

Adipositas Sentral dan Akumulasi Indikator Risiko Kardiometabolik pada Mahasiswa Kedokteran: Studi Potong Lintang

Central Adiposity and Accumulation of Cardiometabolic Risk Factors Among Medical Students: A Cross-Sectional Study

Mona H Cristina Ritonga¹, Elpiani Br Depari^{2*}, Intan Permatasari Damanik³, Habibah Zahra S Sikumbang⁴, Putri Mulyadi⁵

^{1,2,3,4,5}Fakultas Kedokteran Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Jl. Sudirman No. 38 Lubuk Pakam, Deli Serdang, 205112, Indonesia.

Email: elde.depari@gmail.com

Abstrak

Latar Belakang: Faktor risiko kardiometabolik dapat mulai terakumulasi sejak dewasa muda meskipun belum terdapat manifestasi penyakit. *Waist-to-height ratio* (WHtR) dapat memberikan informasi tambahan mengenai adipositas sentral dibandingkan indeks massa tubuh (IMT). **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan menggambarkan akumulasi faktor risiko kardiometabolik dan hubungannya dengan IMT serta WHtR pada mahasiswa kedokteran. **Metode:** Penelitian observasional analitik dengan desain *cross-sectional* melibatkan 46 mahasiswa kedokteran. Data antropometri, tekanan darah, glukosa darah puasa, durasi tidur, konsumsi minuman manis, aktivitas fisik, dan riwayat keluarga dikumpulkan. IMT dikategorikan <23 dan ≥23 kg/m², sedangkan WHtR <0,50 dan ≥0,50. Akumulasi risiko dinilai berdasarkan tujuh faktor risiko dan dihitung sebagai skor total. Hubungan IMT dan WHtR dianalisis dengan Fisher exact, sedangkan perbedaan skor risiko menggunakan Mann-Whitney. Kemaknaan statistik ditetapkan pada p<0,05. **Hasil:** Sebanyak 39,1% subjek memiliki WHtR ≥0,50 dan 28,3% memiliki IMT ≥23 kg/m². Durasi tidur <7 jam merupakan faktor risiko terbanyak (91,3%), diikuti riwayat keluarga (58,7%). Sebanyak 63,0% subjek memiliki 2–3 faktor risiko dan 21,7% memiliki ≥4 faktor. IMT berhubungan dengan WHtR (p<0,01). Subjek dengan IMT ≥23 kg/m² memiliki skor risiko lebih tinggi dibandingkan IMT <23 kg/m² (median 3 vs. 2; p=0,036). Perbedaan lebih besar ditemukan pada WHtR ≥0,50 dibandingkan <0,50 (median 4 vs. 2; p<0,001). **Kesimpulan:** Akumulasi faktor risiko kardiometabolik ditemukan pada mahasiswa yang secara klinis tampak sehat. WHtR memberikan informasi tambahan mengenai adipositas sentral dan berkaitan dengan jumlah faktor risiko yang lebih tinggi.

Kata kunci: adipositas sentral; dewasa muda; faktor risiko kardiometabolik; antropometri; WHtR

Abstract

Background: Cardiometabolic risk factors may accumulate during young adulthood before clinical disease develops. *Waist-to-height ratio* (WHtR) may provide additional information on central adiposity beyond body mass index (BMI). **Objective:** This study described cardiometabolic risk accumulation and its association with BMI and WHtR among medical students. **Methods:** This cross-sectional study included 46 medical students. Anthropometry, blood pressure, fasting blood glucose, sleep duration, sugar-sweetened beverage consumption, physical activity, and family history were assessed. BMI was categorized as <23 or ≥23 kg/m² and WHtR as <0.50 or ≥0.50. Seven risk indicators were combined into a total score. BMI and WHtR categories were analyzed using Fisher's exact test, while risk scores were compared using the Mann-Whitney U test. Statistical significance was set at p<0.05. **Results:** WHtR ≥0.50 was found in 39.1% of participants, compared with 28.3% with BMI ≥23 kg/m². Short sleep duration (<7 hours) was the most common risk factor (91.3%), followed by a family history of cardiometabolic disease (58.7%). Overall, 63.0% had 2–3 risk factors and 21.7% had ≥4. BMI category was associated with WHtR category (p<0.01). Participants with BMI ≥23 kg/m² had higher risk scores than those with BMI <23 kg/m² (median 3 vs. 2; p=0.036). Scores were also

*Corresponding Author: Elpiani Br Depari Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Deli Serdang, Indonesia

E-mail : elde.depari@gmail.com

Doi : 10.35451/jkg.v9i1.3818

Received : August 15, 2026. Accepted: September 15, 2026. Published: Oktober 30, 2026

Copyright (c) 2026 Elpiani Br Depari Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

*higher among those with WHtR ≥ 0.50 than < 0.50 (median 4 vs. 2; $p < 0.001$). **Conclusion:** Cardiometabolic risk factors accumulated among clinically healthy medical students. WHtR may provide additional information on central adiposity beyond BMI.*

Keywords: central adiposity; cardiometabolic risk; young adults; medical students; WHtR.

1. PENDAHULUAN

Penyakit kardiometabolik, terutama penyakit kardiovaskular dan diabetes melitus, merupakan masalah kesehatan global dengan beban morbiditas dan mortalitas yang besar. Pada tahun 2021, penyakit kardiovaskular menyebabkan sedikitnya 19 juta kematian, sedangkan diabetes melitus menyebabkan lebih dari 2 juta kematian di seluruh dunia [1]. Beban tersebut terus meningkat, tercermin dari peningkatan sekitar 60% pada beban kardiovaskular–ginjal–metabolik selama periode 1990–2021, dengan diabetes melitus tipe 2 menjadi salah satu komponen yang mengalami peningkatan paling cepat [2]. Kondisi serupa juga terlihat di Indonesia, di mana Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 menunjukkan bahwa penyakit terkait kardiometabolik telah ditemukan pada kelompok usia produktif, dengan sekitar 352.853 penduduk usia 18–44 tahun mengalami hipertensi, 411.692 penduduk usia 15–44 tahun mengalami penyakit jantung, dan 393.138 penduduk usia 15–44 tahun mengalami diabetes melitus [3]. Temuan tersebut menunjukkan bahwa beban kardiometabolik tidak lagi hanya menjadi masalah pada usia lanjut, tetapi telah mulai terbentuk pada kelompok usia muda sehingga upaya pencegahan perlu dilakukan sebelum penyakit berkembang lebih lanjut.

