

Efek Akut Latihan Interval Intensitas Moderat dan Latihan Kontinyu Intensitas Moderat Terhadap Tekanan Darah, Denyut Nadi dan Saturasi Oksigen pada Remaja Pria yang Sehat

Yanuar Alfian Triardhana^{1*}, Andri Suyoko², Tri Wahyu Aga Seputra³, Adi Pranoto⁴

^{1,2}Pendidikan Kepeleatihan Olahraga, Fakultas Ilmu Olahraga, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

³Ilmu Kesehatan Olahraga, Fakultas Kedokteran, Airlangga University, Surabaya, Indonesia

⁴Program Doktor Ilmu Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

*Corresponding Author: yanuartriardhana@unesa.ac.id

Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh latihan interval dan continuous intensitas sedang terhadap tekanan darah, heart rate, dan saturasi oksigen pada laki-laki remaja yang sehat. Sebanyak 14 remaja laki-laki usia 21-25 tahun, indeks massa tubuh (IMT) 18.5 – 22.9 kg/m², tidak memiliki riwayat penyakit kronis terlibat dengan sukarela dalam penelitian. Secara random subjek dibagi menjadi dua kelompok, yaitu MIIE ($n = 7$, moderate-intensity interval exercise), MICE ($n = 7$, moderate-intensity continuous exercise). Interval exercise dimulai dengan pemanasan, yaitu berlari di atas treadmill pada intensitas 50%-55% HR_{max} selama 5 menit, lalu di tambah 2 menit pada intensitas 65%-70% HR_{max}. Selanjutnya berlari di atas treadmill menggunakan metode interval dengan intensitas 65%-70% HR_{max} sebanyak 4 set, dengan kerja 4 menit intensitas 65%-70% dan diselingi 3 menit pemulihan aktif pada 50%-55% HR_{max} antara setiap interval dan diakhiri dengan pendinginan selama 5 menit pada intensitas 50%-55% HR_{max}. Continuous exercise dilakukan dengan berlari di atas treadmill dengan rincian latihan, yaitu pemanasan selama 5 menit menggunakan treadmill, dengan intensitas 50%-55% HR_{max} dan dilanjutkan berlari secara terus-menerus di atas treadmill dengan intensitas 65%-70% selama 30 menit. Latihan diakhiri dengan pendinginan selama 5 menit dengan intensitas 50%-55% HR_{max}. Teknik analisis data menggunakan uji beda Mann-Whitney Test dengan software SPSS versi 21. Hasil yang didapatkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan tekanan darah, heart rate, dan saturasi oksigen antara pre-exercise, post-exercise, dan pasca 1 jam latihan pada MIIE dan MICE ($p > 0.05$). Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa moderate-intensity interval exercise maupun moderate-intensity continuous exercise tidak memiliki pengaruh yang bermakna pada tekanan darah, heart rate, dan saturasi oksigen.

Kata kunci: Latihan interval, latihan kontinyu, tekanan darah, denyut nadi, saturasi oksigen

Abstract

This study aims to analyze the effect of moderate intensity interval and continuous training on blood pressure, heart rate, and oxygen saturation in healthy male adolescents. A total of 14 male adolescents aged 21-25 years, body mass index (BMI) 18.5 – 22.9 kg/m², with no history of chronic disease were voluntarily involved in the study. Subjects were randomly divided into two groups, namely MIIE ($n = 7$, moderate-intensity interval exercise), MICE ($n = 7$, moderate-intensity continuous exercise). Interval exercise begins with a warm-up, which is running on a treadmill at an intensity of 50%-55% HR_{max} for 5 minutes, then add 2 minutes at an intensity of 65%-70% HR_{max}. Then run on the treadmill using the interval method with an intensity of 65% -70% HR_{max} for 4 sets, with 4 minutes of work with an intensity of 65% -70% and interspersed with 3 minutes of active recovery at 50% -55% HR_{max} between each interval and ending with a cool down for 5 minutes at an intensity of 50%-55% HR_{max}. Continuous exercise is done by running on a treadmill with training details, namely warming up for 5 minutes using a treadmill, with an intensity of 50% -55% HR_{max} and continuing to run continuously on a treadmill with an intensity of 65% -70% for 30 minutes. Exercise ends with a cool down for 5 minutes with an intensity of 50% -55% HR_{max}. The data analysis technique used the Mann-Whitney test with SPSS software version 21. The results showed that there were no significant differences in blood pressure, heart rate, and oxygen saturation between pre-exercise, post-exercise, and after 1 hour of exercise on MIIE and MICE ($p > 0.05$). Based on the results of the study, it was concluded that moderate-intensity interval exercise and moderate-intensity continuous exercise had no significant effect on blood pressure, heart rate, and oxygen saturation.

