

HUBUNGAN ANTARA WAIST TO HEIGHT RATIO (WHtR) DENGAN HEART RATE RECOVERY (HRR) PADA SUBYEK REMAJA LAKI-LAKI

Rizqi Husni Mudzakkir¹, Agus Prastowo², Khusnul Muflikhah³

¹Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

²Departemen Gizi Rumah Sakit Umum Daerah Margono Soekarjo, Purwokerto.

³Departemen Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
(email: rmudzakkir@rocketmail.com)

ABSTRACT

Background: The prevalence of obesity and cardiovascular disease remains a national problem. Banyumas, Central Java, is one of the districts where the prevalence of obesity and the risk of cardiovascular disease are high. WHtR is an anthropometric index that can be a parameter for early detection of cardiovascular disease risks. HRR is a physiological indicator of the heart's function that can be associated with cardiovascular disease in adolescence.

Objective: To determine the association between WHtR and HRR in adolescent boys.

Methods: This is an analytic observational study with cross sectional approach. Total research subjects were 128 adolescent boys were divided into two groups: normal WHtR (n = 64) and abnormal WHtR (n = 64). WHtR data was obtained from ratio of waist circumference and height. HRR data was measured after the Kasch Step Test. Association between WHtR and HRR was analyzed using the Chi-square test ($\alpha = 0.05$, 95% CI).

Results: Value of WHtR in adolescent boys had a range of 0.34 - 0.70 with a mean of 0.49 ± 0.08 . Value of HRR in adolescent boys had a range of 1-58 bpm with a mean of 20.63 ± 13.42 bpm. Chi-square test's result was $p=0.000$, show there was a statistically significant association ($p < 0.05$) between WHtR and HRR with the prevalence ratio (PR) = 3.

Conclusion: There is an association between WHtR and HRR in adolescent boys. Adolescent boys with abnormal WHtR have 3 times higher risk obtaining a low HRR value than adolescent boys with normal WHtR.

Keywords: waist to height ratio, heart rate recovery, adolescent boys

ABSTRAK

Latar Belakang: Prevalensi obesitas dan penyakit kardiovaskuler masih menjadi permasalahan nasional. Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu kabupaten dengan prevalensi obesitas dan risiko penyakit kardiovaskuler yang tinggi. WHtR merupakan indeks antropometrik yang dapat digunakan sebagai parameter untuk deteksi dini risiko penyakit kardiovaskuler. HRR merupakan indikator fisiologis fungsi jantung yang berhubungan dengan penyakit kardiovaskuler pada subjek usia remaja.

Tujuan: Mengetahui hubungan antara WHtR dengan HRR pada subjek remaja laki-laki.

Metode: Penelitian ini merupakan studi analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional*. Subjek penelitian sebanyak 128 remaja laki-laki, terbagi dalam dua kelompok yaitu WHtR normal (n = 64) dan WHtR abnormal (n = 64). Data WHtR didapatkan melalui perbandingan lingkar pinggang dan tinggi badan. Data HRR diukur setelah melakukan *Kasch Step Test*. Hubungan HRR dan WHtR dianalisis menggunakan uji *Chi-square* ($\alpha = 0,05$, 95% CI).

Hasil: Nilai WHtR pada subjek remaja laki-laki memiliki rentang 0,34 – 0,70 dengan rerata $0,49 \pm 0,08$. Nilai HRR pada subjek remaja laki-laki memiliki rentang 1 – 58 bpm dengan rerata $20,63 \pm 13,42$ bpm. Hasil uji *Chi-square* bernilai $p = 0,000$, menunjukkan hubungan yang signifikan secara statistik ($p < 0,05$) antara WHtR dan HRR dengan Rasio Prevalensi (RP) = 3.

Kesimpulan: Terdapat hubungan antara WHtR dengan HRR pada subjek remaja laki-laki. Subjek remaja laki-laki dengan WHtR abnormal memiliki risiko 3 kali lebih besar mendapat nilai HRR yang buruk dibandingkan subjek remaja laki-laki dengan WHtR normal.

