



Pengaruh *moderate intensity continuous exercise* terhadap kadar irisin serum pada wanita remaja obesitas

The effect of moderate intensity continuous exercise on serum irisin levels in obese adolescent women

Ido Nur Abdulloh¹, Sugiharto², Purwo Sri Rejeki³

¹ Departemen Fisiologi-Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga,

² Departemen Ilmu Keolahragaan-Fakultas Ilmu Keolahragaan,
Universitas Negeri Malang,

³Departemen Fisiologi-Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga

Email: ido.nur.abdulloh-2018@fk.unair.ac.id¹, purwo-s-
r@fk.unair.ac.id²,sugiharto@um.ac.id³

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh latihan dengan intensitas sedang yakni *Moderate Intensity Continuous Exercise* (MICE) terhadap peningkatan kadar irisin serum. Metode penelitian menggunakan *true experimental-randomized pretest-posttest control group design* dengan partisipasi 20 subjek wanita dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) 25-35 kg/m². Subjek secara random dibagi menjadi 2 kelompok, yakni CONT (n= 10, kontrol tanpa intervensi), dan MICE (n= 10, *Moderate Intensity Continuous Exercise*). Intervensi dilakukan secara *continuous* selama 30 menit. Intervensi dilakukan pukul 08.00-10.00 a.m. Pengambilan darah dilakukan *pre-exercise* dan 15 menit *post-exercise*. Pengukuran kadar irisin menggunakan metode ELISA. Teknik analisis data menggunakan *t-test* dan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan terdapat peningkatan irisin serum *pre* dan *post-test* secara signifikan pada MICE (4,31±0,49 to 5,57±0,71) (*p*<0,05). Sementara pada CONT tidak terjadi perbedaan yang signifikan (4,35±0,69 to 4,39±0,64) (*p*>0,05). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa MICE dapat meningkatkan kadar irisin serum pada wanita remaja obesitas saat setelah latihan fisik sehingga dapat dijadikan salah satu langkah terapi nonfarmakologis dalam menghambat permasalahan obesitas.

Kata kunci: latihan fisik, obesitas, *weight loss*, *anti-obesity-agents*.

The purpose of this study was to analyze the effect of moderate intensity exercise, namely Moderate Intensity Continuous Exercise (MICE), on the increase in serum irisin levels. The research method used is true experimental-randomized pretest-posttest control group design with the participation of 20 female subjects with a Body Mass Index (BMI) of 25-35 kg / m². Subjects were randomly divided into 2 groups, namely CONT (n= 10, control without intervention), and MICE (n= 10, Moderate-Intensity Continuous Exercise). The intervention was carried out continuously for 30 minutes. Intervention is carried out at 08.00-10.00 a.m. Blood draws were performed pre-exercise and 15 minutes post-exercise. Irisin levels were measured using the ELISA method. The data analysis technique used the t-test and Analysis of Variance (ANOVA) with SPSS. The results showed that there was a significant increase in serum irisin pre and post-test on MICE (4.31 ± 0.49 to 5.57 ± 0.71) (p < 0.05). Meanwhile, there was no significant difference in CONT (4.35 ± 0.69 to 4.39 ± 0.64) (p > 0.05). Based on the results of the study, it can be concluded that MICE can increase serum irisin levels in obese adolescent women after physical exercise so that it can be used as a non-pharmacological therapy step in preventing obesity problems.

Keywords: *physical exercise, obesity, weight loss, anti-obesity-agents.*

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima : 28 Januari 2021

Disetujui : 25 Februari 2021

Tersedia secara *Online* Februari 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.20527/multilateral.v20i1.10069>

Alamat Korespondensi:

Ido Nur Abdulloh

Ilmu Kesehatan Olahraga UNAIR

Jl. Mayjen Prof. Dr. Moestopo No.47,

Pacar Kembang, Kec. Tambaksari,

Kota Surabaya, Jawa Timur 60132

E-mail: ido.nur.abdulloh-

2018@fk.unair.ac.id

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)



PENDAHULUAN

Peningkatan angka obesitas erat kaitannya dengan tingginya prevalensi penyakit metabolik seperti stroke, diabetes, serta penyakit jantung (Norheim *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2017; WHO, 2019). Dalam mengatasi hal tersebut, latihan fisik merupakan pendekatan nonfarmakologis yang sangat strategis untuk mencegah dan menurunkan angka obesitas sebab peningkatan kontraksi otot rangka selama latihan fisik akan meningkatkan sekresi irisin (Pedersen and Saltin, 2006; Pedersen and Febbraio, 2012; Chia *et al.*, 2017; Paley and Johnson, 2018). Irisin yang tersekresi saat latihan fisik dalam aliran darah akan menstimulasi ekspresi *uncoupling protein 1* (UCP1) pada sel adiposa, sehingga termogenesis dapat meningkat serta menyebabkan tingginya pengeluaran energi melalui oksidasi lemak (Lee *et al.*, 2014; Hejazi *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2019). Namun, hingga saat ini intensitas latihan fisik yang efektif untuk meningkatkan sekresi irisin masih belum ditemukan. Padahal, sekresi irisin penting dalam mengatur keseimbangan energi sehingga dapat mencegah dan mengatasi permasalahan obesitas, serta berperan dalam menjaga homeostasis glukosa sehingga terhindar dari risiko sindrom metabolik (Perakakis *et al.*, 2017).

Jika penurunan kadar irisin terjadi, hal tersebut dapat menjadi salah satu indikator inflamasi yang dapat menandakan terjadinya penyakit metabolik (Du, Jiang and Lv, 2016). Hal ini telah terbukti pada hasil penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa kadar serum irisin pada kelompok diabetes tipe 2 mengalami penurunan daripada kelompok kontrol dengan kadar glukosa yang normal (Choi *et al.*, 2013). Penurunan kadar irisin juga menunjukkan penurunan pada sensitivitas insulin, metabolisme lipid, dan glikolitik sehingga berisiko meningkatkan berbagai sindrom metabolik (Huh *et al.*, 2012). Oleh karena itu, peningkatan irisin dengan metode penentuan intensitas latihan fisik yang tepat sangat diperlukan untuk mencegah terjadinya obesitas dan risiko sindrom metabolik (Luiz *et al.*, 2017; Mazur-bialy and Poche, 2017; Bociek, 2019; Kamaruddin, 2020).

