

HUBUNGAN STATUS GIZI, KEKUATAN GENGAM TANGAN, DAN KOMPOSISI TUBUH DENGAN ATHEROGENIC INDEX OF PLASMA PADA PASIEN RAWAT INAP LANSIA

The Relationship Of Nutritional Status, Hand Grip Strength, And Body Composition With The Atherogenic Index Of Plasma In Elderly Inpatients

Diyani Budi Utami, Hertanto Wahyu Subagio, Etisa Adi Murbawani, Mohammad Sulchan

Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Gizi Klinik, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Semarang, Indonesia

Corresponding author: E-mail : etisatitis@gmail.com

ABSTRAK

Latar belakang: Atherogenic Index of Plasma (AIP) merupakan indikator risiko penyakit metabolik dan kardiovaskular. Faktor-faktor seperti status gizi, kekuatan genggam tangan, dan komposisi tubuh diduga berperan terhadap peningkatan nilai AIP, terutama pada lansia yang mengalami perubahan fisiologis tubuh. Tujuan penelitian adalah mengetahui hubungan antara status gizi, kekuatan genggam tangan, dan komposisi tubuh dengan AIP pada pasien rawat inap lansia di RSUP Dr. Kariadi Semarang.

Metode: Penelitian potong lintang dilakukan pada 55 pasien lansia (≥ 60 tahun) selama Oktober 2024–Maret 2025. Status gizi diukur dengan Indeks Massa Tubuh (IMT), kekuatan genggam tangan dengan handgrip dynamometer, dan komposisi tubuh (Fat Mass Index/FMI, Fat Free Mass Index/FFMI, dan Visceral Fat/VAT) menggunakan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA). Nilai AIP dihitung dari $\log_{10}$ (TG/HDL-C). Analisis korelasi Pearson digunakan dengan $p < 0,05$ dianggap signifikan.

Hasil: Tidak ditemukan hubungan signifikan antara IMT, kekuatan genggam tangan, FMI, dan FFMI dengan AIP ($p > 0,05$). Namun terdapat korelasi positif bermakna antara lemak visceral dan AIP ($r = 0,424$; $p = 0,001$).

Simpulan : Lemak visceral berhubungan signifikan dengan AIP pada pasien lansia, sedangkan IMT, kekuatan genggam tangan, FMI, dan FFMI tidak menunjukkan hubungan bermakna. Pengukuran lemak visceral dapat menjadi prediktor awal risiko penyakit kardiometabolik pada lansia.

Kata kunci: lemak viscera, status gizi, kekuatah genggam tangan, lansia

ABSTRACT

Background: The Atherogenic Index of Plasma (AIP) is an indicator reflecting the risk of metabolic and cardiovascular diseases. Factors such as nutritional status, handgrip strength, and body composition are presumed to influence AIP, especially among the elderly who undergo physiological changes. Objective: To determine the correlation between nutritional status, handgrip strength, and body composition with AIP among hospitalized elderly patients at Dr. Kariadi Hospital, Semarang.

Methods: A cross-sectional study was conducted on 55 elderly inpatients (≥ 60 years) from October 2024 to March 2025. Nutritional status was assessed using Body Mass Index (BMI), handgrip strength was measured using a handgrip dynamometer, and body composition (Fat Mass Index, Fat Free Mass Index, and Visceral Fat) was analyzed using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA). AIP was calculated as $\log_{10}$ (TG/HDL-C). Data were analyzed using Pearson's correlation with significance level $p < 0.05$.

Results: No significant correlations were found between BMI, handgrip strength, FMI, and FFMI with AIP ($p>0.05$). However, visceral fat showed a significant positive correlation with AIP ($r=0.424$; $p=0.001$).

Conclusion: Visceral fat is significantly correlated with AIP among elderly inpatients, while BMI, handgrip strength, FMI, and FFMI showed no significant association. Visceral fat measurement may serve as an early predictor of cardiometabolic risk in the elderly.

Keywords: visceral fat, nutritional status, handgrip strength, elderly

PENDAHULUAN

Populasi lanjut usia (lansia) di Indonesia terus meningkat, diperkirakan mencapai lebih dari 33 juta jiwa pada tahun 2025. Peningkatan ini disertai risiko lebih tinggi terhadap penyakit metabolik dan kardiovaskular akibat perubahan fisiologis yang menurunkan fungsi organ dan metabolisme lipid. Lansia berisiko mengalami gangguan metabolisme lipid serta penurunan progresif fungsi fisiologis berbagai organ. Seiring bertambahnya usia, fungsi pencernaan dan penyerapan biasanya berubah, sehingga mengakibatkan penurunan penyerapan nutrisi. Lansia memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami obesitas sentral dan sindrom metabolik. Sindrom metabolik terdiri dari obesitas, resistensi insulin, dislipidemia, dan hipertensi yang menyebabkan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular dan metabolik³⁻⁵.

