

LINGKAR PINGGANG DAN ADIPONEKTIN PADA REMAJA OBESITAS

Waist Circumference and Adiponectin in Obese Adolescents

Nur Aisiyah Widjaja^{1,2} Rendi Aji Prihaningtyas¹, Meta Herdiana Hanindita¹, Roedi Irawan¹

¹Department of Child Health, Faculty of Medicine, Universitas Airlangga, Dr. Soetomo Hospital, Surabaya, Indonesia

²Medical Doctoral Program Student at Faculty of Medicine Universitas Airlangga/Dr. Soetomo General Hospital, Surabaya, Indonesia

*E-mail: nuril08@yahoo.com

ABSTRAK

Obesitas menyebabkan inflamasi kronis derajat rendah. Adiponektin merupakan sitokin anti-inflamasi. Peningkatan lingkaran pinggang pada obesitas berpengaruh pada kadar sitokin pro-inflamasi dan anti-inflamasi yang meningkatkan risiko terjadinya komplikasi metabolik. Penelitian ini merupakan penelitian potong lintang pada subyek yang berobat di Poli Nutrisi dan Penyakit Metabolik Anak RSUD Dr. Soetomo, Surabaya yang dipilih secara konsekutif. Sebanyak 59 remaja obesitas dengan kriteria inklusi: obesitas, berusia 13-16 tahun, dan memiliki orang tua/wali yang bersedia mengikuti penelitian dan kriteria eksklusi: mengkonsumsi obat, seperti dislipidemia, mendapatkan terapi hormon, menderita obesitas sekunder, menderita kelainan endokrin, serta mengalami infeksi atau penyakit inflamasi dilibatkan dalam penelitian. Pada subyek dilakukan pemeriksaan antropometri, meliputi berat badan, tinggi badan, dan lingkaran pinggang. Indeks Massa Tubuh (IMT) diukur dengan perhitungan berat badan (kg) dibagi tinggi badan kuadrat (meter) dan dibandingkan dengan kurva CDC 2000. Obesitas ditegakkan jika didapatkan $IMT/U > P_{95}$ menurut usia dan jenis kelamin pada kurva CDC 2000. Pemeriksaan kadar adiponektin dilakukan menggunakan serum vena dengan ELISA. Hubungan antara lingkaran pinggang dan kadar adiponektin dianalisis dengan korelasi Pearson. Sebanyak 59 remaja obesitas yang berusia 13-16 tahun dilibatkan dalam penelitian ini. Rata-rata lingkaran pinggang dan adiponektin subyek adalah $100,18 \pm 10,63$ cm dan $7,84 \pm 3,81$ $\mu\text{g/ml}$. Uji statistik menunjukkan tidak ada korelasi antara lingkaran pinggang dan kadar adiponektin pada remaja obesitas ($p > 0,05$). Lingkaran pinggang tidak memiliki korelasi dengan kadar adiponektin pada remaja obesitas. Faktor lain yang mungkin mempengaruhi korelasi antara lingkaran pinggang dan adiponektin, antara lain ras, diet, dan aktivitas fisik.

Kata kunci: obesitas, remaja, lingkaran pinggang, adiponektin.

ABSTRACT

Obesity causes low-grade chronic inflammation. Adiponectin is an anti-inflammatory cytokine. Increased waist circumference in obesity influences pro-inflammatory and anti-inflammatory cytokine levels which increase the risk of metabolic complications. This study was a cross-sectional study conducted at the Nutrition and Metabolic Diseases Clinic of Children's Hospital Dr. Soetomo, Surabaya. Subjects were chosen consecutively as many as 59 obese adolescents with inclusion criteria: obesity, aged 13-16 years, and having parents/guardians who were willing to follow the research and exclusion criteria: taking drugs, such as dyslipidemia, getting hormone therapy, suffering from secondary obesity, suffers from endocrine abnormalities, and has an infection or inflammatory disease. Anthropometric examination was performed on subjects, including body weight, height, and waist circumference. Body Mass Index (BMI) is measured by weight calculation (kg) divided by height squared (meters) and plotted into the CDC 2000 curve. Obesity is established if a Body Mass Index/Age (BMI/A) $> P_{95}$ is obtained according to age and sex on the CDC 2000 curve. Adiponectin levels are examined using venous serum with ELISA. The relationship between waist circumference and adiponectin levels was analyzed by Pearson correlation. 59 subjects were included in this study. The mean of waist circumference and adiponectin were 100.18 ± 10.63 cm and 7.84 ± 3.81 $\mu\text{g/ml}$. Statistic test showed that there is no correlation between waist circumference and adiponectin levels in obese adolescents ($p > 0.05$). There is no correlation between waist circumference and adiponectin levels in obese adolescents. Factors that affect the correlation between waist circumference and adiponectin include race, diet and physical activity.

