

PENGARUH LATIHAN RENANG INTENSITAS SUBMAKSIMAL TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS PUTIH BETINA KELOMPOK TERLATIH DAN TIDAK TERLATIH

Michael Alexander ¹, Eric Mayo Dagradi ², Hendrata Erry Andisari ³.

¹Fakultas Kedokteran Universitas Hang Tuah, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

²Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Hang Tuah, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

³Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Hang Tuah, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

Korespondensi Michael Alexander
Email michael_alexander73@yahoo.com

Naskah Masuk 23 Juli 2023, Revisi 22 September 2024, Layak Terbit 30 September 2024

Abstrak

Olahraga adalah kegiatan fisik yang dilakukan untuk meningkatkan kesehatan tubuh. Dengan meningkatnya jumlah masyarakat yang berolahraga, penting untuk memahami batasan intensitas olahraga yang dilakukan. Intensitas olahraga yang melampaui kemampuan tubuh akan menyebabkan munculnya stres oksidatif. Stres oksidatif akan menimbulkan berbagai masalah fisiologis tubuh, termasuk metabolisme glukosa.

Jenis penelitian adalah eksperimental laboratoris. Tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar usia 2 bulan dengan berat badan 180-200 gram dikelompokkan ke dalam 5 kelompok melalui teknik random sampling. K1 merupakan kontrol, K2 diberi latihan setiap hari selama 2 minggu, K3 diberi latihan sekali seminggu selama 2 minggu, K4 diberi latihan setiap hari selama 2 minggu, dan K5 diberi latihan sekali seminggu selama 2 minggu. Semua kelompok setelahnya diistirahatkan selama 1 minggu. K1, K2, dan K3 tidak diberi intervensi. K4 dan K5 diberi intervensi latihan submaksimal 85% rerata waktu tenggelam pertama. Penelitian diterminasi dan dilakukan pengambilan sampel untuk pengujian kadar glukosa darah acak. Hasil kadar glukosa darah acak diolah statistik dengan uji parametrik one-way Anova dan uji post hoc LSD.

Hasil kadar glukosa darah (K1) 127,8 mg/dL, (K2) 133,4 mg/dL, (K3) 186,4 mg/dL, (K4) 160,6 mg/dL, dan (K5) 140,6 mg/dL. Uji one-way Anova menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$). Uji post hoc LSD menunjukkan tidak ada perbedaan bermakna antara kelompok terlatih dengan intervensi dan tidak terlatih dengan intervensi ($p > 0,05$).

Intervensi latihan submaksimal setelah istirahat satu minggu pada kelompok terlatih dan tidak terlatih dengan latihan submaksimal tidak memiliki pengaruh terhadap kadar glukosa darah tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar.

Kata kunci : Submaksimal, Glukosa Darah, Terlatih, Tidak Terlatih, Renang

Abstract

Sport is a physical activity carried out to improve body health. Understanding the limits of the intensity of the exercise is essential. Intensity exceeding the body's ability will cause oxidative stress that leads to physiological problems, including glucose metabolism..

*Wistar strain female white rats (*Rattus norvegicus*) were grouped into five groups using random sampling. K1 was the control, K2 & K4 were given exercise every day for two weeks, and K3 & K5 were given exercise once a week for two weeks. All groups then rested for one week. K1, K2, and K3 were not given intervention. K4 and K5 were given a submaximal exercise intervention (85% of the average first drowning time). Samples were taken to test blood glucose levels. The results of random blood glucose levels were processed statistically with the one-way ANOVA parametric test and the LSD post hoc test.*

The results of blood glucose levels (K1) 127.8 mg/dL, (K2) 133.4 mg/dL, (K3) 186.4 mg/dL, (K4) 160.6 mg/dL, and (K5) 140, 6 mg/dL. The one-way ANOVA test showed a significant difference ($p < 0.05$). The LSD post hoc test showed no significant difference between the trained and intervention groups ($p > 0.05$).

