

Artikel Penelitian

Pengaruh Aerobic Exercise Terhadap Aktivitas Serum Creatine Kinase Myocardial Band (CK-MB) Pada Lansia Pasca Stroke

¹Mariel Daba, ¹Ilham Fatria, ²Ananda Patuh Padaallah

Abstrak

Stroke dapat menyebabkan perubahan pada jantung yang berkaitan dengan adanya aktivasi yang berlebihan pada sistem saraf simpatis sebagai respon dari kerusakan yang terjadi pada korteks insular. Biomarker jantung seperti *creatine kinase myocardial band* (CK-MB) mengalami peningkatan pada beberapa pasien dengan *cerebrovascular accident* akut tanpa cedera jantung. Aktivitas *creatine kinase myocardial band* (CK-MB) terbukti mengalami peningkatan pada fase awal pasien dengan stroke iskemik, perdarahan subarachoid, dan trauma kepala. **Tujuan:** Mengetahui pengaruh *aerobic exercise* terhadap aktivitas serum *creatine kinase myocardial band* (CK-MB) pada lansia pasca stroke. **Metode:** Penelitian ini merupakan studi pre-eksperimental dengan desain *one- group pretest-posttest*. Responden penelitian berjumlah 16 lansia pasca stroke yang mendapat *aerobic exercise* dengan *static cycle* dengan intensitas ringan-sedang dengan waktu pemberian 10-15 menit selama 2-3 kali seminggu selama 4 minggu. Aktivitas serum CK-MB dievaluasi dengan pemeriksaan *Enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA). **Hasil:** terdapat pengaruh pemberian *aerobic exercise* yang signifikan terhadap aktivitas serum CK-MB pada lansia pasca stroke dengan nilai $p=0,000$ atau $p<0,05$. Rerata serum CK-MB meningkat dengan nilai kadar 29,43 μ L. Rerata serum CK-MB berkurang dengan nilai kadar 23,12 μ L setelah diberikan *aerobic exercise* dengan *static cycle* selama 4 minggu. **Simpulan:** Pemberian *aerobic exercise* dengan *static cycle* dengan intensitas ringan-sedang dengan waktu pemberian 10-15 menit selama 2-3 kali seminggu selama 4 minggu pada lansia pasca stroke memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas serum *creatine kinase myocardial band* (CK-MB).

Kata kunci: *aerobic exercise*, *static cycle*, *creatine kinase myocardial band*, stroke, lansia

Abstract

Stroke can cause changes in the heart, which are associated with excessive activation of the sympathetic nervous system as a response to damage occurring in the insular cortex. Cardiac biomarkers such as *creatine kinase myocardial band* (CK-MB) show increased levels in some patients with acute *cerebrovascular accidents* without direct cardiac injury. CK-MB activity has been found to increase in the early phase of patients with ischemic stroke, subarachnoid hemorrhage, and head trauma. **Objective:** To determined the effect of *aerobic exercise* on serum *creatine kinase myocardial band* (CK-MB) activity in elderly post-stroke patients. **Methods:** This was a pre-experimental study with a *one-group pretest-posttest* design. The study involved 16 elderly post-stroke respondents who received *aerobic exercise* using a *static cycle* at light to moderate intensity for 10-15 minutes, 2-3 times per week, over the course of 4 weeks. CK-MB activity was evaluated using the *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) method. **Results:** There was a significant effect of *aerobic exercise* on serum CK-MB activity in elderly post-stroke patients, with a p -value of 0.000 or $p < 0.05$. The mean serum CK-MB level increased to 29.43 μ L, while the mean serum CK-MB level decreased to 23.12 μ L after receiving *aerobic exercise* with a *static cycle* for 4 weeks. **Conclusion:** *Aerobic exercise* using a *static cycle* at light to moderate intensity for 10-15 minutes, 2-3 times per week, over the course of 4 weeks, had a significant effect on serum *creatine kinase myocardial band* (CK-MB) activity in elderly post-stroke.

Keywords: *aerobic exercise*, *static cycle*, *creatine kinase-myocardial band*, stroke, elderly

Afiliasi penulis: ¹Program Studi Sarjana Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Medika Suherman, Indonesia, ²Program Studi Sarjana Keperawatan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Medika Suherman, Indonesia.

