

EVALUASI PARAMETER ANTROPOMETRI DAN BIOKIMIA SEBAGAI PREDIKTOR KOMPOSISI LEMAK TUBUH PADA LAKI-LAKI DEWASA

Yonathan Adi Purnomo¹, Alexander Halim Santoso², Bryan Anna Wijaya³

¹Departemen Bedah, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

Email: yonathana@fk.untar.ac.id

²Departemen Gizi, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

Email: alexanders@fk.untar.ac.id

³Program Studi Profesi Dokter, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

Email: bryan.406242072@fk.untar.ac.id

Masuk: 10-08-2025, revisi: 20-08-2025, diterima untuk diterbitkan: 25-08-2025

ABSTRAK

Latar Belakang: Peningkatan prevalensi obesitas dan gangguan metabolik menekankan perlunya pendekatan skrining yang praktis, efektif, dan berbasis risiko. Peningkatan lemak subkutan berpotensi meningkatkan risiko penyakit-penyakit tidak menular seperti diabetes dan hipertensi, sehingga evaluasi parameter antropometri dan biokimia pada laki-laki dewasa memiliki nilai penting dalam memprediksi lemak subkutan. **Tujuan:** Evaluasi antropometri dan biokimia darah metabolik dengan komposisi lemak tubuh pada laki-laki dewasa. **Metode:** Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan potong lintang. Data dikumpulkan dari laki-laki dewasa yang menjalani pemeriksaan kesehatan rutin di Ujung Menteng, Cengkareng Timur, Grogol, Duri Kosambi, Tanjung Duren Selatan, dan Menteng Dalam periode Juni 2024 – Juni 2025. Parameter yang dinilai meliputi lingkaran perut, lingkaran panggul, rasio pinggang-pinggul (*waist-to-hip ratio*/WHR), tekanan darah, serta parameter biokimia seperti trigliserida, asam urat, HDL, dan LDL. Komposisi lemak subkutan diukur berdasarkan segmentasi tubuh melalui metode antropometri standar. Analisis korelasi Pearson digunakan untuk mengevaluasi hubungan antarvariabel. **Hasil:** Lingkaran perut menunjukkan korelasi yang sangat kuat terhadap total lemak subkutan ($r = 0,783$; $p < 0,001$), menegaskan perannya sebagai indikator utama akumulasi lemak perifer. WHR dan lingkaran panggul juga menunjukkan korelasi signifikan terhadap distribusi lemak tubuh. Parameter biokimia seperti kadar trigliserida menunjukkan korelasi positif terhadap seluruh area lemak subkutan ($r = 0,280$; $p = 0,002$), sedangkan tekanan darah diastolik berasosiasi signifikan dengan semua segmen lemak subkutan. Sebaliknya, asam urat, HDL, dan LDL tidak menunjukkan hubungan bermakna. **Kesimpulan:** Lingkaran perut dan parameter biokimia dapat digunakan sebagai prediktor praktis terhadap komposisi lemak subkutan pada laki-laki dewasa. Implementasi skrining multifaktorial berbasis antropometri dan biokimia dapat menjadi pendekatan klinis yang efektif dalam deteksi dini risiko metabolik.

Kata kunci: Antropometri, Lemak Subkutan, Parameter Biokimia, Laki-laki Dewasa

ABSTRACT

Background: The increasing prevalence of obesity and metabolic disorders highlights the need for a practical, effective, and risk-based screening approach. The accumulation of subcutaneous fat may increase the risk of non-communicable diseases such as diabetes and hypertension. Therefore, the evaluation of anthropometric and biochemical parameters in adult men is important for predicting subcutaneous fat. **Objective:** Evaluation of anthropometry and metabolic blood biochemistry with body fat composition in adult men. **Methods:** This analytical cross-sectional study involved adult males undergoing routine health examinations at Ujung Menteng, Cengkareng Timur, Grogol, Duri Kosambi, Tanjung Duren Selatan, and Menteng Dalam between June 2024 - June 2025. Evaluated parameters included waist circumference, hip circumference, waist-to-hip ratio (WHR), blood pressure, and biochemical markers such as triglycerides, uric acid, HDL, and LDL. Subcutaneous fat composition was measured via standard anthropometric segmentation. Pearson correlation analysis was used to assess variable associations. **Results:** Waist circumference showed a strong correlation with total subcutaneous fat ($r = 0.783$; $p < 0.001$), establishing its value as a primary predictor of peripheral fat accumulation. WHR and hip circumference were also significantly associated with fat distribution. Biochemical parameters, particularly triglyceride levels,

were positively correlated with subcutaneous fat across all regions ($r = 0.280$; $p = 0.002$), while diastolic blood pressure showed a significant association with all subcutaneous fat segments. Conversely, uric acid, HDL, and LDL showed no significant correlation. **Conclusion:** Waist circumference and biochemical parameters may serve as practical predictors of subcutaneous fat in adult males. The integration of anthropometric and biochemical screening provides a clinically relevant approach for early detection of metabolic risk.

