

## IDENTIFIKASI POSSIBLE SARCOPENIA MELALUI TES CALF CIRCUMFERENCE PADA AKTIVITAS FISIK USIA REMAJA

Raden Roro Shinta Arisanti<sup>1</sup>, Natalia Yuwono<sup>2</sup>, Erik Jaya Gunawan<sup>3</sup>,  
Dharma Sultan<sup>4</sup>, Adi Putra Wijaya<sup>5</sup>

Fakultas Kedokteran, Universitas Ciputra, Surabaya  
CitraLand CBD Boulevard, Made, Kec. Sambikerep, Surabaya, Jawa Timur 60219  
Email : [shinta.arisanti@ciputra.ac.id](mailto:shinta.arisanti@ciputra.ac.id),

### ABSTRAK

Aktivitas fisik merupakan aktivitas gerak yang melibatkan fisik melalui unsur anggota gerak berupa otot, otot kecil maupun otot besar. Sarkopenia merupakan penurunan progresif pada massa dan kekuatan otot, yang biasanya terjadi selama penuaan, adalah sindrom yang secara langsung dipengaruhi oleh aktivitas fisik. Tujuan utama dari tinjauan sistematis dan meta-analisis ini adalah untuk identifikasi possible sarcopenia melalui tes calf circumference pada tingkat aktivitas fisik usia remaja. Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif. Sampel yang digunakan adalah siswa dari SMA Surabaya Barat dan mahasiswa dari Fakultas Kedokteran Ciputra, dengan rincian 40 siswa dengan rentang usia antara 14-16 tahun dan 67 mahasiswa dengan rentang usia antara 17-23 tahun. Hasil penelitian yang telah diperoleh didapat dari 67 orang mahasiswa, 14 orang pria dengan presentase 21% dikategorikan normal, sedangkan 8 orang pria dengan persentase 12% dikategorikan possible sarcopenia. Dari 67 orang, 27 orang wanita dengan presentase 40% dikategorikan normal, sedangkan 18 orang wanita dengan persentase 27% dikategorikan possible sarcopenia. Sedangkan dari 40 orang siswa, 20 orang pria dengan presentase 50% dikategorikan normal, sedangkan 9 orang pria dengan persentase 23% dikategorikan possible sarcopenia. Dari 40 orang, 6 orang wanita dengan presentase 15% dikategorikan normal, sedangkan 5 orang wanita dengan persentase 13% dikategorikan possible sarcopenia. Dapat disimpulkan ada potensi incidence-rate (tingkat kejadian) pada usia remaja dan tes calf circumference bisa dijadikan acuan sebagai alat ukur seseorang mengalami potensi sarkopenia. Saran bagi individu yang melakukan aktivitas fisik, berilah aktivitas pembebanan pada kegiatan olahraga. Otot akan berkontraksi dan beradaptasi dengan baik sehingga otot akan lebih kuat dan massa otot akan lebih besar.

**Kata kunci:** aktivitas fisik, calf circumference, identifikasi, remaja, sarcopenia

### ABSTRACT

Physical activity is a movement activity that involves the physical through elements of the limbs in the form of muscles, small muscles or large muscles. Sarcopenia is a progressive decrease in muscle mass and strength, which usually occurs during aging, is a syndrome that is directly influenced by physical activity. Calf circumference is a measurement test to see the circumference of the calf. The main objective of this systematic review and meta-analysis was to identify possible sarcopenia through calf circumference testing at the physical activity level of adolescents. This study is a quantitative study. The samples used were students from West Surabaya High School and students from the Ciputra Faculty of Medicine, with details of 40 students with an age range between 14-16 years and 67 students with an age range between 17-23 years. The results of the study that have been obtained were obtained from 67 students, 14 men with a percentage of 21% were categorized as normal, while 8 men with a percentage of 12% were categorized as possible sarcopenia. Of the 67 people, 27 women with a percentage of 40% were categorized as normal, while 18 women with a percentage of 27% were categorized as possible sarcopenia. While of the 40 students, 20 men with a percentage of 50% were categorized as normal, while 9 men with a percentage of 23% were categorized as possible sarcopenia. Of the 40 people, 6 women with a percentage of 15% were categorized as normal, while 5 women with a percentage of 13% were categorized as possible sarcopenia. It can be concluded that there is a potential incidence rate in adolescence and the calf circumference test can be used as a reference as a measuring tool for someone experiencing the potential for sarcopenia. Advice for individuals who do physical activity, give them loading activities in sports activities. The muscles will contract and adapt well so that the muscles will be stronger and the muscle mass will be greater.