Keywords: Interval exercise, continuous exercise, blood pressure, heart rate, oxygen saturation.

Pendahuluan

Latihan fisik yang dilakukan secara teratur, terukur, berkesinambungan, dan berkelanjutan memiliki dampak positif dalam meningkatkan kualitas kesehatan (Pranoto et al., 2020; Simioni et al., 2018). Hal ini karena latihan fisik yang dilakukan dapat berdampak terhadap perubahan indikator fisiologis tubuh seperti tekanan darah, detak jantung, dan saturasi oksigen (Giuliani et al., 2016). Pada tahun 2018, WHO meluncurkan *More Active People for a Healthier World*, dimana sebuah aksi secara global terkait dengan latihan fisik termasuk target dalam penurunan relatif 15% dari prevalensi global dalam latihan fisik yang tidak mencakupi pada tahun 2030 dari remaja sampai orang dewasa (Guthold et al., 2020). Selain itu, telah dijelaskan bahwa efek menguntungkan yang timbul dari latihan fisik dalam penelitian dengan data terbaru, menunjukkan tentang efek positif latihan fisik terhadap kematian secara menyeluruh (Thivel et al., 2018). Latihan fisik dapat meningkatkan pertumbuhan dan mencegah penuaan serta mengurangi risiko penyakit degeneratif (Hupin et al., 2015; Rejeki et al., 2022; Sugiharto et al., 2022), seperti penyakit terkait kardiovaskular, dan penyakit terkait kanker (Je et al., 2013). Latihan fisik merupakan kegiatan yang terstruktur, sudah direncanakan dan dilakukan secara berkesinambungan serta bertujuan sebagai peningkatan atau pemeliharaan kebugaran fisik (Pranoto et al., 2020). Latihan interval merupakan sebuah pengulangan latihan fisik dengan intensitas yang padat dengan periode istirahat aktif sebagai pemulihan (Li et al., 2021), sedangkan latihan *continuous* merupakan latihan yang dilakukan secara berkelanjutan dengan intensitas rendah dan sedang yang dilakukan selama 20 menit atau lebih tanpa masa pemulihan atau istirahat (Meckel et al., 2018). Namun, di samping efek positif yang diperoleh dari latihan fisik, ternyata juga ditemukan efek negatif dari latihan fisik yang dilakukan (Guthold et al., 2020).

Latihan yang dilakukan secara teratur dikaitkan dengan berbagai perubahan fisiologis tubuh ke arah positif (Rejeki et al., 2021). Saat latihan, otot tubuh akan mengonsumsi *Adenosine triphosphate* (ATP) dan oksigen pada tingkat yang lebih tinggi dibandingkan saat istirahat, untuk mengkompensasi peningkatan yang terjadi sistem saraf tubuh akan meningkatkan curah jantung selama latihan yang dapat dikaitkan dengan peningkatan volume sekuncup dan peningkatan denyut jantung (Giuliani et al., 2016), sehingga saturasi oksigen dalam darah juga mengalami peningkatan. Telah dilaporkan banyak studi yang menjelaskan bahwa detak jantung yang tinggi memiliki tingkat risiko yang tinggi pula pada penyebab kematian dan juga kejadian kardiovaskular (Perret-Guillaume et al., 2009). Peningkatan risiko kardiovaskular yang terjadi berkaitan dengan peningkatan detak jantung, hal ini sebanding dengan peningkatan risiko yang diamati dengan menggunakan tekanan darah tinggi (Perret-Guillaume et al., 2009). Hal ini

