

## KESESUAIAN LINGKAR PERGELANGAN TANGAN TERHADAP PERSENTASE LEMAK TUBUH TOTAL DAN LEMAK VISERAL

### *The Suitability Wrist Circumference to The Percentage of Total Body Fat and Visceral Fat*

Fani Safitri<sup>1</sup>, Siti Fatimah Muis<sup>2</sup>, Amalia Sukmadianti<sup>2</sup>, Darmono SS<sup>2</sup>, Khairuddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Peserta Program Pendidikan Dokter Spesialis Gizi Klinis, Fakultas Kedokteran UNDIP/RSUP dr. Kariadi

<sup>2</sup>Staf Program Pendidikan Dokter Spesialis Gizi Klinis, Fakultas Kedokteran UNDIP

### ABSTRACT

**Background:** Excess accumulation of fat that disrupts health is called obesity. Body fat accumulation can be measured using several methods, such as computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI), but that are expensive and have radiation exposure. Another method used is bioelectrical impedance analysis (BIA). Wrist circumference is one of the newly introduced anthropometric measurements and is easy to assess the size of the body frame. This body frame size has a relationship with fat, non-fat mass, bone with body weight at all ages.

**Objective:** To analyze the suitability of wrist circumference with the percentage of total body fat and visceral fat

**Research methods:** This suitability study involved 256 students from the Faculty of Medicine of Diponegoro University, aged 19-23 years. The research instruments are BIA and metline. The analysis uses a diagnostic test to explain the calculation of sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value.

**Results:** The result of sensitivity and specificity of wrist circumference to the percentage of total body fat is strong in women (Se: 82.22%, Sp: 45.25%) but weak in men (Se: 55.55%, Sp: 54, 54%). The sensitivity and specificity of wrist circumference to visceral body fat were found to be strong in men (Se: 81%, Sp: 66.66%) and women (Se: 100%, Sp: 36.61%). Based on the determination of the cut point by the ROC method, the values obtained were 13.5cm for women and 15.8cm for men who were compatible with visceral fat.

**Conclusion:** Wrist circumference can be a screening tool of women's total body fat but not in men. Wrist circumference can be a screening tool for high visceral fat in women and men but cannot be a diagnostic tool. Need further research in which the proportional male and female population according to the demographics of Kota Semarang.

### ABSTRAK

**Latar belakang:** Kelebihan akumulasi lemak yang mengganggu kesehatan disebut obesitas. Akumulasi lemak tubuh dapat diukur menggunakan beberapa metode, seperti *computed*

*tomography* (CT) dan *magnetic resonance imaging* (MRI), namun membutuhkan biaya mahal dan memiliki paparan radiasi. Metode lain yang digunakan adalah *bioelectrical impedance analysis* (BIA). Lingkar pergelangan tangan merupakan pengukuran antropometri yang baru diperkenalkan dan mudah dilakukan untuk menilai ukuran rangka tubuh. Ukuran rangka tubuh mempunyai hubungan dengan lemak, massa bukan lemak, tulang dengan berat badan pada semua umur.

**Tujuan :** Menganalisis kesesuaian lingkar pergelangan tangan dengan presentase lemak tubuh total dan lemak visceral

**Metode penelitian :** Penelitian kesesuaian ini melibatkan subyek mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro sebanyak 256 orang yang berusia 19-23 tahun. Instrumen penelitian BIA dan *metline*. Analisis menggunakan uji diagnostik untuk menjelaskan perhitungan sensitivitas, spesifitas, nilai prediksi positif, nilai prediksi negatif.

**Hasil :** Hasil sensitivitas dan spesifitas lingkar pergelangan tangan terhadap persentase lemak tubuh total kuat pada wanita (Se: 82,22%, Sp:45,25%) namun lemah pada pria (Se:55,55%, Sp:54,54%). Hasil sensitivitas dan spesifitas lingkar pergelangan tangan terhadap lemak tubuh visceral didapatkan kuat pada pria (Se:81%, Sp:66,66%) maupun wanita (Se:100%, Sp:36,61%). Berdasarkan penentuan titik potong dengan metode ROC didapatkan nilai 13,5cm untuk wanita dan 15,8cm untuk pria yang memiliki kesesuaian dengan lemak visceral.

