

Manajemen Fisioterapi untuk Meningkatkan Kekuatan Otot Tungkai Bawah dan Kecepatan Renang Atlet Pasca-Cedera: Studi Kasus Eksperimental

Luh Pande Putu Novita Yani¹, Putu Yana Kusuma Yulinda², Riski Putra Bintara Haurissa³, Ni Luh Putu Shinta Jayanti Adiparamitha⁴, Dewa Ayu Agustini⁵, Desak Putu Rina Jayanti⁶, Luh Putu Ayu Vitalistyawati^{7*}

^{1,2,3,4,5,6,7} Program Studi Pendidikan Profesi Fisioterapi, Fakultas Kedokteran, Universitas Dhyana Pura

Alamat: Jl. Raya Padang Luwih, Dalung, Kec. Kuta Utara, Kabupaten Badung, 80361, Indonesia

*corresponding author, e-mail: ayuvita@undhirabali.ac.id

Diterima 27 Januari 2026 /Disetujui 29 Juni 2026

ABSTRAK

Kecepatan renang gaya kupu-kupu sangat bergantung pada kekuatan ekslosif otot tungkai bawah, namun risiko cedera sering kali menurunkan komponen biomotorik tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas intervensi fisioterapi dalam meningkatkan kekuatan otot tungkai bawah dan performa kecepatan atlet renang pasca-cedera. Penelitian ini menggunakan desain eksperimental kasus tunggal (*single-case experimental design*) dengan pendekatan evaluasi pra dan pasca-terapi pada seorang atlet renang gaya kupu-kupu berusia 20 tahun. Subjek mengalami cedera otot betis (*strain gastrocnemius*) kanan. Intervensi diberikan sebanyak 8 sesi (2 kali seminggu selama 4 minggu) meliputi *ultrasound*, *infrared*, *stretching*, *calf raise*, *eccentric exercise*, *balance training*, dan *wall squat*. Parameter yang diukur adalah nyeri (VAS), *Range of Motion* (ROM), kekuatan otot (MMT), fleksibilitas, dan waktu tempuh renang 50 meter. Setelah 4 minggu intervensi, terdapat penurunan nyeri gerak (VAS 8 menjadi 2), peningkatan ROM dorsofleksi (S.15°–0°–30° menjadi S.20°–0°–35°), peningkatan kekuatan plantar fleksi (MMT 3 menjadi 5), peningkatan fleksibilitas (19 cm menjadi 25 cm), serta peningkatan kecepatan renang 50 meter (30 detik menjadi 25 detik). Kombinasi modalitas fisioterapi dan latihan beban eksentrik efektif mengurangi spasme, memicu regenerasi jaringan otot betis, serta mengembalikan kapasitas biomekanika tungkai bawah. Pemulihan komponen fisik ini berkontribusi langsung terhadap optimalisasi daya dorong (*propulsive force*) atlet saat melakukan *dolphin kick*. Manajemen fisioterapi komprehensif efektif memulihkan fungsi fungsional dan performa kecepatan atlet renang pasca-cedera ringan.

Kata kunci: Fisioterapi, Kecepatan Renang, Kekuatan Otot, Cedera Betis, Studi Kasus.

ABSTRACT

Speed is a crucial biomotor component in swimmer performance, especially in butterfly stroke which demands explosive power from the lower limb muscles. This study aimed to evaluate the effectiveness of a physiotherapy program in improving lower limb speed after injury in a 20-year-old butterfly swimmer. A case study design was applied using pre- and post-therapy evaluation. Initial assessment revealed right calf muscle spasm, movement pain (VAS 8), limited dorsiflexion ROM (S.15°–0°–30°), plantarflexion strength 3, flexibility 19 cm, and 50-meter swim speed of 30 seconds. The intervention was given 2 times a week for 4 weeks including ultrasound, infrared, stretching, calf raises, eccentric exercises, balance training, and wall squats. Post-intervention results showed reduced pain (VAS 2), improved ROM to S.20°–0°–35°, strength increased to 5, flexibility reached 25 cm, and swimming speed improved to 25 seconds. The rehabilitation program provided 8 interventions session in 1 month effectively enhanced lower limb speed and functional recovery following mild injury.

