

ARTIKEL PENELITIAN

**HUBUNGAN AKTIVITAS FISIK DENGAN *WAIST/HIP RATIO*,  
TEKANAN DARAH, DAN KOLESTEROL PADA  
MAHASISWA KEDOKTERAN YANG MENGALAMI *OVERWEIGHT***

*ASSOCIATION BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY WITH *WAIST/HIP RATIO*,  
BLOOD PRESSURE, AND CHOLESTEROL AMONG  
*OVERWEIGHT* MEDICAL STUDENTS*

Aristo Constantine<sup>1</sup>, Ignatio Rika Haryono<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jl. Pluit Raya no. 2, Jakarta Utara 14440

<sup>2</sup> Departemen Fisiologi – Fisika, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jl. Pluit Raya no. 2, Jakarta Utara 14440

\* **Korespondensi:** ignatio.rika@atmajaya.ac.id

**ABSTRACT**

**Introduction:** Cardiovascular disease has been a major health problem, with over 17.5 million deaths per year. Accompanied by many risk factors such as hypercholesterolemia and abnormal body mass index, many researches have sought to find a way to alleviate the number of incidences. Physical activity then has been a well-known way to mitigate such symptoms and though many studies before have given insight into the relationship between physical activity and cardiovascular risk factors, this study aims to determine more closely the relationship between physical activity in an overweight population with blood cholesterol, blood pressure and waist/hip ratio.

**Methods:** It is an analytic comparative study with a cross-sectional method. The research subjects were 250 people divided into 2 groups. Physical activity data were obtained using the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ), blood cholesterol level was measured using the capillary blood sampling method, blood pressure was measured using a mercury sphygmomanometer, waist/hip ratio was measured using an anthropometric band, body mass index (BMI) was measured by the way the weight divides the body in kilograms (kg) by height in meters squared (m<sup>2</sup>).

**Results:** Among the overweight medical students, there were no significant relationship was found between physical activity with blood cholesterol, waist/hip ratio and blood pressure ( $p > 0.05$ ).

**Conclusions:** There is no significant relationship between physical activity in an overweight population with blood cholesterol, waist/hip ratio, and blood pressure. There is also no significant value differences between physical activity with blood cholesterol, waist/hip ratio, and blood pressure.

**Key Words:** blood cholesterol, blood pressure, overweight, physical activity, waist/hip ratio.

**ABSTRAK**

**Pendahuluan:** Penyakit kardiovaskuler telah menjadi masalah kesehatan yang penting belakangan ini, dengan lebih dari 17,5 juta jiwa yang tertelan setiap tahunnya. Dengan banyak faktor risiko yang ada seperti hiperkolesterolemia dan indeks massa tubuh yang tidak normal, banyak penelitian yang mencari cara untuk menurunkan angka penyakit ini. Aktivitas fisik pun telah menjadi sebuah cara yang ampuh untuk menanggulangi faktor risiko penyakit ini. Penelitian ini bertujuan untuk melihat hubungan aktivitas fisik pada populasi *overweight* dengan kadar kolesterol darah, tekanan darah, dan *waist/hip ratio*.

**Metode:** Merupakan penelitian analitik komparatif dengan metode potong lintang. Subjek penelitian sebanyak 250 orang yang kemudian dibagi dalam 2 kelompok. Data aktivitas fisik didapat menggunakan *Global Physical Activity Questionnaire* (GPAQ), kadar kolesterol darah diukur menggunakan metode *capillary blood sampling*, tekanan darah diukur menggunakan *sphygmomanometer* merkuri, indeks massa tubuh (IMT) diukur dengan cara berat membagi badan dalam kilogram (kg) dengan tinggi badan dalam meter kuadrat (m<sup>2</sup>), dan *waist/hip ratio* diukur menggunakan pita ukur antropometri.

**Hasil:** Tidak ditemukan sebuah hubungan antara aktivitas fisik pada populasi *overweight* dengan kadar kolesterol darah, tekanan darah, dan *waist/hip ratio* pada mahasiswa kedokteran ( $p > 0,05$ ).

**Simpulan:** Tidak terdapat hubungan yang bermakna antara aktivitas fisik pada populasi *overweight* dengan kadar kolesterol darah, tekanan darah, dan *waist/hip ratio*. Tidak terdapat perbedaan nilai kadar kolesterol darah, tekanan darah, dan *waist/hip ratio* berdasarkan aktivitas fisik pada populasi *overweight*.