**Simpulan :** Lingkar pergelangan tangan dapat menjadi alat skrining terhadap *total body fat* wanita namun tidak pada pria. Lingkar pergelangan tangan dapat menjadi alat skrining terhadap lemak visceral yang tinggi pada wanita dan pria namun tidak dapat menjadi alat diagnostik. Butuh penelitian lebih lanjut dimana populasi pria dan wanita proporsional sesuai demografi Kota Semarang.

**Kata kunci :** Lingkar pergelangan tangan, Lemak total, Lemak visceral

## PENDAHULUAN

Lemak merupakan komponen normal dari tubuh yang disimpan di jaringan adiposa. Selain berfungsi sebagai sistem penyimpanan energi, lemak juga berfungsi sebagai perlindungan dari dingin dan bahaya benturan sehari-hari, jaringan adiposa menghasilkan berbagai macam senyawa, yang mempengaruhi banyak fungsi, termasuk nafsu makan, kesuburan, perkembangan saraf dan plastisitas, respon inflamasi, dan hormon termasuk insulin. Lemak tubuh terdiri dari lemak subkutan, lemak visceral dan lemak ektopik.<sup>1</sup> Kelebihan akumulasi lemak yang mengganggu kesehatan disebut obesitas. Obesitas merupakan masalah kesehatan yang serius dengan prevalensinya yang terus meningkat di banyak negara berkembang. Di Indonesia, analisis data sekunder dari Survei Kesehatan Nasional (Riskesmas) pada tahun 2018, menemukan prevalensi obesitas dewasa (>18 tahun) 21,8% naik 7% dari tahun 2013 (14,8%). Prevalensi obesitas sentral adalah 31%, lebih tinggi dari prevalensi pada tahun 2013 (26,6%). Menurut Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah tahun 2017, presentase obesitas pada usia lebih dari 15 tahun paling tinggi berada pada wilayah Jawa Tengah yaitu 19,47%, terdiri dari pria 17,98%, wanita 20,75%. Obesitas sering

dikaitkan dengan resistensi insulin, faktor risiko penyakit kronis seperti, diabetes melitus, penyakit kardiovaskular, kanker, stroke dan penyakit lainnya.<sup>2</sup>

Akumulasi lemak tubuh dapat diukur menggunakan beberapa metode, seperti *computed tomography* (CT) dan *magnetic resonance imaging* (MRI), namun metode ini membutuhkan biaya yang mahal dan memiliki paparan radiasi.<sup>3</sup> Metode lain yang sering digunakan untuk mengukur akumulasi lemak adalah *dual-energy X-ray absorptiometry* (DXA) dan *bioelectrical impedance analysis* (BIA).

Lingkar pergelangan tangan merupakan salah satu pengukuran antropometri yang baru diperkenalkan dan mudah dilakukan. Lingkar pergelangan tangan sering dikaitkan dengan penilaian ukuran rangka tubuh. Ukuran rangka tubuh ini mempunyai hubungan dengan lemak, massa bukan lemak, tulang dengan berat badan pada semua umur.<sup>4,5</sup> Belum ada penelitian tentang kesesuaian lingkar pergelangan tangan dengan persentase lemak tubuh total di Indonesia. Penelitian sebelumnya yang dilakukan di Semarang mengenai sensitivitas dan spesifitas lingkar pergelangan tangan sebagai prediktor obesitas dan resistensi insulin pada remaja akhir menggunakan parameter indeks massa tubuh, berbeda dengan penelitian ini menggunakan persentase lemak tubuh total sebagai parameter obesitas.<sup>6</sup> Tujuan penelitian ini untuk menganalisa kesesuaian lingkar pergelangan tangan dengan presentase lemak tubuh total dan lemak visceral.