Keywords: lower limb, physiotherapy, rehabilitation, speed, swimmer

PENDAHULUAN

Renang sebagai olahraga kompetitif menuntut tubuh untuk menyesuaikan diri dengan tekanan dan hambatan air yang lebih besar dibandingkan di darat. Atlet harus menggerakkan lengan, kaki, dan tubuh secara terkoordinasi agar dapat mendorong diri ke depan dengan efektif. Selain itu, mereka perlu mengatur posisi tubuh dan ritme gerakan untuk meminimalkan hambatan air (*drag*) sekaligus memaksimalkan dorongan

(propulsi). Kemampuan menyeimbangkan semua faktor ini sangat penting agar gerakan tetap efisien, cepat, dan hemat energi di dalam air (Liu et al., 2021). Dalam gaya kupu-kupu, kecepatan merupakan komponen penting yang sangat dipengaruhi oleh kekuatan dan fleksibilitas otot tungkai bawah, terutama dalam fase *underwater dolphin kick* setelah *start* dan saat melakukan *push-off* dari dinding kolam (Racutisyah et al., 2019). Berbagai aspek biomekanis, seperti koordinasi batang tubuh-paha, amplitudo dan frekuensi tendangan, serta transisi ke renang permukaan, sangat memengaruhi efektivitas *underwater dolphin kick*. Tinjauan sistematis menegaskan bahwa faktor kinematik tersebut berhubungan langsung dengan kecepatan terutama dalam 15 m awal, dengan teknik simetris dan kontrol ritme sebagai kunci propulsi optimal (Veiga et al., 2022). Sejalan dengan itu, (Ikeda et al., 2021) menunjukkan bahwa amplitudo gerak dan kontrol otot tungkai berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kecepatan fase ini. Penelitian (Kuhn & Legerlotz, 2022) menunjukkan bahwa peningkatan fleksibilitas pergelangan kaki, khususnya *plantar-fleksi*, secara signifikan meningkatkan kecepatan dan efisiensi tendangan *dolphin* pada fase *underwater swimming*, sehingga fleksibilitas *ankle* menjadi faktor penting dalam menghasilkan propulsi optimal.

Pada perenang gaya kupu-kupu, cedera betis memiliki implikasi khusus karena otot betis berperan dalam gerakan *plantar-fleksi* pergelangan kaki, dorongan saat *push-off*, serta kelancaran ritme tendangan *dolphin*. Gangguan pada otot tersebut dapat memengaruhi amplitudo tendangan, stabilitas gerak, efisiensi propulsi, dan kecepatan renang. Cedera ringan yang terjadi pada otot tungkai bawah, khususnya betis, dapat menurunkan performa secara signifikan apabila tidak ditangani dengan intervensi yang tepat. Fase pasca cedera menjadi momen krusial dalam proses pemulihan menyeluruh yang tidak hanya perfokus pada perbaikan struktur dan fungsi, tetapi juga pada pemulihan aspek kebugaran secara holistik atau dikenal sebagai *wellness*. Setelah mengalami cedera, seorang atlet memerlukan pendekatan rehabilitasi yang tidak hanya menargetkan penyembuhan lokal tetapi juga mendukung peningkatan daya tahan, kekuatan otot, kecepatan, fleksibilitas dan kesiapan psikologis untuk kembali berlatih dan bertanding (Fone & van den Tillaar, 2022). Penelitian terdahulu umumnya lebih banyak membahas aspek biomekanik **underwater dolphin kick**, fleksibilitas pergelangan kaki, serta faktor kinematik yang memengaruhi kecepatan renang. Namun, kajian yang secara khusus menggambarkan program rehabilitasi fisioterapi pasca cedera otot betis pada atlet renang gaya kupu-kupu masih terbatas, terutama yang mengaitkan pemulihan nyeri, lingkup gerak sendi, kekuatan otot, keseimbangan, fleksibilitas, dan kecepatan renang dalam satu rangkaian evaluasi klinis. Kesenjangan ini penting untuk dikaji karena cedera betis pada perenang gaya kupu-kupu dapat berdampak langsung terhadap efektivitas tendangan *dolphin* dan performa renang, meskipun cedera tersebut tergolong ringan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas program rehabilitasi fisioterapi berbasis kebugaran fisik pada seorang atlet renang gaya kupu-kupu pasca cedera otot betis kanan. Dengan pendekatan *wellness*, program ini diharapkan tidak hanya mempercepat penyembuhan tetapi juga memfasilitasi kembalinya atlet ke kondisi optimal secara aman dan bertahap.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus eksperimental Tunggal (Single-Case Experimental Design) yang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas program rehabilitasi fisioterapi dalam meningkatkan kecepatan otot tungkai bawah pada atlet renang pasca cedera. Subjek penelitian adalah seorang atlet perempuan berusia 20 tahun dengan spesialisasi gaya kupu-kupu yang mengalami cedera otot betis kanan akibat latihan intensif menjelang kompetisi. Penelitian dilaksanakan di fasilitas latihan Pradnyagama, Kabupaten Badung, Bali, selama bulan April hingga Mei 2024.