Risiko kardiometabolik dapat mulai terbentuk sejak dewasa muda, bahkan sebelum munculnya manifestasi klinis penyakit. Hal ini tercermin dari meningkatnya prevalensi berbagai faktor risiko kardiometabolik pada penduduk Amerika Serikat usia 20–44 tahun selama periode 2009–2020, dengan prevalensi obesitas meningkat dari 32,7% menjadi 40,9%, diabetes melitus dari 3,0% menjadi 4,1%, dan hipertensi dari 9,3% menjadi 11,5% [4]. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa faktor risiko kardiometabolik dapat muncul sejak usia relatif muda dan tidak berdiri sendiri, tetapi dapat terjadi secara bersamaan sehingga membentuk akumulasi risiko, sebagaimana ditunjukkan oleh meningkatnya multimorbiditas kardiometabolik pada dewasa muda [5]. Akumulasi tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk obesitas, pola makan tinggi energi dan gula, rendahnya aktivitas fisik, serta predisposisi dan riwayat keluarga [6–8]. Dengan demikian, dewasa muda merupakan periode penting untuk mengenali akumulasi faktor risiko sebelum berkembang menjadi penyakit kardiometabolik dan komplikasi jangka panjang.

Faktor risiko kardiometabolik terdiri atas faktor yang tidak dapat dimodifikasi, seperti usia, jenis kelamin, serta predisposisi atau riwayat keluarga, dan faktor yang dapat dimodifikasi, seperti adipositas, pola makan tidak sehat, kurang aktivitas fisik, konsumsi minuman tinggi gula, durasi tidur yang tidak adekuat, dan peningkatan tekanan darah [1,9]. Faktor-faktor yang dapat dimodifikasi tersebut dapat muncul secara bersamaan dan terakumulasi sejak usia muda, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap gangguan metabolik sebelum penyakit bermanifestasi secara klinis. Durasi tidur yang tidak optimal, misalnya, berhubungan dengan peningkatan risiko sindrom metabolik serta beberapa komponennya, termasuk obesitas dan hipertensi [10]. Kondisi ini menunjukkan bahwa masa dewasa muda merupakan jendela strategis untuk pencegahan, karena identifikasi dan pengendalian faktor risiko yang dapat dimodifikasi pada tahap awal memberikan kesempatan untuk memperbaiki gaya hidup serta mencegah atau memperlambat perkembangan penyakit kardiometabolik di kemudian hari [9].

Di antara berbagai faktor yang dapat dimodifikasi, adipositas, terutama penumpukan lemak abdominal atau visceral, merupakan salah satu determinan penting risiko kardiometabolik. Namun, indeks massa tubuh (IMT) terutama menggambarkan massa tubuh relatif terhadap tinggi badan dan tidak memberikan informasi mengenai distribusi lemak, sehingga dapat kurang mencerminkan adipositas sentral [11,12]. Padahal, lemak visceral berkaitan erat dengan gangguan metabolik, dan penelitian pada dewasa muda menunjukkan hubungan yang kuat antara ukuran antropometri dan lemak visceral [13]. *Waist-to-height ratio* (WHtR) merupakan indikator antropometri sederhana yang dapat melengkapi keterbatasan IMT dalam menggambarkan adipositas sentral. Nilai WHtR $\geq 0,5$ telah dikaitkan dengan profil faktor risiko kardiometabolik yang lebih buruk, bahkan pada individu dengan IMT dalam kategori normal [14]. Selain itu, WHtR menunjukkan hubungan yang lebih kuat dengan diabetes dibandingkan IMT dan memiliki kemampuan diskriminatif yang lebih baik dalam mengidentifikasi risiko diabetes [15]. Temuan tersebut menunjukkan bahwa WHtR berpotensi memberikan informasi tambahan mengenai

risiko kardiometabolik yang tidak sepenuhnya tercermin melalui IMT.

Konteks tersebut menjadi penting pada mahasiswa kedokteran yang umumnya berada dalam kelompok usia dewasa muda dan secara klinis tampak sehat, tetapi menghadapi tuntutan akademik yang dapat memengaruhi pola tidur, aktivitas fisik, dan pola makan. Akumulasi faktor-faktor tersebut berpotensi membentuk risiko kardiometabolik sejak usia muda sebelum munculnya penyakit secara klinis. Selain itu, mahasiswa kedokteran merupakan calon tenaga kesehatan sehingga pengenalan faktor risiko dan penerapan perilaku hidup sehat sejak masa pendidikan memiliki relevansi tidak hanya terhadap kesehatan individu, tetapi juga terhadap pembentukan kesadaran pencegahan dan promosi kesehatan. Meskipun demikian, penelitian yang menilai berbagai faktor risiko kardiometabolik secara simultan pada mahasiswa kedokteran yang tampak sehat, khususnya dengan mempertimbangkan adipositas sentral berdasarkan WHtR dan hubungannya dengan akumulasi faktor risiko, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian mengenai faktor risiko kardiometabolik dan akumulasi risiko pada mahasiswa kedokteran diperlukan untuk mengidentifikasi kelompok berisiko dan memperkuat strategi pencegahan sejak usia muda.

2. METODE

2.1 Desain dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain potong lintang (*cross-sectional*). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biokimia, Fakultas Kedokteran, Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam.

2.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah mahasiswa Fakultas Kedokteran yang bersedia mengikuti penelitian dan tidak memiliki riwayat penyakit metabolik yang telah diketahui sebelumnya berdasarkan pengakuan subjek. Sebanyak 46 mahasiswa memenuhi kriteria penelitian dan bersedia berpartisipasi sebagai subjek penelitian.

2.3 Pengumpulan Data

Data karakteristik subjek diperoleh melalui kuesioner yang meliputi usia, jenis kelamin, durasi tidur malam, frekuensi konsumsi minuman manis, aktivitas fisik, serta riwayat penyakit kardiometabolik dalam keluarga yang meliputi hipertensi, diabetes melitus, dan obesitas.

Pengukuran antropometri meliputi berat badan, tinggi badan, dan lingkar pinggang. Indeks massa tubuh (IMT) dihitung dengan membagi berat badan dalam kilogram dengan kuadrat tinggi badan dalam meter (kg/m^2). *Waist-to-height ratio* (WHtR) dihitung sebagai rasio lingkar pinggang terhadap tinggi badan, dengan kedua parameter dinyatakan dalam satuan sentimeter.

Tekanan darah sistolik (TDS) dan tekanan darah diastolik (TDD) diukur menggunakan sphygmomanometer. Kadar glukosa darah puasa (GDP) diperiksa setelah subjek menjalani puasa minimal 10 jam.