Keywords: Adult Men, Anthropometry, Biochemical Parameters, Subcutaneous Fat

1. PENDAHULUAN

Obesitas dan peningkatan lemak tubuh merupakan masalah kesehatan masyarakat global yang terus berkembang, dengan implikasi serius terhadap morbiditas dan mortalitas akibat penyakit kardiometabolik, termasuk diabetes melitus tipe 2 dan penyakit jantung koroner. Evaluasi parameter antropometri dan biokimia sebagai prediktor komposisi lemak tubuh pada laki-laki dewasa menjadi sangat penting untuk deteksi dini dan manajemen risiko. Ukuran antropometri konvensional seperti indeks massa tubuh (IMT), lingkaran pinggang, dan rasio pinggang-pinggul (*Waist-to-hip ratio*/WHR) telah lama digunakan dalam praktik klinis karena kesederhanaan dan efisiensi biayanya (da Cunha de Sá-Caputo et al., 2021; Oliveira et al., 2023). Obesitas dialami oleh sekitar 35,4% penduduk Indonesia yang berusia di atas 18 tahun, dengan laki-laki sebesar 26,6% (Kohir et al., 2024).

Perkembangan teknologi dalam analisis komposisi tubuh, seperti *bioelectrical impedance analysis* (BIA) dan dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), telah membuka peluang baru dalam memperoleh pemahaman yang lebih rinci mengenai distribusi dan proporsi lemak tubuh. (Mecherques-Carini et al., 2025) Meskipun teknik ini menawarkan akurasi yang lebih tinggi, tantangan praktis seperti biaya, ketersediaan, dan kebutuhan sumber daya khusus membatasi penggunaannya secara luas. Pendekatan integratif yang menggabungkan data antropometri dengan teknik lanjutan seperti BIA menjadi strategi menjanjikan untuk menyusun model prediktif yang lebih efisien dan aplikatif di berbagai populasi (da Cunha de Sá-Caputo et al., 2021).

Selain pengukuran antropometri, parameter biokimia seperti kadar glukosa darah, profil lipid, dan penanda inflamasi seperti *c-reactive protein* (CRP) kini semakin diakui sebagai indikator penting dalam menilai status metabolik dan kesehatan tubuh secara menyeluruh. Peningkatan massa lemak tubuh, khususnya lemak visceral, telah dikaitkan dengan gangguan homeostasis glukosa, dislipidemia, dan aktivasi respon inflamasi kronik tingkat rendah (*low grade inflammation*) yang dikenal sebagai *metaflammation* (Bibi et al., 2024). Peningkatan IMT secara konsisten berhubungan dengan perubahan profil lipid, seperti meningkatnya kadar trigliserida dan LDL serta penurunan HDL, yang semuanya merupakan faktor risiko utama penyakit kardiovaskular (Limareva et al., 2017). Obesitas juga dikaitkan dengan gangguan fungsi *gut mucosa barrier* dan peningkatan permeabilitas usus, yang memungkinkan endotoksin dapat masuk ke sirkulasi sistemik dan memperburuk inflamasi metabolik (Maqoud et al., 2024). Pada pasien diabetes melitus tipe 2, kadar hsCRP yang tinggi mencerminkan peningkatan inflamasi sistemik yang terkait erat dengan massa lemak tubuh dan variabilitas glukosa, memperkuat hubungan antara obesitas, peradangan, dan disfungsi metabolik (Klimontov et al., 2016).

Penelitian mengenai hubungan antara parameter sindrom metabolik dan distribusi lemak tubuh, khususnya lemak subkutan, menjadi semakin relevan seiring meningkatnya prevalensi gangguan metabolik di kalangan populasi dewasa, terutama laki-laki di lingkungan urban. Sindrom metabolik, yang terdiri dari kombinasi faktor seperti peningkatan lingkaran perut, kadar trigliserida tinggi, kadar HDL rendah, hipertensi, dan hiperglikemia, diketahui berkontribusi terhadap peningkatan risiko penyakit kardiovaskular dan diabetes tipe 2. Selain itu, faktor usia dan gaya hidup berperan penting dalam memengaruhi distribusi lemak serta munculnya parameter sindrom metabolik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi korelasi antara parameter sindrom metabolik dengan deposisi lemak subkutan (di tiga posisi dan total) pada kelompok laki-laki dewasa di Jakarta. Hasil dari studi ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan strategi pencegahan dan penatalaksanaan sindrom metabolik secara lebih personal dan berbasis risiko.

