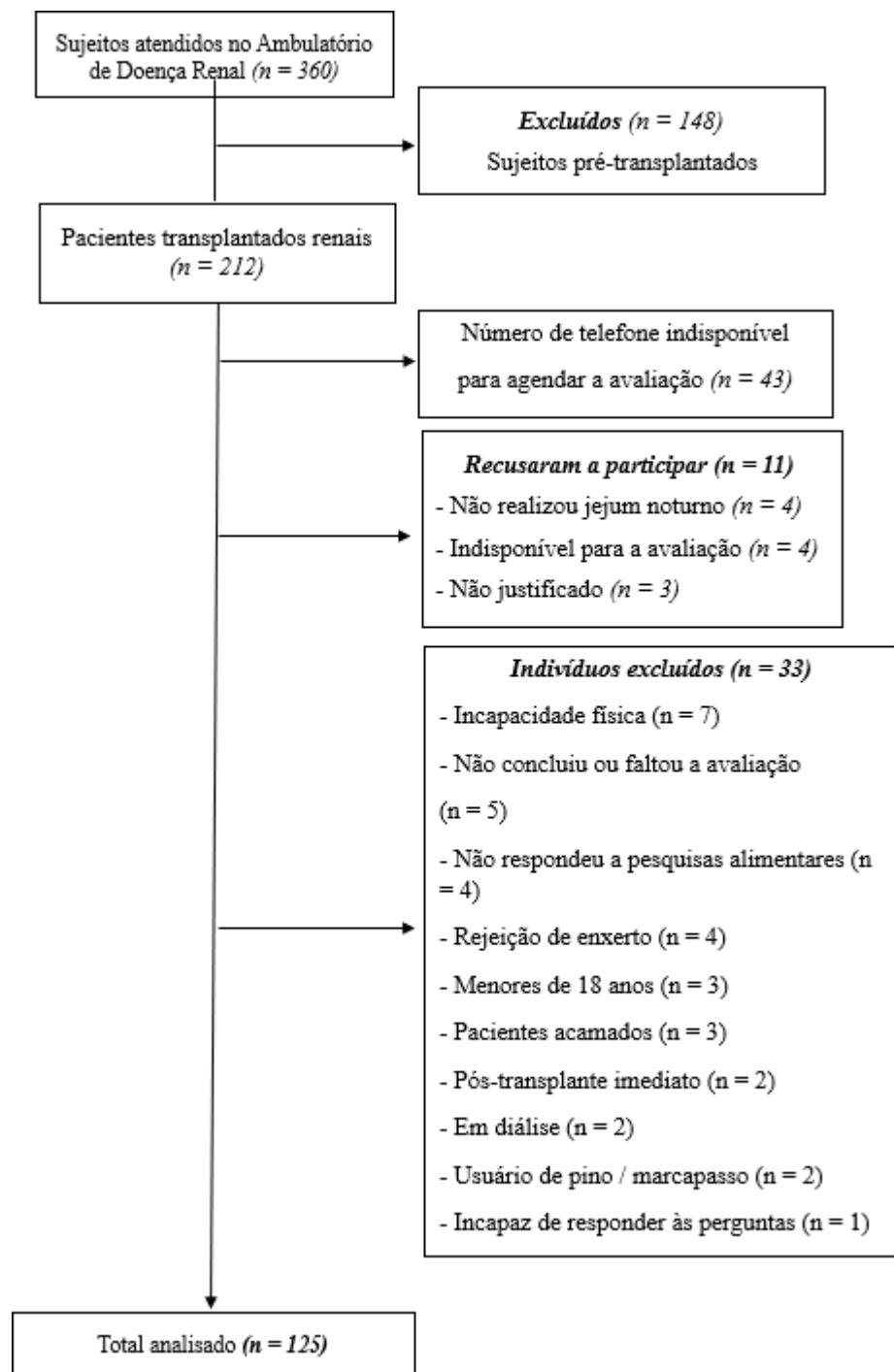


Figura 1: Fluxograma dos critérios de exclusão dos pacientes do estudo

Tabela 1. Características dos participantes de acordo com o tercil de consumo de vitamina D.