Variabel yang diamati meliputi nyeri (VAS), fleksibilitas (*Sit and Reach Test*), lingkup gerak sendi (ROM *ankle*), kekuatan otot (MMT), keseimbangan (*One Leg Standing Test*), dan kecepatan renang (tes renang 50 m). Alat Ukur yang digunakan antara lain Goniometer, *Sit and Reach Test*, *stopwatch*, papan pengukur fleksibilitas, dan alat bantu dokumentasi evaluasi klinis.

Intervensi diberikan setelah sampel menyetujui lembar persetujuan Tindakan (informed consent). Adapun intervensi yang diberikan selama 4 minggu oleh fisioterapis klinis bersama pelatih, meliputi kombinasi elektroterapi (*ultrasound, infrared*) dan latihan aktif seperti *stretching, calf raise, eccentric exercise, balance training*, dan *wall squat*. Setiap intervensi diberikan 2 kali seminggu dengan intensitas dan repetisi yang disesuaikan berdasarkan progres evaluasi mingguan.

Evaluasi dilakukan pada minggu ke-1 hingga ke-4 dengan mencatat perkembangan nyeri, kekuatan otot, fleksibilitas, dan kecepatan renang. Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan data pre dan post terapi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada hampir seluruh komponen yang diukur setelah dilakukan intervensi selama 4 minggu.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Pre dan Post Intervensi

No	Paremeter	Pre Intervensi	Post Intervensi	Keterangan
1	Nyeri tekan (VAS)	6	3	Nyeri berkurang
2	Nyeri diam (VAS)	3	0	Tidak ada keluhan
3	Nyeri gerak (VAS)	8	3	Nyeri berkurang
4	LGS <i>ankle</i> dextra	S:15°–0°–30°	S:20°–0°–35°	Meningkat
5	Kekuatan Otot (<i>plantarfleksi</i>)	3	5	Meningkat
6	Fleksibilitas (<i>Sit and Reach</i>)	19 cm	25 cm	Meningkat
7	Kecepatan renang 50 m	30 detik	25 detik	Meningkat

Hasil yang terdapat pada (Tabel 1.) menunjukkan bahwa adanya progres yang signifikan pada pasien setelah diberikan intervensi 8 kali selama 1 bulan baik dari penurunan rasa nyeri, peningkatan rentang gerak sendi *ankle*, peningkatan kekuatan otot dan fleksibilitas otot serta kecepatan berenang.

