

Perbedaan pengaruh latihan aktif dengan dosis konstan ke kontinyu dan dosis progresif interval pada kekuatan otot *Quadriceps*

Noldy Griselda Rambu Karaji Toga*, Moh. Ali Imron, Hilmi Zadah Faidullah

Program Studi Sarjana Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Aisyiyah Yogyakarta

*Email: noldyrambu204@gmail.com

Abstrak

Latar Belakang: Gaya hidup sedentari pada pemuda mengakibatkan penurunan kekuatan otot ekstermitas bawah, khususnya otot *quadriceps* yang krusial untuk aktivitas fungsional. Latihan aktif seperti *squat* merupakan metode efektif untuk meningkatkan kekuatan, namun terdapat perbedaan respons terhadap variasi dosis Latihan. Dosis konstan ke kontinyu adalah metode pemberian latihan dengan intensitas, repetisi, dan jumlah set yang tetap sama dari awal hingga akhir program latihan. Sedangkan Dosis Progresif Interval adalah metode latihan dengan peningkatan bertahap pada repetisi, set, durasi, atau intensitas dalam interval waktu tertentu. **Tujuan:** Mengetahui perbedaan pengaruh antara latihan aktif dengan dosis konstan ke kontinyu dan dosis progresif interval terhadap kekuatan otot *quadriceps*. **Metode:** Penelitian kuantitatif dengan desain *Two-group pre-test post-test design*. Sampel berjumlah 30 mahasiswa (usia 15–24 tahun) yang dibagi menjadi dua kelompok (n=15). Kelompok 1 diberikan dosis konstan ke kontinyu (intensitas tetap 50% 1-RM), sedangkan Kelompok 2 diberikan dosis progresif interval (intensitas meningkat 50% hingga 80% 1-RM) selama 15 hari. Instrumen pengukuran menggunakan *midline* dan *vertical jump*. **Hasil:** Kedua kelompok menunjukkan peningkatan kekuatan yang signifikan (p=0,000). Namun, terdapat perbedaan efektivitas yang signifikan antara kedua metode (p=0,010), di mana kelompok progresif interval menunjukkan peningkatan rata-rata yang lebih tinggi (5,32) dibandingkan kelompok konstan (2,53). **Kesimpulan:** Latihan aktif dengan dosis progresif interval lebih efektif dalam meningkatkan kekuatan otot *quadriceps* pada pemuda dibandingkan dosis konstan ke kontinyu.

Kata Kunci Kata Kunci: Latihan Aktif; Dosis Progresif; Dosis Konstan; *Quadriceps*; *Squat*.

Differences in the effects of active training with constant to continuous doses and progressive interval doses on quadriceps muscle strength

Abstract

Background: Sedentary lifestyle in young people results in decreased lower extremity muscle strength, especially the *quadriceps* muscle which is crucial for functional activities. Active exercises such as *squats* are an effective method to increase strength, but there are differences in response to variations in exercise dosage. Constant to continuous dosage is a method of providing training with the same intensity, repetitions, and number of sets from the beginning to the end of the training program. While Progressive Interval Dose is a training method with a gradual increase in repetitions, sets, duration, or intensity within a certain time interval. **Purpose:** To determine the difference in the effect of active training with a constant to continuous dosage and a progressive interval dosage on *quadriceps* muscle strength. **Method:** Quantitative research with a *Two-group pre-test post-test design*. The sample consisted of 30 students (aged 15–24 years) who were divided into two groups (n=15). Group 1 was given a constant to continuous dosage (intensity remains at 50% 1-RM), while Group 2 was given a progressive interval dosage (intensity increases from 50% to 80% 1-RM) for 15 days. The measurement instrument used was *midline* and *vertical jump*. **Results:** Both groups showed significant strength increases (p=0.000). However, there was a significant difference in effectiveness between the two methods (p=0.010), where the progressive interval group showed a higher average increase (5.32) compared to the constant group (2.53). **Conclusion:** Active training with a progressive interval dose is more effective in increasing *quadriceps* muscle strength in young men compared to a constant to continuous dose.

Keywords: Active Exercise; Progressive Dose; Constant Dose; *Quadriceps*; *Squat*.