2.4 Penentuan Status Adipositas dan Faktor Risiko Kardiometabolik

Status antropometri dinilai berdasarkan indeks massa tubuh (IMT) dan *waist-to-height ratio* (WHtR). IMT dikategorikan menjadi $<23 \text{ kg/m}^2$ dan $\geq 23 \text{ kg/m}^2$, dengan cut-off 23 kg/m^2 dipilih karena individu keturunan Asia dapat mengalami peningkatan risiko diabetes dan gangguan metabolik pada nilai IMT yang lebih rendah dibandingkan populasi non-Asia; American Diabetes Association menggunakan $\text{IMT} \geq 23 \text{ kg/m}^2$ sebagai salah satu ambang untuk skrining diabetes pada individu Asia [16]. WHtR dikategorikan menjadi $<0,50$ dan $\geq 0,50$. Cut-off $0,50$ dipilih karena WHtR $\geq 0,50$ telah digunakan sebagai indikator peningkatan adipositas sentral dan berkaitan dengan peningkatan risiko diabetes melitus tipe 2, hipertensi, dan penyakit kardiovaskular; pedoman NICE juga merekomendasikan mempertahankan lingkar pinggang kurang dari setengah tinggi badan untuk

menurunkan risiko kesehatan terkait adipositas sentral. Dalam penelitian ini, IMT digunakan sebagai indikator antropometri pembanding, sedangkan WHtR digunakan sebagai indikator adipositas sentral dan sekaligus dimasukkan sebagai salah satu indikator dalam penilaian akumulasi risiko kardiometabolik.

Akumulasi indikator risiko kardiometabolik dinilai berdasarkan tujuh indikator yang mencakup aspek antropometri, metabolik, hemodinamik, perilaku, dan familial, yaitu WHtR $\geq 0,50$, GDP ≥ 100 mg/dL, TDS ≥ 120 mmHg atau TDD ≥ 80 mmHg, durasi tidur malam < 7 jam, konsumsi minuman berpemanis ≥ 1 kali/hari, riwayat keluarga hipertensi, diabetes melitus, atau obesitas, serta tidak memenuhi rekomendasi aktivitas fisik dalam hal ini tidak berolahraga. Cut-off GDP ≥ 100 mg/dL mengacu pada kriteria *impaired fasting glucose American Diabetes Association*, 2026 [16], sedangkan tekanan darah $\geq 120/80$ mmHg digunakan untuk menangkap peningkatan tekanan darah sejak tahap awal berdasarkan klasifikasi AHA/ACC 2025. Durasi tidur < 7 jam dipilih berdasarkan bukti mengenai hubungan tidur pendek dengan risiko kardiometabolik, sementara konsumsi minuman berpemanis dimasukkan sebagai indikator perilaku berdasarkan bukti hubungan SSB (*Sugar-Sweetened Beverages*) dengan diabetes melitus tipe 2, penyakit kardiovaskular, dan peningkatan berat badan [17]. Riwayat keluarga dianggap positif apabila terdapat sedikitnya satu anggota keluarga dengan hipertensi, diabetes melitus, atau obesitas, sedangkan aktivitas fisik dikategorikan sebagai faktor risiko apabila tidak berolahraga. Setiap indikator diberi skor 1 apabila memenuhi kriteria risiko dan 0 apabila tidak, sehingga diperoleh skor komposit 0–7; skor yang lebih tinggi menunjukkan semakin banyak indikator risiko yang terakumulasi. Skor ini dikembangkan untuk menggambarkan akumulasi indikator risiko kardiometabolik dalam populasi penelitian dan tidak dimaksudkan sebagai skor klinis tervalidasi untuk memprediksi kejadian penyakit kardiovaskular atau diabetes melitus.

2.5 Analisis Statistik

Data numerik disajikan sebagai median dan *interquartile range* (IQR) apabila distribusi tidak normal, sedangkan data yang berdistribusi normal disajikan sebagai *mean $\pm$ standard deviation* (SD). Data kategorik disajikan dalam bentuk frekuensi dan persentase.

Hubungan antara kategori IMT dan WHtR dianalisis menggunakan uji *Fisher exact*. Perbedaan total skor faktor risiko kardiometabolik berdasarkan kategori IMT dan WHtR dianalisis menggunakan uji Mann–Whitney karena skor total merupakan data numerik dengan distribusi yang tidak normal.

Nilai $p < 0,05$ dianggap menunjukkan perbedaan atau hubungan yang bermakna secara statistik. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan IBM SPSS 15.0

3. HASIL

3.1 Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik subjek penelitian dilampirkan di dalam Tabel 1. Sebanyak 46 mahasiswa kedokteran bersedia mengikuti penelitian.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian (n=46)

Variabel	Median (IQR)/Frekuensi (%)
Jenis Kelamin	
Perempuan	35 (76,1%)
Laki-laki	11 (23,9%)
Usia (tahun)	19 (19–20)
IMT (kg/m ²)	21,72 (20,04–24,44)
WHtR	0,48 $\pm$ 0,06
Durasi tidur malam (jam)	6 (6–6)
Tekanan darah sistolik (TDS), (mmHg)	110 (107,5–110)
Tekanan darah diastolik (TDD), (mmHg)	70 (60–72,25)

Kadar glukosa darah puasa (mg/dL)	90 (85,75–93)
Kebiasaan minum minuman manis	
<1 kali per hari	38 (82,6%)
≥1 kali per hari	8 (17,4%)
Riwayat penyakit keluarga	
Hipertensi	20 (43,5%)
Diabetes melitus	7 (15,2%)
Obesitas	3 (6,5%)

Keterangan: Data numerik disajikan sebagai median (IQR) atau mean ± SD sesuai distribusi data; data kategorik disajikan sebagai n (%).

Mahasiswa yang terlibat mayoritas perempuan (76,1%) dengan median usia 19 tahun. Median IMT sebesar 21,72 kg/m², sedangkan rata-rata WHtR sebesar 0,48 ± 0,06. Median durasi tidur malam adalah 6 jam, dengan median tekanan darah sistolik dan diastolik masing-masing 110 mmHg dan 70 mmHg. Median kadar glukosa darah puasa sebesar 90 mg/dL. Sebagian besar subjek mengonsumsi minuman manis kurang dari satu kali per hari (82,6%). Riwayat penyakit keluarga yang paling sering ditemukan adalah hipertensi (43,5%), diikuti diabetes melitus (15,2%) dan obesitas (6,5%).

3.2 Distribusi Status Antropometri dan Adipositas Sentral

Proporsi subjek dengan indikator adipositas berdasarkan WHtR dan IMT disajikan dalam Tabel 2. Proporsi subjek yang memiliki indeks adipositas beresiko berdasarkan WHtR ≥0,50 sebesar 39,1% dan berdasarkan IMT ≥23 sebesar 28,3%.