Saat pengukuran nyeri menggunakan visual analog scale (VAS) menunjukan nyeri tekan yang awalnya mendapatkan nilai 6/10 turun menjadi 3/10 pada grup otot *calf* (*m. gastrocnemius* dan *m. soleus*). Pada penilaian nyeri diam didapatkan hasil 3/10 turun menjadi 0/10. Pada pemeriksaan nyeri gerak yang dilakukan dengan melibatkan grup otot *calf* sebelumnya atlet merasakan adanya rasa nyeri yang sangat mengganggu saat melakukan gerakan *plantar fleksi* yaitu sebesar 8/10 turun menjadi 3/10 dimana pada saat berenang gerakan ini sangat menunjang atlet dalam memberikan gaya dorong. Intervensi yang diberikan adalah *infrared* dan *ultrasound* untuk meningkatkan sirkulasi darah, mengurangi *spasme* otot, serta mempercepat proses penyembuhan jaringan lunak melalui efek termal dan mekanik. *Infrared* bekerja dengan memanaskan jaringan secara dangkal sehingga terjadi vasodilatasi, sedangkan *ultrasound* memberikan efek pemanasan pada jaringan yang lebih dalam, merangsang metabolisme sel, dan memperbaiki elastisitas serat otot. Kombinasi kedua modalitas ini menurunkan iritasi pada reseptor nyeri, mengurangi tegangan otot pada otot *gastrocnemius* dan otot *soleus*, sehingga memungkinkan atlet melakukan latihan aktif tanpa hambatan nyeri yang signifikan.

Penurunan nyeri menunjukkan bahwa intervensi elektroterapi seperti *ultrasound* dan *infrared efektif* dalam mengurangi inflamasi lokal dan *spasme* otot *gastrocnemius* sebagaimana di dukung studi oleh (Tsagkaris et al., 2022). Dengan meningkatkan perfusi lokal serta merangsang metabolisme jaringan, hal ini menurunkan akumulasi mediator inflamasi yang menyebabkan nyeri (Adebayo, n.d.). Getaran mikro dari *ultrasound* membantu pembentukan kembali serat kolagen yang rusak akibat cedera dan meningkatkan *fibroblast activity* yang mempercepat pemulihan struktur otot dan jaringan sebagaimana didukung oleh studi (Tsagkaris et al., 2022).

Pada pengukuran lingkup gerak sendi (LGS) menggunakan goniometer dilakukan pada regio *ankle* dekstra didapatkan S: 15°–0°–30° menjadi S: 20°–0°–35° telah terjadi peningkatan sebesar 5° pada gerakan *dorsofleksi* dan *plantarfleksi ankle dextra* setelah diberikan intervensi berupa *stretching* yang ditujukan untuk meningkatkan elastisitas otot, tendon, dan jaringan ikat di sekitar *ankle*. *Stretching* membantu memanjangkan serabut otot serta mengurangi kekakuan jaringan yang dapat membatasi gerak sendi. Hal ini menunjukan bahwa adanya kolerasi dengan penelitian yang dilakukan oleh (Fukaya et al., 2020) menunjukkan bahwa *stretching statis* secara signifikan meningkatkan fleksibilitas otot *gastrocnemius*, terutama dengan meningkatkan *range of motion dorsifleksi ankle* dan mengurangi kekakuan otot. Adaptasi ini bersifat mekanis (peregangan struktur jaringan) dan neurologis (peningkatan toleransi nyeri), sehingga berkontribusi positif terhadap fungsi otot dan pencegahan cedera. Selain itu terdapat peningkatan kekuatan otot pada gerakan *plantar fleksi* yang mana sebelumnya mendapatkan nilai 3/5 (mampu berkontraksi, melawan gravitasi tidak dapat melakukan tahanan) setelah dilakukan intervensi didapatkan hasil nilai 5/5 (Otot berfungsi normal, baik dan mampu melakukan tahanan maksimal).