2. METODE PENELITIAN

Studi potong lintang (ini dilaksanakan secara *multicenter* di enam kelurahan di wilayah DKI Jakarta, yaitu Ujung Menteng, Cengkareng Timur, Grogol, Duri Kosambi, Tanjung Duren Selatan, dan Menteng Dalam. Proses pengumpulan data berlangsung selama sebelas bulan, yakni dari Juli 2024 hingga Mei 2025. Penelitian ini memfokuskan pada kelompok laki-laki dewasa yang berusia minimal 18 tahun serta berdomisili atau memiliki aktivitas rutin di wilayah kelurahan tersebut.

Pemilihan partisipan dilakukan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu berdasarkan pertimbangan tertentu sesuai dengan karakteristik populasi yang relevan terhadap tujuan studi. Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi laki-laki berusia ≥ 18 tahun, dalam kondisi sadar, dapat berkomunikasi dengan baik, bersedia mengikuti seluruh rangkaian prosedur pemeriksaan, dan menandatangani lembar persetujuan tertulis (*informed consent*). Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup individu dengan kondisi medis yang dapat memengaruhi hasil pengukuran seperti riwayat gagal ginjal terminal, penyakit infeksi akut, atau kondisi kronis tidak stabil, serta mereka yang memiliki implan logam internal (misalnya alat pacu jantung, pen logam) yang dapat mengganggu hasil pemeriksaan bioimpedansi. Responden dengan keterbatasan fisik pada ekstremitas atas atau keluhan nyeri berat juga dikeluarkan dari studi karena berpotensi mengganggu validitas pengukuran antropometri dan komposisi tubuh.

Variabel bebas yang dikaji dalam penelitian ini mencakup usia, berat badan (diukur menggunakan timbangan digital Seca), tinggi badan (dengan alat ukur *microtoise*), serta pengukuran lingkaran perut, lingkaran panggul, dan lingkaran lengan atas dengan pita ukur fleksibel. Rasio lingkaran pinggang terhadap panggul (*Waist-Hip Ratio*/WHR) dihitung dengan membagi nilai lingkaran perut dengan lingkaran panggul. Sebagai tambahan, pengukuran laboratorium dilakukan untuk menilai parameter biokimia melalui sampel darah vena, meliputi kadar asam urat, glukosa darah puasa, kolesterol total, kolesterol HDL, kolesterol LDL, dan trigliserida, seluruhnya dianalisis dengan prosedur sesuai standar operasional laboratorium klinik. Variabel tergantung dalam penelitian ini adalah komposisi tubuh. Pengukuran komposisi lemak subkutan dilakukan menggunakan alat *Omron Karada Scan Body Composition Monitor* HBF-375, yang berbasis bioimpedansi. Teknik ini digunakan untuk memperoleh estimasi proporsi lemak tubuh secara non-invasif.

Data dianalisis menggunakan metode korelasi *Spearman* karena distribusi data tidak memenuhi asumsi normalitas berdasarkan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Tingkat kemaknaan statistik

ditetapkan pada $\alpha = 0,05$ dengan power penelitian sebesar 20% untuk mendukung validitas temuan yang dihasilkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Total responden dalam penelitian ini berjumlah 121 laki-laki dewasa dengan rerata usia 48 tahun, mencakup rentang usia cukup luas yaitu 19 hingga 91 tahun. Secara umum, rerata tekanan darah sistolik dan diastolik berada dalam batas normal tinggi, yaitu masing-masing sekitar 134 mmHg dan 83 mmHg, mengindikasikan kemungkinan adanya kecenderungan prehipertensi pada kelompok ini. Ukuran antropometrik menunjukkan rerata lingkar perut sebesar 92,6 cm dan lingkar panggul 100,6 cm, menghasilkan nilai rasio lingkar pinggang-panggul (WHR) rata-rata 0,92, yang secara klinis telah melampaui batas risiko sindrom metabolik untuk laki-laki. (Tabel 1)

Rerata parameter metabolik darah menunjukkan kadar glukosa puasa 107,35 mg/dL, sedikit di atas ambang normal (≥ 100 mg/dL), dengan nilai maksimum yang sangat tinggi (524 mg/dL), yang menunjukkan adanya outlier atau kemungkinan kasus hiperglikemia signifikan dalam populasi ini. Kadar kolesterol total, LDL, dan trigliserida juga menunjukkan kecenderungan peningkatan, sementara kadar HDL rata-rata berada dalam rentang rendah (38 mg/dL), yang merupakan faktor risiko kardiovaskular (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik dasar responden penelitian

