



Hubungan Asupan Protein dan Lama Menjalani Hemodialisis dengan *Body Cell Mass* pada Pasien Hemodialisis

*Association of Protein Intake and Hemodialysis Duration with Body Cell Mass in
Hemodialysis Patients*

Esti Widiasih^{1*}, Hertanto Wahyu Subagio², Lestariningsih³

¹Departemen Nutrisi Klinis, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Semarang, Indonesia

²Program Doktor Ilmu Kedokteran dan Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

³Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Article Info

Article History:

Received : 11 Agustus 2026

Accepted : 26 Agustus 2026

Abstrak

Latar Belakang: Pasien hemodialisis berisiko mengalami penurunan massa sel tubuh akibat asupan yang tidak memadai dan proses katabolik. *Body Cell Mass* menggambarkan jaringan metabolik aktif, tetapi hubungannya dengan asupan protein dan lama menjalani hemodialisis belum banyak dikaji. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan asupan protein dan lama menjalani hemodialisis dengan *Body Cell Mass* pada pasien hemodialisis. **Metode:** Penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross-sectional* ini menggunakan data awal 35 pasien yang dipilih secara purposive di sebuah Klinik Ginjal dan Hemodialisis di Kota Semarang, pada Juni-Agustus 2023. Asupan protein satu bulan terakhir dinilai menggunakan *semi-quantitative food frequency questionnaire*, lama hemodialisis diperoleh dari rekam medis, dan *Body Cell Mass* diukur menggunakan *multifrequency bioelectrical impedance analyzer* 30 menit setelah hemodialisis. Hubungan antarvariabel dianalisis menggunakan korelasi *Pearson* atau *Spearman* sesuai distribusi data.

Hasil: Sebanyak 65,7% responden adalah perempuan dan rerata usia $52,38 \pm 4,54$ tahun. Rerata asupan protein adalah $39,26 \pm 6,51$ gram per hari, median lama hemodialisis 2,0 (1,5-3,0) tahun, dan rerata *Body Cell Mass* $28,85 \pm 4,99$ kilogram. Asupan protein berhubungan positif dengan *Body Cell Mass* dengan kekuatan sedang (koefisien korelasi=0,413; nilai $p=0,014$). Lama menjalani hemodialisis tidak menunjukkan hubungan bermakna dengan *Body Cell Mass* (koefisien korelasi peringkat=-0,010; nilai $p=0,954$).

Kesimpulan: Asupan protein yang lebih tinggi berkaitan dengan *Body Cell Mass* yang lebih besar, sedangkan lama menjalani hemodialisis tidak menunjukkan hubungan yang bermakna. Pemantauan asupan protein dan komposisi tubuh diperlukan dalam pelayanan gizi pasien hemodialisis

Abstract

Background: Hemodialysis patients are at risk of losing body cell mass because of inadequate intake and catabolic processes. *Body Cell Mass* represents metabolically active tissue, but its associations with protein intake and hemodialysis duration remain insufficiently understood. This study examined the associations of protein intake and hemodialysis duration with *Body Cell Mass* in hemodialysis patients.

Methods: This analytical observational cross-sectional study used baseline data from 35 patients purposively selected at a Kidney and Hemodialysis

Kata Kunci:

Asupan protein; *Body Cell Mass*; hemodialisis; komposisi tubuh; penyakit ginjal kronis

Keywords:

Protein intake; *Body Cell Mass*; hemodialysis; body composition; chronic kidney disease

Clinic in Semarang, from June to August 2023. Protein intake during the previous month was assessed using a semi-quantitative food frequency questionnaire, hemodialysis duration was obtained from medical records, and Body Cell Mass was measured using a multifrequency bioelectrical impedance analyzer 30 minutes after hemodialysis. Associations were analyzed using Pearson or Spearman correlation according to data distribution.

Results: Women comprised 65.7% of respondents, and the mean age was 52.38 ± 4.54 years. Mean protein intake was 39.26 ± 6.51 grams per day, median hemodialysis duration was 2.0 (1.5-3.0) years, and mean Body Cell Mass was 28.85 ± 4.99 kilograms. Protein intake was positively correlated with Body Cell Mass with moderate strength (correlation coefficient=0.413; p value=0.014). Hemodialysis duration was not significantly correlated with Body Cell Mass (rank correlation coefficient=-0.010; p value=0.954).