1. Pendahuluan

Aktivitas fisik dan latihan merupakan komponen krusial dalam memelihara serta meningkatkan fungsi sistem muskuloskeletal manusia. Salah satu kelompok otot yang berperan penting dalam

mendukung aktivitas fungsional sehari-hari, seperti berjalan, berdiri, serta naik dan turun tangga, adalah otot *quadriceps femoris*. Kekuatan pada otot *quadriceps* sangat menentukan kemampuan jaringan otot tersebut untuk melakukan kontraksi dan relaksasi secara optimal sehingga tubuh mampu bergerak dengan lebih efisien dan terhindar dari risiko cedera. Namun, saat ini dunia menghadapi tantangan besar berupa tingginya perilaku sedentari (kurang gerak) di kalangan generasi muda.

Data dari *World Health Organization* (WHO, 2023) melaporkan bahwa sekitar 81% remaja dan pemuda secara global tidak memenuhi rekomendasi minimal aktivitas fisik harian, yang berdampak langsung pada penurunan kebugaran dan fungsi otot. Di tingkat lokal, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan proporsi penduduk yang kurang aktif mencapai 72,5%, sementara di Kabupaten Sleman mencapai 32,2%. Kondisi ini diperparah oleh kemajuan teknologi yang membuat pemuda lebih banyak menghabiskan waktu di depan gawai, sehingga memicu risiko penurunan elastisitas dan kekuatan otot ekstremitas bawah pada usia produktif.

Usia pemuda (15–24 tahun) merupakan fase pertumbuhan paling krusial untuk membangun fondasi kekuatan otot, mengingat puncak kekuatan otot manusia secara fisiologis terjadi pada rentang usia 20–30 tahun. Sebuah studi pendahuluan di Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta mengungkapkan temuan yang mengkhawatirkan, di mana 7 dari 10 mahasiswa yang aktif justru memiliki risiko mengalami penurunan kekuatan otot sebesar 70%. Meskipun latihan aktif dikenal efektif, penelitian yang secara khusus membandingkan pengaruh variasi dosis latihan (konstan vs progresif) terhadap kekuatan dan elastisitas otot pada pemuda masih sangat terbatas, karena sebagian besar literatur sebelumnya lebih berfokus pada populasi lansia.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara latihan aktif dengan dosis konstan ke kontinyu dan dosis progresif interval terhadap peningkatan kekuatan otot *quadriceps*. Rencana pemecahan masalah dilakukan melalui pemberian intervensi latihan *squat* selama 15 hari, yang merupakan gerakan fungsional multi-sendi yang efektif untuk menargetkan otot *quadriceps femoris*, *gluteus maximus*, dan *hamstring*. Fisioterapi berperan penting dalam menentukan strategi pengaturan dosis latihan yang paling efektif, aman, dan ilmiah, baik untuk tujuan rehabilitatif maupun preventif.

Berdasarkan telaah pustaka, peningkatan kekuatan otot terjadi melalui dua mekanisme utama: adaptasi neuromuskular dan hipertrofi otot. Secara fisiologis, kontraksi otot selama latihan memicu pelepasan berbagai hormon otot atau *myokine*, seperti IGF-1, IL-6, dan Irisin, yang merangsang sintesis protein melalui jalur molekuler PI3K/Akt/mTOR. Latihan dengan dosis konstan ke kontinyu memberikan stimulus yang stabil namun berisiko memicu fase *plateau* (stagnasi). Sebaliknya, dosis progresif interval menerapkan prinsip *progressive overload*, di mana beban ditingkatkan secara bertahap untuk memaksa otot terus beradaptasi dan memicu respons hormonal yang lebih maksimal.

2. Metode

Metode penelitian ini menggunakan desain eksperimen *Two-group pre-test post-test design*. Populasi sasaran dalam penelitian ini adalah mahasiswa pemuda Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta usia 15–24 tahun. Sampel penelitian berjumlah 30 orang yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria inklusi tertentu, seperti tidak memiliki riwayat cedera lutut, tidak memiliki gangguan muskuloskeletal pada ekstremitas bawah, dan dalam kondisi sehat secara umum. Subjek penelitian kemudian dibagi secara seimbang ke dalam dua kelompok intervensi, masing-masing terdiri dari 15 orang.

Intervensi yang diberikan kepada kedua kelompok adalah latihan *squat* selama 15 hari dengan variasi dosis yang berbeda. Kelompok 1 menjalani latihan dengan dosis konstan ke kontinyu, di mana intensitas latihan dipertahankan stabil pada 50% dari *one repetition maximum* (1-RM) dengan volume 3 set dan 10 repetisi per sesi setiap harinya. Sementara itu, Kelompok 2 diberikan dosis progresif interval yang menerapkan prinsip *progressive overload*. Pada kelompok ini, intensitas beban ditingkatkan secara bertahap dari intensitas ringan (50% 1-RM) hingga mencapai beban menengah-tinggi (75–80% 1-RM) pada fase akhir, dengan volume repetisi yang juga meningkat secara periodik dari 30 hingga 90 repetisi per sesi.

Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran langsung terhadap variabel kekuatan otot sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) intervensi. Peneliti menggunakan dua instrumen utama, yaitu midline untuk mengukur lingkaran paha pada titik tengah (*mid-thigh*) sebagai indikator hipertrofi otot, serta tes *vertical jump* untuk menilai daya ledak dan kekuatan eksplosif otot tungkai. Prosedur pengukuran dilakukan secara terstandar dengan mengambil nilai rata-rata dari tiga kali percobaan dan mencatatnya dalam formulir *Case Report Form* (CRF) guna memastikan akurasi dan validitas data.

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan pengolahan, mulai dari penyuntingan (*editing*), pengkodean (*coding*), hingga tabulasi (*tabulating*). Sebelum dilakukan uji hipotesis, data diuji normalitasnya menggunakan Shapiro-Wilk karena jumlah sampel kurang dari 50 responden, serta diuji homogenitasnya menggunakan *Levene's test*. Uji statistik yang digunakan untuk melihat pengaruh di dalam masing-masing kelompok adalah *Paired Sample T-Test*, sedangkan untuk mengetahui perbedaan efektivitas antara kedua metode dosis latihan tersebut digunakan uji *Independent Sample T-Test*.

Penelitian ini berkontribusi dalam memberikan pemahaman kepada masyarakat, khususnya kelompok pemuda, mengenai pentingnya melakukan latihan aktif secara teratur untuk menjaga kekuatan otot. Hal ini bertujuan untuk melawan pola hidup sedentari (kurang gerak) yang saat ini dialami oleh sekitar 81% remaja secara global, sehingga dapat meningkatkan kebugaran fisik mereka secara keseluruhan. Selanjutnya dapat memberikan dasar ilmiah tentang latihan *squat*, masyarakat dapat menggunakan informasi ini sebagai langkah pencegahan terhadap penurunan fungsi otot dan risiko cedera di masa depan. Hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi Puskesmas dalam mengembangkan program latihan fisik dan promosi kesehatan bagi warga. Selain itu, Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman dapat menggunakan data ini sebagai dasar perencanaan program kesehatan yang berfokus pada peningkatan aktivitas fisik dan pencegahan gangguan otot pada usia produktif.

Rencana publikasi dan diseminasi hasil penelitian ini diarahkan untuk memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu fisioterapi dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang mengkaji topik serupa. Dalam proses pelaksanaannya, peneliti membangun kerjasama dengan mitra secara sistematis, yang diawali dengan pengajuan izin resmi kepada pihak Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta sebagai lokasi penelitian. Kerjasama dengan subjek penelitian (mahasiswa) dilakukan secara etis melalui pemberian lembar persetujuan (*informed consent*) guna menjamin partisipasi sukarela dan menjaga kerahasiaan data responden. Secara jangka panjang, hasil publikasi ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh Puskesmas serta Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman sebagai acuan dalam perencanaan program promosi kesehatan masyarakat dan pencegahan gangguan muskuloskeletal pada kelompok usia muda.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik

Karakteristik responden dalam penelitian ini meliputi usia, jenis kelamin, berat badan. Deskripsi responden disajikan dalam tabel dibawah:

Tabel 1. Distribusi berdasarkan Usia, Jenis Kelamin dan Berat Badan

No	karakteristik	frekuensi	Persentase
1.	Usia:		
	a. 19	1	3.3
	a. 20	4	13.3
	b. 21	16	53.3
	c. 22	6	20.0
	d. 23	3	10.0
2.	Jenis Kelamin:		
	a. Laki-laki	9	30.0
	b. Perempuan	21	70.0
3.	Berat badan:		

a. 45	2	6.7
b. 46-49	7	23.3
c. 50-59	11	36.7
d. ≥ 60	10	33.3

Usia rata-rata responden dalam penelitian ini adalah 19-23 tahun. Sebagian besar responden berusia 21 tahun, yaitu sebanyak 16 orang (53,3%) . Responden berusia 22 tahun berjumlah 6 orang (20,0%), sedangkan responden berusia 20 tahun sebanyak 4 orang (13,3%). Selanjutnya, responden berusia 23 tahun berjumlah 3 orang (10,0%), dan responden dengan usia 19 tahun merupakan kelompok paling sedikit, yaitu 1 orang (3,3%). Dengan demikian, mayoritas responden dalam penelitian ini berada pada usia 21 tahun.