Variáveis	Tercil do Consumo de Vitamina D			Tercil 3 (n = 41)	Valor de p
	Total (n = 125)	Tercil 1 (n = 42)	Tercil 2 (n = 42)		
Dados demográficos					
Idade (anos)	48,0 ± 12,1	48,0 ± 13,4	48,0 ± 11,7	47,8 ± 11,2	0,996
Sexo n (%)					0,109
Masculino	85,0 (68,0)	24,0 (57,1)	33 (78,6)	28 (68,3)	
Feminino	40,0 (32,0)	18,0 (42,9)	9 (21,4)	13 (31,7)	
Bebe	39,0 (31,2)	11,0 (26,2)	15,0 (35,7)	13,0 (31,7)	0,639
Fuma	6,0 (4,8)	3,0 (7,1)	2,0 (4,8)	1,0 (2,4)	0,605
Comorbidades					
Diabetes n (%)	30,0 (24,0)	9,0 (21,4)	10,0 (23,8)	11,0 (26,8)	0,847
Hipertensão n (%)	98,0 (78,4)	33,0 (78,6)	32,0 (76,2)	33,0 (80,5)	0,893
Nível de Atividade Física					
Atividade Física Semanal (minutos)	120 (0 – 900)	180 (0- 900)	130 (0-600)	90 (0-720)	0,145
Antropometria					
Peso Atual (kg)	70,7 ± 14,3	67,9 ± 15,2	72,0 ± 13,7	72,3 ± 13,7	0,285
Estatura (m)	1,64 ± 0,09	1,63 ± 0,08	1,64 ± 0,09	1,65 ± 0,9	0,458
IMC Atual (kg/m ²)	26,4 ± 5,2	25,7 ± 5,2	26,8 ± 5,5	26,6 ± 4,8	0,555
Circunferência da Cintura (cm)	93,0 (63-179)	89 (63,6-125,2)	94,3 (68-135)	94,7 (63-179)	0,183
Composição Corporal					
Massa Livre de Gordura (kg)	44,8 ± 8,0	44,1 ± 7,5	45,5 ± 7,9	44,7 ± 8,6	0,749
Índice de Massa Muscular Equelética Apendicular (kg/m ²)	7,1 ± 1,0	6,9 ± 1,0	7,3 ± 1,0	7,2 ± 0,9	0,095
Massa Muscular Equelética Apendicular (kg)	19,2 ± 3,4	18,3 ± 3,2	19,6 ± 3,4	19,6 ± 3,6	0,130

Massa Magra (kg)	50,7 ± 9,3	48,3 ± 10,0	52,2 ± 8,3	51,7 ± 9,2	0,111
Massa Magra (%)	72,3 ± 7,9	71,8 ± 7,5	73,1 ± 8,6	72,0 ± 7,7	0,724
Massa Gorda (kg)	18,4 (5,2 – 50,1)	18,4 (5,2 – 47,5)	16,8 (6,7 – 50,1)	20,5 (5,8 – 36,9)	0,617
Massa Gorda (%)	27,6 ± 7,9	28,2 ± 7,5	26,6 ± 8,5	28,0 ± 7,7	0,598
Força muscular					
Teste de sentar e levantar da cadeira 5 vezes (seg)	11,1 (7,5 – 31,6)	10,9 (7,6 – 18,1)	11,1 (7,5 – 24,9)	11,8 (8,3 – 31,6)	0,081
Força de preensão manual (kg)	16 (0 – 62)	14 (0 – 34)	20 (5 – 62)	16 (4 – 40)	0,478
Velocidade de caminhada (m/s)	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,2	0,857
SPPB escore	11 (2 – 12)	11,5 (2 – 12)	11,5 (6 – 12)	11 (7 – 12)	0,284
Dados do Transplante					
Tempo de Diálise (meses)	37 (4 – 195)	44 (7 – 195)	36 (4 – 144)	36 (8 – 192)	0,448
Tempo de Transplante (meses)	72 (3 – 444)	72 (3 – 336)	78 (4 – 264)	60 (8 – 444)	0,569
Medicamentos					
Tacrolimus (mg/dia)	2,0 (0,0 – 16,0)	0,0 (0,0 – 10,0)	1,5 (0,0 – 16,0)	3,0 (0,0 – 15,0)	0,206
Tacrolimus Sangue (ng/mL)	7,4 (2,4 – 20,9)	8,2 (3,2 – 19,8)	7,4 (3,3 – 17,7)	6,3 (2,4 – 20,9)	0,119
Ciclosporina (mg/dia)	0,0 (0,0 – 200,0)	0,0 (0,0 – 200,0)	0,0 (0,0 – 125,0)	0,0 (0,0 – 200,0)	0,861
Ciclosporina no sangue pré-medicação (ng/mL)	54,4 (35,6 – 258,8)	92,7 (335,6 – 528,8)	51,8 (39,4 – 74,1)	52,0 (49,4 – 54,7)	0,647
Ciclosporina no sangue pós-medicação (ng/mL)	340,1 (189,8 – 921,8)	484,9 (189,8 – 921,8)	322,8 (229,7 – 737,4)	317,2 (283,9 – 350,4)	0,636
Azatioprina (mg/dia)	0,0 (0,0 – 100,0)	0,0 (0,0 – 100,0)	0,0 (0,0 – 100,0)	0,0 (0,0 – 100,0)	0,664
Micofenolato de Sódio (mg/dia)	0,0 (0,0 – 1440,0)	0,0 (0,0 – 1440,0)	0,0 (0,0 – 1440,0)	360,0 (0,0 – 1440,0)	0,284
Micofenolato de Mofetila (mg/dia)	0,0 (0,0 – 2000,0)	0,0 (0,0 – 2000,0)	0,0 (0,0 – 2000,0)	0,0 (0,0 – 2000,0)	0,488
Everolimus (mg/dia)	0,0 (0,0 – 2,0)	0,0 (0,0 – 2,0)	0,0 (0,0 – 1,5)	0,0 (0,0 – 1,5)	0,714
Sirolimus (mg/dia)	0,0 (0,0 – 2,0)	0,0 (0,0 – 2,0)	0,0 (0,0 – 2,0)	0,0 (0,0 – 1,0)	0,975
Prednisona (mg/dia)	5,0 (0,0 – 50,0)	5,0 (0,0 – 10,0)	6,3 (0,0 – 20,0)	5,0 (0,0 – 50,0)	0,365
Diuréticos da Alça (mg/dia)	0,0 (0,0 – 80,0)	0,0 (0,0 – 40,0)	0,0 (0,0 – 80,0)	0,0 (0,0 – 80,0)	0,954