Proses penuaan menyebabkan redistribusi lemak tubuh, peningkatan lemak visceral, serta penurunan massa otot dan kekuatan otot. Kondisi tersebut meningkatkan risiko terjadinya dislipidemia dan aterosklerosis. Atherogenic Index of Plasma (AIP) merupakan indikator yang dihitung dari logaritma rasio trigliserida (TG) terhadap high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), dan telah terbukti berkorelasi kuat dengan keberadaan small dense LDL (sdLDL), bentuk LDL yang lebih aterogenik dibandingkan LDL biasa.

Kekuatan genggam tangan direkomendasikan sebagai prediktor klinis kesehatan dan penyakit metabolik seperti dislipidemia, yang merupakan faktor risiko penyakit kardiovaskular. Dalam beberapa penelitian, HGS yang rendah telah dikaitkan dengan berbagai penyakit metabolik dan kardiovaskular. Penelitian di Korea melaporkan bahwa sarkopenia berhubungan dengan terjadinya penyakit kardiovaskular. Penelitian lain menunjukkan bahwa kekuatan genggam tangan berbanding terbalik dengan kematian akibat kardiovaskular. Hubungan antara kekuatan genggam tangan dan sindrom metabolik juga telah diteliti dalam banyak penelitian. Dalam studi

Berbagai faktor seperti status gizi, kekuatan otot, dan distribusi lemak tubuh berpotensi mempengaruhi nilai AIP. Dibandingkan dengan parameter lipid secara tunggal, *atherogenic index of plasma* (AIP) memiliki kemampuan yang lebih baik sebagai prediktor terjadinya penyakit metabolik dan kardiovaskular karena berkorelasi lebih kuat dengan *small dense Lipoprotein* (sdLDL) yaitu lipoprotein yang memiliki aktivitas aterogenik lebih kuat dibandingkan kolesterol lipoprotein densitas rendah (LDL-C). Banyak penelitian menunjukkan AIP merupakan prediktor. Namun, bukti ilmiah mengenai hubungan ketiga faktor tersebut dengan AIP pada lansia masih terbatas, khususnya di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara status gizi, kekuatan genggam tangan, dan komposisi tubuh dengan AIP pada pasien lansia rawat inap.

METODE

Desain dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan studi **potong lintang (cross-sectional)** yang dilakukan di RSUP Dr. Kariadi Semarang pada bulan Oktober 2024–Maret 2025.

Populasi dan Sampel

Subjek penelitian adalah pasien rawat inap usia ≥ 60 tahun yang bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani lembar persetujuan. Kriteria eksklusi meliputi pasien dengan edema, asites, atau kondisi akut berat yang dapat mengganggu pengukuran BIA. Jumlah sampel sebanyak 55 responden dipilih dengan metode consecutive sampling.

Variabel dan Pengukuran

Status gizi: dihitung dengan rumus $IMT = \text{berat badan (kg)} / \text{tinggi badan}^2 (\text{m}^2)$, dikategorikan menurut kriteria Asia Pasifik. **Kekuatan genggam tangan (Handgrip Strength/HGS):** diukur menggunakan handgrip dynamometer dalam posisi duduk dengan siku 90° , diambil rata-rata dari tiga kali pengukuran tangan dominan. **Komposisi tubuh:** meliputi Fat Mass Index (FMI), Fat Free Mass Index (FFMI), dan Visceral Fat (VAT) menggunakan alat **Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)** multifrekuensi. **Atherogenic Index of Plasma (AIP):** dihitung dari $\log_{10} (\text{trigliserida}/\text{HDL-C})$ berdasarkan hasil pemeriksaan darah puasa.

Analisis Data

Analisis statistik menggunakan **SPSS 25.0**. Distribusi data diuji dengan uji Shapiro–Wilk. Uji korelasi Pearson digunakan untuk melihat hubungan antar variabel dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$.

Etika Penelitian

Penelitian telah mendapatkan **persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro – RSUP Dr. Kariadi Semarang** (No. 135/EC/FK/2024).