Tabel 2. Distribusi Status Antropometri dan Adipositas Sentral

Variabel	n	%
IMT (kg/m ²)		
<23	33	71,7
≥23	13	28,3
WHtR		
<0,50	28	60,9
≥0,50	18	39,1

Keterangan: IMT, indeks massa tubuh; WHtR, *waist-to-height ratio*. IMT ≥23 kg/m² menunjukkan kategori IMT lebih tinggi, sedangkan WHtR ≥0,50 menunjukkan adipositas sentral. Data disajikan sebagai n (%).

Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan WHtR mengidentifikasi proporsi subjek dengan adipositas sentral yang lebih besar dibandingkan klasifikasi berdasarkan IMT pada populasi dewasa muda yang diteliti.

3.3 Hubungan antara IMT dan WHtR

Tabel 3 menunjukkan adanya hubungan bermakna antara IMT dan WHtR ($p < 0,01$). Sebagian besar subjek dengan IMT ≥23 kg/m² memiliki WHtR ≥0,50 (84,6%).

Tabel 3. Hubungan antara IMT dan WHtR

IMT	WHtR <0,5	WHtR ≥0,5	p-value
IMT <23 kg/m ²	26 (78,8%)	7 (21,2%)	
IMT ≥23 kg/m ²	2 (15,4%)	11 (84,6%)	<0,01

Keterangan: uji Fisher exact.

Temuan menarik, bahwa masih ditemukan sebanyak 21,2% subjek dengan IMT <23 kg/m² memiliki WHtR ≥0,50. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun IMT yang lebih tinggi cenderung disertai WHtR yang lebih tinggi, WHtR dapat memberikan informasi tambahan mengenai adipositas sentral pada subjek dengan IMT yang masih

di bawah batas 23 kg/m².

3.4 Distribusi Faktor Risiko Kardiometabolik

Sebanyak 7 faktor risiko dianalisis pada penelitian ini, proporsi masing-masing disajikan dalam Tabel 4. Untuk memudahkan menganalisis akumulasi risiko, masing-masing faktor risiko diberikan skoring, yaitu skor 1 jika ada dan skor 0 bila tidak ada.

Tabel 4. Distribusi Faktor Risiko Kardiometabolik pada Subjek Penelitian (n=46)

Faktor Risiko Kardiometabolik	Tidak ada n (%)	Ada n (%)	Skor
WHtR $\geq 0,5$	28 (60,9)	18 (39,1)	0/1
Kadar glukosa darah puasa >100 mg/dL	42 (91,3)	4 (8,7)	0/1
TDS ≥ 120 atau TDD ≥ 80 mmHg	35 (76,1)	11 (23,9)	0/1
Durasi tidur malam <7 jam	4 (8,7)	42 (91,3)	0/1
Minuman manis ≥ 1 kali/hari	38 (82,6)	8 (17,4)	0/1
Riwayat penyakit keluarga* ≥ 1	19 (41,3)	27 (58,7)	0/1
Tidak olah raga	32 (69,6)	14 (30,4)	0/1

Keterangan: Riwayat keluarga penyakit kardiometabolik* didefinisikan sebagai adanya riwayat hipertensi, diabetes melitus, atau obesitas dalam keluarga.

Faktor risiko yang paling sering ditemukan adalah durasi tidur <7 jam (91,3%), diikuti riwayat keluarga penyakit kardiometabolik (58,7%), WHtR $\geq 0,50$ (39,1%), tidak berolahraga (30,4%), dan tekanan darah meningkat (23,9%). Konsumsi minuman manis ≥ 1 kali/hari ditemukan pada 17,4% subjek, sedangkan kadar glukosa darah puasa >100 mg/dL merupakan faktor yang paling jarang ditemukan (8,7%).

3.5 Akumulasi Faktor Risiko Kardiometabolik

Setiap skor faktor risiko yang ditemukan pada subjek penelitian, diakumulasi, dikelompokkan dan kemudian disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Distribusi Jumlah Faktor Risiko Kardiometabolik pada Subjek Penelitian (n=46)

Jumlah Skor	n	%
1	7	15,2
2	14	30,4
3	15	32,6
4	7	15,2
5	2	4,3
6	1	2,2
7	0	0
Total	46	100

Keterangan: Skor total merupakan jumlah 7 faktor risiko, dengan skor 0 jika tidak terpenuhi dan 1 jika terpenuhi (rentang skor 0–7).

Jumlah faktor risiko kardiometabolik yang dimiliki subjek berkisar antara 1–6 faktor. Sebagian besar subjek memiliki 2–3 faktor risiko (63,0%), sedangkan 21,7% memiliki ≥ 4 faktor dan 15,2% memiliki satu faktor risiko. Tidak terdapat subjek dengan skor 0 maupun 7 faktor risiko.

3.6 Perbedaan Akumulasi Faktor Risiko Kardiometabolik berdasarkan IMT dan WHtR

Untuk mengetahui hubungan status adipositas dengan akumulasi faktor risiko kardiometabolik, dilakukan analisis perbedaan total skor faktor risiko berdasarkan kategori IMT dan WHtR menggunakan uji Mann–Whitney dan

hasilnya disajikan di dalam Tabel 6.

Tabel 6. Perbedaan Total Skor Faktor Risiko Kardiometabolik berdasarkan Kategori IMT dan WHtR

Indikator antropometri	Kategori	Total skor, Median (IQR)	Z	p-value
IMT (kg/m ²)	<23	2 (2–3)	-2,099	0,036
	≥23	3 (2,5–4)		
WHtR	<0,50	2 (1–2)	-3,628	<0,001
	≥0,50	4 (2,75–4)		

Keterangan: Uji Mann–Whitney. Total skor merupakan jumlah 7 faktor risiko kardiometabolik, dengan skor 0–7.

Total skor faktor risiko kardiometabolik lebih tinggi pada subjek dengan IMT ≥23 kg/m² dibandingkan IMT <23 kg/m² (median 3 vs. 2; p=0,036). Perbedaan yang lebih nyata ditemukan berdasarkan WHtR, dengan median skor 4 pada WHtR ≥0,50 dibandingkan 2 pada WHtR <0,50 (p<0,001). Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan adipositas, terutama adipositas sentral berdasarkan WHtR, berkaitan dengan akumulasi faktor risiko kardiometabolik yang lebih tinggi pada subjek penelitian.