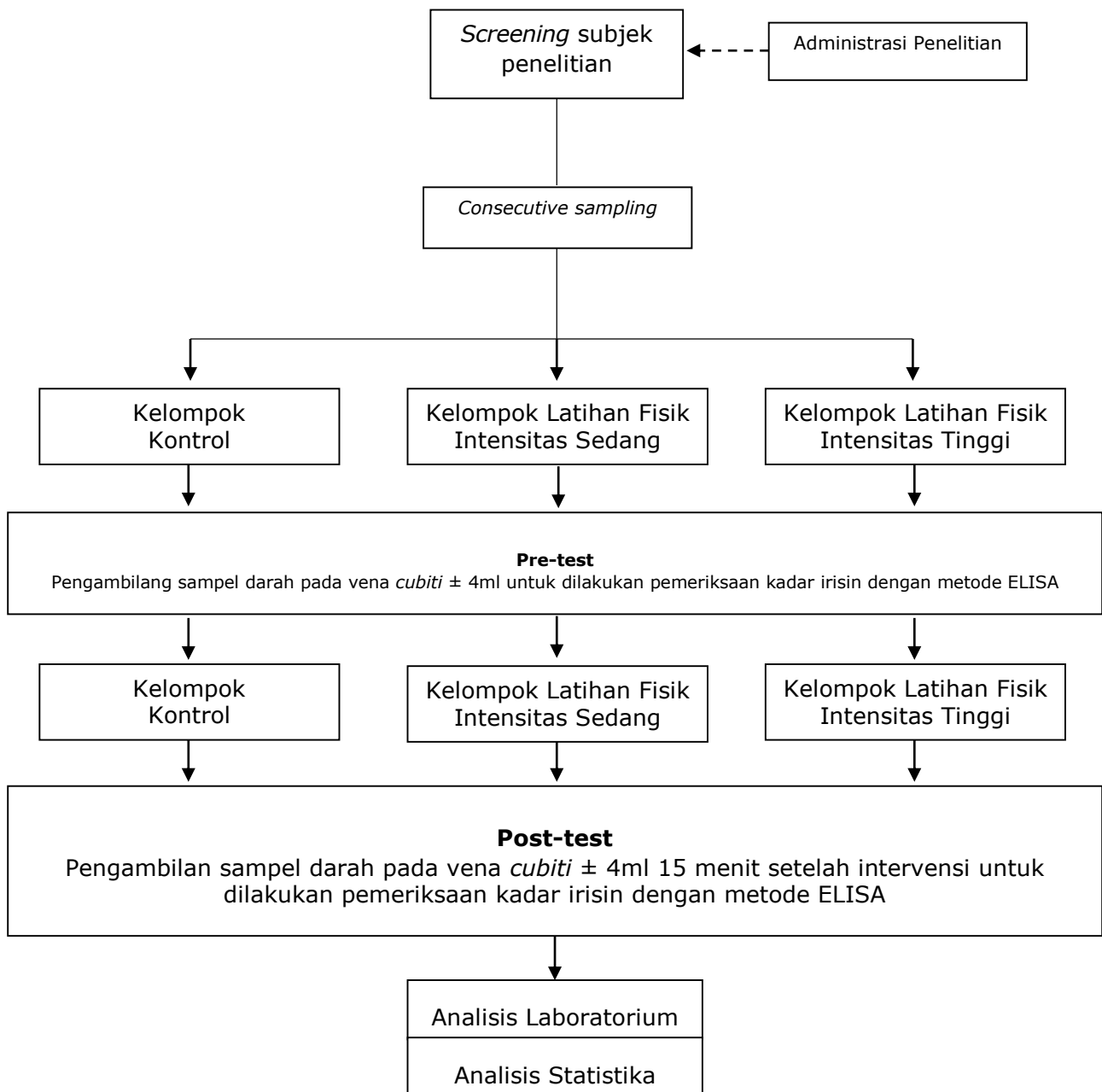
Selain dipengaruhi faktor internal dan eksternal seperti komposisi tubuh, dan suhu udara sekresi irisin juga bergantung dengan intensitas latihan yang dilakukan (Lee, Joyce D Linderman, *et al.*, 2014; Löffler *et al.*, 2015). Akan tetapi, intensitas yang tepat dalam mensekresi irisin masih diperdebatkan. Menurut Soori *et al* (2016) kadar irisin dapat ditingkatkan dengan intensitas sedang, tetapi intensitas tersebut tidak akan mampu menstimulasi kinerja otot sehingga justru akan menurunkan kadar irisin (Herrera *et al.*, 2017). Sehingga untuk meningkatkan kadar irisin lebih baik dengan intensitas yang sangat tinggi. Hal ini dibuktikan pada penelitian yang diambil sampel darah dan diperiksa sebelum intervensi, 10 dan 30 menit setelah intervensi menunjukkan terjadinya peningkatan kadar irisin (Löffler *et al.*, 2015). Penelitian yang sama

juga menyatakan bahwa intensitas yang tinggi dapat meningkatkan kadar sekresi irisin lebih baik (Tsuchiya *et al.*, 2014). Akan tetapi, intensitas yang terlalu tinggi akan menimbulkan sekresi berbagai stikoin pro-inflamasi yang justru akan memicu kerusakan jaringan (Ulven *et al.*, 2015; Wadley *et al.*, 2015). Sedangkan menurut panduan WHO terbaru di tahun 2020 intensitas sedang sudah cukup dan sangat direkomendasikan pada kalangan umum atau pada orang yang tidak terlatih minimal 150 menit dalam seminggu (Bull *et al.*, 2020; Mulhim, 2020). Sehingga intensitas sedang sangat direkomendasikan bagi orang yang tidak terlatih terutama pada orang dengan kategori obesitas. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikaji lebih lanjut peran intensitas sedang menggunakan *Moderate Intensity Continuous Exercise* (MICE) pengaruhnya terhadap sekresi kadar irisin serum pada wanita remaja obesitas.