Korespondensi: Mariel Daba, Program Studi Sarjana Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Medika Suherman. Email: marielfisiomedika@gmail.com

PENDAHULUAN

Penuaan adalah proses yang kompleks dan diperparah oleh beberapa faktor seperti faktor lingkungan, genetik, dan epigenetik. Proses penuaan juga dapat terjadi akibat terjadinya inflamasi kronis.¹ Inflamasi kronis yang persisten banyak terjadi pada paruh baya atau lanjut usia dan dianggap sebagai akselerator penuaan yang biologis.² Inflamasi kronis berinisiasi dengan berbagai penyakit terkait usia, seperti penyakit kardiovaskular dan penyakit neurodegeneratif.^{3,4}

Stroke merupakan salah satu *cerebrovascular accident* yang dapat menginduksi respon inflamasi sistemik yang akan memicu terjadinya perilaku sakit.⁵ Stroke dapat menyebabkan terjadi defisit neurologis fokal secara tiba-tiba karena perubahan vaskularisasi, iskemia atau perdarahan, dapat mengakibatkan hilangnya fungsi otak secara menyeluruh.⁶ Penyakit ini juga merusak jaringan otak yang dapat menyebabkan gangguan sensorik, motorik, kognitif, dan defisit emosional.⁷ Stroke dapat menyebabkan perubahan pada jantung yang berkaitan dengan adanya aktivasi yang berlebihan pada sistem saraf simpatis sebagai respon dari kerusakan yang terjadi pada korteks insular.⁸

Biomarker jantung seperti *creatine kinase myocardial band* (CK-MB) mengalami peningkatan pada beberapa pasien dengan *cerebrovascular accident* akut tanpa cedera jantung.⁸ Aktivitas CK-MB terbukti mengalami peningkatan pada fase awal pasien dengan stroke iskemik, perdarahan sub-arachoid dan trauma kepala.⁹ Peningkatan ini disebabkan oleh disfungsi pada sistem saraf simpatis karena meningkatkan tekanan intracranial.¹⁰ Peningkatan CK-MB menandakan adanya kerusakan jaringan otot jantung yang dapat bersifat akut maupun kronis,¹¹ oleh karena itu peningkatan CK-MB pada kondisi stroke perlu di reduksi atau disesuaikan ke kadar normal dari CK-MB yaitu dengan latihan.

Latihan berperan dalam aktivitas CK-MB, pengaruh latihan terhadap kadar CK-MB tergantung pada jenis, intensitas, dan durasi.¹¹ Berdasarkan hasil penelitian terkait kardiovaskular dan juga adaptasi otot terhadap latihan mendapatkan hasil yang berbeda sesuai dengan latihan yang dilakukan oleh masing-masing individu.¹² Penelitian sebelumnya menemukan bahwa individu pasca stroke memiliki kebugaran kardiorespirasi yang buruk,¹³ dan pemberian *aerobic exercise* dapat memberikan manfaat yang positif.¹⁴ *Aerobic exercise* merupakan intervensi terapeutik yang berpotensi mengurangi faktor risiko kardiovaskular, meningkatkan kapasitas fungsional dan kualitas hidup penderita stroke.¹⁴ Berdasarkan penelitian sebelumnya, ternyata *aerobic exercise* dengan kekuatan mekanik rendah dapat memberikan efek yang menguntungkan. Temuan ini didukung oleh penelitian pada manusia, menemukan adanya peningkatan kapasitas oksidatif maksimal setelah *aerobic exercise* pada orang dengan distrofi otot.¹⁵ Pemberian latihan dengan *aerobic exercise* yang sesuai dengan komponen *Frequency, Intensity, Time, Type* (FITT) dapat memberikan hasil yang berkaitan dengan daya tahan dan kemampuan kardiovaskular yang lebih baik.^{12,14,15}

Komponen FITT mempengaruhi berbagai kondisi dan penyakit sehingga intervensi dapat dikembangkan untuk mencapai target kesehatan tertentu dan menghindari efek negatif atau risiko tinggi akibat dari overtraining.^{16,17} Pemberian latihan atau aktivitas fisik dengan frekuensi rendah, intensitas tinggi, dan durasi pendek lebih efektif dalam meningkatkan kebugaran otot. Pemulihan jantung memerlukan waktu yang cukup yang sesuai dengan FITT.¹⁶ Pada saat ini, belum ada hasil tentang pemberian *aerobic exercise* terhadap aktivitas dari CK-MB pada lansia dengan kondisi pasca stroke. Adanya pro dan kontra tentang pemberian *aerobic exercise* pada lansia pasca stroke yang sesuai dengan komponen FITT masih menjadi pertimbangan.