Distribusi responden menurut jenis kelamin menunjukkan bahwa sebagian besar responden berjenis kelamin perempuan, yaitu sebanyak 21 orang (70,0%), sedangkan responden berjenis kelamin laki-laki berjumlah 9 orang (30,0%). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa responden dalam penelitian ini didominasi oleh perempuan.

Distribusi responden menurut berat badan menunjukkan bahwa mayoritas responden dalam penelitian ini memiliki berat badan dalam rentang 50-59 kg, yaitu sebanyak 11 orang (36,7%). Dan Responden dengan berat badan 45 kg merupakan kelompok yang paling sedikit, yaitu hanya 2 orang (6,7%).

3.2. Uji Homogenitas

Data untuk penelitian ini digunakan dengan memasukkan hasil pengukuran kekuatan pre-test dan pos-test untuk kedua kelompok perlakuan. Hasil uji homogenitas ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 2 Uji Homogenitas

Variabel	Kelompok	Mean \pm SD	Sig, (p-value)
Midline Pre	1	51,07 \pm 4,131	0,380
	2	49,87 \pm 5,111	
Midline Post	1	53,20 \pm 4,507	0,718
	2	52,67 \pm 4,952	
VJ Pre	1	28,87 \pm 6,255	0,131
	2	28,33 \pm 4,761	
VJ Post	1	31,40 \pm 5,998	0,809
	2	33,53 \pm 6,368	

Menurut table 2 diatas, diatas menunjukkan hasil uji homogenitas dengan *levene's test*. dari nilai kelompok perlakuan *kelompok 1* dan kelompok perlakuan *kelompok 2* tersebut lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa varians antara kelompok 1 dan kelompok 2 bersifat homogen.

3.3. Pengaruh Dosis Konstan ke Kontinyu

Tabel 3 Pengaruh Dosis Konstan Ke Kontinyu

Sample	N	Mean \pm SD	P
Kelompok 1	15	2,467 \pm 1.252	0.000

Hasil dari perhitungan *paired sample t-test* pada tabel di atas menunjukkan nilai $p=0.000$ ($p<0.05$). yang artinya H_0 ditolak, sehingga ada pengaruh pemberian latihan aktif dengan dosis konstan ke kontinyu pada kekuatan otot *quadriceps*.

Berdasarkan hasil penelitian, latihan aktif dengan dosis konstan ke kontinyu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kekuatan otot *quadriceps*. Hal ini disebabkan oleh adaptasi neuromuskular, yaitu peningkatan rekrutmen unit motorik dan sinkronisasi saraf ke otot. Hal ini sejalan dengan teori bahwa pada tahap awal latihan, sistem saraf pusat belajar untuk merespons stimulus dengan lebih efisien sebelum terjadi perubahan struktural yang masif pada otot. Pada kelompok usia 15–24 tahun, kemampuan adaptasi ini berada pada kondisi puncak, sehingga stimulus stabil sekalipun tetap mampu memicu respons.

3.4. Pengaruh Dosis Progresif Interval

Tabel 4 Pengaruh Dosis Progresif Interval

Sample	N	Mean±SD	P
Kelompok 2	15	3,867±2,837	0.000

Hasil dari perhitungan *paired simple t test* pada tabel diatas menunjukkan nilai $p=0.000$ ($p<0.05$) yang berarti H_0 ditolak, sehingga ada pengaruh pemberian latihan aktif dengan dosis progresif interval pada kekuatan otot *quadriceps*.

Keunggulan utama dosis progresif interval terletak pada penerapan prinsip *progressive overload*, yaitu pemberian tantangan mekanik yang meningkat secara bertahap. Otot manusia akan terus berkembang hanya jika beban latihan ditingkatkan secara berkala. Pada kelompok progresif, beban ditingkatkan dari intensitas ringan (50% 1-RM) hingga mencapai beban menengah-tinggi (75–80% 1-RM) pada fase akhir. Hal ini mencegah terjadinya fenomena *plateau* atau stagnasi adaptasi yang dialami kelompok konstan. Peningkatan beban ini memaksa sistem saraf untuk merekrut unit motorik secara lebih efisien dan mengaktifkan serat otot tipe II yang bertanggung jawab atas daya ledak (*power*) dan kekuatan maksimal. Hal ini tercermin dari lonjakan nilai *Vertical Jump* yang signifikan pada kelompok ini.