METODE

Subjek dan desain penelitian

Sebanyak 20 wanita remaja obesitas dengan kondisi sehat dengan rentang umur 19-21 tahun mengikuti penelitian *true experimental* dengan rancangan *randomized pre-test-post-test control group design* yang dibagi menjadi dua kelompok, yakni kelompok kontrol (n=10), dan kelompok *Moderate-Intensity Continuous Exercise* (MICE) (n=10) rancangan diagram lebih lanjut dapat dilihat pada gambar 1. Kriteria inklusi subjek terdiri dari wanita dengan kategori obesitas dengan IMT 25-35 kg/m², *fasting blood glucose* (FBG) < 100 mg/dL, saturasi oksigen (SPO₂) 95-100 %, hemoglobin (Hb) 12-16 g/dL, *resting heart rate* (RHR) 60-80 bpm, *systolic blood pressure* (SBP) 110-120 mmHg, dan *diastolic blood pressure* (DBP) 70-80 mmHg. Kriteria eksklusi jika subjek memiliki penyakit kardiovaskular seperti tekanan darah tinggi, serta penyakit jantung yang sesuai dengan karakteristik dari *American Heart Association* (AHA) serta tidak mengonsumsi obat-obatan dan merokok. Selain itu subjek tidak sedang menjalankan program pelatihan fisik apapun dalam kurun waktu 6 bulan terakhir hingga mengikuti penelitian ini. Setelah memenuhi kriteria, masing-masing subjek dijelaskan tentang prosedur penelitian serta berbagai risiko yang dapat muncul akibat penelitian ini, dan kemudian jika setuju menandatangani inform konsen yang disediakan. Semua prosedur eksperimental telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK)-Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Surabaya-Indonesia dengan nomor 282/EC/KEPK/FKUA/2020.



Gambar 1. Kerangka Operasional Penelitian

Pengukuran Antropometri dan Parameter Fisiologis

Pengukuran berat badan, serta tinggi badan menggunakan timbangan GEA (ZT 120). IMT (berat badan dalam kilogram dibagi dengan kuadrat tinggi dalam meter) digunakan sebagai ukuran kategori obesitas. Pengukuran *Body index analyzer* (BIA) seperti *body fat percentage* (BF %), *muscle mass* (MM) menggunakan Tanita (DC-430U). SBP dan DBP diukur menggunakan spigmomanometer (Omron, HEM-8712). Pemeriksaan RHR dan saturasi oksigen (SPO2) menggunakan *pulse oximeter* (Beurer PO30). Kemudian

Fasting Blood Glucose (FBG) dan Hemoglobin diukur menggunakan *Easy touch* GCHb.

Prosedur

Subjek kelompok MICE memulai latihan fisik dengan menggunakan *ergocycle* yang dimulai dengan pemanasan 5 menit, kemudian dilanjutkan 30 menit latihan fisik inti intensitas sedang (60-70 % of HR_{max}), setelah selesai melakukan pendinginan selama 5 menit. Latihan tersebut menggunakan *ergocycle monark ergometer cycle model 829 E* (Monark, Vansbro, Sweden). Pengawasan denyut jantung dilakukan saat latihan fisik setiap satu menit sekali menggunakan *Heart Rate Monitor* (Polar H10) guna mengontrol intensitas latihan, sedangkan durasi latihan fisik dipantau melalui *stopwatch* (Casio HS 80 TW). Kelompok intervensi tersebut melakukan latihan fisik hanya satu kali perlakuan. Sementara kelompok kontrol tidak dilakukan intervensi latihan fisik. Desain studi lebih lanjut dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Protokol latihan fisik

Variabel	Latihan Fisik Intensitas Sedang
<i>Frequency</i>	1 kali
<i>Intensity</i>	60-70% HR_{max}
<i>Type</i>	<i>Continuous</i>
<i>Warming up</i>	5 menit
<i>Time of Exercise</i>	30 menit
<i>Cooling down</i>	5 menit

Pengambilan Darah & Sentrifugasi

Intervensi ditetapkan pagi hari pada pukul 08.00 WIB (Mannerkorpi *et al.*, 2017; Kraemer *et al.*, 2014) dengan tidak melakukan latihan fisik berat 24 jam sebelum pemberian intervensi serta durasi tidur malam subjek ditetapkan yakni \pm 8 jam (Daskalopoulou *et al.*, 2014). Pengambilan sampel darah dilakukan sebelum intervensi dan 15 menit pasca intervensi latihan fisik *ergocycle* intensitas sedang (Mannerkorpi *et al.*, 2017). Setelah pengambilan sampel darah yang dilakukan sebelum intervensi, subjek diistirahatkan selama 30 menit sebelum melaksanakan intervensi latihan fisik *ergocycle* intensitas sedang (Tsuchiya *et al.*, 2018). Pengambilan sampel darah dilakukan pada *vena cubiti* sebanyak 4ml (Mannerkorpi *et al.*, 2017; Daskalopoulou *et al.*, 2014). Setelah itu dilakukan sentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Serum irisin diukur menggunakan metode ELISA dengan *Human IRISIN Elisa Kit* (Catalog No: EK-067-29; Lot No: 609115; Phoenix, USA)

dengan variasi koefisien (CVs) *intra-assay*: 5-75; CVs *inter-assay*: 12-15%, *detection limit range*: 0.1-1000 ng/mL. ELISA kit irisin yang digunakan sebelumnya sudah divalidasi (Winn *et al.*, 2017).