**Keywords:** physical activity, calf circumference, identification, adolescents, sarcopenia

## PENDAHULUAN

Aktivitas fisik merupakan aktivitas gerak yang melibatkan fisik melalui unsur anggota gerak berupa otot, otot kecil maupun otot besar (Distefano and Goodpaster, 2018). Diyakini, aktivitas gerak dapat meningkatkan kondisi kebugaran tubuh seseorang dan kualitas hidup manusia, termasuk menghindari penyakit yang berbahaya. Seiring perkembangan dan banyaknya jenis penyakit tersebut, pentingnya aktivitas fisik tetap teratur yang sangat penting untuk tubuh yang sehat. Secara khusus, aktivitas fisik yang teratur untuk usia dini, remaja, maupun lansia memainkan peran penting dalam menurunkan risiko penyakit jantung koroner, obesitas, diabetes tipe 2, hipertensi, penyakit pembuluh darah perifer, kolesterol tinggi, osteoporosis, osteoarthritis, dan penyakit paru obstruktif kronik (Pagano *et al.*, 2024). Meskipun aktivitas mungkin memiliki dampak tidak langsung pada beberapa aspek kesehatan, namun memiliki dampak langsung pada kualitas dan kuantitas otot.

Sarkopenia merupakan penurunan progresif pada massa dan kekuatan otot, yang biasanya terjadi selama penuaan, adalah sindrom yang secara langsung dipengaruhi oleh aktivitas fisik (von Haehling *et al.*, 2025). Identifikasi seseorang mengalami sarkopenia, dilihat melalui penilaian massa otot yang telah direkomendasikan sebagai metode diagnosis sarkopenia utama. Menurut Evans *et al.* (2024) bahwa indeks massa otot rangka apendikular harus menjadi indikator utama, dan titik batas ditetapkan dua standar deviasi di bawah rata-rata

kelompok usia muda atau remaja. Artinya, identifikasi bisa dilakukan sejak usia muda atau remaja. Usia remaja bisa saja terindikasi mengalami pra-sarkopenia meski aktivitas fisik sudah dilakukan secara teratur dan terukur (Kummer *et al.*, 2023).

Pengukuran langkah awal dalam penentuan indikasi sarkopenia bisa dilihat mulai dari indeks massa tubuh (de Vries *et al.*, 2025). Meskipun pengukuran ini selalu dinyatakan dalam istilah relatif (massa otot dalam kilogram dibagi tinggi badan dalam meter kuadrat, menghasilkan  $\text{kg/m}^2$ ), banyak nama berbeda telah disarankan, misalnya, indeks massa ramping apendikular, indeks massa bebas lemak, indeks massa otot rangka relatif, dan indeks massa otot, dan terkadang massa otot rangka sendiri berfungsi sebagai indikator sarkopenia (Rooks *et al.*, 2020). *Computed tomography* (CT) dan *magnetic resonance imaging* (MRI) adalah standar maksimal untuk mengukur massa otot dalam penelitian. *Dual-energy X-ray absorptiometry* (DXA) adalah metode alternatif yang biasa digunakan untuk penelitian dan penggunaan klinis. Namun, analisis impedansi biolistrik (BIA) telah ditemukan sebagai alternatif yang relevan (Chen *et al.*, 2020).