Conclusion: Higher protein intake was associated with greater Body Cell Mass, whereas hemodialysis duration showed no significant association. Monitoring protein intake and body composition is warranted in nutritional care for hemodialysis patients.

PENDAHULUAN

Penyakit Ginjal Kronis (PGK) stadium akhir yang memerlukan hemodialisis menimbulkan beban metabolik dan gizi yang kompleks. Pasien dapat mengalami *protein-energy wasting* (PEW) akibat berkurangnya asupan, kehilangan asam amino selama dialisis, inflamasi, asidosis metabolik, resistensi insulin, dan peningkatan katabolisme protein. Meta-analisis terhadap 16.434 pasien dialisis menunjukkan rentang interkuartil prevalensi PEW sebesar 28-54%, sehingga pemantauan status gizi perlu menjadi bagian integral pelayanan hemodialisis.^{1,2}

Asupan protein berperan penting dalam mempertahankan keseimbangan nitrogen dan jaringan tubuh. Pedoman *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative* (KDOQI) merekomendasikan asupan protein 1,0-1,2g/kg berat badan per hari pada pasien hemodialisis yang stabil secara metabolik.³⁻⁵ Namun, pembatasan makanan, anoreksia, gejala gas-trointestinal, komorbiditas, dan rendahnya kualitas diet dapat menyebabkan kebutuhan tersebut tidak terpenuhi. Pengukuran asupan aktual karena itu diperlukan untuk menilai apakah ketersediaan protein berkaitan dengan komponen tubuh yang aktif secara metabolik.³⁻⁵

Indeks Massa Tubuh (IMT) saja tidak memadai untuk mengidentifikasi PEW karena tidak bisa membedakan massa lemak,

massa bebas lemak, dan kelebihan cairan.^{2,6} *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) multifrekuensi memungkinkan penilaian komposisi tubuh dan direkomendasikan dilakukan sekurang-kurangnya 30 menit setelah hemodialisis agar redistribusi cairan berlangsung.^{2,6} *Body Cell Mass* merupakan bagian tubuh yang aktif secara metabolik, terutama jaringan otot dan organ, yang terlibat dalam pertukaran energi.⁷ Nilai *Body Cell Mass* yang rendah dan peningkatan rasio massa ekstraseluler terhadap *Body Cell Mass* telah dikaitkan dengan malnutrisi, inflamasi, dan prognosis yang kurang baik pada pasien hemodialisis.^{7,8} Penelitian di Indonesia juga menunjukkan bahwa pemeriksaan bioimpedansi dapat digunakan untuk menilai massa otot sebagai salah satu parameter pemantauan status gizi.⁹

Lama menjalani hemodialisis dapat merepresentasikan paparan kumulatif terhadap inflamasi, kehilangan zat gizi, serta perubahan metabolik. Meskipun demikian, perubahan komposisi tubuh selama terapi tidak selalu seragam; penelitian longitudinal menunjukkan bahwa penurunan massa otot dipengaruhi periode dialisis dan berlangsung bersamaan dengan perubahan distribusi cairan.¹⁰ Bukti mengenai hubungan asupan protein dan lama hemodialisis dengan *Body Cell Mass* masih terbatas, terutama pada pelayanan hemodialisis di Indonesia. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan asupan protein dan lama menjalani hemo-

dialisis dengan *Body Cell Mass*, khususnya pada pasien PGK dengan hemodialisis di Kota Semarang.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross-sectional*. Penelitian dilaksanakan di sebuah Klinik Utama Ginjal dan Hemodialisis di Kota Semarang, pada Juni-Agustus 2023. Populasi target adalah seluruh pasien hemodialisis kronis yang menjalani terapi rutin sekurang-kurangnya tiga bulan di unit hemodialisis rumah sakit atau klinik hemodialisis. Sampel dipilih menggunakan *purposive sampling* berdasarkan kriteria penelitian.

Kriteria inklusi meliputi usia ≥ 18 tahun, menjalani hemodialisis sekurang-kurangnya dua kali seminggu selama ≥ 3 bulan, memiliki komorbid hipertensi, diabetes melitus, atau keduanya, serta bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani *informed consent*.