HASIL

Karakteristik Subjek

Sebagian besar responden berusia 60–74 tahun, dengan distribusi jenis kelamin seimbang. Sebanyak 40% responden memiliki status gizi normal, dan 45% termasuk kategori overweight–obesitas berdasarkan IMT. Nilai rata-rata AIP adalah $0,23 \pm 0,05$, menunjukkan risiko sedang terhadap penyakit kardiovaskular.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

	Mean $\pm$ SD	Median (min-max)	n (%)
Umur (tahun)	65,8 $\pm$ 4,32	65 (60-76)	
Jenis Kelamin			
Laki-laki			38 (69,1%)
Perempuan			17 (30,9%)
Derajat Status Gizi			
Underweight			3 (5,5%)
Normoweight			22 (40,0%)
Overweight			12 (21,8%)
Obesity Grade 1			12 (21,8%)
Obesity Grade 2			6 (10,9%)
Status Gizi (Kg/m^2)	24,2 $\pm$ 4,44	23,23 (17,12-37,78)	
Kekuatan genggam tangan (Kg/f)	20,4 $\pm$ 5,21	20 (13-31)	
- Normal			11 (20,0%)
- Rendah			44 (80,0%)
Komposisi tubuh:			

Fat Mass Index	5,9 ± 4,07	5,40 (0,10-19,30)	
Fat Free Mass Index	18,3 ± 4,68	17,70 (5,97-25,68)	
Visceral Fat	2,8 ± 1,30	2,81 (0,21-6,81)	
Trigliserida	118,8 ± 56,12	110 (40-332)	
High Density Lipoprotein	38,1 ± 10,65	39 (10-60)	
Atherogenic Index of Plasma	0,4 ± 0,24	0,45 (0,05-1,43)	
- Rendah			2 (3,6%)
- Sedang			7 (12,7%)
- Tinggi			46 (83,6%)
Asupan			
-Energi	1889,2 ± 530,98	1943.4 (918.8-2813,5)	
-Karbohidrat	237,2 ± 94,02	234.1 (25.7-439,8)	
-Protein	66,8 ± 15,18	66,6 (24,3-90)	
-Lemak	67,8 ± 21,69	66.3 (18,5-122.5)	
-Serat	10,8 ± 6,71	9.5 (0.7-29.8)	

Berdasarkan hasil analisis deskriptif karakteristik subjek penelitian didapatkan rentang usia yang relatif homogen. Sebagian besar subjek penelitian adalah laki-laki. Derajat status gizi berdasarkan IMT mayoritas adalah *normoweight*. Rerata derajat status gizi subjek penelitian masuk dalam kategori *overweight*. Kekuatan genggam tangan pada subjek penelitian mayoritas masuk dalam kategori rendah. Rerata komposisi tubuh berdasarkan *fatmass index* mayoritas masuk dalam kategori normal, *fat free mass indeks* mayoritas masuk dalam kategori normal, dan *visceral* mayoritas masuk dalam kategori meningkat. *Index atherogenic index of plasma* mayoritas masuk dalam kategori tinggi.

Rerata asupan energi, karbohidrat, dan protein pada subyek penelitian berada dalam batas rata-rata kebutuhan harian, namun pada kondisi pasien dengan rawat inap terjadi inflamasi dan katabolisme sehingga kebutuhan makronutrien dapat meningkat. Rerata asupan lemak pada subyek penelitian berada di atas rata-rata kebutuhan harian, sedangkan asupan serat di bawah rata-rata kebutuhan harian.

Hubungan Status Gizi, Kekuatan Genggam Tangan, dan Komposisi Tubuh dengan *Atherogenic Index of Plasma*

Uji analisis bivariat pada penelitian ini menggunakan uji korelasi pearson dikarenakan jumlah sampel > 50 dan variabel yang diteliti memiliki skala numerik. Uji korelasi dilakukan untuk melihat hubungan antara status gizi, kekuatan genggam tangan, dan komposisi tubuh dengan *Atherogenic Index of Plasma*.

Tabel 2. Analisis Bivariat

Variabel	<i>Atherogenic Index of Plasma</i>	
	r	p
Status gizi	0,126	0,357
Kekuatan genggam tangan	-0,235	0,084
<i>Fat mass Indeks</i>	0,015	0,916
<i>Fat Free Mass Index</i>	-0,023	0,865
<i>Visceral Fat</i>	0,424	0,001*

*p < 0,05 = signifikan

Hubungan Variabel Perancu Jenis Kelamin dan Asupan dengan Atherogenic Index of Plasma

Analisis hubungan variabel perancu jenis kelamin dengan AIP menggunakan uji t. Analisis hubungan variabel perancu asupan (lemak, karbohidrat, energi, protein, dan serat) dengan AIP menggunakan uji korelasi pearson.