Kata Kunci : waist to height ratio, heart rate recovery, remaja laki-laki

PENDAHULUAN

Heart Rate Recovery (HRR) adalah suatu nilai yang menyatakan penurunan denyut jantung pada fase istirahat setelah melakukan aktivitas fisik¹. Parameter HRR dikenal sebagai prediktor yang baik untuk penyakit kardiovaskuler dan mortalitas². Terdapat hubungan antara fungsi sistem saraf otonom dan HRR dengan risiko kardiometaabolik pada anak-anak dan remaja^{3,4,5}.

Salah satu penyebab terpenting dari risiko kardiometaabolik adalah obesitas. Obesitas bersifat progresif terhadap umur dan dapat menyebabkan berbagai komplikasi kesehatan, seperti disfungsi sistem saraf otonom dan penyakit kardiovaskuler serta metabolik^{6,7,8}. *Waist to Height Ratio* (WHtR) merupakan indeks antropometrik yang baik untuk mengukur obesitas. WHtR tidak terpengaruh umur, gender maupun ras⁹.

Obesitas dan penyakit kardiovaskuler menjadi permasalahan kesehatan di Indonesia. Prevalensi obesitas dan penyakit kardiovaskuler pada usia remaja perlu mendapatkan perhatian serius. Prevalensi gemuk pada remaja umur 16 – 18 tahun yang mencapai 7,3 %, terdiri atas 5,7 % gemuk dan 1,6 % obesitas. Puncak prevalensi penyakit kardiovaskuler didapatkan pada kelompok umur 65-74 tahun, bahkan didapatkan juga pada kelompok umur 25-34 tahun, bahkan 15-24 tahun. Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu daerah berisiko dengan prevalensi obesitas dan penyakit kardiovaskuler di atas rerata prevalensi nasional¹⁰.

Peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang mengamati hubungan antara WHtR terhadap HRR pada subjek remaja laki-laki. Penelitian dilakukan pada siswa di SMA/SMK/MA yang ada di Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah. Penelitian sebelumnya (Hanifah *et al.*, 2013) menemukan bahwa WHtR memiliki nilai korelasi negatif yang signifikan terhadap tingkat HRR pada subjek usia remaja di Malaysia¹.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Penelitian telah mendapat persetujuan dari Komisi Etik dan Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Soedirman Nomor: 018/KEPK/II/2016.

Subjek penelitian ini adalah siswa SMA/SMK/MA di Purwokerto Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah. Metode *sampling* yang digunakan adalah *cluster sampling* berdasarkan sekolah dan didapatkan responden yang terlibat dalam penelitian ini adalah siswa dari SMAN 1 Purwokerto, SMAN 2 Purwokerto, dan MAN 2 Purwokerto. Subjek penelitian dipilih berdasarkan kriteria inklusi: berusia 10-19 tahun, memiliki frekuensi olahraga ringan, tidak memiliki riwayat hipertensi, diabetes mellitus, tidak memiliki riwayat Penyakit Jantung Koroner (PJK) pada keluarga, tidak memiliki riwayat konsumsi obat-obatan, tidak merokok, sehat menurut *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q), dan bersedia menjadi subjek penelitian. Kriteria eksklusi di antaranya adalah responden

yang memiliki hambatan dalam pengukuran tinggi badan secara berdiri.

Setiap subjek penelitian diberikan *informed consent* terlebih dahulu, kemudian melakukan pengisian PAR-Q dan kuesioner terkait kriteria. Subjek yang terpilih berdasarkan kriteria inklusi kemudian diukur lingkar pinggang, tinggi badan, serta HRR. Penelitian ini dilaksanakan di Ruang UKS sekolah masing-masing, sehingga peneliti membawa alat-alat penelitian, yaitu pita meteran non elastik, *mikrotoise*, bangku *step test* (12 inchi atau 30,48 cm), metronom, dan *stopwatch* ke tempat penelitian.

Kuesioner diberikan untuk mendapatkan data primer tentang responden sebagai skrining awal berdasarkan kriteria inklusi dan kriteria eksklusi. Kuesioner PAR-Q diberikan untuk menilai kesiapan subjek melakukan aktivitas fisik.