Peningkatan LGS dan kekuatan otot juga sejalan dengan temuan (Lagas et al., 2021) yang menunjukkan bahwa *eccentric training* dapat memperbaiki fleksibilitas dan kontraksi otot secara progresif. Menurut Beganović, 2011 dalam “*Journal The Influence of Balance and Flexibility on the Performance of Freestyle Swimming*” fleksibilitas relatif dapat dikembangkan dengan baik dengan menerapkan komponen kinesiologi yang berbeda. Peningkatan fleksibilitas pada subjek terlihat dari hasil *Sit and Reach Test* yang meningkat dari 19 cm menjadi 25 cm setelah diberikan program intervensi. Perubahan ini menunjukkan adanya

peningkatan kemampuan otot dan jaringan sekitar tungkai bawah dalam menghasilkan gerakan yang lebih luas dan efisien. Pada renang gaya kupu-kupu, fleksibilitas tungkai bawah, khususnya pada area betis dan pergelangan kaki, berperan penting dalam mendukung amplitudo gerakan saat melakukan tendangan dolphin. Fleksibilitas yang lebih baik memungkinkan sendi bergerak melalui lingkup gerak yang lebih optimal, sehingga gerakan tendangan menjadi lebih lancar, ritmis, dan efisien di dalam air. Kondisi ini dapat membantu meningkatkan efektivitas propulsi serta mengurangi hambatan gerak saat atlet melakukan fase tendangan gaya kupu-kupu.

Selain itu, latihan eksentrik yang diberikan dalam program rehabilitasi juga berperan dalam mendukung pemulihan fungsi otot tungkai bawah. Pelatihan eksentrik memicu stress mekanik yang lebih besar pada jaringan otot dibanding kontraksi konsentris, sehingga memacu remodeling arsitektur otot dan peningkatan kekuatan fungsional, terutama pada kelompok seperti atlet (Beganovic et al., 2020). Dengan demikian, peningkatan fleksibilitas dari 19 cm menjadi 25 cm tidak hanya menunjukkan perbaikan kemampuan gerak, tetapi juga mendukung efisiensi mekanika sendi saat melakukan tendangan gaya kupu-kupu di dalam air.

Latihan seperti *wall squat*, *calf raise*, dan *balance training* tidak hanya memperkuat otot tungkai bawah, tetapi juga meningkatkan kontrol neuromuskular dan stabilitas postural, yang mendukung efisiensi saat melakukan *dolphin kick* dalam renang gaya kupu-kupu (Racutisya et al., 2019). *Calf raise* disebut sebagai tahap rehabilitasi awal isometrik dan beban progresif yang penting untuk memulihkan kapasitas otot serta fungsi tendon dan saraf sensorik. Ahli menyarankan latihan seperti *calf raises* sejak fase awal rehab untuk membangun stabilitas otot *gastrocnemius*, mengontrol *rate of loading*, dan memicu perbaikan neuromuskular tanpa memperburuk jaringan cedera (Green et al., 2022).

Menurut (Hergenroeder et al., 2022) Latihan *wall squat* secara klinis terbukti meningkatkan ketebalan otot-otot *trunk*, seperti otot *transversus abdominis* dan *internal oblique*, yang berkontribusi pada stabilisasi inti. Aktivasi otot yang lebih optimal menghasilkan peningkatan kontrol neuromotorik dan keseimbangan postural secara signifikan. Oleh karena itu, *wall squat* menjadi metode efektif dalam memperbaiki stabilitas postural dan stabilisasi *core*. Kemampuan tubuh untuk mempertahankan keseimbangan saat berada dalam posisi dinamis di air tidak hanya mendukung pengendalian posisi *streamline*, tetapi juga mengoptimalkan transisi gerakan saat renang, yang secara keseluruhan dapat memperbaiki efisiensi dan kecepatan renang serta mencegah cedera akibat ketidakseimbangan tubuh selama latihan maupun kompetisi (Ma et al., 2023).

Pada pengukuran fleksibilitas menggunakan *sit & reach test* pada awal pengukuran mendapatkan hasil 19 cm meningkat menjadi 25 cm. Dengan bertambahnya fleksibilitas maka atlet nantinya akan lebih nyaman saat bergerak *eccentric exercise* dan *calf raise*, karena kedua latihan tersebut tidak hanya meningkatkan kekuatan dan daya tahan otot *gastrocnemius-soleus*, tetapi juga memicu adaptasi jaringan otot dan tendon yang mendukung rentang gerak yang lebih luas.