4. PEMBAHASAN

4.1 Akumulasi Faktor Risiko Kardiometabolik pada Dewasa Muda yang Tampak Sehat

Penelitian ini menunjukkan bahwa faktor risiko kardiometabolik telah ditemukan pada mahasiswa dewasa muda meskipun secara umum subjek memiliki karakteristik klinis yang masih berada dalam rentang normal. Median usia subjek adalah 19 tahun, median IMT 21,72 kg/m², median tekanan darah sistolik dan diastolik masing-masing 110 mmHg dan 70 mmHg, serta median kadar glukosa darah puasa 90 mg/dL. Sebagian besar subjek telah memiliki sedikitnya dua faktor risiko, dengan 63,0% memiliki 2–3 faktor dan 21,7% memiliki ≥4 faktor. Temuan ini menunjukkan bahwa pada sebagian besar individu muda yang tidak mengalami hipertensi atau hiperglikemia tidak selalu berarti memiliki risiko kardiometabolik yang rendah. Hasil penelitian ini memperlihatkan adanya kesenjangan antara status klinis yang tampak sehat dan keberadaan beberapa faktor risiko yang dapat terakumulasi secara bersamaan.

Risiko kardiometabolik pada usia muda dapat muncul sebagai suatu akumulasi beberapa faktor sebelum berkembang menjadi gangguan metabolik yang lebih nyata. Dalam penelitian ini, durasi tidur <7 jam merupakan faktor risiko yang paling sering ditemukan (91,3%), diikuti oleh riwayat keluarga penyakit kardiometabolik (58,7%), WHtR ≥0,50 (39,1%), tidak berolahraga (30,4%), dan tekanan darah meningkat (23,9%). Sebaliknya, kadar glukosa darah puasa >100 mg/dL hanya ditemukan pada 8,7% subjek. Perbedaan ini menggambarkan bahwa pada populasi dewasa muda, faktor gaya hidup, predisposisi keluarga, dan perubahan antropometri dapat telah muncul sebelum gangguan glukosa darah menjadi nyata.

Temuan tersebut sejalan dengan konsep bahwa faktor risiko kardiovaskular tidak selalu muncul sebagai faktor tunggal, tetapi dapat berkelompok dan terakumulasi sejak usia muda. Studi MyHEARTs menunjukkan bahwa remaja Malaysia dapat tergolong dalam kelompok risiko rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan kombinasi berbagai faktor biologis. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa sebagian remaja tetap berada dalam kelompok risiko tinggi dan bahkan sebagian lainnya mengalami transisi menuju profil risiko yang lebih buruk selama masa remaja [18]. Pada kelompok dewasa muda, Mezhal *et al.*, juga menunjukkan bahwa faktor risiko kardiometabolik telah umum ditemukan pada usia 18–40 tahun dan sekitar 40% peserta memiliki ≥2 faktor risiko. Obesitas merupakan salah satu faktor yang paling kuat berkaitan dengan faktor risiko lainnya, termasuk obesitas sentral, gangguan glikemik, hipertensi, dan dislipidemia [19].

Meskipun demikian, perbandingan dengan penelitian tersebut tidak dapat dikaitkan secara langsung, karena memiliki perbedaan desain dan populasi. Penelitian Thangiah *et al.* menggunakan desain longitudinal dan analisis *clustering* pada populasi remaja, sedangkan penelitian ini menggunakan desain *cross-sectional* dengan jumlah subjek yang jauh lebih kecil. Oleh karena itu, penelitian ini tidak dapat menunjukkan bahwa faktor-faktor yang ditemukan akan menetap atau berkembang menjadi penyakit kardiometabolik di masa mendatang. Temuan ini

dan penelitian sebelumnya sejalan menyatakan bahwa beberapa indikator risiko telah dapat ditemukan secara bersamaan pada individu yang masih muda dan secara klinis tampak sehat.

Temuan ini memiliki implikasi penting dalam pendekatan pencegahan penyakit kardiometabolik, karena apabila skrining yang hanya berfokus pada penyakit yang sudah terbentuk, seperti hipertensi atau hiperglikemia, dapat berpotensi melewatkan individu yang telah memiliki akumulasi faktor risiko. Identifikasi perubahan antropometri dan faktor gaya hidup pada usia muda dapat menjadi bagian dari strategi pencegahan primer sebelum terjadi manifestasi penyakit. Hasil ini juga memberikan gambaran bahwa penilaian risiko tidak harus menunggu munculnya penyakit, tetapi dapat dimulai dari pengukuran sederhana terhadap faktor-faktor risiko terlebih yang dapat dimodifikasi.

4.2 Adipositas Sentral Lebih Sering Teridentifikasi berdasarkan WHtR dibandingkan IMT

Temuan utama penelitian ini menunjukkan bahwa adipositas sentral lebih sering teridentifikasi berdasarkan *waist-to-height ratio* (WHtR) dibandingkan IMT. Sebanyak 39,1% subjek memiliki WHtR $\geq 0,50$, sedangkan 28,3% memiliki IMT ≥ 23 kg/m². Perbedaan ini menunjukkan bahwa pada populasi mahasiswa yang secara umum memiliki IMT dalam rentang normal, pengukuran yang mempertimbangkan distribusi lemak tubuh dapat memberikan informasi tambahan mengenai adipositas sentral. IMT merupakan indikator antropometri yang sederhana dan banyak digunakan, tetapi tidak dapat menggambarkan distribusi jaringan adiposa. Individu dengan IMT yang sama dapat memiliki proporsi dan distribusi lemak abdominal yang berbeda. Sebaliknya, WHtR menghubungkan lingkaran pinggang dengan tinggi badan sehingga memberikan gambaran mengenai ukuran tubuh sentral relatif terhadap tinggi badan. Keterbatasan IMT dalam menggambarkan distribusi lemak juga ditemukan oleh beberapa penelitian sebelumnya, sehingga merekomendasikan perlunya melengkapi IMT dengan indikator adipositas lain, seperti lingkaran pinggang atau WHtR, terutama ketika distribusi lemak menjadi perhatian [11,12].

Ketidaksesuaian klasifikasi antara IMT dan WHtR pada penelitian ini semakin memperkuat temuan tersebut. Meskipun terdapat hubungan bermakna antara IMT dan WHtR ($p < 0,01$) dan sebagian besar subjek dengan IMT ≥ 23 kg/m² juga memiliki WHtR $\geq 0,50$ (84,6%), 21,2% subjek dengan IMT < 23 kg/m² tetap memiliki WHtR $\geq 0,50$. Dengan demikian, IMT yang masih berada di bawah batas 23 kg/m² tidak selalu disertai dengan WHtR yang rendah. Temuan ini sejalan dengan Ashwell dan Gibson, yang menunjukkan bahwa WHtR dapat memberikan informasi mengenai risiko kesehatan yang tidak sepenuhnya tercermin melalui IMT. Secara fisiologis, hal ini dapat dijelaskan karena IMT merepresentasikan berat badan relatif terhadap tinggi badan tanpa membedakan massa lemak dan massa bebas lemak maupun lokasi penyimpanan lemak, sedangkan lingkaran pinggang dan WHtR lebih berkaitan dengan ukuran tubuh bagian sentral. Oleh karena itu, perbedaan antara kedua indikator tersebut dapat menjadi relevan pada dewasa muda yang belum menunjukkan peningkatan IMT tetapi telah mengalami akumulasi lemak abdominal [14].