Parameter	N (%)	Mean (SD)	Med (Min-Max)
Usia (tahun)		48,06 (15,43)	47,0 (19,0 – 91,0)
Jenis Kelamin			
• Laki-Laki	121 (100%)		
Tekanan Darah Sistolik (mmHg)		133,61 (18,92)	131,0 (90,0 – 210,0)
Tekanan Darah Diastolik (mmHg)		82,65 (11,1)	81,0 (60,0 – 110,0)
Lingkar Perut (cm)		92,61 (12,58)	92,4 (64,4 – 133,5)
Lingkar Panggul (cm)		100,60 (11,13)	100,5 (78,5 – 160,5)
Waist Hip Ratio (WHR)		0,92 (0,07)	0,93 (0,64 – 1,09)
Asam Urat (mg/dL)		4,34 (0,78)	4,2 (2,7 – 6,6)
Gula Darah Puasa (mg/dL)		107,35 (64,27)	90,0 (58 – 524)
Kolesterol Total		190,06 (42,10)	184 (75 – 307)
High Density Lipoprotein (HDL)		38,57 (12,18)	38 (10 – 76)
Low Density Lipoprotein (LDL)		118,5 (31,77)	115 (52 – 194)
Trigliserida (mg/dL)		184,54 (98,70)	167 (32 – 463)
Total Lemak Subkutan (%)		18,45 (5,27)	18,7 (5,8 – 36,2)
Lemak Subkutan Batang Tubuh (%)		16,60 (5,05)	16,8 (5,2 – 31,4)
Lemak Subkutan Lengan (%)		24,42 (7,13)	24,5 (10 – 51,3)
Lemak Subkutan Kaki (%)		24,42 (6,90)	24,8 (8,4 – 45,2)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lingkar perut merupakan prediktor terkuat terhadap akumulasi lemak subkutan ($r = 0,783$; $p < 0,001$), diikuti lingkar panggul dan rasio pinggang-panggul (WHR) yang bersama-sama mencerminkan distribusi lemak visceral dan perifer. Selain itu, kadar trigliserida ($r = 0,280$; $p = 0,002$) dan tekanan darah, khususnya diastolik, juga berkorelasi positif dengan total lemak subkutan, mendukung peran dislipidemia, resistensi insulin, dan aktivasi saraf simpatis dalam peningkatan adipositas. Sebaliknya, kadar asam urat, HDL, dan LDL tidak menunjukkan hubungan bermakna, meskipun secara teoritis HDL bersifat protektif, kemungkinan karena variasi individu, jumlah sampel, atau adanya faktor perancu yang belum terkontrol (Tabel 2).

Tabel 2. Korelasi antara parameter antropometri, tekanan darah, dan darah dengan komposisi tubuh lemak subkutan kelompok laki-laki

Paramater		Total Lemak Subkutan	Lemak Subkutan Batang Tubuh	Lemak Subkutan Lengan	Lemak Subkutan Kaki
Tekanan Darah Sistolik	<i>Correlation Coefficient</i>	0.186*	0.208*	0.107	0.116
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.041	0.022	0.241	0.204
Tekanan Darah Diastolik	<i>Correlation Coefficient</i>	0.222*	0.252**	0.233*	0.229*
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.015	0.005	0.010	0.012
Asam Urat	<i>Correlation Coefficient</i>	0.063	0.054	0.066	0.062
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.492	0.553	0.473	0.502
Gula Darah Puasa	<i>Correlation Coefficient</i>	0.188*	0.154	0.164	0.163
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.039	0.091	0.073	0.073
Kolesterol Total	<i>Correlation Coefficient</i>	0.174	0.193*	0.165	0.168
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.056	0.034	0.071	0.065
High Density Lipoprotein (HDL)	<i>Correlation Coefficient</i>	-0.131	-0.108	-0.117	-0.113
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.152	0.237	0.201	0.216
Low Density Lipoprotein (LDL)	<i>Correlation Coefficient</i>	0.116	0.100	0.152	0.144
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.204	0.275	0.097	0.114
Trigliserida	<i>Correlation Coefficient</i>	0.280**	0.250**	0.194*	0.203*
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.002	0.006	0.033	0.025
Lingkar Perut	<i>Correlation Coefficient</i>	0.783**	0.777**	0.735**	0.748**
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
Lingkar Panggul	<i>Correlation Coefficient</i>	0.705**	0.697**	0.690**	0.691**
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
Waist Hip Ratio (WHR)	<i>Correlation Coefficient</i>	0.510**	0.507**	0.440**	0.460**
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	0.000	0.000	0.000