Keywords: obesity, adolescence, waist circumference, adiponectin.

PENDAHULUAN

Obesitas pada remaja menyebabkan komplikasi kesehatan di masa dewasa, seperti penyakit kardiovaskuler. Obesitas dapat menyebabkan kematian prematur pada remaja (Koliaki *et al.*, 2019). Komplikasi metabolik yang terjadi pada obesitas disebabkan adanya proses inflamasi kronis derajat rendah akibat akumulasi lemak, terutama pada obesitas sentral. Jaringan lemak adalah organ endokrin yang memproduksi adipokin. Adipokin berperan dalam mengatur metabolisme dan mempengaruhi sistem imunitas tubuh. Akumulasi lemak yang berlebih menyebabkan gangguan produksi adipokin sehingga memicu terjadinya inflamasi (Fantuzzi, 2005).

Prevalensi obesitas meningkat di Indonesia, termasuk pada remaja (Rachmi *et al.*, 2017). Prevalensi obesitas meningkat dari 8% menjadi 11,5% (Collins *et al.*, 2008; Sandjaja *et al.*, 2013).

Obesitas pada remaja ditegakkan jika didapatkan Indeks Massa Tubuh/Umur (IMT/U) $>P_{95}$ menurut kurva *Centers for Disease and Prevention* (CDC) 2000 sesuai usia dan jenis kelamin. Meskipun IMT digunakan sebagai alat diagnosis obesitas, IMT tidak dapat menggambarkan distribusi lemak pada obesitas. Remaja dengan obesitas yang memiliki IMT yang sama dapat memiliki distribusi lemak visceral yang berbeda (Freedman *et al.*, 2005).

Lingkar pinggang adalah parameter antropometri lain yang digunakan untuk menggambarkan lemak visceral. Lingkar pinggang adalah pertanda obesitas sentral yang mudah diukur (Ahmad *et al.*, 2016). Konsumsi makanan tinggi lemak dan tinggi kalori meningkatkan ukuran lingkar pinggang (Kajbafi *et al.*, 2015).

Adiponektin merupakan salah satu adipokin yang bersifat anti-inflamasi, anti-aterogenik, dan berperan dalam sensitisasi insulin yang didapatkan di jaringan lemak (Li *et al.*, 2017). Distribusi lemak tubuh menentukan kadar adiponektin di dalam darah (Borges *et al.*, 2017). Pada obesitas, terjadi penurunan kadar adiponektin dan peningkatan sitokin pro-inflamasi lain sehingga dapat memicu terjadinya komplikasi metabolik pada obesitas, seperti resistensi insulin (Borges *et al.*, 2017). Adiponektin dapat digunakan untuk memprediksi komplikasi sindrom metabolik. Setiap penurunan

1 μ g/mL kadar adiponektin di dalam darah, maka risiko sindrom metabolik pada remaja obesitas meningkat 1,2 kali lipat lebih besar (Lin *et al.*, 2014). Pemeriksaan adiponektin memerlukan biaya dan tidak selalu tersedia di semua fasilitas.

Deteksi dini komplikasi metabolik obesitas melalui pemeriksaan antropometri diperlukan untuk intervensi dini pada remaja obesitas. Adiponektin dan lingkar pinggang merupakan faktor prediktor resistensi insulin (Bonneau *et al.*, 2014). Studi pada penderita dengan gangguan ginjal menunjukkan bahwa lingkar pinggang berhubungan dengan adiponektin dan dapat digunakan sebagai prediktor kadar adiponektin (Bazanelli *et al.*, 2013).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis korelasi lingkar pinggang dan kadar adiponektin pada remaja obesitas sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengukuran antropometri untuk mendeteksi komplikasi metabolik pada obesitas lebih dini.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian potong lintang pada remaja obesitas yang berobat di Poli Anak RSUD Dr. Soetomo, Surabaya. Populasi sampel adalah 59 remaja obesitas yang berkunjung ke Poli Nutrisi dan Penyakit Metabolik Anak RSUD Dr. Soetomo, Surabaya pada bulan Juli – Oktober 2018. Sampel adalah total populasi sebanyak 59 remaja obesitas.