Beberapa penelitian menunjukkan efek negatif dari latihan terhadap kerusakan otot jantung sementara penelitian yang lain tidak menemukan tanda-tanda kerusakan otot jantung setelah latihan dengan durasi dan intensitas tinggi. Oleh karena itu

intensitas pemberian *aerobic exercise* terhadap kadar CK-MB masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk mendukung hasil penelitian yang akan dilakukan. Latar belakang inilah yang menjadi alasan perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan intervensi yang efektif dan intensitas serta durasi latihan yang tepat selama pemberian *aerobic exercise* di masa depan.

METODE

Penelitian ini merupakan studi pre-eksperimental dengan desain *one- group pretest-posttest*. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Sentra Medika Cikarang. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari Kode Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Harapan Bangsa dengan nomor B. LPPM-UHB/666/07/2024.

Subjek penelitian ditentukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling* yang berjumlah 16 orang lansia pasca stroke. Subjek diambil dari lansia yang bersedia dan memenuhi kriteria inklusi pada bulan Mei sampai Juli 2024. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah lansia pasca stroke yang berusia 60 tahun, dengan riwayat stroke $\pm 3-6$ bulan memiliki hasil pemeriksaan denyut jantung normal, bersedia mengisi dan menandatangani *inform consent* serta berpartisipasi dalam intervensi yang dilakukan oleh peneliti. Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah lansia yang memiliki riwayat stroke <3 bulan, dan memiliki riwayat penyakit kardiovaskular dan hasil pemeriksaan EKG tidak normal berdasarkan hasil rekam medis pasien.

Pemberian *aerobic exercise* dengan *static cycle* yang sesuai dengan prinsip FITT. *Static cycle* diberikan dengan intensitas ringan-sedang dengan waktu pemberian 10-15 menit selama 2-3 kali seminggu. Sebelum diberikan *aerobic exercise* berupa *static cycle* pada lansia terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan dasar seperti tekanan darah, *heart rate maximal*, dan 6MWT (*six minuted walking test*).

Pengambilan darah dilakukan sebelum dan sesudah pemberian *aerobic exercise*. Pemeriksaan CK-MB untuk data *pretest* didapatkan 2 jam sebelum pemberian *aerobic exercise* untuk hari pertama, kemudian pemeriksaan CK-MB untuk data *post-test* dilaksanakan sesudah pemberian *aerobic exercise*

selama 4 minggu. Hasil pemeriksaan serum CK-MB di analisis statistik menggunakan program aplikasi komputerisasi, data ditampilkan dalam bentuk rerata ($\text{rerata} \pm \text{SEM}$) kemudian dilakukan pengujian normalitas data menggunakan *shapiro wilk test* apabila data berdistribusi normal dilanjutkan pengujian dengan menggunakan *Paired Sample T-test*. Apabila data tidak berdistribusi normal maka digunakan uji wilcoxon. Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Sentra Medika Cikarang yang dilakukan selama kurang lebih 1 bulan mulai dari 25 Juli-26 Agustus 2024.

HASIL

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan pada lansia pasca stroke di RS Sentra Medika Cikarang dengan dilakukan pemeriksaan awal yaitu pemeriksaan *vital sign* dan kapasitas fungsional kardiopulmoner dengan 6MWT sebelum dan sesudah pemberian *aerobic exercise* untuk melihat toleransi terhadap latihan yang diberikan, maka didapatkan distribusi frekuensi data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Distribusi frekuensi lansia pasca stroke

6MWT (<i>Six Minuted Walking Test</i>)	
<i>Pre-Test</i> (meter)	<i>Post-Test</i> (meter)
140	180
220	240
280	400
200	230
200	270
220	300
220	270
240	300
180	270
220	280
200	300
220	240
240	270
160	180
200	240
180	200

Berdasarkan Tabel 1 diatas menunjukkan bahwa toleransi latihan atau daya tahan kardiovaskuler pada lansia pasca stroke terutama kapasitas fisik kardiovaskular dan respirasi selama aktivitas

submaksimal dapat dilakukan pada responden dalam penelitian ini.¹⁷

Hasil pemeriksaan aktivitas serum CK-MB pada lansia pasca stroke dilakukan untuk melihat perubahan aktivitas yang terjadi pada serum CK-MB sebelum dan sesudah pemberian *aerobic exercise*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa data penelitian untuk data *pretest* dan *posttest* memiliki distribusi data yang normal.