Analisis Statistik

Software GraphPad PRISM (GraphPad 8.0 Software Inc., San Diego, CA, USA) dan Software SPSS versi 18 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) digunakan untuk menganalisis signifikansi nilai statistik. Uji analisis menggunakan *t-test* dan Anova. Semua data disajikan sebagai mean \pm SD atau angka (%) dan perbedaan statistik diterima pada $p < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Deskriptif karakteristik antropometri kelompok kontrol, dan MICE dapat dilihat pada tabel 2, sementara itu tabel 3 menunjukkan *variable* fisiologi pada kedua kelompok. *p-value* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan data karakteristik subjek penelitian antar kelompok baik pada tabel 2 dan tabel 3 ($p > 0.05$). Selain itu, kami tidak menemukan hubungan signifikan antara kadar basal irisin dengan IMT, *fat mass*, *body fat percentage*, serta *fasting blood glucose*, tabel 4.

Tabel 2. Deskriptif Karakteristik Antropometri

Variabel	CONT (n=10)	MICE (n=10)	<i>p</i>
Umur	20.90 \pm 0.99	20.50 \pm 1.08	0.400
IMT (kg/m ²)	28.83 \pm 1.67	28.92 \pm 3.10	0.937
Body Fat (%)	43.19 \pm 2.44	44.29 \pm 4.56	0.510

Data dinyatakan dengan *mean* \pm SD

IMT, index massa tubuh

Nilai *p* diperoleh dengan menggunakan ANOVA

Tabel 3. Deskriptif Karakteristik Fisiologi

Variabel	CONT (n=10)	MICE (n=10)	<i>p</i>
RHR (bpm)	74.00 \pm 8.48	75.00 \pm 6.61	0.772
SBP (mmHg)	114.00 \pm 9.66	116.00 \pm 8.43	0.628
DBP (mmHg)	74.00 \pm 10.74	76.00 \pm 9.66	0.667
SP _O ₂	97.20 \pm 1.31	96.90 \pm 1.19	0.600
FBG (mg/dL)	89.70 \pm 7.63	91.50 \pm 4.76	0.535

Hb (g/dL)	15.11±0.91	14.71±1.54	0.489
-----------	------------	------------	-------

Data dinyatakan dengan *mean*±SD

RHR= *resting heart rate*, SBP= *systolic blood pressure*, DBP= *diastolic blood pressure*, SPO₂= *oxygen saturation*, FBG= *fasting blood glucose*, Hb= *hemoglobin*

Nilai *p* diperoleh dengan menggunakan ANOVA

Tabel 4. Hubungan antara kadar basal irisindengan parameter antropometri dan fisiologi

Variable	Pearson r	P Value
IMT (kg/m ²)	0.325	0.162
BF %	0.424	0.062
FBG (mg/dL)	0.227	0.336

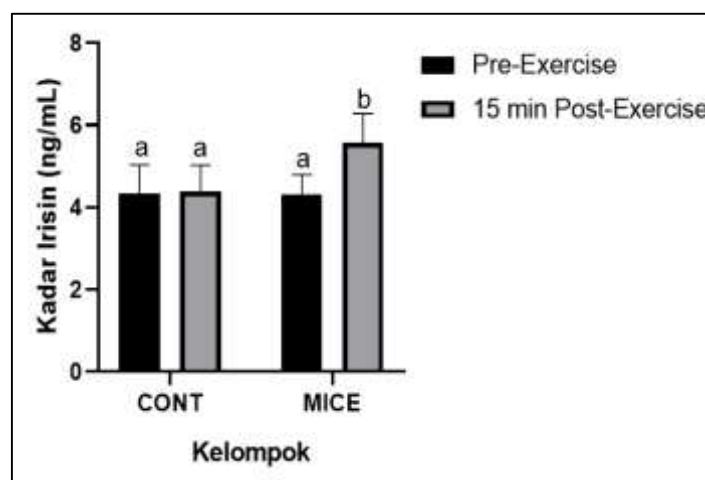
N= 20 (*female*), Data dinyatakan dengan *mean*±SD. IMT= indeks massa tubuh, BF%= *percent body fat*, FBG= *fasting blood glucose*.

Hasil analisis kadar irisin antara *pre-exercise* dan 15 min *post-exercise* pada masing-masing kelompok dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Kadar Irisin antara Pre-Exercise dan 15 min Post-Exercise pada masing-masing Kelompok

Kelompok	n	Parameter	Waktu		<i>p-values</i>
			Pre	15 min	
CONT	10	Irisin (ng/mL)	4.35±0.69 ^a	4.39±0.64 ^a	0.918
MICE	10		4.31±0.49 ^a	5.57±0.71 ^b	0.000*

Nilai berupa *mean*±*standard deviation*. *p-values* dihitung menggunakan *paired t-test*; CONT: Kelompok Kontrol; MICE: Kelompok *Moderate-Intensity Continuous Exercise*, *) Berbeda signifikan