Subyek dipilih secara konsekutif dengan kriteria inklusi antara lain: obesitas, berusia 13–16 tahun, dan memiliki orang tua/wali yang bersedia mengikuti penelitian. Remaja dikatakan obesitas jika didapatkan IMT $>P_{95}$ menurut usia dan jenis kelamin pada kurva CDC 2000. Subyek yang mengkonsumsi obat-obatan rutin seperti obat dislipidemia, mendapatkan terapi hormon, menderita obesitas sekunder, menderita kelainan endokrin, serta mengalami infeksi atau penyakit inflamasi lainnya yang dapat mempengaruhi kadar adiponektin dieksklusi pada penelitian ini.

Pemeriksaan Antropometri

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan antropometri, meliputi berat badan, tinggi badan, dan lingkar pinggang. Berat badan diukur dengan cara subyek berdiri tegak tanpa alas kaki dan

menggunakan baju ringan. Berat badan diukur dengan timbangan digital (Seca, Jerman No ref. 224 1714009) dalam satuan kg dengan tingkat ketelitian 0,1 kg. Tinggi badan diukur dengan cara subyek berdiri tegak tanpa alas kaki dan topi dari tumit hingga vertex menggunakan stadiometer (Seca, Jerman No ref. 224 1714009) dan dinilai dalam satuan cm dengan tingkat ketelitian 0,1 cm. Hasil pengukuran berat badan dan tinggi badan digunakan untuk menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT) menggunakan rumus berat badan (kg) dibagi tinggi badan (meter) kuadrat. Nilai IMT di plot ke dalam kurva CDC 2000 sesuai usia dan jenis kelamin. Obesitas ditegakkan jika didapatkan $IMT/U > P_{95}$ menurut kurva CDC 2000 sesuai usia dan jenis kelamin. Lingkar pinggang diukur dengan metlin dari titik tengah tulang rusuk terakhir dan puncak iliaka superior pada akhir ekspirasi dan dinyatakan dalam satuan cm.

Pemeriksaan Darah

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan kadar adiponektin. Sebelum dilakukan pengambilan darah, subyek terlebih dahulu puasa selama 12 jam. Darah diambil dari subyek pada pagi hari setelah berpuasa 12 jam melalui vena mediana cubiti sebanyak 5 cc. Sampel darah yang telah diambil dilakukan sentrifugasi hingga didapatkan serum lalu disimpan pada suhu $-70^{\circ}C$ sampai dilakukan analisis biokimia. Pemeriksaan kadar adiponektin serum dilakukan dengan alat ELISA (Diagnostic Biochem Canada Inc. No ref. CAN-APN-5000).

Analisis Statistik

Berat badan, tinggi badan, lingkar pinggang, dan kadar adiponektin dijelaskan dalam nilai rata-rata dan standar deviasi. Hubungan antara lingkar pinggang dan kadar adiponektin dianalisis dengan korelasi *Pearson* menggunakan SPSS.

Etika Penelitian

Penelitian ini dilakukan setelah mendapatkan persetujuan dari komite etik RS Dr. Soetomo, Surabaya. (0411/KEPK/VII/2018) Orang tua/wali subyek diberikan informasi terlebih dahulu tentang prosedur penelitian. Penelitian dilakukan setelah orang tua/wali subyek menandatangani *informed consent*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, didapatkan 59 remaja obesitas yang berusia 13-16 tahun. Sebanyak 27 subyek berjenis kelamin perempuan dan 32 subyek berjenis kelamin laki-laki.

Obesitas dapat menyebabkan sindrom metabolik. Sindrom metabolik tidak hanya terjadi pada dewasa, melainkan pada anak dan remaja. Angka kejadian sindrom metabolik pada remaja bervariasi tergantung ras dan etnik (Johnson *et al.*, 2009).

Rata-rata lingkar pinggang subyek adalah $100,18 \pm 10,63$ cm (Tabel 1.). Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya di negara Asia, rata-rata lingkar pinggang subyek lebih besar dari normal, yaitu di atas P_{90} menurut umur dan jenis kelamin (Song *et al.*, 2016).

Lingkar pinggang berhubungan dengan lemak visceral. Lingkar pinggang merupakan pemeriksaan antropometri yang dapat menggambarkan adipositas sentral dan studi menyebutkan bahwa lingkar pinggang menggambarkan lemak trunkus pada anak dan remaja (Taylor *et al.*, 2000).