**Kata Kunci:** aktivitas fisik, kolesterol darah, *overweight*, tekanan darah, *waist/hip ratio*.

## PENDAHULUAN

Penyakit kardiovaskuler telah menjadi sebuah masalah global yang telah menelan sebanyak 17,5 juta jiwa pertahun dan diprediksi akan terus meningkat, dengan berbagai faktor risiko seperti hiperkolesterolemia dan indeks massa tubuh (IMT) yang abnormal. Menurut Riskesdas sebanyak 35,9% jiwa di atas 15 tahun menderita hiperkolesterolemia, dan 13,5% memiliki IMT *overweight*. Sebuah upaya global melalui Millenium Development Goals (MDG) mencoba untuk menurunkan insiden penyakit kardiovaskuler dan menurunkan angka mortalitas dari penyakit tersebut dengan memperbaiki kesadaran masyarakat terhadap pentingnya beraktivitas fisik.<sup>1-3</sup>

Penelitian-penelitian sebelumnya menerangkan bahwa terdapatnya ubungan antara aktivitas fisik dengan faktor-faktor risiko penyakit kardiovaskuler seperti hiperkolesterolemia, yaitu aktivitas fisik sesuai dengan rekomendasi WHO dapat menurunkan kadar trigliserida dan meningkatkan kadar HDL rerata. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara aktivitas fisik pada populasi *overweight* dengan kadar kolesterol darah, tekanan darah, dan *waist/hip ratio* yang merupakan faktor-faktor risiko penyakit kardiovaskuler.<sup>4,5</sup>

## METODE

Desain Penelitian yang digunakan adalah analitik komparatif dengan metode pene-

litian potong lintang. Penelitian ini berlangsung selama bulan Desember 2019–Februari 2020. Sampel diambil dengan menggunakan *purposive sampling* sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi penelitian ini adalah mahasiswa FKIK UAJ aktif angkatan 2016–2018 yang bersedia menjadi responden dalam penelitian ini. Kriteria eksklusi adalah mahasiswa FKIK UAJ aktif angkatan 2016–2018 yang tidak bersedia menjadi responden, sedang mengonsumsi obat-obatan yang berpengaruh terhadap kadar kolesterol darah maupun tekanan darah, tidak memenuhi kriteria *overweight* dan tidak bersedia mengikuti alur penelitian secara lengkap. Subjek penelitian pun akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok *overweight* dan kelompok kontrol dengan IMT normal sebagai pembandingan.

Pencatatan data subjek penelitian meliputi usia, berat badan, tinggi badan, jenis kelamin, dan selanjutnya diukur kadar kolesterol darahnya setelah puasa 8 jam. Setelah pengukuran kadar kolesterol darah dilakukan pemeriksaan tekanan darah menggunakan *sphygmomanometer* merkuri dan pengukuran lingkaran pinggang dan pinggul menggunakan pita ukur antropometri. Setelah pemeriksaan dilakukan responden diwawancara tentang aktivitas fisiknya oleh peneliti menggunakan kuisisioner *Global Physical Activity Questionnaire* (GPAQ).

**Tabel 1.** Gambaran Karakteristik Responden

Karakteristik Responden	Jumlah	
	n	%
<b>Jenis Kelamin</b>		
Laki Laki	70	56.0%
Perempuan	55	44.0%
Total	125	100.0%
<b>Jenis Kelamin (kontrol)</b>		
Laki Laki	68	54.4%
Perempuan	57	45.6%
Total	125	100.0%
<b>Aktivitas Fisik</b>		
<b>Kelompok Overweight</b>		
Tidak Cukup Aktif	34	27.2%
Cukup Aktif	57	45.6%
Sangat Aktif	34	27.2%
Total	125	100.0%
<b>Kelompok Kontrol</b>		
Tidak Cukup Aktif	34	27.2%
Cukup Aktif	59	47.2%
Sangat Aktif	32	25.6%
Total	125	100.0%
<b>Kadar Kolesterol Darah</b>		
<b>Kelompok Overweight</b>		
Normal	74	59.2%
Hiperkolesterolemia	51	40.8%
Total	125	100.0%
<b>Kelompok Kontrol</b>		
Normal	105	84.0%
Hiperkolesterolemia	20	16.0%
Total	125	100.0%
<b>Tekanan Darah</b>		
<b>Kelompok Overweight</b>		
Normal	79	63.2%
Tekanan Darah Meningkat	26	20.8%
Hipertensi <i>Stage 1</i>	20	16.0%
Total	125	100.0%
<b>Kelompok Kontrol</b>		
Normal	82	65.6%
Tekanan Darah Meningkat	32	25.6%
Hipertensi <i>Stage 1</i>	11	8.8%
Total	125	100.0%
<b>Waist/Hip Ratio</b>		
<b>Kelompok Overweight</b>		
Normal	98	78.4%
Tidak Normal	27	21.6%
Total	125	100.0%
<b>Kelompok Kontrol</b>		
Normal	106	84.8%
Tidak Normal	19	15.2%
Total	125	100.0%