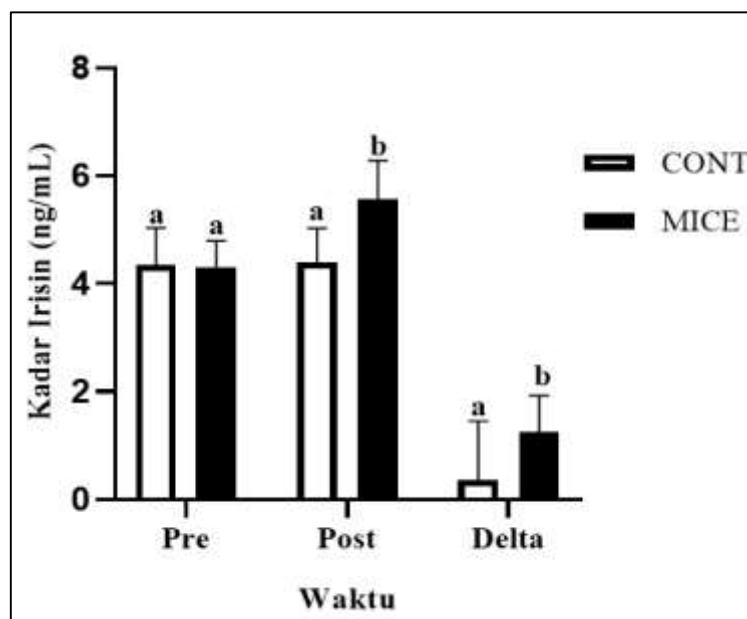
Gambar 2. Kadar Irisin antara *Pre-Exercise* dan 15 min *Post-Exercise* pada Masing-Masing Kelompok

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 2 uji *Paired-Samples T-Test* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan rerata kadar irisin antara *pre-exercise* dan 15 min *post-exercise* pada kelompok CONT ($p>0.05$), sedangkan pada kelompok MICE menunjukkan perbedaan signifikan rerata kadar irisin antara *pre-exercise* dan 15 min *post-exercise* ($p<0.05$). Hasil analisis kadar irisin pada tiap kelompok berdasarkan waktu pengambilan darah dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 3.

Tabel 6. Kadar irisin pada tiap kelompok berdasarkan waktu pengambilan darah

Waktu	Parameter	Kelompok		<i>p-values</i>
		CONT	MICE	
Pre-Exercise		4.35±0.69 ^a	4.31±0.49 _a	0.868
15 min Post-Exercise	Irisin (ng/mL)	4.39±0.64 ^a	5.57±0.71 ^b	0.001*
Delta (Δ) Post - Pre		0.36±1.10 ^a	1.25±0.68 ^b	0.008*

Nilai *p* diperoleh dengan menggunakan ANOVA; *) Berbeda signifikan



Gambar 3. Kadar irisin pada tiap kelompok berdasarkan waktu pengambilan darah

Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 3 terlihat bahwa rerata kadar irisin berdasarkan waktu pengambilan darah *pre-exercise* tidak menunjukkan adanya perbedaan pada masing-masing kelompok, sedangkan berdasarkan waktu

pengambilan darah 15 menit *post-exercise* dan delta (*Post-Pre*) menunjukkan adanya perbedaan. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan rerata kadar irisin *pre-exercise* ($p > 0.05$), sedangkan pada 15 min *post-exercise* dan delta (*Post-Pre*) menunjukkan adanya perbedaan signifikan rerata kadar irisin ($p < 0.05$).

Pembahasan

Sepengetahuan kami, penelitian ini merupakan penelitian pertama yang membahas pengaruh akut *Moderate Intensity Continuous Exercise* (MICE) beserta kelompok tanpa intervensi-kontrol (CONT) terhadap kadar irisin serum saat setelah intervensi 15 menit pada wanita remaja obesitas di pagi hari. Berdasarkan hasil uji ANOVA pada tabel 2 dan tabel 3 menunjukkan bahwa seluruh data karakteristik subjek penelitian pada seluruh kelompok tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$). Oleh karena itu pada tiap kelompok dalam penelitian ini berada pada kondisi yang sama saat sebelum dilakukannya intervensi latihan. Sehingga jika terjadi perubahan kadar serum irisin bukan disebabkan karena faktor karakteristik subjek penelitian, akan tetapi kemungkinan disebabkan karena faktor intervensi.

Pada penelitian ini menggunakan subjek perempuan obesitas dikarenakan perempuan memiliki persentase lemak tubuh yang lebih tinggi daripada pria ([Jackson et al., 2002](#)). Selain itu perempuan juga memiliki tingkat risiko lebih tinggi terjadinya *overweight* ataupun obesitas masing-masing sebesar 1.76 dan 3.43 kali lipat dibandingkan dengan pria ([Sudikno et al., 2015](#)). Berdasarkan tingkat prevalensi, menurut data WHO tahun 2016 perempuan memiliki tingkat risiko obesitas lebih tinggi yakni sebesar 15 %, sementara pria hanya sebesar 11%. Berdasarkan trend yang diamati pada studi jurnal Lancet 2016 menunjukkan bahwa pada tahun 2025 prevalensi obesitas pada perempuan mengalami peningkatan menjadi 21 %, sementara pada laki-laki sebesar 18 % ([Di Cesare et al., 2016](#)), selain itu berdasarkan studi yang dilakukan oleh [Arief et al \(2020\)](#) perempuan memiliki tingkat aktivitas fisik yang lebih rendah sehingga dapat lebih berisiko terjadinya obesitas. Oleh karena itu pada penelitian ini kami berfokus pada subjek perempuan. Sementara itu, subjek dalam penelitian ini diklasifikasikan dengan pengukuran antropometri. Unsur inti antropometri adalah tinggi badan, berat badan, Indeks Massa Tubuh (IMT), lingkar tubuh seperti pinggang, pinggul, tungkai dan ketebalan kulit ([Zhang and Ma, 2018](#)). Namun, secara umum WHO merekomendasikan untuk mengetahui status berat badan dan klasifikasinya dapat menggunakan IMT ([Nuttall, 2015](#); [Zhang and Ma, 2018](#)). Penghitungan IMT yakni hasil berat badan (kg) dibagi dengan tinggi badan dalam meter kuadrat, kemudian hasil nilai tersebut dapat dijadikan acuan untuk mendeteksi berat badan dalam kategori normal ataupun obesitas ([Centers of disease](#)

control and prevention, 2011; Simbolon and Firdausi, 2018). Akan tetapi, IMT menghitung komposisi tubuh keseluruhan tanpa membedakan kadar lemak, otot, ataupun organ lainnya sehingga akurasi IMT masih terlalu rendah (Pasco *et al.*, 2014). Oleh karena itu dalam mengukur komposisi tubuh, selain IMT diperlukan parameter lainnya seperti mengetahui kadar *body fat percentsge* (BF %) (Pasco *et al.*, 2014). Seseorang dapat diklasifikasikan obesitas jika memiliki BF % di atas ≥ 25 % untuk pria, dan ≥ 35 % untuk perempuan (He *et al.*, 2001; Coral *et al.*, 2008; Centers of disease control and prevention, 2011; Pasco *et al.*, 2014). Sehingga pada penelitian ini selain menggunakan IMT, akan digunakan BF % ≥ 35 % sebagai data pendukung untuk mengklasifikasikan subjek dalam kategori obesitas.