Lingkar pinggang adalah salah satu komponen sindrom metabolik (Matsuzawa *et al.*, 1999). Studi menyebutkan bahwa cut-off points lingkar pinggang sebesar 104,6 cm (untuk remaja perempuan) dan 111,5 cm (untuk remaja laki-laki) dapat memprediksi sindrom metabolik (Masquio, 2015).

Rata-rata kadar adiponektin serum subyek adalah $7,84 \pm 3,81$ $\mu g/ml$ (Tabel 1.). Hasil rata-rata kadar adiponektin tergolong lebih rendah dibanding penelitian sebelumnya pada subyek obesitas dan subyek dengan IMT normal (Tamang *et al.*, 2013).

Adiponektin adalah salah satu hormon pada obesitas dan berperan dalam patogenesis sindrom metabolik (Matsuzawa *et al.*, 1999). Adiponektin merupakan adipokin yang bersifat anti-inflamasi

Tabel 1. Karakteristik Subyek Penelitian

Variabel	Mean \pm SD
Berat badan (kg)	80,77 \pm 13,35
Tinggi badan (cm)	158,77 \pm 7,13
Lingkar pinggang (cm)	100,18 \pm 10,63
Adiponektin ($\mu g/mL$)	7,84 \pm 3,81

(Borges *et al.*, 2017). Pada obesitas terjadi penurunan kadar adiponektin (Borges *et al.*, 2017). Studi pada remaja obesitas menyebutkan bahwa penurunan kadar adiponektin di dalam darah meningkatkan risiko terjadinya sindrom metabolik (Lin *et al.*, 2014).

Penurunan adiponektin dan peningkatan sitokin pro-inflamasi pada obesitas menyebabkan komplikasi metabolik, seperti penyakit kardiovaskuler yang merupakan bagian dari sindrom metabolik (Fantuzzi, 2005). Adiponektin bekerja dengan cara menghambat proliferasi sel otot polos vaskuler (Matsuzawa *et al.*, 1999). Peningkatan kadar adiponektin berhubungan dengan peningkatan kadar kolesterol HDL yang merupakan faktor protektif terhadap penyakit kardiovaskuler (Vicente *et al.*, 2017).

Hasil uji statistik menunjukkan tidak didapatkan korelasi antara lingkaran pinggang dan kadar adiponektin pada remaja obesitas ($p > 0,752$; $r = -0,042$). Hasil studi ini didukung oleh studi sebelumnya pada remaja di Asia yang menunjukkan bahwa kadar adiponektin tidak dipengaruhi oleh parameter antropometri (Snehalatha *et al.*, 2008).

Hasil studi ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa hubungan adiponektin dan lingkaran pinggang ditemukan pada remaja laki-laki (Shafiee *et al.*, 2015). Perubahan kadar adiponektin di dalam darah mengikuti perubahan ukuran lingkaran pinggang pada remaja dan kedua komponen tersebut memiliki hubungan yang konstan (Rasmussen-Torvik *et al.*, 2009). Pada studi ini tidak didapatkan hubungan antara lingkaran pinggang dan kadar adiponektin ($p > 0,05$).

Studi lain menyebutkan bahwa komponen sindrom metabolik memiliki hubungan yang terbalik dengan kadar adiponektin (Klünder-Klünder *et al.*, 2013), antara lain lingkaran pinggang, kadar kolesterol total, trigliserida, kolesterol HDL, dan kadar glukosa darah puasa (Shafiee *et al.*, 2015). Adanya perbedaan hasil studi dengan studi sebelumnya dapat disebabkan karena perbedaan populasi penelitian sebelumnya dengan penelitian ini, yaitu dilakukan pada ras yang berbeda dengan remaja di Indonesia. Studi sebelumnya menyebutkan bahwa hubungan antara adiponektin dengan risiko kardiometabolik

bervariasi dipengaruhi oleh ras dan etnik tertentu (Shafiee *et al.*, 2015). Ras dapat mempengaruhi kadar adiponektin darah karena adiponektin dikode oleh gen ADIPOQ yang dapat memiliki varian yang berbeda di setiap ras dan etnik (Tabb *et al.*, 2017).

Kadar adiponektin di dalam darah dipengaruhi oleh beberapa faktor lain, seperti diet dan aktivitas fisik. Diet dan aktivitas fisik mempengaruhi kadar adiponektin di dalam darah (Chaolu *et al.*, 2011). Kadar adiponektin dipengaruhi oleh diet tinggi lemak (Landrier *et al.*, 2017). Pada penelitian ini tidak dilakukan kontrol terhadap diet dan aktivitas fisik subyek.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain jumlah subyek yang terbatas, tidak ada subyek kontrol, dan tidak ada kontrol terhadap diet dan aktivitas fisik subyek yang dapat mempengaruhi kadar adiponektin di dalam darah.