Hasil penelitian ini juga konsisten dengan penelitian yang mengevaluasi hubungan indikator adipositas dengan risiko metabolik. Zhang *et al.*, melaporkan bahwa WHtR memiliki kemampuan diskriminatif yang lebih baik dibandingkan IMT dalam mengidentifikasi diabetes pada populasi dewasa di China, dengan AUC WHtR sebesar 0,683 dibandingkan 0,629 untuk IMT. Temuan tersebut mendukung kemungkinan bahwa indikator yang mencerminkan adipositas sentral dapat memberikan informasi metabolik tambahan dibandingkan ukuran adipositas secara keseluruhan. Namun, penelitian Zhang *et al.* dilakukan pada populasi dewasa dengan usia ≥ 40 tahun, sedangkan penelitian ini melibatkan mahasiswa dewasa muda yang sebagian besar masih berada dalam kondisi klinis normal. Oleh karena itu, hasil tersebut tidak dapat digeneralisasikan secara langsung, tetapi memberikan dasar biologis dan epidemiologis bahwa distribusi lemak tubuh dapat memiliki keterkaitan dengan risiko metabolik yang tidak sepenuhnya ditangkap oleh IMT [15].

Temuan bahwa sebagian mahasiswa dengan IMT < 23 kg/m² memiliki WHtR $\geq 0,50$ memiliki implikasi terhadap pendekatan skrining, walaupun perlu ditafsirkan secara hati-hati. Hasil penelitian ini tidak membuktikan bahwa WHtR lebih sensitif atau lebih superior daripada IMT, karena tidak menggunakan *reference standard* untuk menentukan adipositas sebenarnya serta tidak dirancang untuk membandingkan sensitivitas dan spesifisitas kedua indikator. Temuan ini menunjukkan bahwa WHtR dapat memberikan informasi tambahan mengenai adipositas sentral pada individu yang belum dikategorikan *overweight* berdasarkan IMT. Hal ini sejalan dengan Ashwell dan

Gibson yang mengemukakan bahwa WHtR dapat membantu mengidentifikasi risiko kesehatan pada individu yang tidak selalu teridentifikasi berdasarkan ukuran antropometri konvensional [14]. Dengan demikian, penggunaan kedua indikator secara bersamaan dapat memberikan gambaran antropometri yang lebih komprehensif daripada mengandalkan IMT saja.

WHtR 0,50 hanya sebagai cut-off operasional dalam penelitian ini, bukan sebagai batas universal risiko kardiometabolik, karena batas optimal WHtR masih bervariasi antar populasi. Pada analisis yang dilakukan Zong *et al.* pada anak dan remaja dari berbagai negara, menunjukkan bahwa batas optimal WHtR dapat berbeda antar populasi, dengan nilai sekitar 0,50 pada populasi Eropa dan Amerika Serikat dan sekitar 0,46 pada beberapa populasi Asia, Afrika, dan Amerika Selatan. Dengan demikian, temuan penelitian ini lebih tepat diposisikan sebagai gambaran awal mengenai adanya adipositas sentral pada mahasiswa dan potensi nilai tambah WHtR dalam skrining antropometri, yang masih perlu dikonfirmasi melalui penelitian dengan sampel lebih besar, representasi populasi yang lebih luas, serta desain longitudinal [20].

4.3 Adipositas dan Akumulasi Faktor Risiko Kardiometabolik

Hubungan antara adipositas dan akumulasi faktor risiko terlihat lebih jelas pada analisis total skor faktor risiko. Subjek dengan $IMT \geq 23 \text{ kg/m}^2$ memiliki median total skor 3, lebih tinggi dibandingkan subjek dengan $IMT < 23 \text{ kg/m}^2$ dengan median 2, dan perbedaan tersebut bermakna secara statistik ($p=0,036$). Temuan yang lebih kuat terlihat pada pengelompokan berdasarkan WHtR. Subjek dengan $WHtR \geq 0,50$ memiliki median skor risiko 4, sedangkan subjek dengan $WHtR < 0,50$ memiliki median 2, dengan perbedaan yang bermakna ($p < 0,001$).

Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan adipositas berhubungan dengan akumulasi faktor risiko kardiometabolik pada populasi dewasa muda. Temuan menarik bahwa pola perbedaan berdasarkan WHtR tampak lebih jelas dibandingkan berdasarkan IMT. Hal ini dapat mendukung dugaan bahwa distribusi lemak tubuh, khususnya adipositas sentral, memiliki keterkaitan yang lebih dekat dengan profil risiko kardiometabolik dibandingkan ukuran berat badan relatif semata.

Temuan ini didukung oleh beberapa temuan penelitian sebelumnya. Zhang *et al.* menunjukkan bahwa indikator adipositas sentral, termasuk lingkaran pinggang dan WHtR, berkaitan dengan diabetes dan menunjukkan kemampuan diskriminatif yang lebih baik dibandingkan IMT pada populasi yang diteliti [15]. Pada dewasa muda, Mezhal *et al.* menunjukkan bahwa obesitas memiliki hubungan yang kuat dengan beberapa faktor risiko kardiometabolik lainnya, termasuk obesitas sentral, gangguan glikemik, hipertensi, dan dislipidemia [19]. Temuan longitudinal pada remaja juga menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti tekanan darah, lemak tubuh, lingkaran pinggang, dan profil lipid dapat membentuk kelompok risiko yang berjalan bersama selama masa perkembangan [18].

Secara biologis, adipositas sentral berkaitan dengan aktivitas metabolik jaringan adiposa visceral yang lebih tinggi. Peningkatan jaringan adiposa visceral dapat berhubungan dengan gangguan sensitivitas insulin, perubahan sekresi adipokin, inflamasi tingkat rendah, dan perubahan metabolisme lipid [21,22]. Proses tersebut dapat berlangsung sebelum munculnya hiperglikemia atau hipertensi yang memenuhi kriteria klinis. Dengan demikian, keberadaan WHtR yang meningkat pada individu muda dapat menjadi salah satu gambaran awal dari proses metabolik yang belum termanifestasi sebagai penyakit.