Pengukuran kekuatan otot dan pengukuran kinerja fisik sebagai metode tambahan untuk mendiagnosis sarkopenia. Penelitian yang dilakukan

oleh Chen *et al.* (2020) sebelumnya telah menunjukkan bahwa ketidakaktifan fisik berkontribusi terhadap perkembangan sarkopenia. Penelitian lain yaitu yang dilakukan Bernabei *et al.* (2022) telah

menunjukkan bahwa aktivitas fisik meningkatkan kekuatan otot dan massa otot pada orang dewasa yang lebih tua. Oleh karena itu, hubungan yang kuat telah muncul antara aktivitas fisik dan prevalensi sarkopenia yang lebih rendah. Secara khusus, latihan ketahanan umumnya dianggap sebagai tindakan pencegahan terbaik untuk mencegah sarkopenia. Namun, penelitian di rentang usia remaja dengan aktivitas fisik yang berbeda-beda belum pernah diteliti.

Meskipun banyak tinjauan dan meta-analisis telah merangkum efek intervensi individual atau gabungan (misalnya, latihan ketahanan dan suplementasi nutrisi) pada sarkopenia, tinjauan sistematis dan meta-analisis tentang efek aktivitas fisik yang didefinisikan sebagai aktivitas umum yang membutuhkan lebih banyak energi daripada laju metabolisme istirahat (misalnya, berolahraga, berjalan, bekerja dan sebagainya) pada sarkopenia belum dipublikasikan (Evans *et al.*, 2024). Oleh karena itu, tujuan utama dari tinjauan sistematis dan meta-analisis ini adalah untuk identifikasi *possible sarcopenia* melalui tes *calf circumference* pada tingkat aktivitas fisik usia remaja.

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif.

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18-23 Oktober 2024 di Universitas Ciputra Surabaya.

### Target/Subjek Penelitian

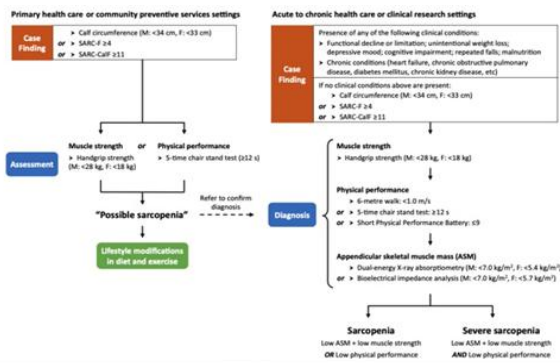
Sampel yang digunakan adalah siswa dari SMA Surabaya Barat dan mahasiswa dari Fakultas Kedokteran Ciputra. Sampel yang digunakan sebanyak 40 siswa dengan rentang usia antara 14-16 tahun dan 67 mahasiswa dengan rentang usia antara 17-23 tahun.

### Prosedur

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan kuesioner dalam bentuk *google form* dan melakukan tes pengukuran sebagai standar pengukuran variabel yang dites.

### Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data kuesioner pada sampel penelitian menggunakan standar IPAQ (*International Physical Activity Questionnaire*). Untuk skrining *Sarcopenia*, kuesioner yang digunakan adalah standar *Sarc-f*. Tes pengukuran fisik yang dilakukan adalah tes *calf circumference* (cc) (lingkar betis) dan tes *handgrip* (menggunakan alat *handgrip dynamometer*). Kriteria  $cc < 34$  pria;  $< 33$  cm untuk wanita atau  $sarc-f > 4$  ditambah  $grip\ strength < 28$  pria atau  $< 18$  wanita.