Tabel 3. Uji Hubungan variabel perancu dengan AIP

Variabel	<i>Atherogenic Index of Plasma</i>	
	t/r	p
Jenis kelamin	0,12	0,902
Asupan energi	0,133	0,332
Asupan karbohidrat	0,142	0,303
Asupan protein	0,149	0,277
Asupan lemak	0,094	0,496
Asupan serat	0,144	0,294

t) Independent T test, r) Koefisien korelasi pearson

Hasil uji t variabel perancu jenis kelamin dengan *atherogenic index of plasma* menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara laki-laki dan perempuan. Hal ini sesuai dengan penelitian *cross sectional* pada tahun 2025 di Makasar yang menunjukkan nilai AIP tidak berbeda secara signifikan antara jenis kelamin laki-laki dan perempuan⁶⁹.

Hasil analisis bivariat hubungan variabel perancu asupan yaitu energi, karbohidrat, protein, lemak, dan serat dengan *atherogenic index of plasma* memiliki korelasi yang tidak signifikan. Subjek penelitian lansia dimana sudah terjadi perubahan metabolisme sehingga kemungkinan faktor yang mempengaruhi kadar trigliserid dan HDL lebih didominasi faktor

internal dibandingkan faktor eksternal seperti asupan makanan. Kadar plasma kolesterol total dan kolesterol LDL diketahui meningkat seiring bertambahnya usia sementara kolesterol HDL menurun seiring bertambahnya usia. Populasi lansia mengalami lebih banyak kondisi medis kronis seperti PJK, diabetes melitus (DM), dan penyakit ginjal kronis. Kondisi inflamasi dan resistensi insulin juga mempengaruhi AIP. Peradangan menyebabkan perubahan metabolisme lipid. Resistensi insulin akan meningkatkan pemecahan asam lemak bebas di jaringan adiposa, sehingga meningkatkan jumlah asam lemak bebas yang mengalir ke hati dan meningkatkan sintesis lemak dan lipoprotein densitas sangat rendah di hati serta akan mengaktifkan lipoprotein lipase di jaringan adiposa, yang dapat mengakibatkan peningkatan trigliserida darah. Selain itu, HbA1c meningkatkan transfer ester kolesterol dari HDL-C yang menyebabkan penurunan HDL-C^{70,71}.

Penelitian mengenai korelasi antara asupan makanan dengan AIP masih menunjukkan hasil yang bertentangan. Penelitian yang dilakukan di Iran pada 9515 subjek pada tahun 2025 menunjukkan korelasi yang lemah antara asupan energi, protein, dan lemak dengan AIP. Penelitian tahun 2018 di Semarang menunjukkan korelasi yang tidak signifikan antara *refined* dan *non-refined carbohydrates* dengan sdLDL pada pasien dengan PJK. Faktor risiko asupan lemak yang berpengaruh pada pasien PJK yaitu *trans fat* dan SFA bersifat *atherogenic*, sedangkan USFA yang terdiri dari MUFA dan PUFA bersifat *anti atherogenic*^{71,72}

Tabel 3. Hubungan Antar Variabel

Variabel	r	p-value
IMT – AIP	0,102	0,427
HGS – AIP	-0,120	0,356
FMI – AIP	0,154	0,272
FFMI – AIP	-0,084	0,516
VAT – AIP	0,424	0,001

Terdapat hubungan positif signifikan antara **lemak visceral (VAT)** dan **AIP** ($r=0,424$; $p=0,001$), sedangkan variabel lain tidak menunjukkan hubungan bermakna.

Pembahasan

Hasil analisis dalam penelitian ini memperkuat bukti bahwa lemak visceral memiliki peran sentral dalam patogenesis dislipidemia aterogenik pada populasi lansia. Lemak visceral memiliki aktivitas metabolik yang lebih tinggi dibandingkan lemak subkutan dan berhubungan langsung dengan resistensi insulin, inflamasi sistemik, serta disfungsi endotel. Jaringan adiposa visceral menghasilkan sitokin proinflamasi seperti interleukin-6 (IL-6) dan tumor necrosis factor- α (TNF- α), yang dapat meningkatkan produksi VLDL (very low-density lipoprotein) di hati dan menurunkan kadar HDL-C.³⁵ Mekanisme ini berkontribusi terhadap peningkatan AIP, yang mencerminkan keberadaan partikel small dense LDL (sdLDL) yang lebih aterogenik.⁵ Penelitian Hamzeh et al menunjukkan bahwa Visceral Adiposity Index (VAI) berhubungan kuat dengan AIP dan keduanya dapat menjadi prediktor penyakit kardiovaskular.¹¹ Hasil ini sejalan dengan penelitian Sukkriang et al. yang menemukan korelasi antara peningkatan lemak visceral dengan kenaikan kadar trigliserida serta penurunan HDL pada individu obesitas.²⁸