karena peningkatan detak jantung sebanyak 10 kali per menit dikaitkan dengan peningkatan risiko kematian jantung sebesar 20% (Perret-Guillaume et al., 2009). Guimarães et al. (2010) dalam studinya melaporkan bahwa latihan direkomendasikan dalam menurunkan tekanan darah pada subjek hipertensi. Namun, latihan fisik yang dilakukan dengan intensitas tinggi dalam jangka waktu yang lama menyebabkan penurunan saturasi oksigen (Abicht et al., 2014). Oleh karena itu, untuk menanggulangi beberapa risiko yang terjadi perlu dilaksanakan penelitian yang berkesinambungan tentang efek latihan terhadap perubahan fisiologis tubuh kearah positif. Karena dasar hal tersebutlah maka pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efek akut latihan interval dan *continuous* intensitas moderat terhadap perubahan tekanan darah, *heart rate*, dan saturasi oksigen pada laki-laki remaja yang sehat.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian *true eksperimental* dengan rancangan penelitian *two group pretest-posttest design* yang menggunakan subjek 14 remaja laki-laki, usia 21-25 tahun, indeks massa tubuh (IMT) 18.5 – 22.9 kg/m², dan tidak memiliki riwayat penyakit kronis tertentu. Sebelum melakukan latihan, seluruh subjek penelitian telah mendapatkan informasi baik secara lisan maupun tulisan mengenai penelitian ini dan seluruh subjek penelitian telah menyetujui dengan menandatangani *informed consent*. Seluruh prosedur penelitian ini telah mendapat persetujuan oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan, di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Surabaya No. 181/EC/KEPK/FKUA/2019.

Program latihan yang diberikan diawasi langsung oleh petugas profesional dari Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang, Malang, Jawa Timur, Indonesia. Secara random subjek dibagi menjadi dua kelompok, yaitu MIIIE ($n = 7$, *moderate intensity interval exercise*), MICE ($n = 7$, *moderate intensity continuous exercise*). Aktivitas fisik metode interval dilakukan dengan alat *treadmill* dengan intensitas 65-70% dari HRmax (*Heart Rate Maximal*), HRmax ditentukan dengan rumus yaitu $HR_{max} = 220 - \text{Usia}$ (Sugiharto et al., 2021). Aktivitas fisik pada kelompok interval diawali dengan pemanasan aktif dengan cara berlari di *treadmill* pada intensitas 50%-55% HRmax selama 5 menit, selanjutnya intensitas dinaikkan pada 65%-70% HRmax selama 2 menit. Selanjutnya dilakukan kegiatan inti berlari di *treadmill* metode interval dengan intensitas 65%-70% (moderat) HRmax sebanyak 4 set, dilakukan selama 4 menit intensitas 65%-70% dan dibarengi dengan 3 menit pemulihan aktif intensitas 50%-55% HRmax antara setiap interval. Aktivitas fisik interval ditutup dengan *cooling down* aktif pada *treadmill* dengan intensitas 50%-55% HRmax, dan dilakukan selama 5 menit (Hannan et al., 2018; Komala et al., 2016; Rodriguez et al., 2018). Aktivitas fisik metode kontinyu juga

dilakukan dengan *treadmill*. Peserta yang melakukan aktivitas fisik moderat mengawali kegiatan dengan pemanasan aktif menggunakan *treadmill* pada intensitas 50%-55% HRmax (WU) selama 5 menit. Selanjutnya peserta melakukan lari secara berkelanjutan pada *treadmill* selama 30 menit (RUN) pada intensitas 65%-70% tanpa jeda. Aktivitas fisik kontinu ditutup dengan *cooling down* aktif pada *treadmill* dengan intensitas 50%-55% HRmax, dan dilakukan selama 5 menit (CD) (Hannan et al., 2018; Komala et al., 2016; Rodriguez et al., 2018).