Gambar 1. Algoritma prosedur penelitian untuk mengetahui *sarkopenia* (Chen *et al.*, 2020)

## Teknik Analisis Data

Hasil data yang diperoleh kemudian dianalisis data menggunakan *SPSS IBM*. Data yang telah didapat kemudian diambil persentasenya, persentase sampel normal dan persentase sampel yang mengalami kemungkinan sarkopenia.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil analisis data mahasiswa

|          | IPAQ    | SAR-  | CC     | Handgrip |
|----------|---------|-------|--------|----------|
|          | Score   | F     |        |          |
|          |         | Score |        |          |
| Jumlah   | 86892   | 104   | 2270.5 | 1586     |
| Mean     | 1297    | 1.6   | 34     | 23.7     |
| Nilai    | 9180    | 9     | 46     | 51       |
| Maksimal |         |       |        |          |
| Nilai    | 0       | 0     | 18     | 13       |
| Minimal  |         |       |        |          |
| SD       | 1706.17 | 1.49  | 4.92   | 8.13     |

Hasil analisis data pada Tabel 1. menjelaskan bahwa rata-rata mahasiswa memiliki; IPAQ-Score sebesar 1297, SAR-F Score sebesar 1.6, tes *calf circumference* sebesar 34 cm dan *handgrip* rata-rata 23.7.

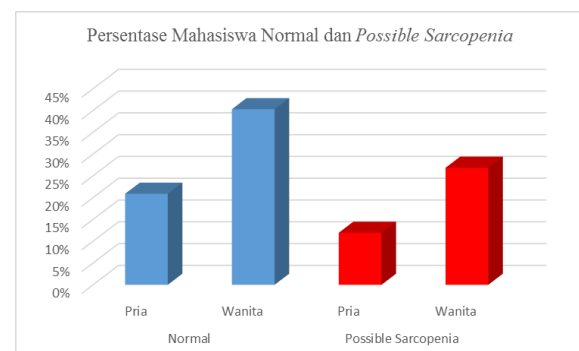
Tabel 2. Hasil analisis data siswa

|          | IPAQ    | SAR-  | CC     | Handgrip |
|----------|---------|-------|--------|----------|
|          | Score   | F     |        |          |
|          |         | Score |        |          |
| Jumlah   | 92889   | 44    | 1405.1 | 1259     |
| Mean     | 2322    | 1.1   | 35.1   | 31.5     |
| Nilai    | 8124    | 3     | 46     | 58       |
| Maksimal |         |       |        |          |
| Nilai    | 0       | 0     | 26     | 12       |
| Minimal  |         |       |        |          |
| SD       | 2669.29 | 0.84  | 4.12   | 11.79    |

Hasil analisis data pada Tabel 2. menjelaskan bahwa rata-rata mahasiswa memiliki; IPAQ-Score sebesar 2322, SAR-F Score sebesar 1.1, tes *calf circumference* sebesar 35.1 cm dan *handgrip* rata-rata 31.5.

Tabel 3. Persentase mahasiswa dengan kategori normal dan *possible sarcopenia*

| Kategori                   | Jenis Kelamin | Frekuensi | Persentase |
|----------------------------|---------------|-----------|------------|
| Normal                     | Pria          | 14        | 21%        |
|                            | Wanita        | 27        | 40%        |
| <i>Possible sarcopenia</i> | Pria          | 8         | 12%        |
|                            | Wanita        | 18        | 27%        |

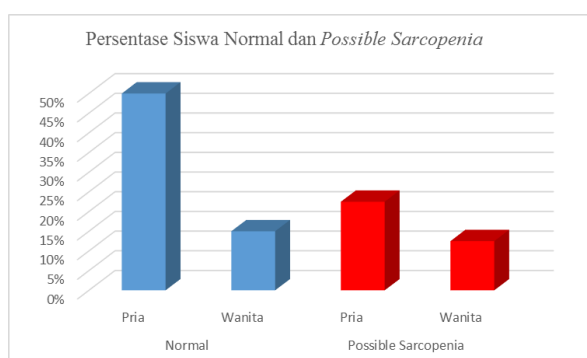


Gambar 2. Diagram persentase mahasiswa normal dan *possible sarcopenia*

Tabel 3 dan Gambar 2 menunjukkan dan menggambarkan persentase pada 67 mahasiswa dengan rentang usia antara 17-23 tahun, terdapat perbedaan antara yang normal dengan yang *possible sarcopenia*. Dari 67 orang, 14 orang pria dengan presentase 21% dikategorikan normal, sedangkan 8 orang pria dengan persentase 12% dikategorikan *possible sarcopenia*. Dari 67 orang, 27 orang wanita dengan presentase 40% dikategorikan normal, sedangkan 18 orang wanita dengan persentase 27% dikategorikan *possible sarcopenia*.