Nilai WHtR didapat dari hasil bagi lingkar pinggang subjek oleh tinggi badan subjek, keduanya diukur dan dinyatakan menggunakan satuan yang sama¹¹. Lingkar pinggang diperoleh melalui hasil pengukuran panjang lingkar yang diukur di antara *crista iliaca* dan *costae XII* pada lingkar terkecil. Alat ukur lingkar pinggang menggunakan pita meteran non elastis dengan tingkat ketelitian 0.1 cm. Tinggi badan diukur dari *vertex* hingga telapak kaki. Pengukuran dilakukan dengan teknik berdiri menggunakan *mikrotoise* yang ditempel di dinding dengan ketelitian 0.1 cm. Alat pengukur tinggi badan dikalibrasi oleh Balai Metrologi Wilayah Banyumas 510.64/25/2016.

Nilai HRR yang dipakai adalah HRR_{1min}, didapatkan dari selisih antara denyut nadi puncak saat *exercise* dan denyut nadi pada menit ke-1 istirahat¹. Denyut nadi diukur langsung secara manual melalui arteri radialis. Nilai HRR diukur setelah subjek penelitian melakukan *Kasch Step Test*, yaitu tes langkah naik turun bangku selama 3 menit menggunakan metronom dengan ketukan 96 bpm (*beat per minute*) atau 24 langkah per menit. Alat yang digunakan untuk mengukur HRR adalah bangku *step test* (12 inchi atau 30.48 cm), metronom, dan *stopwatch*.

Analisis univariat disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi, berupa nilai minimal, nilai maksimal, rerata (*mean*) dan standar deviasi. Analisis bivariat menggunakan uji *Chi-square*. Uji diinterpretasikan bermakna apabila $p < 0.05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah siswa laki-laki dari SMAN 1 Purwokerto, SMAN 2 Purwokerto, dan MAN 2 Purwokerto yang bersedia menjadi subjek pada penelitian ini berjumlah 211 orang, dengan subjek penelitian yang sesuai dengan kriteria inklusi adalah 128 (60.67 %) subjek. Dilakukan eksklusi pada 24 (11.37 %) subjek karena tidak memenuhi syarat kuesioner PAR-Q, 23 (10,90 %) subjek karena merokok, 21 (9.95 %) subjek karena kebiasaan olahraga berat, 11 (5.21 %) subjek karena memiliki riwayat PJK pada keluarga, 4 (1.90 %) karena memiliki deformitas pada tulang. Subjek penelitian terbagi ke dalam dua kelompok yaitu 64 subjek dengan WHtR normal dan 64 subjek dengan WHtR abnormal.

Tabel 1 Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik	Min	Maks	Rerata ± SD
Usia (tahun)	15	18	16.95 ± 0.87
WHtR	0.34	0.70	0.49 ± 0.08
Lingkar Pinggang (cm)	55	119	82.78 ± 14.09
Tinggi Badan (cm)	158	183	170.48 ± 5.22
HRR	1	58	20.63 ± 13.42
Denyut nadi puncak saat <i>exercise</i> (bpm)	96	174	129.45 ± 15.26
Denyut nadi 1 menit setelah <i>exercise</i> (bpm)	70	151	108.83 ± 16.36

Sumber : Data Penelitian yang Diolah

Keterangan : Maks, nilai maksimal; Min, nilai minimal; cm, centimeter; bpm, *beat per minute*; WHtR, *Waist to Height Ratio*; HRR, *Heart Rate Recovery*

Berdasarkan Tabel 1 jumlah subjek penelitian ini sebanyak 128 subjek memiliki rentang usia 15-18 tahun dengan rerata 16.95 ± 0.87 tahun. Hasil perhitungan WHtR pada subjek penelitian memiliki rentang 0.34-0.70 dengan rerata 0.49 ± 0.08. Hasil perhitungan HRR pada subjek penelitian memiliki rentang 1-58 bpm dengan rerata 20.63 ± 13.42 bpm.