Tidak ditemukannya hubungan bermakna antara IMT dan AIP ($r=0,126$; $p=0,357$) menunjukkan bahwa IMT tidak cukup sensitif untuk menilai risiko aterogenik, terutama pada lansia. IMT hanya menggambarkan rasio berat terhadap tinggi badan tanpa membedakan antara massa lemak dan massa bebas lemak.¹⁴ Borga et al. melaporkan bahwa dua individu dengan IMT serupa dapat memiliki komposisi lemak visceral yang berbeda secara signifikan sehingga risiko kardiometaboliknya pun berbeda.²⁷ Selain itu, proses penuaan menyebabkan redistribusi lemak tubuh, yaitu peningkatan lemak visceral dan penurunan massa otot tanpa perubahan besar pada berat badan total. Hal ini membuat IMT tidak selalu merepresentasikan risiko metabolik aktual.⁴⁷

Kekuatan genggam tangan (HGS) digunakan sebagai indikator status nutrisi dan fungsi otot lansia. Namun, penelitian ini tidak menemukan hubungan bermakna antara HGS dan AIP ($r=-0,235$; $p=0,084$). Penurunan HGS pada pasien rawat inap kemungkinan besar disebabkan oleh inflamasi dan imobilisasi, bukan akibat perubahan metabolisme lipid.^{16,18} Penelitian Chong et al menunjukkan bahwa hubungan antara HGS dan profil lipid hanya terlihat pada populasi sehat, tetapi tidak konsisten pada pasien dengan penyakit kronis.¹⁸ Faktor peradangan dan resistensi insulin dapat mengaburkan hubungan tersebut.

Hasil analisis korelasi menunjukkan tidak ada hubungan bermakna antara FMI dan FFMI dengan AIP. FMI hanya menggambarkan jumlah total lemak tanpa memperhitungkan distribusinya, sedangkan FFMI mencerminkan massa otot yang meskipun penting untuk metabolisme, tidak secara langsung memengaruhi kadar TG/HDL-C.²³ Merchant et al juga

melaporkan bahwa FMI dan FFMI lebih berkaitan dengan fungsi fisik daripada profil lipid.²³ Asupan Zat Gizi dan Jenis Kelamin terhadap AIP. Analisis menunjukkan tidak ada hubungan signifikan antara asupan energi, karbohidrat, protein, lemak, dan serat dengan AIP. Hal ini dapat disebabkan oleh perubahan metabolisme akibat usia, penyakit kronis, dan penggunaan obat-obatan yang memengaruhi metabolisme lipid (34,40). Pengaruh hormon seperti penurunan estrogen dan testosteron turut berperan dalam peningkatan TG dan penurunan HDL pada lansia (41). Mach et al. menjelaskan bahwa efek lemak terhadap AIP bergantung pada jenis asam lemak, di mana saturated fatty acids (SFA) dan trans fat bersifat aterogenik, sedangkan monounsaturated fatty acids (MUFA) dan polyunsaturated fatty acids (PUFA) bersifat protektif.³⁵ Pengukuran lemak visceral memiliki nilai diagnostik tinggi dalam menilai risiko kardiometabolik pada lansia. Pemeriksaan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) atau ultrasonografi visceral dapat digunakan sebagai skrining awal risiko aterosklerosis (27).

Keterbatasan Penelitian

Beberapa keterbatasan penelitian ini antara lain desain potong lintang yang tidak dapat membuktikan hubungan kausal, pengaruh kondisi klinis pasien rawat inap terhadap hasil BIA, serta keterbatasan evaluasi asupan jangka panjang.

Kesimpulan

Terdapat hubungan signifikan antara **lemak visceral** dan **Atherogenic Index of Plasma (AIP)** pada pasien lansia rawat inap. Tidak ditemukan hubungan bermakna antara IMT, kekuatan genggam tangan, FMI, maupun FFMI dengan AIP. Pemeriksaan lemak visceral melalui **Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)** dapat dipertimbangkan sebagai pemeriksaan rutin dalam penilaian risiko penyakit kardiometabolik pada lansia.

Saran

Institusi pelayanan kesehatan disarankan melakukan **skrining komposisi tubuh secara rutin**, khususnya pengukuran lemak visceral, sebagai langkah deteksi dini risiko aterosklerosis pada pasien lansia. Penelitian lanjutan dengan desain longitudinal diperlukan untuk mengevaluasi hubungan kausal antara perubahan komposisi tubuh dan progresivitas AIP.