Pengukuran tinggi badan dilakukan dengan *staturemeter* satuan pengukuran sentimeter. Pengukuran berat badan menggunakan *electronic scale* (Tech 05®, China). Penghitungan Indeks Masa Tubuh (IMT) dilakukan dengan menghitung berat badan (kg) dibagi dengan tinggi badan kuadrat (m²). Pemeriksaan tekanan darah menggunakan tensi meter digital OMRON (Omron Co., Osaka, Japan) pada bagian lengan yang non dominan sebanyak 3 kali berturut dengan interval 1-2 menit, kemudian diambil nilai rata-rata dari pengukuran tersebut. *Monitoring heart rate* saat latihan menggunakan polar heart rate monitor (Polar H10 Heart Rate Sensor, Inc., USA). Pengukuran *heart rate pre-exercise, after 1 hours* dan pengukuran saturasi oksigen menggunakan *Pulse Oximeter* (PO 30 Pulse Oximeter, Beurer North America LP, 900 N Federal Highway, Suite 300, Hallandale Beach, FL 33009). Analisis statistik menggunakan software *Statistic Package for Social Science* (SPSS) versi 21 (SPSS Inc., Chicago, IL., USA). Analisis yang dilakukan menggunakan uji beda Mann-Whitney U Test. Seluruh analisis statistika menggunakan taraf signifikansi ($p < 0.05$).

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis data karakteristik subjek penelitian pada dua kelompok, yaitu MIIE, MICE disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Data Karakteristik Subjek Penelitian

Parameter	Deskriptif (mean±SD)	Mann-Whitney Test p-value
<i>Age (years)</i>	22.9±1.6	0.738
<i>Body Weight (kg)</i>	59±3.4	0.243
<i>Body Height (cm)</i>	167.6±3.2	0.151
<i>BMI (kg/m²)</i>	20.9±0.8	0.654
<i>HRmax (bpm)</i>	197±1.6	0.738
<i>VO2max (ml/kg/min)</i>	38.9±3.6	0.700

Keterangan: BMI: Body mass index; HRmax: Heart rate maximal; MIIE: Moderate-intensity interval exercise; MICE: Moderate-intensity continuous exercise. *p*-Value didapatkan dengan menggunakan uji beda Mann-Whitney Test. Seluruh data ditampilkan dengan mean ± standart deviasi (SD).

Berdasarkan Tabel 1 hasil analisis uji beda Mann-Whitney Test menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada rerata data karakteristik penelitian pada masing-

masing kelompok. Hasil analisis rata-rata tekanan darah, heart rate, dan saturasi oksigen berdasarkan waktu pemeriksaan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Tekanan Darah, Heart Rate, dan Saturasi Oksigen Berdasarkan Waktu Pemeriksaan

<i>Time</i>	Deskriptif (mean±SD)	<i>Mann-Whitney Test</i> <i>p-value</i>
<i>Systolic Blood Pressure</i>		
<i>Pre-Exercise</i>	120±5.5	0.335
<i>Post-Exercise</i>	125±11.6	0.411
<i>After 1 hours</i>	115±6.5	0.827
<i>Dyastolic Blood Pressure</i>		
<i>Pre-Exercise</i>	76.4±7.4	0.774
<i>Post-Exercise</i>	74.2±7.5	0.363
<i>After 1 hours</i>	71.4±6.6	1.000
<i>Heart Rate (bpm)</i>		
<i>Pre-Exercise</i>	71±7.5	0.249
<i>Post-Exercise</i>	136.7±9	0.701
<i>After 1 hours</i>	72.7±12.6	0.563
<i>Oxygen Saturation (%)</i>		
<i>Pre-Exercise</i>	97.2±1.3	0.285
<i>Post-Exercise</i>	97.5±0.6	0.827
<i>After 1 hours</i>	97.5±1.1	0.619

Keterangan: MIIE: Moderate-intensity interval exercise; MICE: Moderate-intensity continuous exercise. *p*-Value didapatkan dengan menggunakan uji beda Mann-Whitney Test. Seluruh data ditampilkan dengan mean ± standart deviasi (SD).