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji *Chi square*, dan uji

MANOVA dengan *post-hoc* LSD. Pada penelitian ini digunakan *confidence interval* sebe-

sar 95%. Perbedaan dikatakan bermakna jika  $p < 0,05$ .

## HASIL

Total responden yang memenuhi kriteria berjumlah 250 orang dengan masing-masing kelompok memiliki 125 responden. Prevalensi mahasiswa yang memiliki hiperkolesterolemia sebanyak 71 orang, *waist/hip ratio* tidak normal sebanyak 46 orang, tekanan darah sistolik meningkat sebanyak 138 orang, tekanan darah diastolik yang meningkat sebanyak 98 orang, dan tekanan darah diastolik yang tinggi sebanyak 63 orang. Hasil uji analisis *Chi-square* pada kedua kelompok menunjukkan tidak terdapatnya hubungan antara aktivitas fisik dengan tekanan darah sistolik, tekanan

darah diastolik, dan *waist/hip ratio*, hubungan antara jenis kelamin dan aktivitas fisik juga didapatkan tidak signifikan. Hubungan yang signifikan hanya terlihat antara aktivitas fisik dengan kolesterol darah pada kelompok kontrol tidak pada kelompok *overweight* ( $p=0,016$ ). Uji *multivariate* MANOVA memperlihatkan bahwa aktivitas fisik tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan variabel kadar kolesterol darah, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, dan *waist/hip ratio* pada kedua kelompok. Analisis *post-hoc* yang dilakukan menunjukkan bahwa perbedaan rerata yang bermakna hanya ditemukan pada kelompok kontrol antara aktivitas fisik dengan kadar kolesterol darah (Tabel 1 – 6).

**Tabel 2.** Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Kolesterol Darah, Tekanan Darah Sistolik, Tekanan Darah Diastolik, *Waist/Hip Ratio*, dan Jenis Kelamin Kelompok *Overweight*

Variabel	Aktivitas Fisik						Nilai p
	Tidak Cukup Aktif		Cukup Aktif		Sangat Aktif		
	n	%	n	%	n	%	
<b>Kadar Kolesterol Darah</b>							
Normal	22	62,9%	33	58,9%	19	55,9%	0,839
Hiperkolesterolemia	13	37,1%	23	41,1%	15	44,1%	
<b>Tekanan Darah Sistolik</b>							
Normal	14	40%	29	51,8%	16	47,1%	0,549
Prehipertensi	21	60%	27	48,2%	18	52,9%	
<b>Tekanan Darah Diastolik</b>							
Normal	14	40%	21	37,5%	11	17,1%	0,957
Prehipertensi	15	42,9%	24	42,9%	17	19,6%	
Tekanan Darah Meningkat	6	17,1%	11	50%	6	17,6%	
<b><i>Waist/Hip Ratio</i></b>							
Normal	24	68,6%	47	83,9%	27	79,4%	0,220
Tidak Normal	11	31,4%	9	16,1%	7	20,6%	
<b>Jenis Kelamin</b>							
Laki Laki	21	30%	33	47,1%	16	22,9%	0,466
Perempuan	24	25,5%	23	41,8%	18	32,7%	

Hubungan Aktivitas Fisik dengan *Waist/Hip Ratio*, Tekanan Darah, dan Kolesterol pada Mahasiswa Kedokteran yang Mengalami *Overweight*