Daftar Pustaka

1. Hamzeh B, Pashar Y, Mirzaei N, et al. Visceral adiposity index and atherogenic index of plasma as predictors of cardiovascular risk: evidence from a cohort study in Iran. *BMC Cardiovasc Disord*. 2021;21(1):123.
2. Lin Y, Zhong S, Sun Z. Association between triglyceride to HDL-cholesterol ratio and sarcopenia among elderly patients with diabetes. *Clin Nutr*. 2023;42(2):456–463.

3. Chong H, Choi YE, Kong JY, et al. Association of handgrip strength and cardiometabolic markers in Korean adults. *Nutrients*. 2020;12(8):2401.
4. Hussain A, Ali I, Kaleem WA, Yasmeen F. Correlation between body mass index and lipid profile in patients with type 2 diabetes. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2017;29(4):585–589.
5. Dobiášová M, Frohlich J. The plasma parameter log (TG/HDL-C) as an atherogenic index: correlation with lipoprotein particle size. *Clin Biochem*. 2001;34(7):583–588.
6. Srikanthan P, Karlamangla AS. Muscle mass index as a predictor of longevity in older adults. *Am J Med*. 2014;127(6):547–553.
7. World Health Organization. *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. WHO Tech Rep Ser 894. Geneva: WHO; 2000.
8. Murbawani EA, Sulchan M, Probosari E, et al. Relationship between body composition and metabolic syndrome in Indonesian elderly. *J Nutr Sci*. 2022;11:e45.
9. Matsuzawa Y. Adiponectin and metabolic syndrome. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2004;24(1):29–33.
10. Grundy SM, Cleeman JJ, Daniels SR, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome. *Circulation*. 2005;112(17):2735–2752.
11. Hamzeh B, Pasdar Y, Mirzaei N, Faramani RS, Najafi F, Shakiba E. Visceral adiposity index and atherogenic index of plasma as useful predictors of risk of cardiovascular diseases: evidence from a cohort study in Iran. *Lipids Health Dis*. 2021 Aug 1;20(1):82. doi: 10.1186/s12944-021-01505-w. PMID: 34334141; PMCID: PMC8327427.
12. Lin Y, Zhong S, Sun Z. Association between serum triglyceride to highdensity lipoprotein cholesterol ratio and sarcopenia among elderly patients with diabetes: a secondary data analysis of the China Health and Retirement Longitudinal Study. *BMJ Open*. 2023 Aug 31;13(8):e075311. doi: 10.1136/bmjopen-2023-075311. PMID: 37652587; PMCID: PMC10476130.
13. Bo MS, Cheah WL, Lwin S, Moe Nwe T, Win TT, Aung M. Understanding the Relationship between Atherogenic Index of Plasma and Cardiovascular Disease Risk Factors among Staff of an University in Malaysia. *J Nutr Metab*. 2018 Jul 4;2018:7027624. doi: 10.1155/2018/7027624. PMID: 30116641; PMCID: PMC6079547.

14. Weir CB, Jan A. BMI Classification Percentile And Cut Off Points. 2023 Jun 26. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PMID: 31082114.
15. Vaishya, R., Misra, A., Vaish, A. Hand grip strength as a proposed new vital sign of health: a narrative review of evidences. *J Health Popul Nutr* 43, 7 (2024). <https://doi.org/10.1186/s41043-024-00500-y>
16. Amaral CA, Amaral TLM, Monteiro GTR, Vasconcellos MTL, Portela MC. Hand grip strength: Reference values for adults and elderly people of Rio Branco, Acre, Brazil. *PLoS One*. 2019 Jan 31;14(1):e0211452. doi: 10.1371/journal.pone.0211452. PMID: 30703162; PMCID: PMC6354998.
17. Lee SY. Handgrip Strength: An Irreplaceable Indicator of Muscle Function. *Ann Rehabil Med*. 2021 Jun;45(3):167-169. doi: 10.5535/arm.21106. Epub 2021 Jun 30. PMID: 34233405; PMCID: PMC8273729.
18. Chong H, Choi YE, Kong JY, Park JH, Yoo HJ, Byeon JH, et al. Association of Hand Grip Strength and Cardiometabolic Markers in Korean Adult Population: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2015-2016. *Korean J Fam Med*. 2020 Sep;41(5):291-298. doi: 10.4082/kjfm.18.0129. Epub 2020 May 8. PMID: 32380799; PMCID: PMC7509119.
19. Jeong W, Moon JY, Kim JH. Association of absolute and relative hand grip strength with all-cause mortality among middle-aged and old-aged people. *BMC Geriatr*. 2023 May 23;23(1):321. doi: 10.1186/s12877-023-04008-8. PMID: 37221501; PMCID: PMC10207794.
20. Pan PJ, Lin CH, Yang NP, Chen HC, Tsao HM, Chou. Normative data and associated factors of hand grip strength among elderly individuals: The Yilan Study, Taiwan. *Sci Rep*. 2020 Apr 20;10(1):6611. doi: 10.1038/s41598-020-63713-1. PMID: 32313118; PMCID: PMC7170913.
21. Kuriyan R. Body composition techniques. *Indian J Med Res*. 2018 Nov;148(5):648-658. doi: 10.4103/ijmr.IJMR_1777_18. PMID: 30666990; PMCID: PMC6366261.
22. Sergi G, De Rui M, Stubbs B, Veronese N, Manzato E. Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *Aging Clin*