## METODE

Penelitian ini menggunakan uji kesesuaian dengan pendahuluan *cross sectional* pada mahasiswa S1 Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang obese dan non obese yang memenuhi kriteria inklusi pada bulan Agustus – September 2019. Kriteria inklusi adalah usia 19 tahun – 23 tahun, tidak hamil, tidak minum obat-obatan steroid dan bersedia mengikuti penelitian. Kriteria eksklusi terdapat edema, terdapat tanda sindrom Cushing (moon face, edema perifer, kulit menipis, hirsutism), riwayat fraktur eksremitas superior dan operasi area pergelangan tangan dan deformitas kongenital pada pergelangan tangan.

Subjek yang memenuhi kriteria dan bersedia mengikuti penelitian diberikan *informed consent*. Subyek diukur lingkar pergelangan tangan menggunakan midline, berat badan, persentase lemak tubuh total dan lemak visceral menggunakan BIA. Analisis data dilakukan dengan uji kesesuaian dimana dibuatkan kurva ROC berdasarkan kesesuaian lingkar pergelangan tangan dan persentase lemak tubuh total untuk mendapatkan cut off point dimana sensitifitas dan spesifitas tertinggi. Kemudian perhitungan validitas akan disajikan dengan tabel 2x2 selanjutnya dilakukan perhitungan sensitivitas, spesifitas, nilai prediksi positif, nilai prediksi negatif, rasio kemungkinan positif, rasio kemungkinan negatif dan nilai akurasi diagnostiknya.

## HASIL

Penelitian ini dilakukan dengan calon subyek penelitian sebanyak 256 responden yang memenuhi kriteria inklusi pada bulan Agustus – September 2019 di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Karakteristik dari subyek penelitian terdapat pada Tabel 1 dimana jumlah subyek diketahui bahwa Jumlah subyek penelitian wanita (n=227) lebih

banyak daripada pria (n=29) yang sebagian besar subyek berusia antara 19-20 tahun. Menurut nilai *total body fat* didapatkan persentasi obesitas pada pria lebih besar dibandingkan wanita. Status berat badan dapat dipola secara sosial oleh interaksi antara sumber daya pendidikan, ekonomi, dan perilaku dalam struktur hubungan gender. Berdasarkan penentuan nilai median dalam penentuan titik potong lingkaran pergelangan tangan didapatkan lingkaran pergelangan tangan pria lebih besar dibandingkan wanita. Besar lingkaran pergelangan tangan ini dipengaruhi oleh jenis kelamin, ras dan usia. Menurut indeks massa tubuh didapatkan persentase obesitas sebesar 44,8% pada pria dan 17,6% pada wanita. Perbedaan yang didapatkan menjelaskan tentang indeks massa tubuh tidak dapat menentukan jenis lemak dan distribusi lemak tubuh. Sejumlah subyek dengan IMT normoweight atau overweight bila diukur menggunakan BIA *total body fat* didapatkan obesitas.

**Tabel 1. Karakteristik dasar subyek penelitian**

Karakteristik	n	%	Rerata ± SB	Min-max
<b>Jenis Kelamin</b>				
L	29	11,3		
P	227	88,7		
<b>Usia</b>			19,88 ± 0,813	19-22
<b>Berat Badan</b>			55,69 ± 11,90	33,80 – 103,60
<b>Tinggi Badan</b>			13,94 ± 1,31	144 -187
<b>Body Fat Pria (BIA ≥20%)</b>			22,34 ± 5,98	10,70 – 35,70
Obesitas	18	62,1		
Non Obesitas	11	37,9		
<b>Body Fat Wanita (BIA ≥30%)</b>			28,79 ± 5,19	10,80 – 40,70
Obesitas	90	39,6		
Non Obesitas	137	60,4		
<b>Lingkar Pergelangan Tangan Pria</b>			15,87 ± 1,25	14-19
≥15,8 cm	15	51,7		
<15,8 cm	14	48,3		
<b>Lingkar Pergelangan Tangan Wanita</b>			13,69 ± 1,10	11-19,5
≥13,5 cm	149	65,6		
<13,5 cm	78	34,4		
<b>IMT Pria</b>			24,88 ± 3,70	16,90 – 31,70
<i>Underweight</i>	1	3,4		
<i>Normoweight</i>	7	24,1		
<i>Overweight</i>	8	27,5		
<i>Obese</i>	13	44,8		
<b>IMT Wanita</b>			22,02 ± 3,99	14,90 – 41,60
<i>Underweight</i>	31	13,6		
<i>Normoweight</i>	124	54,6		
<i>Overweight</i>	32	14		
<i>Obese</i>	40	17,6		