**Tabel 3.** Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Kolesterol Darah, Tekanan Darah Sistolik, Tekanan Darah Diastolik, *Waist/Hip Ratio*, dan Jenis Kelamin Kelompok Kontrol

Variabel	Aktivitas Fisik						Nilai p
	Tidak Cukup Aktif		Cukup Aktif		Sangat Aktif		
	n	%	n	%	n	%	
<b>Kadar Kolesterol Darah</b>							
Normal	30	88,2%	44	74,6%	31	96,9%	0,016
Hiperkolesterolemia	4	11,8%	15	25,4%	1	3,1%	
<b>Tekanan Darah Sistolik</b>							
Normal	13	38,2%	22	37,3%	18	56,3%	0,184
Prehipertensi	21	61,8%	37	62,7%	14	43,8%	
<b>Tekanan Darah Diastolik</b>							
Normal	13	38,2%	16	32,4%	14	29,4%	0,422
Prehipertensi	11	27,1%	20	33,9%	11	39%	
Tekanan Darah Meningkat	10	43,8%	23	34,4%	7	21,9%	
<b><i>Waist/Hip Ratio</i></b>							
Normal	25	73,5%	54	91,5%	27	84,4%	0,066
Tidak Normal	9	26,5%	5	8,5%	5	15,6%	
<b>Jenis Kelamin</b>							
Laki Laki	18	26,5%	31	45,6%	19	27,6%	0,806
Perempuan	16	28,1%	28	49,1%	13	22,8%	

**Tabel 4.** Hasil Uji MANOVA

Aktivitas	Value	F	Error df	P-Value	Observed Power
<b>Fisik</b>					
Pillai's Trace	0.027	0.414	240	0.912	0.193
Wilks' Lambda	0.973	0.411 <sup>b</sup>	238	0.914	0.192
Hotelling's Trace	0.028	0.408	236	0.915	0.191
Roy's Largest Root	0.021	0.619 <sup>c</sup>	120	0.65	0.198
<b>Fisik Kontrol</b>					
Pillai's Trace	0.089	1.401	240	0.197	0.631
Wilks' Lambda	0.912	1.409 <sup>b</sup>	238	0.193	0.634
Hotelling's Trace	0.096	1.417	236	0.19	0.637
Roy's Largest Root	0.085	2.558 <sup>c</sup>	120	0.042	0.708

**Tabel 5.** Hasil *Post-Hoc* LSD Kelompok *Overweight*

Faktor - Faktor	Perbedaan Rerata	P - Value	95% Confidence Interval			
			Lower Bound	Upper Bound		
<b><i>Waist/Hip Ratio</i></b>	Tidak Cukup Aktif	Cukup Aktif	.0013	.923	-.0252	.0277
		Sangat Aktif	-.0035	.815	-.0331	.0260
	Cukup Aktif	Tidak Cukup Aktif	-.0013	.923	-.0277	.0252
		Sangat Aktif	-.0048	.722	-.0315	.0219
	Sangat Aktif	Tidak Cukup Aktif	.0035	.815	-.0260	.0331
		Cukup Aktif	.0048	.722	-.0219	.0315
<b>Tekanan Darah Sistolik</b>	Tidak Cukup Aktif	Cukup Aktif	.714	.684	-2.757	4.186
		Sangat Aktif	1.597	.417	-2.283	5.476
	Cukup Aktif	Tidak Cukup Aktif	-.714	.684	-4.186	2.757
		Sangat Aktif	.882	.619	-2.620	4.385
	Sangat Aktif	Tidak Cukup Aktif	-1.597	.417	-5.476	2.283
		Cukup Aktif	-.882	.619	-4.385	2.620
<b>Tekanan Darah Diastolik</b>	Tidak Cukup Aktif	Cukup Aktif	-.893	.604	-4.293	2.508
		Sangat Aktif	-.798	.678	-4.599	3.002
	Cukup Aktif	Tidak Cukup Aktif	.893	.604	-2.508	4.293
		Sangat Aktif	.095	.957	-3.337	3.526
	Sangat Aktif	Tidak Cukup Aktif	.798	.678	-3.002	4.599
		Cukup Aktif	-.095	.957	-3.526	3.337
<b>Kolesterol</b>	Tidak Cukup Aktif	Cukup Aktif	2.129	.773	-12.424	16.681
		Sangat Aktif	-2.598	.752	-18.862	13.665
	Cukup Aktif	Tidak Cukup Aktif	-2.129	.773	-16.681	12.424
		Sangat Aktif	-4.727	.525	-19.411	9.957
	Sangat Aktif	Tidak Cukup Aktif	2.598	.752	-13.665	18.862
		Cukup Aktif	4.727	.525	-9.957	19.411