Diuréticos Tiazídicos (mg/dia)	0,0 (0,0 – 50,0)	0,0 (0,0 – 50,0)	0,0 (0,0 – 25,0)	0,0 (0,0 – 25,0)	0,907
Inibidores da Calcineurina n (%)£	44,0 (35,2)	17,0 (40,5)	14,0 (33,3)	13,0 (31,7)	0,672
Inibidores da Proliferação n (%)†	19,0 (15,2)	4,0 (9,5)	9,0 (21,4)	6,0 (14,6)	0,313
Inibidores da m-Tor n %)‡	100,0 (80,0)	31,0 (73,8)	35,0 (85,3)	34,0 (82,9)	0,468
Corticoides n (%)	115,0 (92,0)	41,0 (97,2)	38,0 (90,5)	36,0 (87,8)	0,233
Exames Bioquímicos					
Ureia (mg/dL)	43,7 (15,0 - 156,5)	39,4 (15 – 104,3)	43,3 (20,7 – 145,9)	50,7 (21 – 156,5)	0,017
Creatinina (mg/dL)	1,4 (0,7 – 8,7)	1,3 (0,7 – 3,4)	1,4 (0,8 – 6,9)	1,6 (0,8 – 8,7)	0,010
PCR (mg/dL)	0,3 (0,03-22,4)	0,3 (0,03 – 4,1)	0,3 (0,03 – 11,7)	0,3 (0,03 – 22,4)	0,598
Taxa de Filtração Glomerular (ml/min/1,73m ²)	56,6 (6,3 – 110)	60,4 (19,3 – 110)	59,0 (9,8 – 107,2)	52,8 (6,3 – 91,8)	0,026
Glicose (mg/dL)	92,0 (70,0 – 407,0)	92,0 (71,0 – 407,0)	93,0 (70,0 – 183,0)	94,1 (74,0 – 248,4)	0,930
Colesterol Total (mg/dL)	188,5 ± 41,9	188,2 ± 44,7	192,4 ± 38,6	184,7 ± 43,0	0,710
Colesterol HDL (mg/dL)	48,0 (24,0 – 99,0)	48,0 (24,0 – 99,0)	48,0 (28,0 – 86,0)	44,0 (26,0 – 87,4)	0,923
Colesterol VLDL (mg/dL)	33,0 (8,0 – 143,0)	32,0 (13,0 – 43,0)	33,0 (8,0 – 88,0)	34,0 (13,0 – 124,0)	0,952
Colesterol LDL (mg/dL)	102,0 (26,0 – 239,0)	92,0 (26,0 – 239,0)	110,5 (39,0 – 174,0)	98,0 (40,0 – 196,0)	0,321
Ácido Úrico (mg/dL)	6,3 (3,1 – 13,4)	6,2 (3,7 – 11,3)	6,3 (3,5 – 13,4)	6,6 (3,1 – 11,5)	0,465
Albumina (g/dL)	4,0 (3,3 – 11,6)	7,6 (3,6 – 11,6)	4,3 (3,4 – 4,7)	3,3 (3,3 – 3,3)	0,304
Triglicerídeos (mg/dL)	168,0 (43,0 – 715,0)	158,0 (68,0 – 715,0)	178,5 (43,0 – 439,0)	168,9 (64,0 – 618,3)	0,750
Função Renal					
TFG (ml/min/1,73m ²)	56,6 (6,3-110)	50,8 (16,8-104,5)	58,6 (6,3-110)	58,9 (9,8-107,2)	0,026