*Submaximal exercise intervention after one week of rest in the trained and untrained groups with submaximal exercise did not affect the blood glucose levels of Wistar female white rats (*Rattus norvegicus*).*

Keyword: *Submaximal, Blood Glucose, Trained, Untrained, Swimming*

PENDAHULUAN

Olahraga dapat didefinisikan sebagai kegiatan yang dilakukan untuk meningkatkan kesehatan melalui serangkaian aktivitas fisik dalam durasi dan frekuensi waktu tertentu. Dengan semakin meningkatnya kesadaran mengenai kesehatan dalam masyarakat, olahraga menjadi salah satu kunci menjaga kesehatan yang kerap dilakukan oleh masyarakat. Olahraga yang dilakukan masyarakat memiliki intensitas yang beragam mulai dari ringan hingga yang berat.

Dampak kesehatan yang diperoleh dari berolahraga seperti meningkatkan imunitas tubuh, menurunkan stres dan memelihara sistem organ tubuh tetap baik (1). Latihan yang biasa dilakukan masyarakat terbagi jadi 2 kelompok, latihan aerobik dan latihan anaerobik. Permadi (2) menyatakan kalau latihan aerobik merupakan bentuk latihan berintensitas rendah hingga tinggi yang

membutuhkan oksigen sebagai sumber pembentukan energinya. Sementara itu, latihan fisik intens berdurasi sangat singkat yang tidak ditengahi oksigen dan hanya bergantung pada kontraksi otot termasuk dalam latihan anaerobik (3). Contoh latihan aerobik yang biasa dilakukan seperti jalan cepat, bersepeda dan berenang, sementara contoh latihan anaerobik seperti lari cepat, angkat beban dan lompat tali. Melalui dampaknya pada kesehatan tubuh, latihan aerobik kerap menjadi pilihan olahraga oleh masyarakat (2,4).

Dengan adanya peningkatan tren masyarakat yang mulai menjadikan olahraga sebagai bagian keseharian, tidak sedikit pula yang menjalankannya tidak tepat. Kesalahan yang umum dilakukan adalah memilih intensitas yang terlalu berat pada olahraga. Perlu diperhatikan bahwa perkembangan stres oksidatif dapat

terjadi melalui tingkat intensitas latihan yang terlalu berat (5,6).

Ketidakeimbangan pembentukan dan penumpukan prooksidan pada sel dan jaringan dengan ketidakmampuan suatu makhluk hidup dalam mendetoksifikasi produk-produk tersebut, menimbulkan suatu stres oksidatif (7). Bagi semua makhluk hidup di lingkungan aerobik, stres oksidatif sebenarnya merupakan suatu proses yang normal ada namun adanya sistem antioksidan mampu menurunkan kadar radikal bebas sehingga mencegah adanya kerusakan dan menyebabkan perbaikan kerusakan yang terjadi (8).

Terlalu beratnya intensitas akan semakin meningkatkan terbentuknya

prooksidan yang bisa sampai pada tingkat yang tak mampu diatasi antioksidan tubuh dan menyebabkan terjadinya stres oksidatif (6). Berlanjutnya kondisi ini akan berdampak pada disfungsi metabolisme, salah satunya glukosa. Mekanisme yang mendasari hal tersebut terjadi melalui adanya resistensi sel terhadap insulin dan perubahan metabolisme glukosa itu sendiri (8).

Intoleransi glukosa yang timbul akan dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan ke depannya, salah satunya penyakit diabetes melitus. Oleh karena itu, penting sekali memahami dampak dari olahraga yang dijalankan agar mencegah timbulnya masalah kesehatan baru.

METODE

Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium dengan menggunakan metode *post test only control group design*. Subjek penelitiannya adalah tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar. Terdapat 5 kelompok pada penelitian; dengan 1 kelompok kontrol dan 4 kelompok perlakuan :

K1 : Kelompok kontrol

K2 : Kelompok hewan coba terlatih tanpa intervensi

K3 : Kelompok hewan coba tidak terlatih tanpa intervensi

K4 : Kelompok hewan coba terlatih dengan intervensi

K5 : Kelompok hewan coba tidak terlatih dengan intervensi

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Hang Tuah Surabaya dalam periode bulan April 2022 hingga November 2022.