Lingkar perut merupakan indikator antropometrik yang praktis dan non-invasif untuk memperkirakan distribusi lemak tubuh, khususnya lemak visceral dan subkutan. Pengukuran ini terbukti memiliki korelasi kuat dengan total area lemak perut (*total abdominal fat area/TAFA*), menjadikannya alat penting dalam menilai risiko metabolik dan kardiovaskular (Elguezabal Rodelo et al., 2024; Oyama et al., 2024). Lebih lanjut, lingkar perut juga berkorelasi signifikan dengan area lemak subkutan (*subcutaneous fat area/SFA*), yang merupakan komponen dominan dari TAFA. Hal ini diamati secara konsisten pada berbagai kelompok etnis. Indeks pinggang yang disesuaikan dengan berat badan (*weight-adjusted waist index/WWI*) turut menunjukkan asosiasi positif terhadap peningkatan akumulasi lemak subkutan, memperkuat posisi lingkar perut sebagai proksi penting dalam menilai distribusi lemak tersebut (Kim et al., 2022).

Temuan ini sejalan dengan hasil studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa lingkar pinggang (*waist circumference/WC*) merupakan parameter antropometri yang umum digunakan untuk memperkirakan akumulasi lemak perut. Namun, korelasinya dengan lemak subkutan tidak selalu signifikan. Dalam penelitian oleh Oyama et al. (2024) terhadap 931 individu, WC menunjukkan hubungan yang kuat dengan jaringan adiposa visceral dan total, tetapi tidak berhubungan secara khusus dengan rasio lemak visceral terhadap subkutan (rasio V/S), yang dinilai sebagai indikator distribusi lemak dan risiko metabolik yang lebih akurat (Oyama et al., 2024).

Lemak subkutan, meskipun secara metabolik lebih inert dibandingkan lemak visceral, tetap menunjukkan implikasi klinis yang signifikan. Penumpukannya telah dikaitkan dengan peningkatan risiko berbagai kondisi kronis, seperti *non-alcoholic fatty liver disease* (NAFLD), sindrom metabolik, dan penyakit kardiovaskular, terutama ketika terjadi bersamaan dengan peningkatan lemak visceral (Elguezabal Rodelo et al., 2024; Miyagi et al., 2024; Oyama et al.,

2024). Bukti lain juga menunjukkan bahwa akumulasi lemak subkutan yang berlebihan juga berkorelasi dengan penurunan volume otak, sehingga berpotensi menjadi faktor risiko yang dapat dimodifikasi dalam upaya pencegahan penurunan fungsi kognitif (Raji et al., 2023).

Trigliserida merupakan bentuk utama penyimpanan energi dan disimpan secara dominan di jaringan adiposa, termasuk lemak subkutan. Sintesis dan *turnover* trigliserida dalam jaringan ini dikendalikan oleh enzim-enzim spesifik yang memiliki preferensi terhadap jenis asam lemak tertentu, sehingga memengaruhi profil lipid di dalam jaringan (Torres et al., 2023). Salah satu parameter yang digunakan untuk menilai status metabolik terkait trigliserida adalah indeks trigliserida-glukosa (TyG), yang mencerminkan resistensi insulin. Peningkatan nilai TyG terbukti berkorelasi dengan bertambahnya area lemak subkutan (*subcutaneous adipose area/SAA*), menunjukkan bahwa kadar trigliserida yang tinggi sejalan dengan akumulasi lemak subkutan (Yang et al., 2023).

Namun demikian, ketika kapasitas penyimpanan lipid oleh jaringan subkutan telah terlampaui, kelebihan trigliserida akan terdeposit di jaringan non-adiposa seperti hati dan otot. Proses ini menandai terjadinya akumulasi lemak ektopik, yang merupakan karakteristik penting dari disfungsi metabolik dan resistensi insulin (Sattar et al., 2022). Dalam konteks sindrom metabolik (MetS), kondisi ini diperberat oleh menurunnya kemampuan jaringan adiposa subkutan dalam melakukan pergantian lipid secara efisien. Ketidakseimbangan ini menghambat mobilisasi trigliserida, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap progresivitas MetS dan peningkatan risiko kardiometabolik (Andersson & Arner, 2025).

Akumulasi lemak subkutan di batang tubuh juga berkorelasi positif dengan peningkatan tekanan darah sistolik dan diastolik (Yu et al., 2023; Zhao et al., 2022). Mekanisme yang mendasari efek ini antara lain melibatkan leptin, suatu adipokin proinflamasi yang meningkat pada kondisi kelebihan lemak tubuh dan berkaitan dengan peningkatan tekanan darah diastolik, terutama dalam pemantauan tekanan darah rawat jalan 24 jam (van Niekerk et al., 2024). Sebaliknya, lemak subkutan juga diketahui berkontribusi terhadap peningkatan kadar adiponektin, adipokin antiinflamasi yang berkaitan dengan penurunan risiko kardiometabolik, termasuk tekanan darah tinggi (Hassler et al., 2021).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Parameter antropometri seperti lingkar perut, lingkar panggul, dan rasio pinggang-pinggul, serta kadar trigliserida, memiliki nilai prediktif yang signifikan terhadap komposisi lemak subkutan pada laki-laki dewasa. Di antara seluruh parameter, lingkar perut muncul sebagai prediktor paling kuat dan konsisten, menegaskan relevansinya sebagai alat skrining sederhana namun efektif dalam praktik klinis. Korelasi positif yang bermakna antara kadar trigliserida dan lemak subkutan semakin memperkuat peran dislipidemia, khususnya hipertrigliseridemia, dalam patogenesis adipositas perifer.