Namun, interpretasi biologis tersebut perlu ditempatkan sebagai mekanisme yang mungkin, bukan sebagai hubungan kausal yang dibuktikan oleh penelitian ini. Penelitian ini tidak mengukur lemak visceral secara langsung, tidak menilai insulin resistance atau adipokin, dan menggunakan desain *cross-sectional*. Oleh karena itu, hubungan antara WHtR dan akumulasi skor risiko tidak dapat diartikan sebagai bukti bahwa adipositas sentral menyebabkan akumulasi faktor risiko.

4.4 Faktor Gaya Hidup dan Riwayat Keluarga sebagai Konteks Risiko pada Mahasiswa

Selain adipositas, penelitian ini menunjukkan tingginya prevalensi beberapa faktor yang berhubungan dengan gaya hidup dan predisposisi keluarga. Durasi tidur < 7 jam ditemukan pada 91,3% subjek dan merupakan faktor

risiko yang paling sering ditemukan. Riwayat keluarga hipertensi, diabetes melitus, atau obesitas ditemukan pada 58,7% subjek, sedangkan 30,4% subjek tidak berolahraga. Temuan ini menunjukkan bahwa profil risiko kardiometabolik pada mahasiswa tidak hanya berkaitan dengan status antropometri, tetapi merupakan hasil interaksi antara karakteristik tubuh, perilaku kesehatan, dan predisposisi keluarga.

Tingginya proporsi durasi tidur <7 jam dalam penelitian ini dapat berkaitan dengan karakteristik kehidupan mahasiswa, seperti tuntutan akademik, pola belajar, penggunaan perangkat elektronik, serta perubahan rutinitas tidur. Temuan ini perlu mendapat perhatian karena durasi tidur merupakan salah satu faktor perilaku yang berpotensi berkaitan dengan kesehatan metabolik. Meta-analisis Che *et al.* menunjukkan hubungan berbentuk U antara durasi tidur dan sindrom metabolik, yaitu bahwa durasi tidur yang terlalu pendek maupun terlalu panjang berhubungan dengan peningkatan risiko metabolik [10]. Meskipun penelitian ini tidak menunjukkan hubungan bermakna antara durasi tidur dan total skor faktor risiko kardiometabolik, tingginya proporsi mahasiswa dengan durasi tidur <7 jam tetap menunjukkan adanya perilaku kesehatan yang perlu diperhatikan. Oleh karena itu, upaya promotif di lingkungan pendidikan tinggi dapat mempertimbangkan pengelolaan aktivitas akademik dan nonakademik yang tidak esensial, serta edukasi mengenai pentingnya tidur yang cukup dan berkualitas, sebagai bagian dari upaya menjaga kesehatan mahasiswa.

Riwayat keluarga juga ditemukan cukup sering pada populasi penelitian. Adanya riwayat hipertensi, diabetes melitus, atau obesitas dapat mencerminkan predisposisi genetik maupun lingkungan keluarga yang bersama-sama memengaruhi risiko kardiometabolik [23,24]. Oleh karena itu, identifikasi faktor keluarga pada usia muda dapat membantu mengidentifikasi individu yang memerlukan perhatian lebih terhadap perilaku kesehatan dan pemantauan faktor risiko.

Dalam konteks ini, faktor gaya hidup dan riwayat keluarga sebaiknya tidak dipandang sebagai faktor yang berdiri sendiri. Konsep *clustering* yang ditunjukkan pada penelitian Thangiah *et al.* dan akumulasi faktor risiko pada dewasa muda yang dilaporkan Mezhal *et al.* mendukung pendekatan yang mempertimbangkan beberapa faktor secara bersamaan, dibandingkan hanya menilai satu faktor risiko secara individual [18,19]. Penelitian ini belum dapat menguji interaksi atau kontribusi independen masing-masing faktor, tetapi memberikan gambaran awal bahwa beberapa domain risiko telah hadir secara bersamaan pada populasi mahasiswa.

4.5 Implikasi terhadap Skrining Risiko Kardiometabolik pada Mahasiswa

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa mahasiswa yang tampak sehat secara klinis belum tentu memiliki profil risiko kardiometabolik yang rendah. Sebanyak 39,1% subjek memiliki WHtR $\geq 0,50$, 63,0% memiliki 2–3 faktor risiko, dan 21,7% memiliki ≥ 4 faktor risiko. Temuan ini sejalan dengan penelitian pada remaja dan dewasa muda yang menunjukkan bahwa faktor risiko kardiometabolik dapat muncul dan mengelompok sejak usia muda sebelum manifestasi penyakit kardiovaskular yang nyata [18,19]. Oleh karena itu, mahasiswa merupakan kelompok yang relevan untuk pendekatan pencegahan melalui identifikasi faktor risiko yang masih dapat dimodifikasi.

WHtR memiliki keunggulan praktis karena hanya memerlukan pengukuran lingkaran pinggang dan tinggi badan serta dapat dilakukan tanpa pemeriksaan laboratorium. Dalam konteks mahasiswa, pengukuran WHtR dapat dikombinasikan dengan tekanan darah, aktivitas fisik, durasi tidur, pola makan, dan riwayat keluarga untuk memperoleh gambaran risiko yang lebih komprehensif. Temuan bahwa 21,2% subjek dengan IMT <23 kg/m² memiliki WHtR $\geq 0,50$ juga menunjukkan bahwa sebagian individu dengan IMT yang belum berada pada kategori *overweight* dapat memiliki indikator adipositas sentral. Hal ini mendukung penggunaan WHtR sebagai indikator tambahan, bukan pengganti IMT, dalam penilaian risiko antropometri [12,14].

Meskipun demikian, hasil penelitian ini belum cukup untuk merekomendasikan WHtR sebagai alat skrining klinis rutin pada seluruh mahasiswa. Ukuran sampel yang relatif kecil, desain *cross-sectional*, serta belum adanya *reference standard* atau *outcome* klinis membatasi kemampuan penelitian untuk menentukan akurasi prediktif maupun hubungan kausal. Dengan demikian, temuan ini lebih tepat dipandang sebagai gambaran awal mengenai akumulasi faktor risiko kardiometabolik pada mahasiswa dan sebagai dasar untuk pengembangan hipotesis penelitian selanjutnya.