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan Se lingkaran pergelangan tangan dalam menentukan obesitas yaitu 82,22% pada wanita, artinya bahwa 82,22% dari 227 subyek dapat dideteksi obesitas dengan lingkaran pergelangan tangan wanita. Lingkaran pergelangan tangan memiliki Sp sebesar 45,25% pada wanita yang berarti bahwa dapat mendeteksi 45,2 dari 227 subyek obesitas. Dari hasil uji ini dapat disimpulkan bahwa lingkaran pergelangan tangan memiliki nilai potensial untuk skrining dalam menilai obesitas terhadap persentase lemak tubuh total

pada wanita. Pada penelitian ini didapatkan Se dan Sp yang lemah untuk menilai lingkaran pergelangan tangan terhadap obesitas berdasarkan persentase lemak tubuh total pada pria, sehingga belum dapat digunakan sebagai skrining maupun diagnostik. Nilai ini juga dapat dipengaruhi oleh jumlah responden pria yang sedikit.

**Tabel 2. Cut off Point Optimal Lingkaran Pergelangan Tangan terhadap obesitas dan lemak visceral**

	Cut off point	Se	Sp	X <sup>2</sup>
<b>Obesitas</b>				
Pria	≥15,8 cm	55,55%	54,54%	0,597
Wanita	≥13,5 cm	82,22%	45,25%	0,000
<b>Lemak Visceral</b>				
Pria	≥15,8 cm	81%	66,66%	0,011
Wanita	≥13,5 cm	100%	36,61%	0,005

Hasil uji X<sup>2</sup> dan uji diagnostik (Tabel 2), mendapatkan nilai Se lingkaran pergelangan tangan pada wanita dan pria terhadap lemak visceral termasuk kuat namun memiliki Sp rendah. Nilai Se kuat dengan Sp yang rendah merupakan kriteria alat skrining. Nilai ini tidak dapat dipakai menjadi alat uji diagnostik karena memiliki nilai Sp yang lemah. Berdasarkan penelitian ini didapatkan nilai Se wanita lebih kuat dibandingkan pria, dapat disimpulkan bahwa lingkaran pergelangan tangan pada wanita lebih unggul dalam menentukan lemak visceral dibandingkan pada responden pria.

## DISKUSI

Hasil penelitian ini berbeda dari hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan dilakukan pada subyek usai 17-21 tahun di Semarang, didapatkan *cut off* lingkaran pergelangan tangan untuk menentukan obesitas 14,57cm untuk wanita dan 16,02 cm untuk pria.<sup>6</sup> Penentuan *cut off* tersebut digunakan untuk menilai obesitas berdasarkan indeks massa tubuh. Belum ada penelitian yang melaporkan untuk *cut off* optimal lingkaran pergelangan tangan terhadap persentase lemak tubuh total. Berdasarkan penelitian Campagna G, lingkaran pergelangan tangan dapat menentukan frame size dan didapatkan lingkaran pergelangan tangan pria lebih besar dari wanita.<sup>7</sup> Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan di Ghana, dimana didapatkan *cut off* optimal lingkaran pergelangan tangan yang dapat meningkatkan risiko kardiometabolik 17,5cm dan 17,8cm untuk pria dan 16cm dan 16,7cm untuk wanita.<sup>8</sup> Hal ini dapat dijelaskan dengan adanya “*bone fat pancreas axis*” yang mengatur hemostasis energi dan mengoordinasikan pembagian energi antara tulang dan jaringan adiposa dan berdampak pada sensitivitas insulin. Besar lingkaran pergelangan tangan ini dipengaruhi oleh jenis kelamin, ras dan usia. Penelitian lain melaporkan *cut off* lingkaran pergelangan tangan dalam menilai resistensi insulin yaitu 16,07 pada pria dan 14,42cm pada wanita.<sup>6</sup> Penelitian ini dilakukan di Semarang dengan subyek responden usia 17-21 tahun dan resistensi insulin diukur berdasarkan HOMA-IR. Lingkaran pergelangan tangan memiliki keunggulan dibandingkan antropometri lain yaitu murah, non invasif, sederhana, mudah diterima, nyaman bagi pemeriksa dan responden dan ukurannya jelas tidak berubah sepanjang hari.<sup>4,6,7,9</sup>