Notas: TFG-e: taxa de filtração glomerular estimada.

£: Inibidores da calcineurina: tacrolimus ou ciclosporina.

†: Inibidores da proliferação celular: azatioprina, micofenolato de sódio e micofenolato de mofetila.

‡: Inibidores da mTOR: everolimus e sirolimus.

Negrito: Significância estatística por meio do Anova One-Way e Kruskal Wallis

a b c: Post hoc de Tukey

Tabela 2. Características de consumo alimentar de acordo com o tercil de consumo de vitamina D.

Variáveis	Tercil do Consumo de Vitamina D (mcg)				Valor de p
	Total (n = 125)	Tercil 1 (n = 42)	Tercil 2 (n = 42)	Tercil 3 (n = 41)	
Energia (kcal)	1690,4 (592,6 - 3021,5)	1477,6 (592,6-3021,5)	1933,4 (704,2-2822,9)	1726,1 (645,7 -2862,2)	0,269
Carboidrato (g)	208,6 (49,6-426,3)	190,4 (49,4-410,6)	215,9 (79,0-393,3)	215,5 (77,2-426,3)	0,224
Carboidrato (%)	50,1 (29,9-434,3)	49,5 (32,3-271,6)	49,2 (29,9-434,3)	53,5 (35,2-207,2)	0,642
Proteína Total (g)	78,5 (22,8 – 196,9)	80,1 (33,5 – 196,9)	88,5 (31,2 – 166,0)	74,7 (22,8 – 174,4)	0,926
Proteína Total (%)	20,1 (10,0 – 102,9)	21,4 (10,0 – 94,9)	20,7 (11,4 – 91,6)	17,5 (10,1 – 102,9)	0,054
Proteína Total (g/kg)	1,2 (0,3 – 4 ,8)	1,2 (0,5 – 3,0)	1,2 (0,4 – 3,4)	1,1 (0,3 – 4,8)	0,611
Gordura Total (g)	54,9 (18,0 – 132,2)	44,5 (18,0 – 123,0)	66,2 (26,3 – 132,2)	57,9 (24,8 – 124,9)	0,104
Gordura Total (%)	29,3 (12,8 – 143,8)	28,1 (12,8 – 138,3)	32,0 (19,7 – 143,8)	28,7 (18,3 – 90,2)	0,145
Vitamina D (mcg)	1,8 (0,0 – 14,4)	0,7 (0,0 – 1,1)	1,8 (1,1 – 3,4)	4,5 (3,4 – 14,4)	< 0,001

Tabela 3. Análise de regressão linear entre o consumo de vitamina D, sarcopenia e seus componentes.

	Regressão Linear Simples		Regressão Linear Ajustada	
	β	Valor de p	B	Valor de p
Sarcopenia	-0,004	0,845	0,001	0,999
Força de Prensão Manual (kg)	0,253	0,452	0,169	0,529
Índice de Massa Muscular Esquelética Apendicular (kg/m^2)	0,036	0,254	0,023	0,450
Velocidade de Caminhada (m/seg)	0,002	0,738	0,006	0,400

Regressão linear ajustada por: sexo; idade (anos); energia (kcal); circunferência da cintura (cm); atividade física (min); taxa de filtração glomerular ($\text{ml}/\text{min}/1,73\text{m}^2$), uso de medicamentos inibidores de calcineurina, inibidores da proliferação, inibidores da m-Tor e corticoides.