Kelebihan penelitian ini adalah menilai hubungan lingkaran pinggang dengan adiponektin sebagai alat deteksi dini komplikasi kardiometabolik pada remaja obesitas. Studi tentang adiponektin pada obesitas di Indonesia masih jarang, terutama pada remaja.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada studi ini tidak didapatkan hubungan antara lingkaran pinggang dengan kadar adiponektin. Penelitian lebih lanjut dengan jumlah subyek yang lebih besar, subyek kontrol, dan penelitian prospektif diperlukan untuk menilai hubungan antara lingkaran pinggang dengan kadar adiponektin pada remaja obesitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., Adam, S. M., Nawi, A., Hassan, M., & Ghazi, H. (2016). Abdominal obesity indicators: Waist circumference or waist-to-hip ratio in Malaysian adults population. *International Journal of Preventive Medicine* 7, 82. <https://doi.org/10.4103/2008-7802.183654>
- Bazanelli, A. P., Kamimura, M. A., Canziani, M. E. F., Manfredi, S. R., & Cuppari, L. (2013). Waist circumference as a predictor of adiponektin levels in peritoneal dialysis patients: a 12-month follow-up study. *Peritoneal Dialysis International* 33(2), 182–188. <https://doi.org/10.3747/pdi.2011.00129>

- Bonneau, G. A., Pedrozo, W. R., & Berg, G. (2014). Adiponectin and waist circumference as predictors of insulin-resistance in women. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* 8(1), 3–7. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2013.10.005>
- Borges, M. C., Oliveira, I. O., Freitas, D. F., Horta, B. L., Ong, K. K., Gigante, D. P., & Barros, A. J. D. (2017). Obesity-induced hypo adiponectinaemia: the opposite influences of central and peripheral fat compartments. *International Journal of Epidemiology* 46(6), 2044–2055. <https://doi.org/10.1093/ije/dyx022>
- Chaolu, H., Asakawa, A., Ushikai, M., Li, Y. X., Cheng, K. C., Li, J. B., ... Inui, A. (2011). Effect of exercise and high-fat diet on plasma adiponectin and nesfatin levels in mice. *Experimental and Therapeutic Medicine* 2(2), 369–373. <https://doi.org/10.3892/etm.2011.199>
- Collins, A. E., Pakiz, B., & Rock, C. L. (2008). Factors associated with obesity in Indonesian adolescents. *International Journal of Pediatric Obesity* 3(1), 58–64. <https://doi.org/10.1080/17477160701520132>
- Fantuzzi, G. (2005). Adipose tissue, adipokines, and inflammation. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 115(5), 911–919. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2005.02.023>
- Freedman, D. S., Wang, J., Maynard, L. M., Thornton, J. C., Mei, Z., Pierson, R. N., ... H., & Horlick, M. (2005). Relation of BMI to fat and fat-free mass among children and adolescents. *International Journal of Obesity*, 29 (1), 1–8. doi:10.1038/sj.ijo.0802735
- Johnson, W. D., Kroon, J. J. M., Greenway, F. L., Bouchard, C., Ryan, D., & Katzmarzyk, P. T. (2009). Prevalence of risk factors for metabolic syndrome in adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 2001–2006. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine* 163(4), 371–377. doi:10.1001/archpediatrics.2009.3
- Kajbafi, M., Saki, A., AfsharManesh, M., & Farideh, S. (2015). The relationship between waist circumference and serum adiponectin levels, dietary intake and blood pressure in normal weight, overweight, and obese women. *Journal of Obesity and Metabolic Research* 2(2), 97–104. doi:10.4103/2347-9906.156529
- Klunder-Klunder, M., Flores-Huerta, S., García-Macedo, R., Peralta-Romero, J., & Cruz, M. (2013). Adiponectin in eutrophic and obese children as a biomarker to predict metabolic syndrome and each of its components. *BMC Public Health* 13, 88. doi:10.1186/1471-2458-13-88
- Koliaki, C., Liatis, S., Kokkinos, A. (2019). Obesity and cardiovascular disease: revisiting an old relationship. *Metabolism* 92, 98–107. doi:10.1016/j.metabol.2018.10.011
- Landrier, J. F., Kasiri, E., Karkeni, E., Mihály, J., Béke, G., Weiss, K., ... Rühl, R. (2017). Reduced adiponectin expression after high-fat diet is associated with selective up-regulation of ALDH1A1 and further retinoic acid receptor signaling in adipose tissue. *The FASEB Journal* 31(1), 203–211. doi:10.1096/fj.201600263RR
- Li, G., Xu, L., Zhao, Y., Li, L., Fu, J., Zhang, Q., ... Li, M. (2017). Leptin-adiponectin imbalance as a marker of metabolic syndrome among Chinese children and adolescents: The BCAMS study. *PLOS ONE* 12, e0186222. doi:10.1371/journal.pone.0186222
- Lin, Y., Chang, P., & Ni, Y. (2014). O-053 adiponectin is associated with metabolic syndrome in obese taiwanese adolescents. *Archives of Disease in Childhood* 99, A42.1–A42. doi:10.1136/archdischild-2014-307384.121
- Masquio, D., (2015). Los valores de corte de circunferencia de cintura para predecir el. *Nutricion hospitalaria* 31(4), 1540–1550. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.4.8442>
- Matsuzawa, Y., Funahashi, T., & Nakamura, T. (1999). Molecular mechanism of metabolic syndrome x: contribution of adipocytokines. Adipocyte-derived bioactive substances. *Annals of the New York Academy of Sciences* 892, 146–154. doi:10.1111/j.1749-6632.1999.tb07793.x
- Rachmi, C. N., Li, M., & Alison Baur, L. (2017). Overweight and obesity in Indonesia: prevalence and risk factors—a literature review. *Public Health* 147, 20–29. doi:10.1016/j.puhe.2017.02.002
- Rasmussen-Torvik, L. J., Pankow, J. S., Jacobs, D. R., Steinberger, J., Moran, A. M., & Sinaiko, A. R., (2009). Influence of waist on adiponectin and insulin sensitivity in adolescence. *Obesity* 17(1), 156–161. doi:10.1038/oby.2008.482
- Sandjaja., Poh, B. K., Rojroonwasinkul, N., Le Nyugen, B. K., Budiman, B., Ng, L.O., ... Parikh, P. (2013). Relationship between anthropometric indicators and cognitive performance in Southeast Asian school-aged children. *British Journal of Nutrition* 110(Suppl 3), S57–S64. doi:10.1017/S0007114513002079