Tabel 6. Hasil *Post-Hoc* LSD Kelompok Kontrol

	Faktor - Faktor		Perbedaan Rerata	P - Value	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Tekanan Darah Sistolik Kontrol	Tidak Cukup Aktif	Cukup Aktif	-.558	.728	-3.723	2.607
		Sangat Aktif	2.132	.246	-1.488	5.753
	Cukup Aktif	Tidak Cukup Aktif	.558	.728	-2.607	3.723
		Sangat Aktif	2.691	.101	-.536	5.918
	Sangat Aktif	Tidak Cukup Aktif	-2.132	.246	-5.753	1.488
		Cukup Aktif	-2.691	.101	-5.918	.536
Tekanan Darah Diastolik Kontrol	Tidak Cukup Aktif	Cukup Aktif	-2.149	.274	-6.016	1.719
		Sangat Aktif	1.342	.549	-3.083	5.766
	Cukup Aktif	Tidak Cukup Aktif	2.149	.274	-1.719	6.016
		Sangat Aktif	3.490	.082	-.453	7.434
	Sangat Aktif	Tidak Cukup Aktif	-1.342	.549	-5.766	3.083
		Cukup Aktif	-3.490	.082	-7.434	.453
Kolesterol Kontrol	Tidak Cukup Aktif	Cukup Aktif	-11.824*	.030	-22.473	-1.174
		Sangat Aktif	.145	.981	-12.036	12.327
	Cukup Aktif	Tidak Cukup Aktif	11.824*	.030	1.174	22.473
		Sangat Aktif	11.969*	.031	1.110	22.827
	Sangat Aktif	Tidak Cukup Aktif	-.145	.981	-12.327	12.036
		Cukup Aktif	-11.969*	.031	-22.827	-1.110
Waist/Hip Ratio Kontrol	Tidak Cukup Aktif	Cukup Aktif	-.0004	.976	-.0294	.0285
		Sangat Aktif	-.0024	.887	-.0355	.0308
	Cukup Aktif	Tidak Cukup Aktif	.0004	.976	-.0285	.0294
		Sangat Aktif	-.0019	.897	-.0315	.0276
	Sangat Aktif	Tidak Cukup Aktif	.0024	.887	-.0308	.0355
		Cukup Aktif	.0019	.897	-.0276	.0315

## DISKUSI

Pada penelitian ini juga tidak ditemukan sebuah hubungan antara aktivitas fisik dengan tekanan darah sistolik maupun diastolik, hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Aadahl, *et al.* yaitu tidak ditemukannya hubungan antara tekanan darah sistolik maupun diastolik. Hal ini dapat dikarenakan oleh perubahan tekanan darah yang tidak signifikan pada pengukuran aktivitas fisik sewaktu seperti pada penelitian oleh Bell, *et al.* yang menyatakan bahwa kebiasaan beraktivitas fisik yang berkelanjutan memiliki hubungan yang lebih besar dengan tekanan darah walau juga tidak signifikan secara statistik. Faktor-faktor lain juga dapat memengaruhi hasil ini seperti stress, diet, dan sebuah batasan efektivitas dari aktivitas fisik yang didapatkan pada penelitian Aadahl, *et al.*<sup>8-10</sup>

Penelitian ini tidak menemukan sebuah hubungan juga antara aktivitas fisik dengan *waist/hip ratio*. Hasil ini berbeda pada penelitian Xiwen Qian, *et al.*, dan McCormack, *et al.* yaitu aktivitas fisik berbanding terbalik dengan *waist/hip ratio*. Pada penelitian Karnehed, *et al.* dan Iglesias, *et al.* dijelaskan bahwa diet yang tinggi serat sangat berpengaruh terhadap penurunan berat badan sehingga memperbaiki *waist/hip ratio*, yang dapat menjelaskan hasil pada penelitian ini.<sup>11-14</sup>