Tabel 2. Uji normalitas data penelitian

Shapiro wilk test		
Waktu pemeriksaan	P	Hasil
<i>PreTest</i>	0.090	Normal
<i>PostTest</i>	0.250	Normal

Keterangan: Uji normalitas data dengan nilai $p > 0,05$

Berdasarkan hasil uji normalitas data yang ditampilkan dalam tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa distribusi data dalam penelitian adalah berdistribusi data normal ($p > 0,05$), sehingga bisa dilanjutkan ke uji hipotesis atau uji pengaruh dengan *paired sample t-test*.

Aktivitas serum CK-MB setelah pemeriksaan dengan ELISA pada waktu pemeriksaan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) ditemukan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dengan nilai $p = 0,000$ atau $p < 0,05$.

Tabel 3. Pengaruh aktivitas serum CK-MB sebelum dan sesudah pemberian *aerobic exercise* pada lansia pasca stroke

Paired sample t-test			
Waktu pemeriksaan	Rerata $\pm$ SEM	P	
serum CK-MB			
<i>PreTest</i>	29,43 $\pm$ 3,31	0,000***	
<i>PostTest</i>	23,12 $\pm$ 2,52		

Keterangan: *Paired sample T Test* dengan nilai $p < 0,05$
SEM = Standard Error of Mean

Berdasarkan hasil uji *paired sample t-test* untuk melihat pengaruh aktivitas serum CK-MB sebelum dan sesudah pemberian *aerobic exercise* dengan *static cycle* pada lansia pasca stroke didapatkan hasil penurunan yang signifikan dengan nilai rerata $\pm$ SEM

(23,12 $\pm$ 2,52) pada waktu pemeriksaan sesudah (*posttest*) jika dibandingkan dengan rerata $\pm$ SEM sebelum (*pretest*) pemberian *aerobic exercise* (29,43 $\pm$ 3,31).

PEMBAHASAN

Pemberian *aerobic exercise* dengan menggunakan *static cycle* dengan intensitas ringan-sedang dengan waktu pemberian 10-15 menit selama 2-3 kali seminggu pada lansia pasca stroke selama 4 minggu ditemukan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa terjadi perubahan kadar CK-MB setelah bersepeda.^{15,18} Pemeriksaan CK-MB sebelum pemberian *aerobic exercise* dalam penelitian ini mengalami peningkatan yang signifikan jika dibandingkan dengan hasil pemeriksaan CK-MB sesudah pemberian *aerobic exercise*, hal ini menunjukkan bahwa pada lansia pasca stroke dengan riwayat stroke lebih kurang 3 sampai 6 bulan mengalami peningkatan serum CK-MB. Temuan ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa nilai rerata biomarker jantung seperti troponin I dan CK-MB lebih tinggi pada pasien stroke akut tanpa riwayat jantung.^{8,19} Peningkatan aktivitas CK-MB menggambarkan kerusakan miokard akut.²⁰ Hal ini menunjukkan bahwa adaptasi tubuh terhadap olahraga mengalami penurunan. Adaptasi ini dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan olahraga yang menurun sering bertambahnya usia.²¹

Penelitian ini dilakukan pada kelompok lanjut usia dengan rentan usia 50-60 tahun keatas, hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar CK-MB pada kelompok lanjut usia. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa usia kategori paling rentan terhadap sindrom coroner akut, peningkatan kadar CK-MB memiliki risiko lebih besar terjadi gangguan jantung.²⁰ dengan rentang usia >40 tahun.²² Hal ini menunjukkan bahwa seiring bertambahnya usia, maka akan menyebabkan perubahan struktural dan fungsional pada sistem kardiovaskular.