Pada hipotesis penelitian kami menyebutkan bahwa kadar irisin serum akan meningkat setelah latihan fisik akut, serta tidak terlalu berbeda signifikan jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Setelah dilakukan analisis telah terkonfirmasi bahwa peningkatan kadar irisin serum secara signifikan terjadi pada kelompok perlakuan MICE pada *pre-test* dan *post-test* 15 menit yang dapat dilihat pada Gambar 2. Hal ini sejalan dengan penelitian Norheim *et al* (2014) setelah latihan fisik (45 menit) dengan *ergocycle* pada subjek usia muda dengan kategori sehat yang menunjukkan bahwa kadar irisin meningkat sesaat sebesar 1.2 fold sebelum kembali menurun setelah 2 jam istirahat (Norheim *et al.*, 2014). Penelitian lainnya oleh Daskalopoulou *et al* (2014) juga berhasil membuktikan bahwa peningkatan kadar irisin dengan tiga kelompok perlakuan yang berbeda juga dapat meningkatkan sekresi irisin sesaat 3 menit setelah latihan fisik (Daskalopoulou *et al.*, 2014). Begitupun dalam studi yang dilakukan pada tahun yang berbeda oleh Winn *et al* (2017) menunjukkan bahwa sekresi irisin juga terjadi peningkatan sebesar 11.9% pada intensitas sedang yang kenaikannya terjadi cukup lama (Winn *et al.*, 2017). Sehingga hipotesis kami sejalan dengan hasil penelitian yang ada. Kenaikan irisin yang terjadi dimungkinkan karena faktor intervensi latihan fisik karena pada penelitian Löffler *et al* (2015) menunjukkan kadar irisin tidak terpengaruh terhadap ritme diurnal dan asupan makanan yang dikontrol serta diamati hingga 12 jam. Sehingga faktor utama intervensi latihan fisik dimungkinkan menjadi faktor penyebab utama naiknya kadar irisin di dalam darah. Kenaikan kadar serum irisin dapat dijelaskan dengan konsentrasi *Adenosine Triphosphat* (ATP) pada otot rangka yang berkurang (Norheim *et al.*, 2014). Adanya gerakan pada otot rangka akan dipengaruhi oleh sistem saraf pusat (Wrann *et al.*, 2013). Gerakan tersebut jika dilakukan secara berulang pada otot rangka akan menyebabkan kadar ATP pada jaringan intraseluler otot akan berkurang. Pada penelitian Huh *et al* (2012) juga menyebutkan intervensi latihan fisik menyebabkan terjadinya penurunan ATP yang diikuti aktivasi glikolisis dalam upaya meresintesis ATP yang hilang.

Penurunan keseimbangan energi akibat ATP yang berkurang akan meningkatkan rasio ADP dan AMP serta menyebabkan aktivasi pada *Adenosine Monofosfat Protein Kinase* (AMPK) (Mihaylova and Shaw, 2012). AMPK akan meningkatkan jumlah NAD⁺ melalui peningkatan oksidasi lemak dengan meningkatkan biogenesisnya melalui Nampt, sehingga aktivitas Sirt1 menginduksi deasetilasi dan menginduksi regulator transkripsi *peroksisom proliferasi-aktivasi reseptor gamma koaktivator-1a* (PGC1 α) yang akan mensintesis *fibronectin type III domain-containing protein 5* (FNDC5) (Canto et al., 2009; Fulco et al., 2008). Susunan protein FNDC5 yang terdiri atas 212 asam amino akan mengalami pembelahan proteolitik, glikosilasi dan dimerisasi sehingga terbentuk susunan protein baru sehingga muncul irisin (Bostrom et al., 2012). Selain itu, mekanisme pada latihan intensitas sedang juga akan meningkatkan *stress* oksidatif sehingga meningkatkan *reactive oxygen species* (ROS). Peningkatan ROS tersebut lebih rendah pada intensitas sedang dibandingkan dengan latihan fisik intensitas tinggi. Peningkatan ROS akan turut berperan aktif dalam mengaktivasi P38MAPK untuk membantu PGC1 α dan FNDC5 dalam mensekresikan irisin (Fernandez-Marcos & Auwerx, 2011). Beberapa rangkaian mekanisme tersebut merupakan alasan yang mengakibatkan terjadinya peningkatan kadar irisin serum pada kelompok intervensi MICE. Sebaliknya, tidak adanya peningkatan secara signifikan pada kelompok kontrol dimungkinkan disebabkan karena tidak adanya mekanisme kontraksi otot sehingga otot tidak dapat mensekresi FNDC5 yang berujung pada pembelahan serta mensekresi irisin ke dalam aliran darah.