Berdasarkan Tabel 2 hasil analisis uji beda Mann-Whitney Test menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan rerata tekanan darah sistolik *pre-exercise*, *post-exercise*, dan pasca 1 jam latihan antara kelompok MIIE dengan MICE ($p > 0.05$). Kemudian rerata tekanan darah diastolik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan dari *pre-exercise*, *post-exercise*, dan pasca 1 jam latihan antara kelompok MIIE dengan MICE ($p > 0.05$). Begitu pula rerata *heart rate* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan dari *pre-exercise*, *post-exercise*, dan pasca 1 jam latihan antara kelompok MIIE dengan MICE ($p > 0.05$). Demikian juga rerata saturasi oksigen menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan dari *pre-exercise*, *post-exercise*, dan pasca 1 jam latihan antara kelompok MIIE dengan MICE ($p > 0.05$).

Berdasarkan hasil analisis uji beda Mann-Whitney Test menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada tekanan darah *pre-exercise*, *post-exercise*, dan pasca 1 jam latihan ($p > 0.05$). Telah dijelaskan dengan baik bahwa latihan *continuous* dan latihan interval bermanfaat untuk mengontrol tekanan darah (Guimarães et al., 2010). Namun, beberapa faktor dapat terlibat dalam penurunan tekanan darah yang terjadi akibat latihan, tetapi

telah dijelaskan bahwa peningkatan resistensi pembuluh perifer yang terjadi memiliki peran yang lebih penting (Guimarães et al., 2010). Efek anti-hipertensi yang didapatkan dari latihan terjadi karena terdapat penurunan aktivitas sistem saraf simpatik (Mueller, 2007), penurunan pada *arterial* kontrol *baroreflex* (La Rovere & Pinna, 2014), dan juga peningkatan pada produksi dan aksi oksidasi nitrat (fungsi endotel) (Maeda et al., 2001).

Temuan lain dalam penelitian ini yaitu tidak terdapat perbedaan yang berarti pada *heart rate pre-exercise, post-exercise*, dan pasca 1 jam latihan ($p > 0.05$). Sejalan dengan pernyataan tersebut, pemberian latihan interval dan *continuous* pada mahasiswa sehat tidak memberikan efek yang signifikan pada konsumsi energi selama latihan (Jung et al., 2019). Hal tersebut diasumsikan dengan tidak adanya perbedaan yang berarti pada *heart rate* antara latihan interval dan latihan *continuous*. Namun, hasil penelitian yang dilakukan oleh (Seputra et al., 2022) menjelaskan bahwa pemberian latihan akut *continuous* dan modifikasi interval secara signifikan dapat menurunkan *heart rate post-exercise* pada atlet non-profesional shorinji kempo. Hal itu dikarenakan pada saat terjadinya peningkatan pada tonus *parasimpatis* dan juga penurunan respons terhadap stimulasi beta-adrenergik yang berkontribusi dalam penurunan *heart rate* istirahat setelah melakukan latihan fisik secara teratur (Bahrainy et al., 2016; Seputra et al., 2022). Selain itu, latihan yang dilakukan akan mengakibatkan beberapa perubahan fisiologis dalam tubuh antara lain peningkatan detak jantung. Faktanya, *katekolamin* yang bersirkulasi dalam tubuh akan bertanggung jawab mempertahankan kondisi *takikardia* (detak jantung lebih dari 100 beat per menit) selamat latihan (Donaldson et al., 2019; Li et al., 2021). Hasil lain dalam penelitian ini yaitu tidak terdapat perbedaan yang berarti pada saturasi oksigen *pre-exercise, post-exercise*, dan pasca 1 jam latihan ($p > 0.05$). Selaras dengan studi yang telah dilaksanakan (Jung et al., 2019) bahwa setelah pemberian latihan interval dan latihan *continuous* pada mahasiswa sehat tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada konsumsi energi selama latihan yang diantaranya variabel konsumsi oksigen total. Seperti yang telah dijelaskan bahwa saat melakukan latihan, otot tubuh akan membutuhkan dan mengonsumsi ATP sehingga terjadi peningkatan asupan oksigen yang lebih tinggi dibandingkan saat istirahat, untuk mengkompensasi peningkatan yang terjadi sistem saraf tubuh akan meningkatkan curah jantung selama latihan yang dapat dikaitkan dengan peningkatan volume sekuncup dan peningkatan denyut jantung (Giuliani et al., 2016), sehingga saturasi oksigen dalam darah juga mengalami peningkatan. Intensitas latihan yang lebih besar mengarah pada peningkatan defisit oksigen yang lebih lanjut pada awal latihan, sehingga akan mempengaruhi sifat homeostasis dalam tubuh dan akan menghasilkan asupan oksigen setelah latihan yang lebih besar (Jung et al., 2019).