Persiapan Hewan Coba

Seluruh hewan coba menjalani masa aklimatisasi lingkungan baru selama 7-14 hari. Selama masa aklimatisasi, hewan coba diberi pakan standar tikus dan air minum. Kandang habitat hewan coba berukuran panjang 40 cm, lebar 30 cm dan tinggi 15 cm. Kandang ditaruh di tempat dengan pencahayaan cukup, tidak lembap, sirkulasi udara cukup, jauh dari kebisingan, tidak sempit dan tidak terpapar langsung dengan matahari. Hewan coba akan dibagi acak dalam 5 kelompok penelitian; kelompok kontrol, kelompok

perlakuan 2, kelompok perlakuan 3, kelompok perlakuan 4 dan kelompok perlakuan 5. Masing-masing kelompok penelitian dipisahkan pada kandang yang berbeda.

Pelaksanaan Intensitas Latihan

Hewan coba akan diberikan latihan untuk mencapai kondisi terlatih dan tidak terlatih dalam masa 2 minggu. Kelompok 2 dan 4 akan direnangkan setiap hari dengan durasi berdasarkan waktu kali pertama hewan coba tenggelam sehingga menghasilkan kelompok hewan terlatih. Kelompok 3 dan 5 akan direnangkan sebanyak satu kali seminggu dengan durasi berdasarkan waktu kali pertama hewan coba tenggelam sehingga menghasilkan kelompok hewan tidak terlatih. Setelah masa latihan rampung, hewan coba diistirahatkan selama 1 minggu. Setelah masa istirahat, hewan coba kelompok 2 dan 3 tidak akan diberikan intervensi berupa latihan submaksimal. Sementara itu hewan coba kelompok 4 dan 5 akan diberikan intervensi berupa latihan submaksimal.

Hewan coba pada kelompok 4 dan 5 akan direnangkan dengan intensitas \pm 85% dari waktu pertama kali hewan coba tenggelam. Setelah itu, hewan coba diistirahatkan selama 15 menit sebelum dilakukan uji *Post-test*.

Uji *Post-test*

Setelah istirahat 15 menit pasca intervensi hewan coba, setiap kelompok hewan coba akan diambil darah dengan cara :

1. Pembiusan menggunakan injeksi ketamine HCl 0,1 ml secara *intramuscular*.

2. Tunggu hingga hewan coba tampak lemah dan hilang kesadaran (\pm 1 menit)
3. Letakkan hewan coba pada papan bedah dengan tubuh menghadap atas dan dilakukan fiksasi kaki depan-belakang.
4. Buka kulit hingga otot hewan coba menggunakan gunting bedah sampai daerah epigastrium hingga tampak jantung.
5. Ambil darah sebanyak 2 mL menggunakan spuit 3 mL dengan pungsi tegak lurus jantung.
6. Sampel darah dimasukkan ke tabung sampel dan disentrifugasi selama 10 menit 3000 rpm.
7. Serum diambil dengan pipet.
8. Serum dimasukkan ke tabung baru untuk pemeriksaan kadar glukosa darah.

Pengujian kadar glukosa darah dilakukan menggunakan metode *Glucose-oxidase-phenol Aminophenazone* (GOD-PAP). Metode GOD-PAP bekerja secara enzimatik dengan enzim glukosa oksidase yang mengkatalisis oksidasi glukosa dan melepas hidrogen peroksida (9).

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan program *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) versi 26.0. Proses analisis data mengikuti langkah sebagai berikut :

1. Analisis penyebaran dan pemusatan data atau statistik deskriptif
2. Uji normalitas data dengan uji Shapiro-Wilk
3. Bila distribusi data normal, diuji homogenitas varians
4. one-way Anova digunakan untuk uji hipotesis. Bilamana hasil $p < 0,05$ (terdapat perbedaan bermakna) maka perbedaan akan dianalisis menggunakan uji *post hoc*
5. Apabila data tidak berdistribusi normal atau data tidak homogen, uji Kruskal-Wallis akan digunakan

HASIL

Penelitian menggunakan 25 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar yang dibagi menjadi 5 kelompok. Kelompok penelitian: kelompok hewan coba kontrol, kelompok hewan coba terlatih tanpa intervensi,

kelompok hewan coba tidak terlatih tanpa intervensi, kelompok hewan coba terlatih dengan intervensi, dan kelompok hewan coba tidak terlatih dengan intervensi. Pada akhir penelitian, kelima kelompok hewan coba dihitung kadar glukosa darahnya.