Penelitian oleh Kuhn dan Legerlotz (2022) menunjukkan bahwa peningkatan fleksibilitas pergelangan kaki secara signifikan meningkatkan kecepatan dan efisiensi tendangan *dolphin* pada fase *underwater undulatory swimming*. Dalam studi ini, para atlet renang melakukan uji coba dengan kondisi fleksibilitas pergelangan kaki normal, dibatasi, dan ditingkatkan, dengan frekuensi tendangan dikendalikan menggunakan metronom. Hasilnya menunjukkan bahwa peningkatan fleksibilitas *plantar fleksi* secara signifikan meningkatkan kecepatan dorong dan efisiensi tendangan dibandingkan kondisi dibatasi, menyiratkan bahwa fleksibilitas pergelangan kaki merupakan faktor krusial dalam menghasilkan propulsi optimal selama fase *underwater* (Kuhn & Legerlotz, 2022). Kecepatan renang mengalami peningkatan pada tes 50 meter, dari waktu awal 30 detik menjadi 25 detik setelah program terapi. Perbaikan waktu sebesar 5 detik ini menunjukkan adanya peningkatan performa renang yang didukung oleh perbaikan ROM, kekuatan otot, dan fleksibilitas, sehingga gerakan *dolphin kick* menjadi lebih kuat, terkontrol, dan efisien.

Penurunan nyeri juga memungkinkan latihan dengan intensitas optimal, mendukung peningkatan kebugaran fisik dan kesiapan atlet kembali berkompetisi dalam kerangka *wellness*. Penelitian oleh (Ihsan et al., 2022) menunjukkan bahwa kekuatan otot tungkai memiliki kontribusi paling dominan terhadap peningkatan kecepatan renang gaya bebas 50meter pada atlet, diikuti oleh kekuatan otot lengan dan fleksibilitas. Hasil ini mengindikasikan bahwa peningkatan kekuatan eksplosif pada otot tungkai berperan penting dalam fase *start* dan dorongan kaki (*kick propulsion*), yang berdampak langsung pada peningkatan performa kecepatan. Selain itu, fleksibilitas tubuh bagian bawah juga berkontribusi terhadap efisiensi gerakan di air, meskipun pengaruhnya tidak sebesar kekuatan otot.

Secara keseluruhan, hasil ini memperkuat pemahaman bahwa program fisioterapi yang terstruktur dapat menjadi pendekatan efektif untuk mengembalikan kemampuan fungsional dan meningkatkan kecepatan otot tungkai bawah pasca cedera ringan pada atlet renang dewasa.

SIMPULAN

Program rehabilitasi fisioterapi yang terdiri dari kombinasi elektroterapi, terapi latihan, dan latihan keseimbangan terbukti efektif dalam meningkatkan kecepatan otot tungkai bawah pada atlet renang gaya kupu-kupu usia 20 tahun pasca cedera ringan.

Peningkatan signifikan pada nyeri, ROM, kekuatan otot, fleksibilitas, serta kecepatan renang mencerminkan keberhasilan intervensi dalam mengembalikan kebugaran fisik secara menyeluruh, bukan hanya pemulihan struktural. Pendekatan yang dilakukan tidak hanya mempercepat pemulihan fungsional, tetapi juga mencakup aspek *wellness*, yaitu kesiapan atlet untuk kembali ke pelatihan secara bertahap, aman, dan berkelanjutan, baik secara fisik maupun psikologis. Oleh karena itu, program fisioterapi yang terstruktur dan berbasis evaluasi fungsional dapat menjadi strategi rehabilitasi yang efektif untuk mendukung kebugaran dan performa atlet dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Profesi Fisioterapi Ibu Luh Putu Ayu Vitalistyawati, S.Ft., M.Fis, Ftr. atas bimbingan, dukungan, dan arahnya selama pelaksanaan intervensi dan penyusunan artikel ini. Terima kasih juga kepada pasien yang telah bersedia menjadi responden dalam penelitian ini dan kepada institusi serta seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR RUJUKAN