Telah dijelaskan dengan baik bahwa hasil temuan dari penelitian ini pada semua variabel penelitian yaitu tekanan darah, *heart rate*, dan saturasi oksigen *pre-exercise*, *post-exercise*, dan pasca 1 jam latihan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari kedua kelompok. Hal tersebut diasumsikan karena pada penelitian ini seluruh subjek telah dikontrol oleh tim peneliti mulai dari data awal karakteristik subjek penelitian, *heart rate* latihan, dan intensitas latihan yang diberikan. Hal itu diperkuat oleh data awal karakteristik seluruh subjek penelitian mulai dari berat badan, usia, indeks masa tubuh, tinggi badan, *heart rate* maksimal, dan *vo2max* tidak memiliki perbedaan yang berarti (Tabel 1). Sehingga peneliti mengasumsikan bahwa pengontrolan kondisi awal dan kondisi saat diberikan latihan akan memberikan dampak antara lain, tidak terdapat perbedaan yang berarti pada tekanan darah *pre-exercise*, *post-exercise*, dan pasca 1 jam latihan.

Keterbatasan dalam penelitian ini yaitu meliputi (1) Kurangnya parameter penelitian yang diteliti untuk menjelaskan efek dari latihan akut interval dan *continuous*, (2) Tidak adanya kelompok kontrol, (3) Penelitian ini hanya melakukan latihan secara akut. Pertama, penelitian ini hanya mengukur rerata tekanan darah, *heart rate*, dan saturasi oksigen. Oleh karena itu, studi masa depan harus lebih mencakup parameter yang lebih dalam guna memberikan informasi terkait efek latihan interval dan *continuous* secara akut. Kedua, dalam penelitian ini tidak terdapat kelompok kontrol tanpa melakukan intervensi latihan. Maka dari itu, pada penelitian di masa datang perlu ditambahkan kelompok kontrol dengan tujuan sebagai pembandingan dengan kelompok yang diberikan intervensi latihan. Ketiga, dalam penelitian ini hanya melakukan latihan yang bersifat akut. Sehingga, penelitian yang lebih lanjut diharapkan dapat memberikan intervensi secara kronik. Seluruh hasil yang telah dijelaskan diharapkan dapat berguna sebagai literasi dan penentuan tipe atau jenis latihan yang paling baik.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian latihan interval intensitas moderat dan latihan *continuous* intensitas *moderate* yang dilakukan 40 menit/sesi dengan intensitas 65% HR_{max} sampai 70 % HR_{max} pada seluruh variabel yaitu tekanan darah, *heart rate*, dan saturasi oksigen berdasarkan waktu pemeriksaan *pre-exercise*, *post-exercise*, dan pasca 1 jam latihan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua jenis latihan.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terimakasih kepada Dr. Gadis Meinar Sari, dr., M.Kes. dan Prof. Dr. Paulus Liben, dr., M.S. Kami mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang yang telah memberikan fasilitas dalam proses

penelitian. Kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh peserta penelitian termasuk tim peneliti dan subjek penelitian atas partisipasi mereka dalam penelitian ini.