Tabel 2 menunjukkan karakteristik usia, lingkar pinggang, tinggi badan, WHtR, denyut nadi puncak saat *exercise*, denyut nadi 1 menit setelah *exercise*, dan HRR pada masing-masing kelompok penelitian. Rerata usia pada kelompok WHtR abnormal sedikit lebih tua dibandingkan dengan rerata usia pada kelompok WHtR normal. Rerata hasil perhitungan WHtR pada kelompok WHtR normal adalah 0.42 ± 0.04, sedangkan pada kelompok WHtR abnormal adalah 0.55 ± 0.49. Rerata nilai HRR pada kelompok WHtR normal adalah 26.67 ± 13.28 bpm, sedangkan pada kelompok WHtR abnormal nilai HRR lebih rendah, yaitu sebesar 14.58 ± 10.60 bpm.

Tabel 3. Hasil Analisis Hubungan WHtR dengan HRR dengan menggunakan Uji *Chi-square*

Kategori WHtR		Kategori HRR				<i>p</i> *
		HRR buruk		HRR baik		
		N	%	N	%	
Kategori WHtR	WHtR abnormal	33	51,6	31	48,4	0.000
	WHtR normal	11	17,2	53	82,8	
Total		44	34,4	84	65,7	

Sumber : Data Penelitian yang Diolah

Keterangan : *Uji *Chi-square*, signifikan apabila $p < 0,05$.

Tabel 2 Karakteristik Subjek Penelitian berdasarkan Kelompok Penelitian

Karakteristik	WHtR normal (Rerata ± SD)	WHtR abnormal (Rerata ± SD)
Usia (tahun)	16.73 ± 0.88	17.16 ± 0.82
WHtR	0.42 ± 0.04	0.55 ± 0.49
Lingkar Pinggang (cm)	71.05 ± 6.91	94.51 ± 8.54
Tinggi Badan (cm)	169.72 ± 5.39	171.23 ± 4.97
HRR	26.67 ± 13.28	14.58 ± 10.60
Denyut nadi puncak saat <i>exercise</i> (bpm)	129.66 ± 17.59	129.25 ± 12.65
Denyut nadi 1 menit setelah <i>exercise</i> (bpm)	102.98 ± 16.76	114.67 ± 13.77

Sumber: Data Penelitian yang Diolah

Hasil uji *Chi-square* didapatkan bahwa nilai $p = 0.000$ ($p < 0.05$). Sebagaimana yang tertera di Tabel 3, hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan secara statistik pada WHtR dan HRR pada subjek remaja laki-laki. Nilai HRR pada subjek remaja laki-laki dengan WHtR abnormal lebih buruk dibandingkan dengan subjek remaja laki-laki dengan WHtR normal.

Hasil penelitian juga memaparkan nilai Rasio Prevalens (RP) dan didapatkan RP sebesar 3 dengan interval kepercayaan 95% (1.67 sampai 5.40). Hasil interpretasinya adalah WHtR abnormal merupakan faktor risiko pada HRR buruk. Subjek remaja laki-laki dengan WHtR abnormal memiliki risiko 3 kali lebih besar mendapat nilai HRR yang buruk dibandingkan subjek remaja laki-laki dengan WHtR normal.

Nilai HRR merupakan salah satu *marker* kesehatan kardiovaskuler yang dapat di-lakukan secara rutin dan sederhana untuk meninjau fungsi fisiologis kardiorespirasi pada individu¹². Nilai HRR memiliki hubungan signifikan dengan angka mortalitas kardiovaskuler pada populasi umum maupun pasien dengan penyakit kardiovaskuler. Penyakit kardiovaskuler yang dimaksud adalah hipertensi, *Acute Myocardial Infarction* (AMI), dan *Heart Failure* (HF) atau disfungsi ventrikel kiri¹³.

Hasil penelitian menunjukkan hubungan dari WHtR dengan HRR yang signifikan bahwa WHtR yang abnormal ($\geq 0,5$) merupakan faktor risiko dari HRR yang buruk (< 12 bpm) pada subjek remaja laki-laki. Subjek remaja laki-laki dengan WHtR abnormal memiliki risiko 3 kali lebih besar mendapat hasil nilai pengukuran HRR yang buruk dibandingkan subjek remaja laki-laki dengan WHtR normal. Sesuai dengan penelitian Hanifah *et al.* (2013) yang mendapatkan WHtR berkorelasi dengan HRR pada remaja laki-laki¹.