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah Hewan Coba

NO	K1 (mg/dL)	K2 (mg/dL)	K3 (mg/dL)	K4 (mg/dL)	K5 (mg/dl)
1	136	107	229	127	101
2	140	164	180	183	187
3	127	156	169	171	138
4	122	106	204	156	158
5	114	134	150	166	119
Jumlah	639	667	932	803	703
Rerata	127,80	133,40	186,40	160,60	140,60

Keterangan :

K1 : Kelompok kontrol

K2 : Kelompok hewan coba terlatih tanpa intervensi

K3 : Kelompok hewan coba tidak terlatih tanpa intervensi

K4 : Kelompok hewan coba terlatih dengan intervensi

K5 : Kelompok hewan coba tidak terlatih dengan intervensi

Rerata kadar glukosa darah kelompok kontrol 127,80 mg/dL, rerata kadar glukosa darah kelompok hewan coba terlatih tanpa intervensi 133,40 mg/dL, rerata kadar glukosa darah kelompok hewan coba tidak terlatih tanpa intervensi

186,40 mg/dL, rerata kadar glukosa darah kelompok hewan coba terlatih dengan intervensi 160,60 mg/dL, dan rerata kadar glukosa darah kelompok hewan coba tidak terlatih dengan intervensi 140,60 mg/dL.

Tabel 2 Hasil Uji Normalitas Kelompok Hewan Coba

	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Gula Darah Acak	Kontrol	.183	5	.200*	.968	5	.864
	Terlatih tanpa intervensi	.237	5	.200*	.877	5	.294
	Tidak terlatih tanpa intervensi	.182	5	.200*	.976	5	.932
	Terlatih dengan intervensi	.214	5	.200*	.932	5	.612
	Tidak terlatih dengan intervensi	.140	5	.200*	.985	5	.962

*. This is a lower bound of true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Dengan sampel hewan coba sejumlah 25 ekor, uji normalitas yang digunakan merupakan uji *Shapiro-Wilk*. Hasil uji normalitas tertera pada Tabel 2.

Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* berdistribusi normal apabila nilai $p > 0,05$, oleh karena itu data yang tertera pada Tabel 2 berdistribusi normal.

Tabel 3 Hasil Uji Homogenitas Varians Kelompok Hewan Coba

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Gula Darah Acak	Based on Rerata	1.495	4	20	.241
	Based on Median	1.107	4	20	.381
	Based on Median and with adjusted df	1.107	4	15.390	.388
	Based on trimmed rerata	1.467	4	20	.249

Data penelitian bervariasi homogen apabila nilai signifikansi $> 0,05$.

Dikarenakan nilai $p > 0,05$ maka data penelitian homogen.

Tabel 4 Hasil Uji *one-way Anova*

Gula Darah Acak					
	Sum of Squares	df	Rerata Square	F	Sig.
Between Groups	11468.960	4	2867.240	4.274	.012
Within Groups	13415.600	20	670.780		
Total	24884.560	24			

Uji hipotesis *one-way Anova* digunakan dengan kondisi sampel lebih dari 2 kelompok, pengukuran variabel dilakukan satu kali, data berdistribusi normal, dan homogen. Nilai signifikansi p

$< 0,05$ menunjukkan ada perbedaan kadar glukosa antar kelompok percobaan. Nilai $p = 0,012$ menunjukkan terdapatnya perbedaan kadar glukosa darah antara lima kelompok hewan coba.