Daftar Rujukan

- Abicht, C., Blake, M., Harmann, C., Melnick, B., & Potter, M. (2014). The Effects of Exercise Induced Increases in Heart Rate and Decreases in Blood Oxygen. *Journal of Advanced Student Science*, 01, 1–19.
- Bahrainy, S., Levy, W. C., Busey, J. M., Caldwell, J. H., & Stratton, J. R. (2016). Exercise training bradycardia is largely explained by reduced intrinsic heart rate. *International Journal of Cardiology*, 222(2016), 213–216. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.07.203>
- Donaldson, J. A., Wiles, J. D., Coleman, D. A., Papadakis, M., Sharma, R., & O’Driscoll, J. M. (2019). Left Ventricular Function and Cardiac Biomarker Release—The Influence of Exercise Intensity, Duration and Mode: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 49(8), 1275–1289. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01142-5>
- Giuliani, C., Kern, J., Kleitsch, M., Lukes, C., & Zajac, J. (2016). Effects of Exercise-Induced Changes in Blood Pressure , Heart Rate , and Oxygen Saturation on Visual Reaction Time. *University of Wisconsin – Madison, Department of Physiology*.
- Guimarães, G. V., Ciolac, E. G., Carvalho, V. O., D’Avila, V. M., Bortolotto, L. A., & Bocchi, E. A. (2010). Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. *Hypertension Research*, 33(6), 627–632. <https://doi.org/10.1038/hr.2010.42>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *The Lancet Child and Adolescent Health*, 4(1), 23–35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
- Hannan, A. L., Hing, W., Climstein, M., Coombes, J. S., Byrnes, J., & Furness, J. (2018). *High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation : a systematic review and*. 1–17.
- Hupin, D., Roche, F., Gremeaux, V., Chatard, J. C., Oriol, M., Gaspoz, J. M., Barthélémy, J. C., & Edouard, P. (2015). Even a low-dose of moderate-to-vigorous physical activity reduces mortality by 22% in adults aged ≥ 60 years: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1262–1267. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094306>
- Je, Y., Jeon, J. Y., Giovannucci, E. L., & Meyerhardt, J. A. (2013). Association between physical activity and mortality in colorectal cancer: A meta-Analysis of prospective cohort studies. *International Journal of Cancer*, 133(8), 1905–1913. <https://doi.org/10.1002/ijc.28208>
- Jung, W.-S., Hwang, H., Kim, J., Park, H.-Y., & Lim, K. (2019). Effect of interval exercise versus continuous exercise on excess post-exercise oxygen consumption during energy-homogenized exercise on a cycle ergometer. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 23(2), 45–50. <https://doi.org/10.20463/jenb.2019.0016>
- Komala, R., Riyadi, H., & Setiawan, D. B. (2016). LATIHAN INTENSITAS SEDANG DAN BERAT MEMPERBAIKI VO 2 MAX, INDEKS MASSA TUBUH, DAN PERSEN LEMAK TUBUH REMAJA OBES (Moderate and high exercise intensities improve VO 2 max, body mass index, and percent of body fat in obese adolescents). *J. Gizi Pangan*,

11(3), 211–218.