Nilai WHtR secara soliter adalah indikator untuk obesitas abdominal dan prediktor yang baik untuk risiko kardiometabolik^{9,14,15,16}. Nilai WHtR berhubungan secara

signifikan terhadap seluruh risiko kardiometabolik terutama hipertensi, diabetes tipe-2, dislipidemia, sindrom metabolik, dan *cardiovascular disease* (CVD)¹⁷. Nilai WHtR adalah indeks antropometrik terbaik untuk memprediksi risiko kardiovaskuler dan kesehatan tubuh dibandingkan *Waist Circumference* (WC), *Waist To Hip Ratio* (WHR), dan *Body Mass Index* (BMI)^{18,19,20,21}. Nilai WHtR merupakan indikator lemak *visceral* pada abdomen, indikator kelainan profil lipid pada anak-anak maupun remaja, prediktor terhadap faktor risiko kardiovaskuler dan mortalitas, baik pada laki-laki maupun perempuan^{22,23}. Perbandingan lingkaran pinggang terhadap tinggi badan penting karena tinggi badan mempengaruhi pengamatan pada akumulasi dan distribusi lemak tubuh. Distribusi lemak sentral meningkatkan risiko kesehatan baik pada laki-laki dan perempuan²⁴.

Obesitas pada anak-anak yang berlanjut hingga dewasa meningkatkan risiko terjadinya komplikasi kardiovaskuler dan metabolik yang berhubungan dengan kadar lipid, lipoprotein, tekanan darah, dan insulin yang abnormal^{6,25}. Keterkaitan hubungan antara WHtR dan HRR serta risiko penyakit kardiometabolik diduga terkait sistem saraf otonom. Nilai HRR yang baik memerlukan fungsi sistem saraf otonom yang seimbang, yaitu peningkatan aktivitas vagal dan penurunan aktivitas simpatis yang sesuai²⁶. Terdapat gangguan fungsi saraf otonom pada orang dengan obesitas^{27,28}. Perubahan gaya hidup untuk penanganan obesitas pada anak dan remaja dapat meningkatkan HRR, dengan perbaikan signifikan pada HRR_{1min}^{29,30}.

Jaringan lemak merupakan sumber penting dari sitokin-sitokin dan penghasil berbagai zat proinflamasi yang disebut adipokines. Adipokines terdiri atas TNF, leptin, PAI-1, IL-6, resistin, dan angiotensinogen. Kadar adipokines meningkat pada orang obesitas dan berperan dalam proses aterosklerotik. Peningkatan adipokines pada tahap lebih lanjut dapat mempengaruhi keseimbangan sistem saraf otonom, dan mengganggu kinerja baik simpatis maupun parasimpatis³¹. Pola abnormalitas pada berbagai organ akibat gangguan saraf otonom pada orang obesitas diasumsikan *length-dependent peripheral autonomic nervous system dysfunction*⁸. Disfungsi sistem saraf otonom pada kasus obesitas memiliki pola yang sama pada neuropati sistem otonom pada kasus diabetes, yakni diakibatkan oleh resistensi insulin. Resistensi insulin berkorelasi dengan penurunan tonus vagal, peningkatan tonus simpatis, dan gangguan aktivitas barorefleks³². Gangguan fungsi saraf otonom, baik simpatis maupun parasimpatis, akan mengganggu regulasi metabolisme energi dan kardiovaskuler sehingga berhubungan dengan kenaikan insidensi hipertensi, gagal jantung kongestif, dan kenaikan tingkat mortalitas²⁷.

Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu nilai HRR bukan merupakan satu-satunya faktor risiko kardiometabolik yang penting untuk memprediksi kejadian penyakit kardiometabolik dan mortalitas. Terdapat faktor-faktor lain yang tidak diteliti pada penelitian ini seperti kadar lipid, lipoprotein, tekanan darah, dan insulin. Diharapkan pada penelitian selanjutnya faktor-faktor tersebut diteliti.