REFERENSI

- Andersson, D. P., & Arner, P. (2025). Decreased Adipose Lipid Turnover Associates With Cardiometabolic Risk and the Metabolic Syndrome. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 45(2), 277–284. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.124.321760>
- Bibi, S., Naeem, M., Mahmoud Mousa, M. F., Bahls, M., Dörr, M., Friedrich, N., Nauck, M., Bülow, R., Völzke, H., Markus, M. R., & Ittermann, T. (2024). Body composition markers are associated with changes in inflammatory markers but not vice versa: A bi-directional longitudinal analysis in a population-based sample. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 34(5), 1166–1174. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2024.01.008>
- Bogdanova, O. G., & Myl'nikova, I. V. (2020). Metabolic syndrome: situation in the world,

- clinical-diagnostic criteria and risk factors (review of literature). *Hygiene and Sanitation*, 99(10), 1165–1169. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-10-1165-1169>
- da Cunha de Sá-Caputo, D., Sonza, A., Coelho-Oliveira, A. C., Pessanha-Freitas, J., Reis, A. S., Francisca-Santos, A., dos Anjos, E. M., Paineiras-Domingos, L. L., de Rezende Bessa Guerra, T., da Silva Franco, A., Xavier, V. L., Barbosa e Silva, C. J., Moura-Fernandes, M. C., Mendonça, V. A., Rodrigues Lacerda, A. C., da Rocha Pinheiro Mulder, A., Seixas, A., Sartorio, A., Taiar, R., & Bernardo-Filho, M. (2021). Evaluation of the Relationships between Simple Anthropometric Measures and Bioelectrical Impedance Assessment Variables with Multivariate Linear Regression Models to Estimate Body Composition and Fat Distribution in Adults: Preliminary Results. *Biology*, 10(11), 1209. <https://doi.org/10.3390/biology10111209>
- Dhondge, R. H., Agrawal, S., Patil, R., Kadu, A., & Kothari, M. (2024). A Comprehensive Review of Metabolic Syndrome and Its Role in Cardiovascular Disease and Type 2 Diabetes Mellitus: Mechanisms, Risk Factors, and Management. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.67428>
- Elguezabal Rodelo, R. G., Porchia, L. M., Torres-Rasgado, E., López-Bayghen, E., & Gonzalez-Mejia, M. E. (2024). Visceral and subcutaneous abdominal fat is associated with non-alcoholic fatty liver disease while augmenting Metabolic Syndrome's effect on non-alcoholic fatty liver disease: A cross-sectional study of NHANES 2017–2018. *PLOS ONE*, 19(2), e0298662. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298662>
- Goel, K., Misra, A., Vikram, N. K., Poddar, P., & Gupta, N. (2010). Subcutaneous abdominal adipose tissue is associated with the metabolic syndrome in Asian Indians independent of intra-abdominal and total body fat. *Heart*, 96(8), 579–583. <https://doi.org/10.1136/hrt.2009.183236>
- Guo, L., Wei, C., Yi, L., Yang, W., Geng, Z., & Chen, X. (2021). Transcriptional Insights into Key Genes and Pathways Underlying Muscovy Duck Subcutaneous Fat Deposition at Different Developmental Stages. *Animals*, 11(7), 2099. <https://doi.org/10.3390/ani11072099>
- Hassler, E. M., Deutschmann, H., Almer, G., Renner, W., Mangge, H., Herrmann, M., Leber, S., Michenthaler, M., Staszewski, A., Gunzer, F., Partl, R., & Reishofer, G. (2021). Distribution of subcutaneous and intermuscular fatty tissue of the mid-thigh measured by MRI—A putative indicator of serum adiponectin level and individual factors of cardio-metabolic risk. *PLOS ONE*, 16(11), e0259952. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259952>
- Jialal, I., & Devaraj, S. (2018). Subcutaneous adipose tissue biology in metabolic syndrome. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*, 33(1). <https://doi.org/10.1515/hmbci-2017-0074>
- Kim, J. Y., Choi, J., Vella, C. A., Criqui, M. H., Allison, M. A., & Kim, N. H. (2022). Associations between Weight-Adjusted Waist Index and Abdominal Fat and Muscle Mass: Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Diabetes & Metabolism Journal*, 46(5), 747–755. <https://doi.org/10.4093/dmj.2021.0294>
- Klimontov, V. V., Tyan, N. V., Fazullina, O. N., Myakina, N. E., Lykov, A. P., & Konenkov, V. I. (2016). Clinical and metabolic factors associated with chronic low-grade inflammation in type 2 diabetic patients. *Diabetes Mellitus*, 19(4), 295–302. <https://doi.org/10.14341/DM7928>
- Kohir, D. S., Murhan, A., & Sulastri, S. (2024). Skrining Faktor Risiko Obesitas Usia Produktif. *Jurnal Wacana Kesehatan*, 9(2), 97. <https://doi.org/10.52822/jwk.v9i2.673>
- Limareva, L. V., Ginzburg, M. M., Sazonova, O. V., Galitskaya, A. V., Danil'chenko, O. P.,