Kriteria eksklusi meliputi infeksi berat, kanker aktif, gangguan mental berat, memiliki lebih dari dua komorbid lain di luar hipertensi dan diabetes melitus, amputasi, atau edema masif yang dapat memengaruhi akurasi pemeriksaan bio-impedansi. Penelitian ini menggunakan seluruh data awal lengkap yang tersedia dan memenuhi kriteria, yaitu 35 responden.

Asupan protein dinilai melalui wawancara *semi-quantitative food frequency questionnaire* dengan periode rujukan riwayat konsumsi satu bulan terakhir. Wawancara dilakukan oleh ahli gizi terlatih dan bersertifikat. Hasil wawancara dimasukkan ke dalam aplikasi *NutriSurvey Indonesia* untuk memperoleh jumlah asupan protein, serat, dan air secara kuantitatif per hari. Lama menjalani hemodialisis diperoleh dari rekam medis dan dinyatakan dalam tahun.

Komposisi tubuh diukur menggunakan *Multifrequency Bioelectrical Impedance Analyzer InBody S10®* yang telah dikalibrasi. Pemeriksaan dilakukan dalam posisi terlentang

dengan elektroda terpasang pada kedua tangan dan kaki sesuai prosedur standar alat. Pengukuran dilakukan 30 menit setelah sesi hemodialisis untuk memberi waktu redistribusi cairan.^{2,6} Tidak terdapat ketentuan puasa sebelum pemeriksaan. Berat badan setelah hemodialisis dinyatakan sebagai berat badan kering. *Body Cell Mass* yang dihasilkan alat dinyatakan dalam kilogram dan digunakan sebagai variabel tergantung.

Data kategorik disajikan sebagai frekuensi dan persentase. Data numerik diuji normalitasnya menggunakan uji *Shapiro-Wilk*; data berdistribusi normal disajikan sebagai rerata $\pm$ simpangan baku, sedangkan data tidak normal disajikan sebagai median dan rentang interkuartil. Hubungan asupan protein dengan *Body Cell Mass* dianalisis menggunakan korelasi *Pearson* karena kedua variabel berdistribusi normal. Hubungan lama menjalani hemodialisis dengan *Body Cell Mass* dianalisis menggunakan korelasi *Spearman* karena lama hemodialisis tidak berdistribusi normal. Uji statistik bersifat dua arah dengan tingkat kemaknaan $p < 0,05$. Analisis dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 25.

Penelitian telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dengan nomor 25/EC/KEPK/FK-UNDIP/I/2022.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Sebanyak 35 responden dengan data BIA, SQ-FFQ, dan lama hemodialisis yang lengkap dianalisis. Responden didominasi perempuan (65,7%) dengan rerata usia $52,38 \pm 4,54$ tahun.

Rerata asupan protein adalah $39,26 \pm 6,51$ g/hari, median lama menjalani hemodialisis 2,00 (1,50-3,00) tahun, dan rerata *Body Cell Mass* $28,85 \pm 4,99$ kg. Karakteristik lengkap responden disajikan pada Tabel 1.

Uji korelasi *Pearson* menunjukkan hubungan positif dengan kekuatan sedang antara asupan protein dan *Body Cell Mass* ($r=0,413$; $p=0,014$). Uji korelasi *Spearman* menunjukkan hubungan negatif sangat lemah dan tidak bermakna antara lama

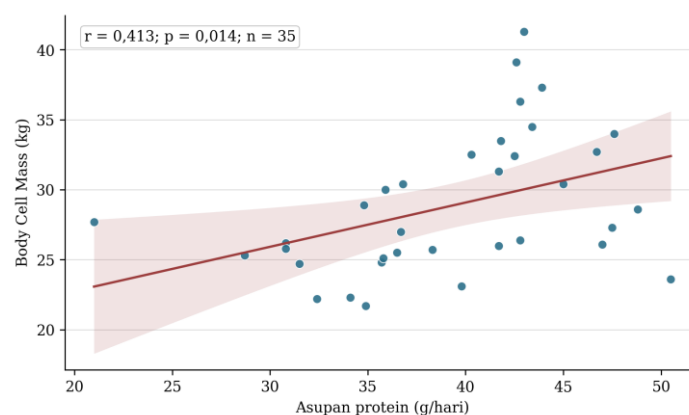
menjalani hemodialisis dan *Body Cell Mass* ($r_s=-0,010$; $p=0,954$). Hasil uji bivariat disajikan pada Tabel 2, sedangkan pola hubungan asupan protein dengan *Body Cell Mass* ditampilkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Karakteristik Responden Penelitian (n=35)