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan dalam Tabel 2 menunjukkan adanya penurunan kadar

CK-MB sesudah pemberian *aerobic exercise* jika dibandingkan dengan sebelum pemberian *aerobic exercise*. Penurunan CK-MB setelah *aerobic exercise* pada lansia pasca stroke menunjukkan adanya perbaikan dalam fungsi jantung dan pengurangan kerusakan otot jantung. CK-MB (Creatine Kinase-MB) adalah enzim yang biasanya meningkat akibat cedera otot jantung.^{8,20,23,24}

Pemberian *aerobic exercise* yang diberikan dalam penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan komponen FITT (*Frequency, Intensity, Time, Type*) dengan intensitas ringan-sedang, waktu pemberian 10-15 menit selama 2-3 kali seminggu. Pemberian *aerobic exercise* yang berdasarkan dengan komponen FITT dapat mempengaruhi berbagai kondisi dan penyakit sehingga intervensi dapat dikembangkan untuk mencapai target kesehatan tertentu dan menghindari efek negatif atau risiko tinggi akibat dari overtraining.¹⁶ Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa aktivitas fisik dengan frekuensi rendah, intensitas tinggi, dan durasi pendek lebih efektif dalam meningkatkan kebugaran otot.²⁵ Temuan ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa *aerobic exercise* pada orang dengan distrofi otot.¹⁵

Penurunan aktivitas CK-MB setelah pemberian *aerobic exercise* mampu memberikan efek positif terhadap biomarker jantung tanpa menyebabkan kerusakan pada jaringan miokard. Hal ini mengindikasikan bahwa latihan aerobik yang terukur dapat berkontribusi terhadap pemulihan fungsi jantung dan kesehatan kardiovaskular pada lansia pasca stroke. Aerobic exercise berpotensi menjadi bagian penting dalam program rehabilitasi stroke untuk mencegah komplikasi jantung dan meningkatkan kualitas hidup pasien.

SIMPULAN

Pemberian *aerobic exercise* dengan *static cycle* dengan intensitas ringan-sedang dengan waktu pemberian 10-15 menit selama 2-3 kali seminggu selama 4 minggu pada lansia pasca stroke memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas serum Creatine Kinase Myocardial Band (CK-MB) pada lansia pasca stroke.

Hasil menunjukkan peningkatan awal kadar CK-MB, yang kemudian mengalami penurunan signifikan setelah intervensi latihan aerobik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Rumah Sakit Sentra Medika Cikarang dan Instalasi Rehabilitasi Medik yang telah memberikan ijin kepada peneliti dan tim untuk dapat melakukan penelitian. Terimakasih juga kepada pasien di instalasi rehabilitasi medik di RS. Sentra Medika Cikarang yang telah bersedia menjadi responden dalam penelitian ini. Terimakasih kepada laboran analisis dan laboratorium farmasi Universitas Buana Perjuangan Karawang yang telah memberikan ijin kepada peneliti untuk dapat melakukan penelitian. Penelitian ini oleh Hibah Eksternal

DAFTAR PUSTAKA

1. Franceschi C, Campisi J. Chronic inflammation (inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. *Journals of Gerontology Biological Sciences and Medical Sciences*. 2014 Jun;69 Suppl 1:S4-9.
2. Fougere B, Boulanger E, Nourhashemi F, Guyonnet S, Cesari M. Chronic inflammation: Accelerator of biological aging. *Journals of Gerontology Biological Sciences and Medical Sciences*. 2017 Sep 1;72(9):1218-1225.
3. Kalogeropoulos A, Georgiopoulos V, Psaty BM, Rodondi N, Smith AL, Harrison DG. Inflammatory markers and incident heart failure risk in older adults: The Health ABC (Health, Aging, and Body Composition) study. *Journal of the American College of Cardiology*. 2010 May 11;55(19):2129-37.
4. Lang Y, Chu F, Shen D, Zhang W, Zheng C, Zhu J, Cui L. Role of inflammasomes in neuroimmune and neurodegenerative diseases: A systematic review. *Mediators of Inflammation*. 2018 Apr 17;2018:1549549.
5. Bensimon K, Herrmann N, Swardfager W, Yi H, Black SE, Gao FQ, *et al*. Kynurenine and depressive symptoms in a poststroke population. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. 2014; 10:1827-35.