SIMPULAN

Moderate Intensity Continuous Exercise (MICE) di pagi hari dapat meningkatkan kadar sekresi irisin basal sesaat setelah latihan fisik pada wanita remaja obesitas. Dengan demikian latihan fisik intensitas sedang sudah cukup mampu berperan sebagai terapi nonfarmakologis untuk membantu menyelesaikan permasalahan obesitas yang prevalensinya terus meningkat. Namun, dalam penelitian ini tidak diamati sekresi irisin pada waktu yang berbeda, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh sekresi irisin dengan waktu pengambilan darah yang berbeda untuk menganalisis pola sekresi irisin di dalam darah saat setelah latihan fisik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang sudah mendukung dana, serta peserta penelitian atas partisipasinya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, N. A., Kuntjoro, B. F. T. and Suroto, S. (2020). Gambaran Aktifitas Fisik Dan Perilaku Pasif Mahasiswa Pendidikan Olahraga Selama Pandemi Covid-19. *Multilateral Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga*, 19(2), p. 175. doi: <https://doi.org/10.20527/multilateral.v19i2.9564>
- Bociek, A. (2019). Irisin - evidence for benefits resulting from physical activity. *European Journal of Biological Research*, 9(3), pp. 165–172. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3385065>
- Bostrom, P. et al. (2012). A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *NATURE*, 481(1), pp. 463–468. doi: <https://doi.org/10.1038/nature10777>
- Bull, F. C. et al. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), pp. 1451–1462. doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Canto, C. et al. (2009) 'AMPK regulates energy expenditure by modulating NAD⁺ metabolism and SIRT1 activity', *Nature*, 458(7241), pp. 1056–1060. doi: <https://doi.org/10.1038/nature07813.AMPK>
- Centers of disease control and prevention (2011). Body mass index: Considerations for practitioners. *CDC*, p. 4. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Body+Mass+Index++Considerations+for+Practitioners#3%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Body+mass+index:+Considerations+for+practitioners#3>.
- Di Cesare, M. et al. (2016). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: A pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *The Lancet*. NCD Risk Factor Collaboration. Open Access article distributed under the terms of CC BY, 387(10026), pp. 1377–1396. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30054-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30054-X)
- Chia, K. S. W. et al. (2017). The benefit of exercise training in pulmonary hypertension: a clinical review. *Internal Medicine Journal*, 47(4), pp. 361–369. doi: <https://doi.org/10.1111/imj.13159>
- Choi, Y. K. et al. (2013). Serum irisin levels in new-onset type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*. Elsevier Ireland Ltd, 100(1), pp. 96–101. doi: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2013.01.007>
- Coral, A. R. et al. (2008). Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *International Journal of Obesity*, 1(32), pp. 959–966. doi: <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.11>
- Daskalopoulou, S. S. et al. (2014). Plasma irisin levels progressively increase in response to increasing exercise workloads in young, healthy, active subjects. *European Journal of Endocrinology*, 171(3), pp. 343–352. doi:

<https://doi.org/10.1530/EJE-14-0204>

- Du, X. L., Jiang, W. X. and Lv, Z. T. (2016). Lower Circulating Irisin Level in Patients with Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Hormone and Metabolic Research*, 48(10), pp. 644–652. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0042-108730>
- Fernandez-Marcos, P. J. and Auwerx, J. (2011). Regulation of PGC-1 α , a nodal regulator of mitochondrial biogenesis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 93(4), pp. 884–890. doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.001917>
- Fulco, M. *et al.* (2008). Glucose Restriction Inhibits Skeletal Myoblast Differentiation by Activating SIRT1 through AMPK-Mediated Regulation of Nampt. *Dev cell*, 14(5), pp. 1–22. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.956839>
- He, M. *et al.* (2001). Body fat determination by dual energy X-ray absorptiometry and its relation to body mass index and waist circumference in Hong Kong Chinese. *International Journal of Obesity*, 1(25), pp. 748–752.
- Hejazi, K. *et al.* (2019). Report of Health Care The Effect of Physical Activity on Adipose Tissue and Skeletal Muscles : A Literature Review. 5(1), pp. 54–62.
- Herrera, C. A. *et al.* (2017). Muscle irisin response to aerobic vs HIIT in overweight female adolescents. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. BioMed Central, pp. 5–11. doi: <https://doi.org/10.1186/s13098-017-0302-5>
- Huh *et al.* (2012). FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism*. Elsevier B.V., 61(12), pp. 1725–1738. doi: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2012.09.002>
- Jackson, A. S. *et al.* (2002). The effect of sex, age and race on estimating percentage body fat from body mass index: The Heritage Family Study. *International Journal of Obesity*, 26(6), pp. 789–796. doi: <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802006>
- Kamaruddin, I. (2020). Penurunan Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Melalui Aktivitas Fisik Senam Bugar Lansia. *Multilateral Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga*, 19(2), p. 128. doi: <https://doi.org/10.20527/multilateral.v19i2.8883>
- Kraemer, R.R., Shockett, P., Webb, N.D., Shah, U. and Castracane, V. D. (2014). A transient elevated irisin blood concentration in response to prolonged, moderate aerobic exercise in young men and women. *Hormone and Metabolic Research*, 46(2), pp. 150–154. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0033-1355381>
- Lee, P., Linderman, Joyce D., *et al.* (2014). Irisin and FGF21 are cold-induced

endocrine activators of brown fat function in humans. *Cell Metabolism*. Elsevier Inc., 19(2), pp. 302–309. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2013.12.017>