Variabel	Satuan	Hasil
Usia	tahun	52,38±4,54
Jenis kelamin		
Perempuan	n (%)	23 (65,7)
Laki-laki	n (%)	12 (34,3)
Asupan protein	g/hari	39,26±6,51
Asupan serat	g/hari	5,04±1,11
Asupan air	mL/hari	850 (725-1.000)
Lama menjalani hemodialisis	tahun	2,00 (1,50-3,00)
Berat badan kering	kg	60,21±10,91
Indeks massa tubuh	kg/m ²	22,90 (20,25-25,65)
Persentase lemak tubuh	%	25,05±11,14
<i>Skeletal Muscle Mass</i>	kg	24,26±4,53
<i>Body Cell Mass</i>	kg	28,85±4,99
<i>Skeletal Muscle Index</i>	kg/m ²	7,20±1,02
<i>Fat-Free Mass Index</i>	kg/m ²	16,90 (15,85-18,55)
<i>Fat Mass Index</i>	kg/m ²	4,80 (3,75-8,15)
<i>Extracellular water/total body water</i>	rasio	0,386±0,015

Tabel 2. Hubungan Asupan Protein dan Lama Hemodialisis dengan *Body Cell Mass* (n=35)

Variabel bebas	Uji statistik	Koefisien	p
Asupan protein	<i>Pearson</i>	$r=0,413$	0,014
Lama menjalani hemodialisis	<i>Spearman</i>	$r_s=-0,010$	0,954



Gambar 1. Diagram pencar hubungan asupan protein dengan *Body Cell Mass*. Garis merah menunjukkan garis regresi linear dan area bayangan menunjukkan interval kepercayaan 95% untuk rerata prediksi.

Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa asupan protein berhubungan positif dengan *Body Cell Mass* pada pasien hemodialisis, dengan kekuatan korelasi sedang. Sebaliknya, lama menjalani hemodialisis tidak menunjukkan hubungan bermakna dengan *Body Cell Mass*. Temuan tersebut mengisyaratkan bahwa kondisi jaringan aktif secara metabolik mungkin lebih berkaitan dengan faktor gizi saat ini daripada sekadar lamanya pasien telah menjalani terapi hemodialisis.

Hubungan positif antara asupan protein dan *Body Cell Mass* dapat dijelaskan melalui peran asam amino sebagai substrat sintesis dan pemeliharaan protein tubuh. *Body Cell Mass* merupakan bagian dari jaringan bebas lemak yang aktif secara metabolik. Pada pasien hemodialisis, parameter BIA seperti *Body Cell Mass* dan rasio massa ekstraseluler terhadap *Body Cell Mass* dapat melengkapi penilaian malnutrisi dan risiko klinis.^{7,8} Asupan protein yang diukur secara objektif juga dilaporkan berhubungan secara independen dengan massa otot yang lebih tinggi.¹¹ Hasil tersebut mendukung arah hubungan yang ditemukan pada penelitian ini, walaupun perbedaan metode penilaian asupan dan komposisi tubuh perlu diperhatikan.

Rerata asupan protein responden sebesar 39,26 g/hari perlu ditafsirkan dalam konteks kebutuhan individual berdasarkan berat badan kering, asupan energi, kondisi metabolik, dan komorbiditas. Pedoman KDOQI menganjurkan asupan protein 1,0-1,2 g/kg berat badan per hari untuk pasien hemodialisis yang stabil secara metabolik.³⁻⁵ Studi populasi nasional pada 88.330 pasien hemodialisis menunjukkan bahwa rendahnya asupan protein yang diperkirakan dari *normalized protein catabolic rate* berkaitan dengan peningkatan mortalitas semua sebab dan kardiovaskular.¹² Namun, penelitian ini mengukur asupan dalam gram per hari dan tidak dimaksudkan untuk menetapkan kecukupan protein menurut pedoman. Oleh karena itu, hasil korelasi tidak dapat langsung

diterjemahkan sebagai rekomendasi untuk meningkatkan protein tanpa penilaian individual terhadap energi, kalium, fosfor, dan kondisi klinis pasien.