Tabel 5 Hasil Uji Post Hoc

Dependent Variable: Gula Darah Acak						
LSD						
(I) Kelompok	(J) Kelompok	Rerata Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Terlatih Tanpa Intervensi	-5.60000	16.38023	.736	-39.7686	28.5686
	Tidak Terlatih Tanpa Intervensi	-58.60000*	16.38023	.002	-92.7686	-24.4314
	Terlatih Dengan Intervensi	-32.80000	16.38023	.059	-66.9686	1.3686
	Tidak Terlatih Dengan Intervensi	-12.80000	16.38023	.444	-46.9686	21.3686
Terlatih Tanpa Intervensi	Kontrol	5.60000	16.38023	.736	-28.5686	39.7686
	Tidak Terlatih Tanpa Intervensi	-53.00000*	16.38023	.004	-87.1686	-18.8314
	Terlatih Dengan Intervensi	-27.20000*	16.38023	.112	-61.3686	6.9686
	Tidak Terlatih Dengan Intervensi	-7.20000	16.38023	.665	-41.3686	26.9686
Tidak Terlatih Tanpa Intervensi	Kontrol	58.60000*	16.38023	.002	24.4314	92.7686
	Terlatih Tanpa Intervensi	53.00000*	16.38023	.004	18.8314	87.1686
	Terlatih Dengan Intervensi	25.80000*	16.38023	.131	-8.3686	59.9686
	Tidak Terlatih Dengan Intervensi	45.80000*	16.38023	.011	11.6314	79.9686
Terlatih Dengan Intervensi	Kontrol	32.80000	16.38023	.059	-1.3686	66.9686
	Terlatih Tanpa Intervensi	27.20000	16.38023	.112	-6.9686	61.3686
	Tidak Terlatih Tanpa Intervensi	-25.80000	16.38023	.131	-59.9686	8.3686
	Tidak Terlatih Dengan Intervensi	20.00000	16.38023	.236	-14.1686	54.1686
Tidak Terlatih Dengan Intervensi	Kontrol	12.80000	16.38023	.444	-21.3686	46.9686
	Terlatih Tanpa Intervensi	7.20000	16.38023	.665	-26.9686	41.3686
	Tidak Terlatih Tanpa Intervensi	-45.80000*	16.38023	.011	-79.9686	-11.6314
	Terlatih Dengan Intervensi	-20.00000	16.38023	.236	-54.1686	14.1686

*.The rerata difference is significant at the 0.05 level

PEMBAHASAN

Frontera dan Ochala (12) menyatakan bahwa Olahraga merujuk pada aktivitas gerak semakin tinggi intensitas dan durasi olahraga tubuh yang terpola, terstruktur, dan repetitif yang dilakukan akan berbanding lurus dengan dengan maksud memperoleh pengaruh baik jumlah energi yang dibutuhkan.

bagi kesehatan tubuh (1,10). Salah satu jenis Olahraga renang termasuk dalam olahraga yang biasa dilakukan masyarakat olahraga yang kerap dilakukan oleh luas adalah olahraga aerobik. Olahraga masyarakat luas. Keterlibatan berbagai fungsi aerobik membutuhkan jumlah oksigen lebih fisiologis tubuh selama berenang akan dari normal dan membutuhkan metabolisme memberikan dampak bagi kesehatan secara aerobik sebagai penghasil energi (3,11). langsung (13). Renang menurut Moustafa dan

Arisha (14) memiliki efek penurunan kadar perbedaan bermakna ($p=0.236$). Kelompok glukosa darah melalui aktivitasnya pada terlatih dengan intervensi memiliki rerata GLUT-4. kadar glukosa darah 160.6 mg/dL dan

Dalam melakukan olahraga yang tepat kelompok tidak terlatih dengan intervensi perlu memperhatikan intensitas dilakukannya dengan 140.6 mg/dL. Temuan ini tidak sejalan olahraga. Setiap individu memiliki batasan dengan pernyataan Azizbeigi dkk, Olubajo intensitas ideal yang berbeda-beda (15). dkk, Steinbacher dan Eckl bahwa individu Bompaa dan Buzzichelli (16) membagi terlatih memiliki respon antioksidan yang lebih intensitas latihan menjadi enam; baik dibanding individu tidak terlatih sehingga supermaksimum, maksimum, berat dampak prooksidan pada kenaikan glukosa (submaksimum), sedang-berat, sedang, dan darah tidak terjadi. Beberapa faktor yang ringan. mungkin berperan mempengaruhi hasil kadar