Pemeriksaan ini memberi kemudahan dalam memprediksi lemak visceral sebagai risiko kardiometabolik.

Pada penelitian ini didapatkan nilai Se dan Sp pada wanita lebih besar dibandingkan pada subyek pria untuk menilai lingkaran pergelangan tangan terhadap obesitas. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa lingkaran pergelangan tangan memiliki performa yang baik sebagai penanda obesitas pada jenis kelamin pria.<sup>6</sup> Perbedaan penelitian ini disebabkan kriteria obesitas yang dipakai oleh penelitian tersebut berdasarkan indeks massa tubuh, sedangkan penelitian ini menggunakan persentase lemak tubuh total. Lingkaran pergelangan tangan dianggap sebagai parameter antropometri yang dapat menentukan *body frame* dan ukuran tulang yang dapat diukur dengan mudah. Salah satu hipotesis menyebutkan individu dengan kerangka yang lebih besar mencerminkan sistem pencernaan yang lebih besar untuk menyerap energi yang lebih besar sehingga menghasilkan keseimbangan energi positif yang menghasilkan penyimpanan lemak subkutan yang lebih besar.<sup>10</sup> Namun lingkaran kepala, pergelangan tangan, pergelangan kaki, dan kaki (melalui sendi metatarso-phalangeal) diukur di mana terdapat jumlah jaringan adiposa yang minimal. Di pergelangan tangan, di pergelangan kaki, dan di kaki perlekatan fascia superfisial ke tulang menyisakan sedikit ruang bagi jaringan adiposa untuk melakukan intervensi, sedangkan kulit kepala tidak pernah mengembangkan jaringan adiposa yang tebal.<sup>10</sup> Menurut penelitian Francisco J, et al *body frame* tidak dapat digunakan untuk memperkirakan total lemak tubuh atau persentase lemak untuk menilai obesitas pada anak usia 5 sampai 10 tahun.<sup>11</sup>

Tidak ada data yang cukup dalam literatur yang mengevaluasi kelayakan lingkaran pergelangan tangan sebagai parameter obesitas. Perbedaan penelitian sebelumnya dimana belum ada penelitian yang menunjukkan kesesuaian lingkaran pergelangan tangan terhadap persentase lemak tubuh total dan visceral di Indonesia. Penelitian sebelumnya mengatakan bahwa lingkaran pergelangan tangan memiliki hubungan positif dengan indeks massa tubuh, lingkaran pinggang, panggul dan berat badan.<sup>12</sup>