Nilai *Body Cell Mass* juga mempunyai relevansi klinis karena komposisi tubuh memberikan informasi yang tidak sepenuhnya terwakili oleh indeks massa tubuh. Pada pasien hemodialisis, kombinasi indeks massa otot dan lemak memberikan kemampuan diskriminasi mortalitas yang lebih baik dibandingkan indeks massa tubuh.^{13,14} *Phase angle* dilaporkan berguna dalam identifikasi *protein-energy wasting* dan risiko kardiovaskular.¹⁵ Nilai *phase angle* yang rendah juga berkaitan dengan kematian dan luaran klinis yang kurang baik pada pasien hemodialisis.¹⁶ Dengan demikian, *Body Cell Mass* sebaiknya digunakan sebagai bagian dari penilaian gizi multidimensional, bukan sebagai indikator tunggal.

Tidak ditemukannya hubungan antara lama menjalani hemodialisis dan *Body Cell Mass* menunjukkan bahwa perubahan komposisi tubuh selama terapi tidak bersifat linear. Penelitian longitudinal melaporkan bahwa massa otot dan distribusi cairan dapat berubah dengan pola yang berbeda sepanjang periode hemodialisis.^{10,17} Lama terapi hanya menggambarkan paparan waktu dan tidak secara langsung menangkap kecukupan dialisis, inflamasi, aktivitas fisik, fungsi ginjal residual, penyakit penyerta, maupun perubahan asupan. Median lama hemodialisis yang relatif pendek dan rentang data yang terbatas juga dapat mengurangi kemampuan penelitian ini untuk mendeteksi hubungan.

Implikasi klinis penelitian ini adalah perlunya pemantauan asupan protein dan komposisi tubuh secara berkala oleh tim multidisiplin. Asupan sebaiknya dinilai dalam g/kg berat badan kering disertai penilaian energi, kualitas sumber protein, biomarker, kekuatan otot, dan aktivitas fisik. Korelasi yang ditemukan tidak berarti bahwa intervensi protein saja pasti meningkatkan massa sel tubuh. Uji acak terkontrol yang memberikan 25 g protein pada setiap sesi dialisis selama 12 minggu tidak menemukan perbedaan

massa atau kekuatan otot antar kelompok, meskipun stimulasi neuromuskular memberikan perbaikan pada beberapa luaran fungsional.¹⁸ Hal ini menguatkan perlunya pendekatan terpadu antara terapi gizi, aktivitas atau latihan fisik, pengendalian inflamasi, dan kecukupan dialisis.¹⁹

KETERBATASAN PENELITIAN

Purposive sampling dari satu klinik dan jumlah sampel 35 responden membatasi generalisasi serta presisi estimasi. SQ-FFQ bergantung pada ingatan dan kemampuan responden memperkirakan frekuensi serta porsi makan. Asupan protein dan *Body Cell Mass* dianalisis dalam nilai absolut, sehingga korelasi dapat dipengaruhi ukuran tubuh dan jenis kelamin. Analisis juga belum mengendalikan usia, komorbiditas, inflamasi, kecukupan dialisis, asupan energi, aktivitas fisik, dan fungsi ginjal residual. Walaupun pemeriksaan dilakukan setelah hemodialisis, perubahan cairan akut masih dapat memengaruhi estimasi bioimpedansi.

KESIMPULAN

Asupan protein berhubungan positif dengan *Body Cell Mass* pada pasien hemodialisis, sedangkan lama menjalani hemodialisis tidak menunjukkan hubungan yang bermakna. Hasil ini mendukung pemantauan asupan protein dan komposisi tubuh sebagai bagian dari pelayanan gizi klinis, tetapi tidak membuktikan hubungan sebab-akibat. Penelitian prospektif multisenter dengan sampel lebih besar, asupan protein yang dinormalisasi terhadap berat badan kering, dan pengendalian faktor perancu diperlukan untuk mengonfirmasi temuan.