- La Rovere, M. T., & Pinna, G. D. (2014). Beneficial effects of physical activity on baroreflex control in the elderly. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 19(4), 303–310. <https://doi.org/10.1111/anec.12170>
- Li, D., Chen, P., & Zhu, J. (2021). The effects of interval training and continuous training on cardiopulmonary fitness and exercise tolerance of patients with heart failure—a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph18136761>
- Maeda, S., Miyauchi, T., Kakiyama, T., Sugawara, J., Iemitsu, M., Irukayama-Tomobe, Y., Murakami, H., Kumagai, Y., Kuno, S., & Matsuda, M. (2001). Effects of exercise training of 8 weeks and detraining on plasma levels of endothelium-derived factors, endothelin-1 and nitric oxide, in healthy young humans. *Life Sciences*, 69(9), 1005–1016. [https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(01\)01192-4](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(01)01192-4)
- Meckel, Y., Zach, S., Eliakim, A., & Sindiani, M. (2018). The interval-training paradox: Physiological responses vs. subjective rate of perceived exertion. *Physiology and Behavior*, 196(April 2018), 144–149. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.08.013>
- Mueller, P. J. (2007). Exercise training and sympathetic nervous system activity: Evidence for physical activity dependent neural plasticity. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 34(4), 377–384. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2007.04590.x>
- Perret-Guillaume, C., Joly, L., & Benetos, A. (2009). Heart Rate as a Risk Factor for Cardiovascular Disease. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 52(1), 6–10. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2009.05.003>
- Pranoto, A., Wahyudi, E., Prasetya, R. E., Fauziyah, S., Kinanti, R. G., Sugiharto, & Rejeki, P. S. (2020). High intensity exercise increases brain derived neurotrophic factor expression and number of hippocampal neurons in rats High intensity exercise increases brain derived neurotrophic factor expression and number of hippocampal neurons in rats. *Comparative Exercise Physiology*, 16(4), 325–332. <https://doi.org/10.3920/CEP190063>
- Rejeki, P. S., Baskara, P. G., Herawati, L., Pranoto, A., Setiawan, H. K., Lesmana, R., & Halim, S. (2022). Moderate-intensity exercise decreases the circulating level of betatrophin and its correlation among markers of obesity in women. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 33(6), 769–777. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2021-0393>
- Rejeki, P. S., Pranoto, A., Prasetya, R. E., & Sugiharto, S. (2021). Irisin serum increasing pattern is higher at moderate-intensity continuous exercise than at moderate-intensity interval exercise in obese female. *Comparative Exercise Physiology*, 1–10. <https://doi.org/10.3920/CEP200050>
- Rodriguez, A. L., Whitehurst, M., Fico, B. G., Dodge, K. M., Ferrandi, P. J., Pena, G., Adelman, A., & Huang, C. J. (2018). Acute high-intensity interval exercise induces greater levels of serum brain-derived neurotrophic factor in obese individuals. *Experimental Biology and Medicine*, 243(14), 1153–1160. <https://doi.org/10.1177/1535370218812191>
- Seputra, T. W. A., Suyoko, A., Rejeki, P. S., Pranoto, A., Lilik, H., Andarianto, A., Yosika, G. F., Izzatunnisa, N., & Wahab, M. K. A. (2022). Effect of Continuous-Exercise and Modification Interval-Exercise on Decreasing Malondialdehyde and Blood Lactate Levels in Non-Professional Shorinji Kempo Athletes. *Physical Education Theory and Methodology*, 22(2), 209–215. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2022.2.09>
- Simioni, C., Zauli, G., Martelli, A. M., Vitale, M., Sacchetti, G., Gonelli, A., & Neri, L. M.

- (2018). Oxidative stress: Role of physical exercise and antioxidant nutraceuticals in adulthood and aging. *Oncotarget*, 9(24), 17181–17198. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.24729>
- Sugiharto, Merawati, D., Pranoto, A., Rejeki, P. S., Lupita, M. N., Adji, B. S., Susanto, H., & Taufiq, A. (2021). Acute interval and continuous moderate- intensity exercise enhanced circadian thermogenic activity through browningrelated genes in obese adolescent female. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 17(5), 566–581. <https://doi.org/10.11113/MJFAS.V17N5.2271>
- Sugiharto, Merawati, D., Pranoto, A., & Susanto, H. (2022). Physiological response of endurance exercise as a growth hormone mediator in adolescent women ' s. *Basic Clin Physiol Pharmacol*, 1–7.
- Thivel, D., Tremblay, A., Genin, P. M., Panahi, S., Rivière, D., & Duclos, M. (2018). Physical Activity, Inactivity, and Sedentary Behaviors: Definitions and Implications in Occupational Health. *Frontiers in Public Health*, 6(October), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00288>