- Löffler, D. *et al.* (2015). Serum irisin levels are regulated by acute strenuous exercise. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 100(4), pp. 1289–1299. doi: <https://doi.org/10.1210/jc.2014-2932>
- Luiz, I. *et al.* (2017). Combined training , FNDC5 / irisin levels and metabolic markers in obese men : A randomised controlled trial. 1391(March). doi: <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1296025>
- Mannerkorpi, K., Landin-Wilhelmsen, K., Larsson, A., Cider, Å., Arodell, O., & Bjersing, J. L. (2017). Acute effects of physical exercise on the serum insulin-like growth factor system in women with fibromyalgia. *BMC musculoskeletal disorders*, 18(1), 1-8.
- Mazur-bialy, A. I. and Poche, E. (2017). Anti-Inflammatory Properties of Irisin , Mediator of Physical Activity, Are Connected with TLR4 / MyD88 Signaling Pathway Activation. *International Journal of Molecular Sciences Article*, 18(701), pp. 1–11. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms18040701>
- Mihaylova, M. M. and Shaw, R. J. (2012). The AMP-activated protein kinase (AMPK) signaling pathway coordinates cell growth, autophagy, & metabolism. *Nature Cell biology*, 13(9), pp. 1016–1023. doi: <https://doi.org/10.1038/ncb2329>
- Mulhim, M. (2020). Perbandingan Pengaruh Pelatihan Senam Jantung Sehat Seri Ii Dan Senam Kesegaran Jasmani 2000 Terhadap Kebugaran Jasmani. *Jurnal Multilateral*, 13(2), pp. 165–184. doi: <https://doi.org/10.20527/multilateral.v13i2.2490>
- Norheim, F. *et al.* (2014). The effects of acute and chronic exercise on PGC-1 α , irisin and browning of subcutaneous adipose tissue in humans. *FEBS journal*, 281(2014), pp. 739–749. doi: 10.1111/febs.12619.
- Nuttall, F. Q. (2015). Body mass index: Obesity, BMI, and health: A critical review. *Nutrition Today*, 50(3), pp. 117–128. doi: <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000092>
- Paley, C. A. and Johnson, M. I. (2018). Abdominal obesity and metabolic syndrome: Exercise as medicine?. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 10(1), pp. 1–8. doi: <https://doi.org/10.1186/s13102-018-0097-1>
- Pasco, J. A. *et al.* (2014). Body mass index and measures of body fat for defining obesity and underweight: A cross-sectional, population-based study. *BMC Obesity*, 1(1), pp. 1–7. doi: <https://doi.org/10.1186/2052-9538-1-9>
- Pedersen, B. K. and Febbraio, M. A. (2012). Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*. Nature Publishing Group, 8(8), pp. 457–465. doi:

<https://doi.org/10.1038/nrendo.2012.49>

- Pedersen, B. K. and Saltin, B. (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(SUPPL. 1), pp. 3–63. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00520.x>
- Perakakis, N. et al. (2017). Physiology and role of irisin in glucose homeostasis. *Nature Reviews Endocrinology*. Nature Publishing Group, 13(6), pp. 324–337. doi: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.221>
- Simbolon, M. E. M. and Firdausi, D. K. A. (2018). Asosiasi Antara Indeks Massa Tubuh, Kebugaran Tubuh Bagian Atas Dan Daya Tahan Respirasi Di Kalangan Remaja. *Journal Physical Education, Health and Recreation*, 2(2), p. 118. doi: <https://doi.org/10.24114/pjkr.v2i2.9555>
- Soori, R. et al. (2016). The Effect of Submaximal Aerobic Training on Serum Irisin Level in Obese Men; with Emphasis on the Role of Irisin in Insulin-Resistance Change. *Majallah-i dānishgāh-i ulūm-i pizishkī-i Arāk*, 19(4), pp. 20–30.
- Sudikno, S. et al. (2015). Faktor Risiko Overweight dan Obese pada Orang Dewasa di Indonesia (Analisis Data Riset Kesehatan Dasar 2013 (Analisis Data Riset Kesehatan Dasar 2013)). *Gizi Indonesia*, 38(2), p. 91. doi: <https://doi.org/10.36457/gizindo.v38i2.183>
- Tsuchiya, Y. et al. (2014). High-intensity exercise causes greater irisin response compared with low-intensity exercise under similar energy consumption. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 233(2), pp. 135–40. doi: <https://doi.org/10.1620/tjem.233.135.Correspondence>
- Tsuchiya, Y., Mizuno, S. and Goto, K. (2018). Irisin response to downhill running exercise in humans. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 22(2), pp. 12–17. doi: <https://doi.org/10.20463/jenb.2018.0011>
- Ulven, S. M. et al. (2015). An acute bout of exercise modulate the inflammatory response in peripheral blood mononuclear cells in healthy young men. *Archives Of Physiology And Biochemistry*. Informa UK Ltd, pp. 1–9. doi: <https://doi.org/10.3109/13813455.2014.1003566>
- Wadley, A. J. et al. (2015). Low volume – high intensity interval exercise elicits antioxidant and anti-inflammatory effects in humans. *Journal of Sports Sciences*, 1(April 2015), pp. 37–41. doi: <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1035666>
- Wang, G. et al. (2019). Regulation of UCP1 and Mitochondrial Metabolism in Brown Adipose Tissue by Reversible Succinylation Article Regulation of UCP1 and Mitochondrial Metabolism in Brown Adipose Tissue by Reversible Succinylation. *moleccular cell*. Elsevier Inc., 74(1), pp. 1–14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molcel.2019.03.021>
- WHO (2019). *World Health Statitics Overview 2019 Monitoring Health for the SDGs*.

- Winn, N. C. *et al.* (2017). Plasma irisin modestly increases during moderate and high-intensity afternoon exercise in obese females. *PLoS ONE*, 12(1), pp. 1–12. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170690>
- Wrann, C. D. *et al.* (2013). Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1 α /FNDC5 pathway. *Cell Metabolism*, 18(5), pp. 617–632. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2013.09.008.Exercise>
- Zhang, N. and Ma, G. (2018). WHO Guideline: Assessing and Managing Children at Primary Health-care Facilities to Prevent overweight and Obesity in the Context of the Double Burden of Malnutrition, *Global Health Journal*. doi: [https://doi.org/10.1016/s2414-6447\(19\)30136-8](https://doi.org/10.1016/s2414-6447(19)30136-8)
- Zhang, T. *et al.* (2017). Long-term Impact of Temporal Sequence from Childhood Obesity to Hyperinsulinemia on Adult Metabolic Syndrome and Diabetes: The Bogalusa Heart Study. *Scientific Reports*. Nature Publishing Group, 7(February), pp. 1–7. doi: <https://doi.org/10.1038/srep43422>