- Bogush, V. V., & Yakunova, E. M. (2017). Assessment of the relationship of inflammation markers, adipokines and parameters of lipid metabolism in patient. *Voprosy Pitaniia*, 86(1), 41–47. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00019>
- Maqoud, F., Calabrese, F. M., Celano, G., Mallardi, D., Goscilo, F., D’Attoma, B., Ignazzi, A., Linsalata, M., Bitetto, G., Di Chito, M., Pesole, P. L., Diciolla, A., Apa, C. A., De Pergola, G., Giannelli, G., De Angelis, M., & Russo, F. (2024). Role of Increasing Body Mass Index in Gut Barrier Dysfunction, Systemic Inflammation, and Metabolic Dysregulation in Obesity. *Nutrients*, 17(1), 72. <https://doi.org/10.3390/nu17010072>
- Mecherques-Carini, M., Albaladejo-Saura, M., Esparza-Ros, F., Baglietto, N., & Vaquero-Cristóbal, R. (2025). Validity between dual-energy x-ray absorptiometry and bioelectrical impedance for segmental fat analysis and a novel low-cost model developed using anthropometry in young adults. *Journal of Translational Medicine*, 23(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s12967-024-06062-1>
- Miyagi, T., Otagiri, K., Okawa, K., Oyama, Y., Sakai, T., & Kitabayashi, H. (2024). Abstract 4136677: High Viseral-to-Subcutaneous Fat Ratio is Correlated with Increased Cardiovascular Events in Patients with Low Waist Circumference Suspected of Coronary Artery Disease. *Circulation*, 150(Suppl_1). https://doi.org/10.1161/circ.150.suppl_1.4136677
- Oliveira, B. R. de, Magalhães, E. I. da S., Bragança, M. L. B. M., Coelho, C. C. N. da S., Lima, N. P., Bettiol, H., Barbieri, M. A., Cardoso, V. C., Santos, A. M. dos, Horta, B. L., & Silva, A. A. M. da. (2023). Performance of Body Fat Percentage, Fat Mass Index and Body Mass Index for Detecting Cardiometabolic Outcomes in Brazilian Adults. *Nutrients*, 15(13), 2974. <https://doi.org/10.3390/nu15132974>
- Oyama, Y., Otagiri, K., Miyagi, T., Sakai, T., & Kitabayashi, H. (2024). Impact of waist circumference and abdominal fat distribution on coronary artery disease severity stratified by computed tomography-derived SYNTAX score. *European Heart Journal*, 45(Supplement_1). <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae666.2885>
- Pereira-Junior, S. A. G., Costa, R. V., Rodrigues, J. L., Torrecilhas, J. A., Chiaratti, M. R., Lanna, D. P. D., das Chagas, J. C., Nociti, R. P., Meirelles, F. V., Ferraz, J. B. S., Fernandes, M. H. M. R., Almeida, M. T. C., & Ezequiel, J. M. B. (2024). Soybean molasses increases subcutaneous fat deposition while reducing lipid oxidation in the meat of castrated lambs. *Journal of Animal Science*, 102. <https://doi.org/10.1093/jas/skae130>
- R Hithesh Sri, V., Ulavala, P., & Sravanthi, N. (2023). Understanding Metabolic Syndrome: Causes Symptoms and Risk Factors. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 12(9), 1846–1848. <https://doi.org/10.21275/MR23924092909>
- Raji, C. A., Meysami, S., Hashemi, S., Garg, S., Akbari, N., Gouda, A., Chodakiewitz, Y. G., Nguyen, T. D., Niotis, K., Merrill, D. A., & Attariwala, R. (2023). Viseral and Subcutaneous Abdominal Fat Predict Brain Volume Loss at Midlife in 10,001 Individuals. *Aging and Disease*. <https://doi.org/10.14336/AD.2023.0820>
- Sattar, N., McGuire, D. K., & Gill, J. M. R. (2022). High Circulating Triglycerides Are Most Commonly a Marker of Ectopic Fat Accumulation: Connecting the Clues to Advance Lifestyle Interventions. *Circulation*, 146(2), 77–79. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.122.060411>
- Senyigit, A. (2025). General Aspects of Metabolic Syndrome: An Update on Diagnostic Criteria, Pathophysiology, and Management. In *Metabolic Syndrome: A Comprehensive Update with New Insights* (pp. 1–28). BENTHAM SCIENCE PUBLISHERS. <https://doi.org/10.2174/9789815322132125010004>
- Torres, A. N., Tavares, L., Pereira, M. J., Eriksson, J. W., & Jones, J. G. (2023). Positional and compositional analysis of saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids in