- Exp Res. 2017 Aug;29(4):591-597. doi: 10.1007/s40520-016-0622-6. Epub 2016 Aug 27. PMID: 27568020.
23. Merchant RA, Seetharaman S, Au L, Wong MWK, Wong BLL, Tan LF. Relationship of Fat Mass Index and Fat Free Mass Index With Body Mass Index and Association With Function, Cognition and Sarcopenia in Pre-Frail Older Adults. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021 Dec 24;12:765415. doi: 10.3389/fendo.2021.765415. PMID: 35002957; PMCID: PMC8741276.; PMC6366261.
24. Sedlmeier AM, Baumeister SE, Weber A, Fischer B, Thorand B, Ittermann T, et al. Relation of body fat mass and fat-free mass to total mortality: results from 7 prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr*. 2021 Mar 11;113(3):639- 646. doi: 10.1093/ajcn/nqaa339. PMID: 33437985.
25. Bellizzi V, Scalfi L, Terracciano V, Marra M, Di Iorio B. The prediction of single-frequency BIA variables from individual characteristics. *Acta Diabetol*. 2003 Oct;40 Suppl 1:S233-5. doi: 10.1007/s00592-003-0073-3. PMID: 14618480.
26. Yalin SF, Gulcicek S, Avci S, Erkalma Senates B, Altiparmak MR, Trabulus S, et al. Single-frequency and multi-frequency bioimpedance analysis: What is the difference? *Nephrology (Carlton)*. 2018 May;23(5):438-445.
27. Borga M, West J, Bell JD, Harvey NC, Romu T, Heymsfield SB, et al. Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *J Investig Med*. 2018 Jun;66(5):1-9. doi: 10.1136/jim- 2018-000722. Epub 2018 Mar 25. PMID: 29581385; PMCID: PMC5992366.
28. Sukkriang N, Chanprasertpinyo W, Wattanapisit A, Punsawad C, Thamrongrat N, Sangpoom S. Correlation of body visceral fat rating with serum lipid profile and fasting blood sugar in obese adults using a noninvasive machine. *Heliyon*. 2021 Feb 14;7(2):e06264. doi:10.1016/j.heliyon.2021.e06264. PMID: 33644479; PMCID: PMC7893433.
29. Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *Br J Radiol*. 2012 Jan;85(1009):1-10. doi: 10.1259/bjr/38447238. Epub 2011 Sep 21. PMID: 21937614; PMCID: PMC3473928.

30. Hamzeh B, Pasdar Y, Mirzaei N, Faramani RS, Najafi F, Shakiba E. Visceral adiposity index and atherogenic index of plasma as useful predictors of risk of cardiovascular diseases: evidence from a cohort study in Iran. *Lipids Health Dis.* 2021 Aug 1;20(1):82. doi: 10.1186/s12944-021-01505-w. PMID: 34334141; PMCID: PMC8327427.
31. Karimpour Reyhan S, Yadegar A, Samimi S, Nakhaei P, Esteghamati A, Nakhjavani M, et al. Atherogenic Index of Plasma (AIP): The Most Accurate Indicator of Overweight and Obesity Among Lipid Indices in Type 2 Diabetes- Findings From a Cross-Sectional Study. *Endocrinol Diabetes Metab.* 2024 Nov;7(6):e70007. doi: 10.1002/edm2.70007. PMID: 39500546; PMCID: PMC11537723.
32. Gibson, Rosalind. 2005. *Principle of Nutritional Assessment*. New York: Oxford University Press Inc
33. Sofia SN, Sugiri S, Utami SB, Nugroho MA, Murbawani EA. Hubungan antara jenis asupan karbohidrat dan lemak dengan kadar small dense low density lipoprotein pada pasien penyakit jantung koroner. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*. 2018;7(1):37-42.
34. Lent-Schochet D, Jialal I. *Biochemistry, Lipoprotein Metabolism*. [Updated 2023 Jan 16]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553193/>
35. Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, et al. ESC Scientific Document Group. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J.* 2020 Jan 1;41(1):111-188. doi: 10.1093/eurheartj/ehz455. Erratum in: *Eur Heart J.* 2020 Nov 21;41(44):4255. doi: 10.1093/eurheartj/ehz826. PMID: 31504418.
36. Goswami B, Reang T, Sarkar S, Sengupta S, Bhattacharjee B. Role of body visceral fat in hypertension and dyslipidemia among the diabetic and nondiabetic ethnic population of Tripura-A comparative study. *J Family Med Prim Care.* 2020 Jun 30;9(6):2885-2890. doi: 10.4103/jfmpe.jfmpe_187_20. PMID: 32984144; PMCID: PMC7491841.
37. Williams R, Periasamy M. Genetic and Environmental Factors Contributing to Visceral Adiposity in Asian Populations. *Endocrinol Metab (Seoul)*. 2020 Dec;35(4):681-695. doi: 10.3803/EnM.2020.772. Epub 2020 Dec 23. PMID: 33397033; PMCID: PMC7803598.