6. Katsiki N, Ntaios G, Vemmos K. Stroke, Obesity and Gender: A review of the literature. *Maturitas*. 2011;69(3):239–43.
7. Joo H, George MG, Fang J, Wang G. A literature review of indirect costs associated with stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2014 Aug;23(7):1753–63.
8. Radhakrishnan S, Moorthy S, Gadde S, Madhavan K. Role of cardiac biomarkers in the assessment of acute cerebrovascular accident. *Journal of Neurosciences in Rural Practice*. 2021 Jan; 12 (1): 106–11.
9. Mohanapriya P, Sudharsan S, Sathishkumar JT. Significance of cardiac enzymes in patients with acute stroke. *Journal of Medical Science and Clinical Research*. 2017;5(10):29026–9.
10. Mohamed WS, Abd ElGawad EA, ElMotayam AS, Fathy SE. Cardio embolic stroke and blood biomarkers: diagnosis and predictors of short-term outcome. *The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*. 2019; 55:68.
11. Yudiansyah, Y. Perbedaan pengaruh latihan fisik aerobik dengan latihan fisik anaerobik terhadap aktivitas creatine kinase (CK) pada otot jantung tikus (*Rattus norvegicus*) galur wistar. *Masker Medika*. 2015;3(1):53–63.
12. Morville T, Rosenkilde M, Mattsson N, Dela F, Helge JW, Rasmussen HK. 2706 km cycling in 2 weeks: Effects on cardiac function in 6 elderly male athletes. *Physician and Sportsmedicine*. 2018; 46 (3):263–8.
13. Billinger SA, Taylor JM, Quaney BM. Cardiopulmonary response to exercise testing in people with chronic stroke: A retrospective study. *Stroke Res Treat*. 2012;2012:987637.
14. Billinger SA, Boyne P, Coughenour E, Dunning K, Matlage A. Does aerobic exercise and the FITT principle fit into stroke recovery? *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2015;15(2):519.
15. Andersen SP, Sveen ML, Hansen RS, Madsen KL, Hansen JB, Madsen M, Vissing J. Creatine kinase response to high-intensity aerobic exercise in adult-onset muscular dystrophy. *Muscle Nerve*. 2013 Dec;48(6):897–901.
16. Barisic A, Leatherdale ST, Kreiger N. Importance of frequency, intensity, time and type (FITT) in physical activity assessment for epidemiological research. *Can J Public Health*. 2011 May-Jun; 102 (3):174–5.
17. Dunn A, Marsden DL, Nugent E, Van Vliet P, Spratt NJ, Attia J, Callister R. Protocol variations and six-minute walk test performance in stroke survivors: A systematic review with meta-analysis. *Stroke Res Treat*. 2015; 2015:484813.
18. Yunita R, Pattelongi I, Ariyandy A, Sinrang AW, Aras D, Nawir N. Analysis of changes in nitric oxide (NO) and F2-isoprostane levels after the 30 km cycling event in the Makassar bike community. *Competitor: Jurnal Pendidikan Kepeleatihan Olahraga*. 2023;15(1):136.
19. Suleiman HM, Aliyu IS, Abubakar SA, Isa MS, El-Bashir JM, Adamu R. Cardiac troponin T and creatine kinase MB fraction levels among patients with acute ischemic stroke in Nigeria. *Niger J Clin Pract*. 2017 Dec;20(12):1618–21.
20. Chalik M, Usnizar F, Suciati T. Kadar CK-MB pasien penyakit jantung koroner yang dirawat inap di bagian penyakit dalam RS Muhammad Hoesin Palembang berdasarkan waktu pengambilan darah. *Majalah Kedokteran Sriwijaya*. 2014; 46 (3): 216–21.
21. Gifford JR, Collins J. Critical speed throughout aging: Insight into the world masters championships. *Med Sci Sports Exerc*. 2021 Mar 1; 53(3):524–33.
22. Marijon E, Tafflet M, Celermajer DS, Dumas F, Perier MC, Mustafic H. Sports-related sudden death in the general population. *Circulation*. 2011; 124(6):672–81.
23. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sports medicine. *British Medical Built-in*. 2007;81-82:209–30.
24. Chang CC, Liou CB, Su MJ, Lee YC, Liang CT, Ho JL. Creatine kinase (CK)-MB-to-total-CK ratio: A laboratory indicator for primary cancer screening. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. 2015;16(15):6599–603.

-
25. Wu C, Xu Y, Chen Z, Cao Y, Yu K, Huang C. The effect of intensity, frequency, duration and volume of physical activity in children and adolescents on skeletal muscle fitness: Q systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021 Sep 13;18(18):9640.