- Adebayo, O. (n.d.). *American Journal Of Social Sciences And Humanity Research TRADITIONS AND STATUTES : NAVIGATING THE COMPLEXITIES OF American Journal Of Social Sciences And Humanity Research*. 04(08), 1–12.
- Beganovic, E., Joksimovic, M., Musovic, A., & Niksic, E. (2020). The Influence of Balance and Flexibility on the Performance of Freestyle Swimming. *Journal of Physical Education and Sports Studies*, 12(2), 59–64. <https://doi.org/10.30655/besad.2020.27>
- Fone, L., & van den Tillaar, R. (2022). Effect of Different Types of Strength Training on Swimming Performance in Competitive Swimmers: A Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00410-5>
- Fukaya, T., Kiyono, R., Sato, S., Yahata, K., Yasaka, K., Onuma, R., & Nakamura, M. (2020). Effects of Static Stretching With High-Intensity and Short-Duration or Low-Intensity and Long-Duration on Range of Motion and Muscle Stiffness. *Frontiers in Physiology*, 11(November). <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.601912>
- Green, B., McClelland, J. A., Semciw, A. I., Schache, A. G., McCall, A., & Pizzari, T. (2022). The Assessment, Management and Prevention of Calf Muscle Strain Injuries: A Qualitative Study of the Practices and Perspectives of 20 Expert Sports Clinicians. *Sports Medicine - Open*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00364-0>
- Hergenroeder, A., Quinn, T. D., Perdomo, S. J., Kline, C. E., & Gibbs, B. B. (2022). Effect of a 6-month sedentary behavior reduction intervention on well-being and workplace health in desk workers with low back pain. *Work*, 71(4), 1145–1155. <https://doi.org/10.3233/WOR-205178>
- Ihsan, F. M., Sugiyanto, S., & Riyadi, S. (2022). The Contribution of Leg Length, Leg Muscle Strength, Arm Span and Maximum Oxygen Volume to 100-Meter Crawl Swimming Achievement. *International Journal of English Literature and Social Sciences*, 7(1), 225–230. <https://doi.org/10.22161/ijels.71.30>
- Ikeda, Y., Ichikawa, H., Shimojo, H., Nara, R., Baba, Y., & Shimoyama, Y. (2021). Relationship between dolphin kick movement in humans and velocity during undulatory underwater swimming. *Journal of Sports Sciences*, 39(13), 1497–1503. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1881313>
- Kuhn, J., & Legerlotz, K. (2022). Ankle joint flexibility affects undulatory underwater swimming speed. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.948034>
- Lagas, I. F., Meuffels, D. E., Visser, E., Groot, F. P., Reijman, M., Verhaar, J. A. N., & de Vos, R. J. (2021). Effects of eccentric exercises on improving ankle dorsiflexion in soccer players. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04337-y>
- Liu, Y., Lu, G., Chen, J., & Zhu, Q. (2021). Exploration of internal and external factors of swimmers' performance based on biofluid mechanics and computer simulation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph18126471>
- Ma, Q., Song, Y., Zheng, Q., & Meng, X. (2023). Effects of Postural Balance Training on Stability in Swimmers. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 29, 1–4. [66](https://doi.org/10.1590/1517-</p></div><div data-bbox=)

8692202329012023_0085

- Racutisya, D., Subagio, I., & Wijono, W. (2019). Pelatihan Wall Squat Lebih Meningkatkan Kekuatan Otot Tungkai Dan Kemampuan Dolphin Kick. *Multilateral Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*, 18(2), 102–106. <https://doi.org/10.20527/multilateral.v18i2.7620>
- Tsagkaris, C., Papazoglou, A. S., Eleftheriades, A., Tsakopoulos, S., Alexiou, A., Găman, M. A., & Moysidis, D. V. (2022). Infrared Radiation in the Management of Musculoskeletal Conditions and Chronic Pain: A Systematic Review. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 12(3), 334–343. <https://doi.org/10.3390/ejihpe12030024>
- Veiga, S., Lorenzo, J., Trinidad, A., Pla, R., Fallas-Campos, A., & de la Rubia, A. (2022). Kinematic Analysis of the Underwater Undulatory Swimming Cycle: A Systematic and Synthetic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19). <https://doi.org/10.3390/ijerph191912196>