Pada penelitian ini didapati juga bahwa laki laki memiliki tingkat aktivitas yang lebih tinggi daripada perempuan walau tidak signifikan secara statistik, hasil ini bertentangan dengan penelitian oleh Talaei, *et al.* yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara jenis kelamin dengan aktivitas fisik. Perbedaan hasil pada penelitian ini diperkirakan

karena jumlah responden laki laki yang lebih banyak dari responden perempuan.<sup>15</sup>

## SIMPULAN

Tidak terdapat hubungan antara aktivitas fisik dengan kadar kolesterol darah, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, dan *waist/hip ratio* pada individu *overweight*. Tidak terdapat juga perbedaan nilai kadar kolesterol darah, tekanan darah sistolik dan diastolik, dan *waist/hip ratio* berdasarkan aktivitas fisik pada individu *overweight*.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Organization WH. Hearts: technical package for cardiovascular disease management in primary health care. 2016;
2. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI. Pokok-pokok hasil riset kesehatan dasar Provinsi Riau. 2013.
3. UNICEF. The state of the world's children 2006: excluded and invisible. Unicef; 2005.
4. Loprinzi PD, Addoh O. The association of physical activity and cholesterol concentrations across different combinations of central adiposity and body mass index. *Health Promot Perspect*. 2016 Aug 10;6(3):128–36.
5. Silva RC da, Diniz M de FHS, Alvim S, Vidigal PG, Fedeli LMG, Barreto SM. Physical activity and lipid profile in the ELSA-Brasil Study. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2016 [cited 2018 Oct 28];
6. Zheng W, Chen Y, Zhao A, Xue Y, Zheng Y, Mu Z, et al. Associations of sedentary behavior and physical activity with physical measurements and dyslipidemia in school-age children: a cross-sectional study. *BMC Public Health* [Internet]. 2016 Dec [cited 2020 May 24];16(1).
7. Elliot CA, Hamlin MJ. Combined diet and physical activity is better than diet or physical activity alone at improving health outcomes for patients in New Zealand's primary care intervention. *BMC Public Health* [Internet]. 2018 Dec [cited 2020 May 24];18(1).
8. Aadahl M, Kjær M, Jørgensen T. Associations between overall physical activity level and cardiovascular risk factors in an adult population. *Eur J Epidemiol*. 2007 Jul 9;22(6):369–78.
9. Joshua A Bell, Mark Hamer. Associations of device measured physical activity across adolescence with metabolic traits: Prospective cohort study. *PLOS Medicine*; 2018.
10. Novotny R, Nigg CR, Li F, Wilkens LR. Pacific Kids DASH for Health (PacDASH) randomized, controlled trial with DASH eating plan plus physical activity improves fruit and vegetable intake and diastolic blood pressure in children. *Child Obes*. 2015 Apr;11(2):177–86.
11. Qian X, Su C, Zhang B, Qin G, Wang H, Wu Z. Changes in distributions of waist circumference, waist-to-hip ratio and waist-to-height ratio over an 18-year period among Chinese adults: a longitudinal study using quantile regression. *BMC Public Health* [Internet]. 2019 Dec [cited 2020 May 24];19(1).
12. McCormack G, Blackstaffe A, Nettel-Aguirre A, Csizmadia I, Sandalack B, Uribe F, et al. the independent associations between Walk Score® and neighborhood socioeconomic status, waist circumference, waist-to-hip ratio and body mass index among urban adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Jun 11;15(6):1226.
13. Karnehed N, Tynelius P, Heitman BL, Rasmussen F. Physical activity, diet and gene–environment interactions in relation to body mass index and waist circumference: The Swedish Young Male Twins Study. *Public Health Nutr*. 2006 Oct;9(7):851–8.
14. de la Iglesia R, Lopez-Legarrea P, Abete I, Bondia-Pons I, Navas-Carretero S, Forga L, et al. A new dietary strategy for long-term treatment of the metabolic syndrome is compared with the American Heart Association (AHA) guidelines: the MEtabolic Syndrome REduction in NAvarra (RESMENA) project. *Br J Nutr*. 2014 Feb 28;111(4):643–52.
15. Mohammad Talaei, Katayoun Rabiei. Physical activity, sex and socioeconomic status: A population based study. 2013.