Lemak visceral yang tinggi memiliki korelasi dengan peningkatan risiko kardiometabolik. Hal ini sesuai dengan penelitian Christian et. Al pada 384 penderita diabetes melitus dengan usia 50 tahun menunjukkan bahwa lingkaran pergelangan tangan pada responden wanita memiliki korelasi yang signifikan terhadap sindroma metabolik dan hipertensi.<sup>8</sup> Penelitian Younes et al juga mengemukakan bahwa lingkaran pergelangan tangan merupakan prediktor yang bermakna terhadap diabetes mellitus dan sindrom metabolik terutama pada subyek wanita.<sup>13</sup> Berdasarkan penelitian ini didapatkan nilai Se wanita lebih kuat dibandingkan pria, dapat disimpulkan bahwa lingkaran pergelangan tangan pada wanita lebih unggul dalam menentukan lemak visceral dibandingkan pada responden pria. Pada penelitian Capizzi M, Lingkaran pergelangan tangan berhubungan dengan resistensi insulin pada anak dan remaja dengan berat badan lebih atau obese.<sup>9</sup>

Perbedaan korelasi jenis kelamin dapat disebabkan oleh hormon steroid sex yang berkaitan dengan metabolisme tulang and homeostasis glukosa.<sup>8</sup> Penelitian secara *in vitro* menunjukkan bahwa kemungkinan insulin memiliki efek anabolik terhadap pembentukan tulang melalui rangsangan proliferasi osteoblast dan menghambat proliferasi osteoklas. Insulin dan IGF-1 memiliki struktur asam amino yang mirip sehingga memungkinkan terjadinya ikatan antara insulin dan IGF-1 dengan reseptor sel membran maupun sebaliknya.



IGF-1 dikenal sebagai pengatur pertumbuhan tulang pada masa kanak-kanak. Selain itu validitas data pria mungkin lebih rendah karena jumlah subyek pria yang sedikit.<sup>9,14,15</sup>

Peningkatan dimensi rangka dikaitkan dengan peningkatan kegemukan. Peningkatan masa tulang berkaitan dengan peningkatan massa lemak tubuh.<sup>11</sup> Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan massa tulang berkaitan dengan hiperinsulinemia. Hal ini berkaitan dengan *insulin like growth factor-1* (IGF-1) yang mengatur proliferasi osteoblast, diferensiasi, dan aposisi tulang, selain itu IGF-1 memiliki 40% kesamaan dengan struktur asam amino pada insulin.<sup>16</sup>

Ras dan jenis kelamin juga memiliki peran dalam distribusi lemak. Beberapa penelitian mengatakan terdapat perbedaan distribusi lemak baik lemak tubuh bagian atas dan bawah, lemak subkutan dan lemak visceral dipengaruhi oleh etnis, seperti Caucasian, Asia, dan kulit hitam. Individu Asia dan kulit hitam memiliki lebih banyak lemak sentral, lemak bagian atas, lemak subkutan dan visceral dibandingkan Caucasian.<sup>17</sup>

Keterbatasan penelitian ini adalah jumlah sampel tidak proporsional antara subyek pria dan wanita. Peneliti juga harus mempertimbangkan pemilihan subyek yang obesitas sehingga dapat dilihat lebih jelas akurasi dengan lemak tubuh. karakteristik yang lebih pada individu obesitas dan mempertimbangkan aktivitas fisik serta asupan makanan.

## SIMPULAN

Simpulan dari penelitian ini adalah lingkaran pergelangan tangan dapat menjadi alat skrining terhadap *total body fat* wanita namun tidak pada pria. Lingkaran pergelangan tangan dapat menjadi alat skrining terhadap lemak visceral yang tinggi pada wanita dan pria namun tidak dapat menjadi alat diagnostik. Butuh penelitian lebih lanjut dimana populasi pria dan wanita proporsional sesuai demografi Kota Semarang.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Thomas EL, Fitzpatrick JA, Malik SJ, Taylor-Robinson SD, Bell JD. Whole body fat: Content and distribution. *Prog Nucl Magn Reson Spectrosc.* 2013 Aug;73:56–80.
2. Dinas Kesehatan Jawa Tengah. Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. 2017.
3. Pereira PF, Serrano HMS, Carvalho GQ, Ribeiro SMR, do Carmo Gouveia Peluzio M, do Carmo Castro Franceschini S, et al. Measurements of body fat distribution: assessment of collinearity with body mass, adiposity and height in female adolescents. *Rev Paul Pediatr Engl Ed.* 2015 Mar;33(1):63–71.
4. Öztürk A, Çiçek B, Mazıcıoğlu MM, Zararsız G, Kurtoğlu S. Wrist Circumference and Frame Size Percentiles in 6-17-Year-Old Turkish Children and Adolescents in Kayseri. *J Clin Res Pediatr Endocrinol.* 2017 Dec 14;329–36.
5. Chumlea WC, Wisemandle W, Guo SS, Siervogel RM. Relations between frame size and body composition and bone mineral status. *Am J Clin Nutr.* 2002 Jun 1;75(6):1012–6.
6. Fitriyanti AR, Tjahjono K, Sulchan M, Sunarto. Sensitivitas dan spesifisitas lingkaran pergelangan tangan sebagai prediktor obesitas dan resistensi insulin pada remaja akhir. *J Gizi Indones.* 2019 Jun;