Penelitian berikutnya perlu melibatkan jumlah dan keragaman mahasiswa yang lebih besar serta menggunakan desain longitudinal untuk menilai perubahan WHtR dan faktor risiko dari waktu ke waktu. Penambahan variabel seperti profil lipid, aktivitas fisik yang diukur secara objektif, kualitas dan durasi tidur, pola makan, serta riwayat keluarga yang lebih terstruktur akan memperkaya penilaian risiko. Dengan pendekatan tersebut, penelitian sederhana ini dapat menjadi studi pendahuluan yang memberikan dasar bagi penelitian yang lebih besar dan terarah, khususnya dalam mengevaluasi apakah adipositas sentral pada usia muda berkaitan dengan perkembangan profil risiko kardiometabolik di kemudian hari.

5. KESIMPULAN

Akumulasi faktor risiko kardiometabolik ditemukan pada mahasiswa kedokteran yang secara klinis tampak sehat. Adipositas sentral berdasarkan WHtR lebih sering teridentifikasi dibandingkan berdasarkan IMT. Baik IMT maupun WHtR berhubungan dengan akumulasi faktor risiko kardiometabolik, dengan perbedaan skor risiko yang lebih jelas berdasarkan WHtR. Temuan ini menunjukkan bahwa penilaian adipositas menggunakan IMT dan WHtR dapat memberikan informasi yang saling melengkapi dalam menggambarkan profil risiko kardiometabolik sejak usia muda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada mahasiswa yang bersedia terlibat dan seluruh pihak yang telah membantu dalam proses pengumpulan dan pengolahan data, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan pelayanan kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization. Noncommunicable diseases. Geneva: World Health Organization; 2025. Available from: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Accessed August 10, 2026.
- [2] Lu X, Peng X, Zhang Y, Zhu H, Zheng Y, Sun Y, et al. Global trends and the case of China in cardio-kidney-metabolic multimorbidity: development and validation of a composite risk index using GBD 1990–2021 data. *J Health Popul Nutr*. 2026;45:44
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2023.
- [4] Aggarwal R, Yeh RW, Joynt Maddox KE, Wadhera RK. Cardiovascular risk factor prevalence, treatment, and control in US adults aged 20 to 44 years, 2009 to March 2020. *JAMA*. 2023;329(11):899–909.
- [5] Parcha V, Heindl B, Kalra R, Li P, Gower B, Arora G, et al. Insulin resistance and cardiometabolic risk profile among nondiabetic American young adults: insights from NHANES. *J Clin Endocrinol Metab*. 2022;107(1):e25–e37.
- [6] Lascar N, Brown J, Pattison H, Barnett AH, Bailey CJ, Bellary S. Type 2 diabetes in adolescents and young adults. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2018;6(1):69–80.
- [7] Novia R, Ardiani F, Handayani F, Lubis Z, Sudaryati E. Hubungan asupan zat gizi dan keragaman pangan dengan status obesitas pada mahasiswa perguruan tinggi. *J Kesmas Gizi*. 2026;8:1191–1200.
- [8] Olvan SM. Hubungan antara asupan zat gizi makro dan tingkat konsumsi makanan ultra proses dengan kejadian status overweight pada remaja awal: tinjauan literatur. *J Kesmas Gizi*. 2026;8:1008–1013
- [9] Stone NJ, Smith SC Jr, Orringer CE, Rigotti NA, Navar AM. Managing atherosclerotic cardiovascular risk in young adults. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(5):525–542..
- [10] Che T, Yan C, Tian D, Zhang X, Liu X, Harper J. The association between sleep and metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021;12:773646.
- [11] Riaz M, Lodhi S. Beyond BMI: exploring obesity trends in the South Asian region. *Obes Pillars*. 2025;13:100156.
- [12] Sweatt K, Garvey WT, Martins C. Strengths and limitations of BMI in the diagnosis of obesity: what is

- the path forward? *Curr Obes Rep.* 2024;13:584–595.
- [13] Gadekar T, Dudeja P, Basu I, Vashisht S. Correlation of visceral body fat with waist–hip ratio, waist circumference and body mass index in healthy adults: a cross-sectional study. *Med J Armed Forces India.* 2020;76(1):41–46.
 - [14] Ashwell M, Gibson S. Waist-to-height ratio as an indicator of ‘early health risk’: simpler and more predictive than using a ‘matrix’ based on BMI and waist circumference. *BMJ Open.* 2016;6(3):e010159.
 - [15] Zhang F, Ren J, Zhang P, Jin H, Qu Y, Yu Y, et al. Strong association of waist circumference, body mass index, waist-to-height ratio, and waist-to-hip ratio with diabetes: a population-based cross-sectional study in Jilin Province, China. *J Diabetes Res.* 2021;2021:8812431.
 - [16] American Diabetes Association Professional Practice Committee for Diabetes. 2. Diagnosis and classification of diabetes: Standards of Care in Diabetes—2026. *Diabetes Care.* 2026;49(Suppl 1):S27–S49.
 - [17] Lane MM, Travica N, Gamage E, Marshall S, Trakman GL, Young C, et al. Sugar-sweetened beverages and adverse human health outcomes: an umbrella review of meta-analyses of observational studies. *Annu Rev Nutr.* 2024;44:383–404.
 - [18] Thangiah N, Chinna K, Su TT, Jalaludin MY. Clustering and tracking the stability of biological CVD risk factors in adolescents: the Malaysian Health and Adolescents Longitudinal Research Team Study (MyHEARTs). *Front Public Health.* 2020;8:69.
 - [19] Mezhal F, Oulhaj A, Abdulle A, Aljunaibi A, Alnaeemi A. The interrelationship and accumulation of cardiometabolic risk factors amongst young adults in the United Arab Emirates: the UAE Healthy Future Study. *Diabetol Metab Syndr.* 2021;13:1–8.
 - [20] Zong X, Kelishadi R, Hong YM, Schwandt P, Matsha TE, Mill JG, et al. Establishing international optimal cut-offs of waist-to-height ratio for predicting cardiometabolic risk in children and adolescents aged 6–18 years. *BMC Med.* 2023;21:235.
 - [21] Khawaja T, Nied M, Wilgor A, Neeland IJ. Impact of visceral and hepatic fat on cardiometabolic health. *Curr Cardiol Rep.* 2024;26:1297–1307.
 - [22] Dobre M, Virgolici B, Timnea O. Key roles of brown, subcutaneous, and visceral adipose tissues in obesity and insulin resistance. *Curr Issues Mol Biol.* 2025;47.
 - [23] Mani A. Update in genetic and epigenetic causes of hypertension. *Cell Mol Life Sci.* 2024;81:1–21.
 - [24] Triatin RD, Chen Z, Ani A, Wang R, Hartman CA, Nolte IM, et al. Familial co-aggregation and shared genetics of cardiometabolic disorders and traits: data from the multi-generational Lifelines Cohort Study. *Cardiovasc Diabetol.* 2023;22:1–14.