KESIMPULAN

Nilai WHtR pada subjek remaja laki-laki memiliki rentang 0.34 – 0.70 dengan rerata 0.49 ± 0.08 . Nilai HRR pada subjek remaja laki-laki memiliki rentang 1 – 58 bpm dengan rerata 20.63 ± 13.42 bpm. Terdapat hubungan antara *Waist to Height Ratio* (WHtR) dengan HRR (*Heart Rate Recovery*) pada subjek remaja laki-laki. Subjek remaja laki-laki dengan WHtR abnormal memiliki risiko 3 kali lebih besar mendapat nilai HRR yang buruk dibandingkan subjek remaja laki-laki dengan WHtR normal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada siswa SMA Negeri 1 Purwokerto, MA Negeri Purwokerto 2, dan SMA Negeri 2 Purwokerto.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hanifah R.A., Mohamed, M.N.H.A., Jaafar, Z., Mohsein, N.A.A., Jalaludin, M.Y., Majid, H.A. *et al.* The Correlates of Body Composition with Heart Rate Recovery after Step Test: An Exploratory Study of Malaysian Adolescents. *PLoS ONE*. 2013. 8(12): e82893.
2. Dimkpa, U. Post-exercise heart rate recovery: an index of cardiovascular fitness. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2009. 12(1): 19-22.
3. Singh, T.P., Rhodes, J., dan Gauvreau, K. Determinants of heart rate recovery following exercise in children. *Medical Science Sports Exercise*. 2008. 40(4): 601-5.
4. Lin, L.Y., Kuo, H.K., Lai, L.P., Lin, J.L., Tseng, C.D. dan Hwang, J.J. Inverse correlation between heart rate recovery and metabolic risks in healthy children and adolescents: insight from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2002. *Diabetes Care*. 2008. 31(5): 1015-20.
5. Laguna, M., Aznar, S., Lara, M.T., Lucía, A. dan Ruiz, J.R. Heart rate recovery is associated with obesity traits and related cardiometabolic risk factors in children and adolescents. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Disease Journal*. 2013. 23(10): 995-1001.
6. Velasquez-Miery, P., Perez-Faustinelli, S. dan Cowan, P.A.. Identifying Children at Risk for Obesity, Type 2 Diabetes, and Cardiovascular Disease. *Diabetes Spectrum*. 2005. 18(4): 213-20.
7. Beijers, H., Ferreira, I., Bravenboer, B., Dekker, J.M., Nijpels, G., Heine, R.J. *et al.* Microalbuminuria and cardiovascular autonomic dysfunction are independently associated with cardiovascular mortality: evidence for distinct pathways: the Hoorn Study. *Diabetes Care*. 2009. 32: 1698–1703.
8. Baum, P., Petroff, D., Classen, J., Kiess, W., dan Bluher, S. Dysfunction of Autonomic Nervous System in Childhood Obesity: A Cross-Sectional Study. *PLoS ONE*. 2013. 8(1): e54546.
9. Mokha, J.S., Srinivasan, S.R., Dasmahapatra, P., Fernandez, C., Chen, W., Xu, J. *et al.* Utility of waist-