- human adipose tissue triglyceride by ^{13}C nuclear magnetic resonance. *NMR in Biomedicine*, 36(4). <https://doi.org/10.1002/nbm.4632>
- Tsukagoshi-Yamaguchi, A. (2023). Metabolomic Analysis of Serum Samples From a Clinical Study on Ipragliflozin and Metformin Treatment in Japanese Patients With Type 2 Diabetes: Exploring Human Metabolites Associated With Visceral Fat Reduction. *Pharmacotherapy the Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*. <https://doi.org/10.1002/phar.2884>
- van Niekerk, E., Botha-Le Roux, S., Mels, C. M. C., Swanepoel, M., Delles, C., Welsh, P., & Kruger, R. (2024). Twenty-four-hour ambulatory, but not clinic blood pressure associates with leptin in young adults with overweight or obesity: The African-PREDICT study. *Hypertension Research*, 47(2), 478–486. <https://doi.org/10.1038/s41440-023-01477-7>
- Wrammert, J., Koutsonanos, D., Li, G.-M., Edupuganti, S., Sui, J., Morrissey, M., McCausland, M., Skountzou, I., Hornig, M., Lipkin, W. I., Mehta, A., Razavi, B., Del Rio, C., Zheng, N.-Y., Lee, J.-H., Huang, M., Ali, Z., Kaur, K., Andrews, S., ... Wilson, P. C. (2011). Broadly cross-reactive antibodies dominate the human B cell response against 2009 pandemic H1N1 influenza virus infection. *Journal of Experimental Medicine*, 208(1), 181–193. <https://doi.org/10.1084/jem.20101352>
- Xiong, L., Pei, J., Bao, P., Wang, X., Guo, S., Cao, M., Kang, Y., Yan, P., & Guo, X. (2023). The Effect of the Feeding System on Fat Deposition in Yak Subcutaneous Fat. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(8), 7381. <https://doi.org/10.3390/ijms24087381>
- Yang, Q., Xu, H., Zhang, H., Li, Y., Chen, S., He, D., Yang, G., Ban, B., Zhang, M., & Liu, F. (2023). Serum triglyceride glucose index is a valuable predictor for visceral obesity in patients with type 2 diabetes: a cross-sectional study. *Cardiovascular Diabetology*, 22(1), 98. <https://doi.org/10.1186/s12933-023-01834-3>
- You, W., Liu, S., Li, J., Tu, Y., & Shan, T. (2023). GADD45A regulates subcutaneous fat deposition and lipid metabolism by interacting with Stat1. *BMC Biology*, 21(1), 212. <https://doi.org/10.1186/s12915-023-01713-z>
- Yu, S., Zhao, S., Zhang, Y., & Xu, Y. (2023). PS-P06-13: THE IMPACT OF BODY COMPOSITION AND ADIPOSE DISTRIBUTION ON BLOOD PRESSURE IN YOUNG AND MIDDLE-AGED ADULTS. *Journal of Hypertension*, 41(Suppl 1), e256. <https://doi.org/10.1097/01.hjh.0000915340.07987.49>
- Zhao, S., Tang, J., Zhao, Y., Xu, C., Xu, Y., Yu, S., & Zhang, Y. (2022). The impact of body composition and fat distribution on blood pressure in young and middle-aged adults. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.979042>
- Zheleznova, E. A., Zhernakova, Y. V., Shariya, M. A., Blinova, N. V., Azimova, M. O., Sharf, T. V., Konosova, I. D., Masenko, V. P., & Chazova, I. E. (2023). Distribution of fat stores in young adults with different metabolic phenotypes. *Systemic Hypertension*, 19(4), 17–25. <https://doi.org/10.38109/2075-082X-2022-4-17-25>