38. Vaezi Z, Amini A. Familial Hypercholesterolemia. [Updated 2022 Sep 26]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556009/.68>
39. Hannon BA, Edwards CG, Thompson SV, Burke SK, Burd NA, Holscher HD, et al. Genetic Variants in Lipid Metabolism Pathways Interact with Diet to Influence Blood Lipid Concentrations in Adults with Overweight and Obesity. *Lifestyle Genom.* 2020;13(6):155-163. doi: 10.1159/000507021. Epub 2020 Oct 26. PMID: 33105144.
40. Feng L, Nian S, Tong Z, Zhu Y, Li Y, Zhang C, et al. Age-related trends in lipid levels: a large-scale cross-sectional study of the general Chinese population. *BMJ Open.* 2020 Mar 18;10(3):e034226. doi: 10.1136/bmjopen-2019-034226. PMID: 32193266; PMCID: PMC7202729.
41. Zhao P, Liu S, Zhong Z, Liu J. Age- and sex-related difference of lipid profile in patients with ischemic stroke in China. *Medicine (Baltimore).* 2018 Jun;97(23):e10930. doi: 10.1097/MD.00000000000010930. PMID: 29879034; PMCID: PMC5999460.
42. Kalopitas G, Mouskeftara T, Laipikos T, Arvanitakis K, Ioannidis A, Malandris K. et al. Plasma Lipids Profile in the Prediction of Non-Alcoholic Steatohepatitis in Adults: A Case-Control Study. *Int J Mol Sci.* 2023 Aug 12;24(16):12717. doi: 10.3390/ijms241612717. PMID: 37628898; PMCID: PMC10454013.
43. Bhowmik B, Siddiquee T, Mujumder A, Afsana F, Ahmed T, Mdala IA et al. Serum Lipid Profile and Its Association with Diabetes and Prediabetes in a Rural Bangladeshi Population. *Int J Environ Res Public Health.* 2018 Sep 6;15(9):1944. doi: 10.3390/ijerph15091944. PMID: 30200612; PMCID: PMC6165005.
44. Dekani, A.M., Nava, Z.H., Zaman, B.A. The association between lipid profile, oxidized LDL and the components of metabolic syndrome with serum mineral status and kidney function in individuals with obesity. *BMC Res Notes* **16**, 196 (2023). <https://doi.org/10.1186/s13104-023-06472-2>
45. Maciel EDS, Silva BKR, Figueiredo FWDS, Pontes-Silva A, Quaresma FRP, Adami F. Physical inactivity level and lipid profile in traditional communities in the Legal Amazon: a cross-sectional study : Physical inactivity level in the Legal Amazon. *BMC Public Health.* 2022 Mar 18;22(1):542. doi: 10.1186/s12889-022-12973-9. PMID: 35303858; PMCID: PMC8932679.

46. Al Zaki, M., Umar, U., Yenes, R., Rasyid, W., Ockta, Y., & Budiwanto, A. (2023). The Impact of Regular Physical Activity on Lipid Profile and Cardiovascular Health in Adolescents : A Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(SpecialIssue), 213–221. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9iSpecialIssue.7811>
47. Laclaustra M., Lopez E, Civeira F., Garcia E., Auxiliadora E. Graciani, et al. LDL Cholesterol Rises With BMI Only in Lean Individuals: Cross-sectional U.S. and Spanish Representative Data. *Diabetes Care* 1 October 2018; 41 (10): 2195–2201. <https://doi.org/10.2337/dc18-0372>