- Shafiee, G., Ahadi, Z., Qorbani, M., Kelishadi, R., Ziauddin, H., Larijani, B., & Heshmat, R. (2015). Association of adiponectin and metabolic syndrome in adolescents: the caspian- III study. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders* 14, 89. doi:10.1186/s40200-015-0220-8
- Snehalatha, C., Yamuna, A., & Ramachandran, A. (2008). Plasma adiponectin does not correlate with insulin resistance and cardiometabolic variables in nondiabetic Asian Indian teenagers. *Diabetes Care* 31, 2374–2379. doi:10.2337/dc08-1083
- Song, P., Li, X., Gasevic, D., Flores, A., & Yu, Z. (2016). BMI, waist circumference reference values for chinese school-aged children and adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13(6), 589. doi:10.3390/ijerph13060589
- Tabb, K. L., Gao, C., Hicks, P. J., Hawkins, G. A., Rotter, J. I., Chen, Y.D.I., ... Palmer, N. D. (2017). Adiponectin isoform patterns in ethnic-specific *adipoq* mutation carriers: the iras family study: adiponectin isoforms in *adipoq* mutation carriers. *Obesity* 25, 1384–1390. doi:10.1002/oby.21892
- Tamang, H., Timilsina, U., Singh, K., Shrestha, S., Pandey, B., Basnet, S., ... Shrestha, U., (2013). Assessment of adiponectin level in obese and lean Nepalese population and its possible correlation with lipid profile: A cross-sectional study. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism* 17(Suppl 1), S349-354. doi:10.4103/2230-8210.119618
- Taylor, R. W., Jones, I. E., Williams, S. M., & Goulding, A. (2000). Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y. *The American Journal of Clinical Nutrition* 72(2), 490–495. doi:10.1093/ajcn/72.2.490
- Vicente, S. E., Corgosinho, F. C., da Silveira Campos, R. M., Landi Masquio, D. C., Oliveira e Silva, L., Pelissari Kravchychyn, A. C., ... Dâmaso, A. R., (2017). The impact of adiponectin levels on biomarkers of inflammation among adolescents with obesity. *Obesity Medicine* 5, 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.obmed.2016.12.002>