PENDANAAN

Penelitian ini didanai secara mandiri oleh penulis.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chen S, Ma X, Zhou X, Wang Y, Liang WW, Zheng L, et al. An updated clinical prediction model of protein-energy wasting for hemodialysis patients. *Front Nutr*. 2022;9(December):1–14.
2. Ishida J, Kato A. Recent advances in the nutritional screening, assessment, and treatment of Japanese patients on hemodialysis. *J Clin Med*. 2023;12(6):1–18.
3. Hendriks FK, Kooman JP, Van Loon LJC. Dietary protein interventions to improve nutritional status in end-stage renal disease patients undergoing hemodialysis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2021;24(1):79–87.
4. Sabatino A, Fiaccadori E, Barazzoni R, Carrero JJ, Cupisti A, De Waele E, et al. ESPEN practical guideline on clinical nutrition in hospitalized patients with acute or chronic kidney disease [Internet]. *Clin Nutr* [Internet]. 2024;43(9):2238–54. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2024.08.002>
5. Gungor O, Kara AV, Hasbal NB, Kalantar-Zadeh K. Dietary protein and muscle wasting in chronic kidney disease: New insights. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2023;26(3):226–34.
6. Yang K, Pan S, Yang N, Wu J, Liu Y, He Q. Effect of bioelectrical impedance technology on the prognosis of dialysis patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Ren Fail*. 2023;45(1):1–10.
7. Ruperto M, Barril G. The extracellular mass to body cell mass ratio as a predictor of mortality risk in hemodialysis patients. *Nutrients*. 2022;14(8):1–12.
8. Papalini S, Londrino F, De Rocchis D, Criscione A, Soldo M, Espinosa E.

- Bioimpedance analysis (extracellular mass to body cell mass ratio) as complementary assessment for malnutrition in hemodialysis patients. *Med J Nutrition Metab.* 2024;17(4):348–56.
9. Widiany FL, Metty M, Inayah I, Nurtyas M, Byo WOW, Anggunita F, et al. Determinants of muscle mass in hemodialysis patients: the role of BMI, MUAC, and MAMC. *J Gizi Indones (The Indones J Nutr.* 2025;14(1):11–8.
 10. Seto Y, Kimura M, Matsunaga T, Miyasita E, Kanno Y. Long-term body composition changes in patients undergoing hemodialysis: A single-center retrospective study. *Ren Replace Ther.* 2022;8(1):1–8.
 11. Salamah S, Post A, Alkaff FF, van Vliet IMY, Ipema KJR, van der Veen Y, et al. Association between objectively measured protein intake and muscle status, health-related quality of life, and mortality in hemodialysis patients. *Clin Nutr ESPEN.* 2024;63:787–95.
 12. Zheng CM, Hsu YH, Lu CL, Chen HH, Lu KC, Chen JS, et al. The modulating effect of dietary protein intake on mortality in long-term hemodialysis patients: A nationwide population-based study. *Int J Clin Pract.* 2021;75(3).
 13. Yang Y, Li Q, Qiu W, Zhang H, Qiu Y, Yuan J, et al. Trajectory of mid-arm subcutaneous fat, muscle mass predicts mortality in hemodialysis patients independent of body mass index [Internet]. *Sci Rep* [Internet]. 2024;14(1):1–12. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64728-8>
 14. Shu X, Lin T, Wang H, Zhao Y, Jiang T, Peng X, et al. Diagnosis, prevalence, and mortality of sarcopenia in dialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2022;13(1):145–58.
 15. Wang Y, Chen Y, Zhang L, Zhuang L, Yang Q, Wu Q, et al. Phase angle is a useful predicting indicator for protein-energy wasting and cardiovascular risk among maintenance hemodialysis patients. *Sci Rep.* 2024;14(1):1–9.
 16. Xu Y, Ling S, Liu Z, Luo D, Qi A, Zeng Y. The ability of phase angle and body composition to predict risk of death in maintenance hemodialysis patients [Internet]. *Int Urol Nephrol* [Internet]. 2024;56(2):731–7. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11255-023-03708-9>
 17. Song Y, Zhang Q, Ni L, Zhang M, Wang M, Zhang W, et al. Risk factors affecting muscle mass decline in maintenance hemodialysis patients. *Biomed Res Int.* 2022;2022(2925216).
 18. Park JH, Park JY, Lee GS, Cha RH. Efficacy of intradialytic neuromuscular electrical stimulation and oral nutritional supplementation in hemodialysis patients: a multicenter, randomized controlled trial. *Kidney Res Clin Pract.* 2025;44(2):288–98.
 19. Kamalzadeh Yazdi R, Radkhah N, Ostadrahimi A. Does exercise enhance the benefits of nutritional support on the biochemical markers of nutrition, anthropometry, and body composition in hemodialysis patients? A systematic review. *Front Nutr.* 2024;11(November).