3.5. Perbedaan Pengaruh Latihan Aktif Dengan Dosis Konstan ke Kontinyu Dan Dosis Progresif Interval

Tabel 5 Perbedaan Pengaruh Latihan Aktif Dengan Dosis Konstan ke Kontinyu dan Dosis Progresif Interval

Kelompok perlakuan	N	Mean±SD	P
Konstan ke kontinyu	15	2,533±1,407	0.010
Progresif Interval	15	5,3200±3,299	0.010

Berdasarkan hasil uji *Independet Sample T-Test* menunjukkan adanya perbedaan efektivitas yang signifikan antara kedua kelompok ($p = 0,010$), di mana metode latihan aktif dengan dosis Progresif Interval terbukti jauh lebih unggul dengan rata-rata peningkatan sebesar 5,32 dibandingkan dengan dosis Konstan ke Kontinyu yang hanya sebesar 2,53. Keunggulan Kelompok 2 ini terlihat jelas pada sumber data, di mana responden pada kelompok progresif interval menunjukkan lonjakan nilai selisih yang lebih tinggi hingga mencapai angka 12, sementara peningkatan pada Kelompok konstan ke kontinyu cenderung lebih kecil dan terbatas pada rentang 1 hingga 4.

Perbedaan pengaruh ini dapat dijelaskan dari fase awal latihan (durasi 15 hari), peningkatan kekuatan pada kelompok ini lebih banyak disebabkan oleh adaptasi neuromuskular, yaitu peningkatan rekrutmen unit motorik dan sinkronisasi saraf ke otot. Hal ini sesuai dengan teori bahwa usia muda (15–24 tahun) memudahkan sistem saraf pusat untuk merespons stimulus latihan dengan cepat. Kelemahan utama dosis konstan adalah otot cenderung cepat beradaptasi dengan beban yang sama (50% 1-RM), sehingga potensi peningkatan maksimal tidak terpicu sepenuhnya,.

Kondisi ini menyebabkan terjadinya stagnasi atau *plateau*, di mana jalur sinyal anabolik seperti PI3K/Akt/mTOR hanya teraktivasi pada tingkat moderat karena rendahnya peningkatan hormon pendukung seperti FGF-21 dan IL-6. Dibandingkan dengan kelompok Progresif Interval yang penerapan peningkatan beban secara bertahap (dari 50% hingga 80% 1-RM). Dengan tantangan yang meningkat, otot dipaksa untuk terus beradaptasi dan mencegah stagnasi. Hal ini secara efektif mengaktifkan serat otot tipe II yang bertanggung jawab atas kekuatan maksimal dan daya ledak (*power*).

Latihan squat sebagai instrumen latihan dalam penelitian ini sangat efektif karena melibatkan kerja eksentrik dan konsentrik yang berkesinambungan. Menurut Straub dan Powers (2024), squat adalah latihan multi-sendi terbaik untuk menargetkan kekuatan *quadriceps*. Namun, hasil penelitian ini menegaskan bahwa untuk mencapai hasil maksimal pada pemuda, metode progresif interval jauh lebih disarankan karena mampu meningkatkan ambang batas kelelahan otot dan memicu pertumbuhan serabut otot baru melalui stimulasi hormonal yang lebih kuat daripada latihan dengan intensitas tetap

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Terdapat perbedaan pengaruh pemberian latihan aktif dengan dosis konstan ke kontinyu dan dosis progresif innterval terhadap peningkatan kekuatan otot *Quadriceps*. Dosis konstan memberikan peningkatan yang stabil namun terbatas (rentang 1–4 poin), sedangkan dosis progresif mampu menciptakan lonjakan performa yang drastis pada individu (hingga 12 poin).

Berdasarkan kesimpulan penelitian diatas, diharapkan dapat mengembangkan penelitian tentang perbedaan pengaruh latihan aktif dengan dosis konstan ke kontinyu dan dosis progresif pada kekuatan otot *quadriceps*.

5. Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus dan sebesar - besarnya kepada semua pihak terkait, terutama kepada Dosen Pembimbing dan Penguji saya yang telah berkontribusi terhadap keberhasilan penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ali Imron, M., Putu Gede Adiatmika, I., & Made Jawi, I. (2025a). *Isotonic and Isometric Muscle Contraction Exercises to Reduce Interleukin-6 and Enzyme Cox-2 in Post-Exercise Muscle Injury* (Vol. 54, Issue 2).
- Angullo-Gómez, P., Jiménez-Luna, C., Perazzoli, G., Prados, J., Ortiz, R., & Cabeza, L. (2024). Quadriceps femoris muscle: anatomical variations, population frequencies and clinical implications. In *Folia Morphologica (Poland)* (Vol. 83, Issue 3, pp. 541–552). Via Medica. <https://doi.org/10.5603/fm.97238>
- Asano, Y., Yoshida, T., Tsunoda, K., Yokoyama, K., Watanabe, Y., Yoshinaka, Y., Okura, T., Kimura, M., & Yamada, Y. (2025). Sex- and age-related declines in muscle mass, strength, physical performance, and muscle quality among community-dwelling older adults: A cross-sectional study. *Experimental Gerontology*, 210. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2025.112862>
- Aslam, S., Habyarimana, J. D. D., & Bin, S. Y. (2025). Neuromuscular adaptations to resistance training in elite versus recreational athletes. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 16). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1598149>
- Balsalobre-Fernández, C., & Varela-Olalla, D. (2024). The Validity and Reliability of the My Jump Lab App for the Measurement of Vertical Jump Performance Using Artificial Intelligence. *Sensors*, 24(24). <https://doi.org/10.3390/s24247897>
- Bernárdez-Vázquez, R., Raya-González, J., Castillo, D., & Beato, M. (2022). Resistance Training Variables for Optimization of Muscle Hypertrophy: An Umbrella Review. In *Frontiers in Sports and Active Living* (Vol. 4). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.949021>

- Borde, R., Hortobágyi, T., & Granacher, U. (2015). Dose–Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Sports Medicine* (Vol. 45, Issue 12, pp. 1693–1720). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0385-9>
- Cavalcante, J. G. T., Marqueti, R. de C., Geremia, J. M., Sousa Neto, I. V. de, Baroni, B. M., Silbernagel, K. G., Bottaro, M., Babault, N., & Durigan, J. L. Q. (2021). The Effect of Quadriceps Muscle Length on Maximum Neuromuscular Electrical Stimulation Evoked Contraction, Muscle Architecture, and Tendon-Aponeurosis Stiffness. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.633589>
- Cinarli, F. S., Ulubaba, H. E., Ucar, O., Kilinc, D. C., Ciftci, R., Karayigit, R., Aldhahi, M. I., Al-Mhanna, S. B., & Güllü, M. (2024). Relationship between quadriceps muscle architecture and lower limb strength and physical function in older adults community-dwelling individuals: a cross-sectional study. *Frontiers in Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1398424>
- Krahn, A. N., Monson, J. K., Laprade, R. F., Eggleston, G. G., & Greufe, N. A. (2025). The Clinical Utility of Thigh Circumferential Measurement in Association with Quadriceps Limb Symmetry. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 20(6), 885–891. <https://doi.org/10.26603/001C.138312>
- Ogawa, M., Matsumoto, T., Harada, R., Yoshikawa, R., Ueda, Y., Takamiya, D., & Sakai, Y. (2023). Reliability and Validity of Quadriceps Muscle Thickness Measurements in Ultrasonography: A Comparison with Muscle Mass and Strength. *Progress in Rehabilitation Medicine*, 8(0), n/a. <https://doi.org/10.2490/prm.20230008>
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Van Every, D. W., & Plotkin, D. L. (2021). Loading Recommendations for Muscle Strength, Hypertrophy, and Local Endurance: A Re-Examination of the Repetition Continuum. *Sports*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/sports9020032>
- Straub, R. K., & Powers, C. M. (2024). A Biomechanical Review of the Squat Exercise: Implications for Clinical Practice. In *International Journal of Sports Physical Therapy* (Vol. 19, Issue 4, pp. 490–501). North American Sports Medicine Institute. <https://doi.org/10.26603/001c.94600>
- Takeuchi, K., Sato, S., Kiyono, R., Yahata, K., Murakami, Y., Sanuki, F., Yoshida, R., & Nakamura, M. (2021). High-Intensity Static Stretching in Quadriceps Is Affected More by Its Intensity Than Its Duration. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.709655>
- Yuying, H., Yi, G., Xinzuo, H., Hongwei, M., Xuemei, L., & Kemin, L. (2023). Functional correlation between the elasticity of the quadriceps and its tendons and osteoarthritis of the knee based on shear wave elastography measurements. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 27(31), 4971–4976. <https://doi.org/10.12307/2023.561>