- to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: the Bogalusa Heart Study. *BMC Pediatric*. 2010. 10: 73.
10. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas). *Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013*. Jakarta: Litbang Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2013.
 11. Lee, C.M., Huxley, R.R., Wildman, R.P. dan Woodwar, M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2008. 61(7): 646–53.
 12. Mahon, A.D., Anderson, C.S., Hipp, M.J., dan Hunt, K.A. Heart rate recovery from submaximal exercise in boys and girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2003. 35(12): 2093-7.
 13. Fox, K., Borer, J.S., Camm, A.J., Danchin, N., Ferrari, R. Sendon, J.L.L. *et al.* Resting heart rate in cardiovascular disease. *Journal of the American College of Cardiology*. 2007. 50(9): 823–30.
 14. McCarthy, H.D., dan Ashwell, M. A study of central fatness using waist to height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message 'keep your waist circumference to less than half your height'. *International Journal of Obesity*. 2006. 30(10): 988-92.
 15. Schwandt, P., Bertsch, T. dan Haas, G.M. Anthropometric screening for silent cardiovascular risk factors in adolescents: The PEP Family Heart Study. *Atherosclerosis*. 2010. 211(2): 667-71.
 16. Haas, G.M., Liepold, E., dan Schwandt, P. Percentile curves for fat patterning in German adolescents. *World Journal of Pediatric*. 2011. 7(1): 16-23.
 17. Ashwell, M., Gunn, P., dan Gibson, S. Waist to height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obesity*. 2012. 13: 275-86.
 18. Perez, M.C.R., Leon, A.C.D., Aguirre-Jaime, A., Coello, S.D., Diaz, B.B. Gonzalez, D.A. *et al.* The waist to height ratio as an index of cardiovascular risk and diabetes. *Medicina Clinica*. 2010. 134(9): 386–91.
 19. Can, A.S., Bersot, T.P., dan Gonen, M. Anthropometric indices and their relationship with cardiometabolic risk factors in a sample of Turkish adults. *Public Health Nutrition*. 2009. 12(4): 538-46.
 20. Haun, D.R., Pitanga, F.J.G., dan Lessa, I. Waist/ Height Ratio Compared With Other Anthropometric Indicators of Obesity as a Predictor of High Coronary Risk. *Revista da Associacao Medica Brasileira*. 2009. 56(6): 705-11.
 21. Aekplakorn, W., Pakpeankitwatana, V., Lee, C.M.Y., Woodward, M., Barzi, F., Yamwong, S. *et al.* Abdominal Obesity and Coronary Heart Disease in Thai Men. *Obesity*. 2007. 15(4): 1036-42.
 22. Ho, S.Y., Lam, T.H., dan Janus, E.D. Waist to stature ratio is more strongly associated with Cardiovascular Risk Factors than Other Simple Anthropometric Indices. *Annals of Epidemiology*. 2003. 13(10): 683-91.
 23. Ribeiro, R.C., Coutinho, M., Bramorski, M.A., Giuliano, I.C., dan Pavan, J. Association of the Waist-to-Height Ratio with Cardiovascular Risk Factors in Children and Adolescents: The Three Cities Heart Study. *International Journal of Preventive Medicine*. 2010. 1(1):39–49.
 24. Hsieh, S.D., Yoshinaga, H. dan Muto, T. Waist to height ratio, a simple and practical index for assessing central fat distribution and metabolic risk in Japanese men and women. *International Journal of Obesity*. 2003. 27: 610-6.
 25. Freedman, D.S., Khan, L.K., Dietz, W.H., Srinivasan, S.R., dan Berenson, G.S. Relationship of childhood obesity to coronary heart disease risk factors in adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. 2001. 108: 712–8.
 26. Du, N., Bai, S., Oguri, K., Kato, Y., Matsumoto, I., Kawase, H. *et al.* Heart rate recovery after exercise and neural regulation of heart rate variability in 30-40 year old female marathon runners. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2005. 4(1): 9-17.
 27. Colak, R., Donder, E., Karaoglu, A., Azhan, O., dan Yalniz, M. Obesity and the Activity of the Autonomic Nervous System. *Tourkish Journal of Medical Sciences*. 2000. 30: 173-6.
 28. Nagai, N., Matsumoto, T., Kita, H., dan Moritani, T. Autonomic nervous system activity and the state and development of obesity in Japanese school children. *Obesity Research & Clinical Practice*. 2003. 1(1): 25-32.
 29. Prado, D.M., Silva, A.G., Trombetta, I.C., Ribeiro, M.M., Guazzelli, I.C., Matos, L.N. *et al.* Exercise training associated with diet improves heart rate recovery and cardiac autonomic nervous system activity in obese children. *International Journal of Sports Medicine*. 2010. 31(12): 860-5.
 30. Wilks, D.C., Rank, M., Christle, J., Langhif, H., Siegrist, M. dan Halle, M. An inpatient lifestyle-change programme improves heart rate recovery in overweight and obese children and adolescents (LOGIC Trial). *European Journal of Preventive Cardiology*. 2012. 21(7): 876-83.
 31. Lyon, C.J., Law, R.E., Hsue, L. dan Hsue, W.A. Minireview: adiposity, inflammation, and atherogenesis. *Endocrinology*. 2003. 144: 2195-200.
 32. Panzer, C., Lauer, M.S., Brieke, A., Blackstone, E. dan Hoogwerf, B. Association of fasting plasma glucose with heart rate recovery in healthy adults: a population based study. *Diabetes*. 2002. 51(3): 803-7.