7. Campagna G, Zampetti S, Gallozzi A, Giansanti S, Chiesa C, Pacifico L, et al. Excellent Intra and Inter-Observer Reproducibility of Wrist Circumference Measurements in Obese Children and Adolescents. Staiger H, editor. PLOS ONE. 2016 Jun 13;11(6):e0156646.
8. Obirikorang C, Obirikorang Y, Acheampong E, Anto EO, Toboh E, Asamoah EA, et al. Association of Wrist Circumference and Waist-to-Height Ratio with Cardiometabolic Risk Factors among Type II Diabetics in a Ghanaian Population. J Diabetes Res. 2018 Feb 19;2018:1–11.
9. Capizzi M, Leto G, Petrone A, Zampetti S, Papa RE, Osimani M, et al. Wrist Circumference Is a Clinical Marker of Insulin Resistance in Overweight and Obese Children and Adolescents. Circulation. 2011 Apr 26;123(16):1757–62.
10. Henneberg M, Ulijaszek SJ. Body frame dimensions are related to obesity and fatness: Lean trunk size, skinfolds, and body mass index. Am J Hum Biol. 2010 Jan;22(1):83–91.
11. Guzmán-de la Garza FJ, González Ayala AE, Gómez Nava M, Martínez Monsiváis LI, Salinas Martínez AM, Ramírez López E, et al. Body frame size in school children is related to the amount of adipose tissue in different depots but not to adipose distribution. Am J Hum Biol. 2017 Sep 10;29(5):e23014.
12. Karki BB, Bhattarai MD, Bajracharya MR, Karki S, Devkota AR. Correlation of neck and wrist circumference with waist circumference. J Adv Intern Med. 2015 Dec 9;3(2):47.
13. Jahangiri Noudeh Y, Hadaegh F, Vatankhah N, Momenan AA, Saadat N, Khalili D, et al. Wrist Circumference as a Novel Predictor of Diabetes and Prediabetes: Results of Cross-Sectional and 8.8-Year Follow-up Studies. J Clin Endocrinol Metab. 2013 Feb;98(2):777–84.
14. Mohebi R, Mohebi A, Sheikholeslami F, Azizi F, Hadaegh F. Wrist circumference as a novel predictor of hypertension and cardiovascular disease: results of a decade follow up in a West Asian cohort. J Am Soc Hypertens. 2014 Nov;8(11):800–7.
15. Kelishadi R, Heidari-Beni M, Qorbani M, Motamed-Gorji N, Motlagh ME, Ziaodini H, et al. Association between neck and wrist circumferences and cardiometabolic risk in children and adolescents: The CASPIAN-V study. Nutrition. 2017 Nov;43–44:32–8.
16. Shao J, Wang Z, Yang T, Ying H, Zhang Y, Liu S. Bone Regulates Glucose Metabolism as an Endocrine Organ through Osteocalcin. Int J Endocrinol. 2015;2015:1–9.
17. Torriani M, Grinspoon S. Racial differences in fat distribution: the importance of intermuscular fat. Am J Clin Nutr. 2005 Apr 1;81(4):731–2.