Meski olahraga dapat memberikan glukosa darah pada hewan coba antara lain dampak positif bagi kesehatan, Lovell dkk seperti stres pada hewan coba selama masa (17) dan Lu dkk (18) menyatakan olahraga penelitian (24), pola makan hewan coba tidak selalu memberikan dampak positif selama penelitian yang tidak dikontrol, apabila reaksi tubuh menghadapi kenaikan beberapa hewan coba terkadang tidak prooksidan akibat olahraga tidak adekuat. sepenuhnya berenang, dan kesalahan dalam Hasil pada kelompok terlatih tanpa intervensi pengambilan dan pengolahan sampel dari dan tidak terlatih tanpa intervensi tampak hewan coba.

sejalan dengan pernyataan tersebut. Berdasarkan pembahasan hasil penelitian pada Kelompok terlatih tanpa intervensi memiliki hewan coba dapat disimpulkan bahwa tidak rerata kadar glukosa darah 133.4 mg/dL dan terdapat pengaruh latihan fisik submaksimal kelompok tidak terlatih tanpa intervensi terhadap kadar glukosa darah pada kelompok memiliki rerata kadar glukosa darah 186.4 terlatih dan tidak terlatih tikus putih (*Rattus* mg/dL. Melalui rerata kedua kelompok *norvegicus*) betina galur Wistar.

tampak bahwa kelompok yang terlatih memiliki kadar glukosa darah yang lebih rendah dibanding yang tidak terlatih. Hal tersebut terjadi akibat respon antioksidan pada individu terlatih akan lebih baik menghadapi kenaikan prooksidan dibanding dengan individu yang tidak terlatih. Dengan tidak adekuatnya respon terhadap prooksidan pada individu terlatih akan menyebabkan timbulnya stres oksidatif (8,19–22). Stres oksidatif dapat mengganggu homeostasis glukosa melalui resistensi insulin dengan menginaktivasi pensinyalan reseptor insulin dengan sistem transpor glukosa (23).

Pada penelitian didapati bahwa kelompok terlatih dengan intervensi dan tidak terlatih dengan intervensi tidak memiliki

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh latihan fisik submaksimal terhadap kadar glukosa darah pada kelompok terlatih dan tidak terlatih tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan jenis olahraga yang lebih umum dilakukan masyarakat.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metode olahraga yang spesifik untuk hewan coba sesuai dengan tingkatan intensitas.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih

lanjut mengenai respon tubuh dalam metabolisme glukosa setelah diberi intervensi pada hewan coba terlatih dan tidak terlatih.

4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai respon tubuh dalam metabolisme glukosa selama masa pemulihan satu minggu pada hewan coba terlatih dan tidak terlatih.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pembimbing, keluarga, dan teman-teman yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bessy SP. PERANAN OLAHRAGA DALAM MENINGKATKAN KESEHATAN. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2015;21.
2. Permadi AW. The benefits of aerobic training for improving quality of life: A Critical Review of Study. *Warmadewa Medical Journal* [Internet]. 2019;4(2):2527–4627. Available from: <http://dx.doi.org/10.22225/wmj.4.2.1016.57-60>
3. Patel H, Alkhawam H, Madanieh R, Shah N, Kosmas CE, Vittorio TJ. Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system . *World J Cardiol*. 2017;9(2):134.
4. Guiney H, Machado L. Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. Vol. 20, *Psychonomic Bulletin and Review*. 2013. p. 73–86.
5. Castrogiovanni P, Imbesi R. Oxidative stress and skeletal muscle in exercise. *Italian Journal of Anatomy And Embryology* [Internet]. 2012;117(2):107–16. Available from: <http://www.fupress.com/ijae>
6. Bogdanis GC, Stavrinou P, Fatouros IG, Philippou A, Chatzinikolaou A, Draganidis D, et al. Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. *Food and Chemical Toxicology*. 2013 Nov;61:171–7.
7. Pizzino G, Irrera N, Cucinotta M, Pallio G, Mannino F, Arcoraci V, et al. Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. Vol. 2017, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Hindawi Limited; 2017.
8. Salmon AB. Oxidative stress in the etiology of age-associated decline in glucose metabolism. *Longev Healthspan* [Internet]. 2012;1(7). Available from: <http://www.longevityandhealthspan.com/content/1/1/7>
9. Rascón-Careaga A, Corella-Madueño MAG, Pérez-Martínez CJ, García-Rojas AM, Souflé-Vásquez SZ, García-Moroyoqui MT, et al. Validation and Estimation of Uncertainty for a Glucose Determination Method GOD-PAP Using a Multi-calibrator as Reference. *MAPAN* 2021 36:2 [Internet]. 2021 Apr 23 [cited 2022 Jul 17];36(2):269–78. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12647-021-00441-5>
10. CDC. NHIS - Adult Physical Activity - Glossary [Internet]. 2022 [cited 2022 Jun 16]. Available from: https://www.cdc.gov/nchs/nhis/physical_activity/pa_glossary.htm
11. Romas JA, Sharma M. Regular Physical Activity and Exercise. *Practical Stress Management*. 2017 Jan 1;155–68.
12. Frontera WR, Ochala J. Skeletal Muscle: A Brief Review of Structure and Function. *Behav Genet*. 2014 Mar 4;45(2):183–95.
13. Madden CC, Putukian M, McCarty EC, Young CC. *Netter's Sports Medicine* . 2nd ed. Elsevier; 2016.
14. Moustafa A, Arisha AH. Swim therapy-induced tissue specific metabolic responses in male rats. *Life Sci*. 2020 Dec 1;262.
15. Lucini D, Pagani M. Exercise prescription to foster health and well-being: A behavioral approach to transform barriers into opportunities. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Feb 1;18(3):1–22.
16. Bompa TO, Buzzichelli CA. *Periodization : Theory and Methodology of Training*. 6th ed. Human Kinetics; 2019.
17. Lovell D, Shields D, Beck B, Cuneo R, McLellan C. The aerobic performance of trained and untrained handcyclists with spinal cord injury. *Eur J Appl Physiol*. 2012 Sep;112(9):3431–7.
18. Lu Y, Wiltshire HD, Baker JS, Wang Q. Effects of high intensity exercise on

- oxidative stress and antioxidant status in untrained humans: A systematic review. Vol. 10, *Biology*. MDPI; 2021.
19. Keshari AK, Kumar Verma A, Srivastava R. Oxidative Stress: A Review. *The International Journal Of Science & Technoledge* [Internet]. 2015 Jul;3(7). Available from: www.theijst.com
 20. Azizbeigi K, Stannard SR, Atashak S, Mosalman Haghighi M. Antioxidant enzymes and oxidative stress adaptation to exercise training: Comparison of endurance, resistance, and concurrent training in untrained males. *J Exerc Sci Fit*. 2014;12(1):1–6.
 21. Olubajo A, Adefunke A, Ayinla O, Margaret A. Changes in stress index, blood antioxidants and lipid profile between trained and untrained young female adults during treadmill exercise test: A comparative study. *Nigerian Journal of Experimental and Clinical Biosciences*. 2015;3(1):1.
 22. Steinbacher P, Eckl P. Impact of oxidative stress on exercising skeletal muscle. *Biomolecules*. 2015 Apr 10;5(2):356–77.
 23. Sharifi-Rad M, Anil Kumar N v., Zucca P, Varoni EM, Dini L, Panzarini E, et al. Lifestyle, Oxidative Stress, and Antioxidants: Back and Forth in the Pathophysiology of Chronic Diseases. Vol. 11, *Frontiers in Physiology*. Frontiers Media S.A.; 2020.
 24. Wong H, Singh J, Go RM, Ahluwalia N, Guerrero-Go MA. The Effects of Mental Stress on Non-insulin-dependent Diabetes: Determining the Relationship Between Catecholamine and Adrenergic Signals from Stress, Anxiety, and Depression on the Physiological Changes in the Pancreatic Hormone Secretion. *Cureus* [Internet]. 2019 Aug 24 [cited 2022 Dec 30];11(8). Available from: [/pmc/articles/PMC6710489/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6710489/)