**Tabel 4. Persentase siswa dengan kategori normal dan *possible sarcopenia***

| Kategori                   | Jenis Kelamin | Frekuensi | Persentase |
|----------------------------|---------------|-----------|------------|
| Normal                     | Pria          | 20        | 50%        |
|                            | Wanita        | 6         | 15%        |
| <i>Possible sarcopenia</i> | Pria          | 9         | 23%        |
|                            | Wanita        | 5         | 13%        |



Gambar 3. Diagram persentase siswa normal dan *possible sarcopenia*

Tabel 4 dan Gambar 3 menunjukkan dan menggambarkan persentase pada 40 siswa dengan rentang usia antara 14-16 tahun, terdapat perbedaan antara yang normal dengan yang *possible sarcopenia*. Dari 40 orang, 20 orang pria dengan presentase 50%

dikategorikan normal, sedangkan 9 orang pria dengan persentase 23% dikategorikan *possible sarcopenia*. Dari 40 orang, 6 orang wanita dengan presentase 15% dikategorikan normal, sedangkan 5 orang wanita dengan persentase 13% dikategorikan *possible sarcopenia*. Usia remaja namun beda usia lebih muda juga berdampak pada kriteria *possible sarcopenia*. Namun, ini juga dipengaruhi dengan aktivitas fisik yang dilakukan oleh sampel dan faktor keturunan. Tes *calf circumference* lebih mengutamakan massa otot yang lebih besar, terutama anggota gerak bagian bawah (ekstrimitas inferior) sebagai penopang tubuh.

Ketidakaktifan fisik merupakan faktor sekunder utama yang memengaruhi penurunan massa dan kekuatan otot (Lobo *et al.*, 2024). Ketidakaktifan fisik yang disebabkan oleh istirahat yang tidak terkontrol menyebabkan beberapa adaptasi otot yang menurun, termasuk pengurangan volume dan kekuatan otot, yang lebih parah pada subjek yang usianya lebih tua daripada yang usia yang lebih muda (Dioh *et al.*, 2023). Gangguan ini tidak sepenuhnya pulih pada individu yang usianya lebih tua setelah masa pemulihan 14 hari yang mencakup dukungan nutrisi dan olahraga. Sebaliknya, gaya hidup dengan aktivitas fisik dapat mengurangi sarkopenia dan mencegah penumpukan lemak tubuh serta peradangan. Aktivitas fisik berupa latihan ketahanan (*resistance*) meningkatkan hipertrofi otot dan meningkatkan kekuatan serta kinerja fisik (McLeish *et al.*, 2022). Ini mencakup perbaikan signifikan atau pencegahan penurunan ukuran otot, kekuatan otot, kualitas otot, dan kinerja fisik.

Mekanisme yang mendasari perbaikan fungsi otot yang disebabkan oleh

latihan belum dijelaskan. Latihan ketahanan secara akut meningkatkan sintesis protein otot hingga 72 jam, dan meskipun subjek yang lebih tua memiliki tingkat sintesis protein otot yang lebih rendah dibandingkan dengan individu yang lebih muda, respons proporsional otot terhadap latihan juga serupa (Hämäläinen *et al.*, 2024). Latihan juga dapat mencegah infiltrasi jaringan adiposa intermuskular yang berkaitan dengan usia dan meningkatkan fungsi saraf dan pembuluh darah pada subjek yang lebih tua.

Tingkat peningkatan massa otot dan kekuatan sebagai respons terhadap latihan ketahanan terbukti bervariasi menurut usia subjek. Peningkatan massa dan kekuatan otot setelah latihan ketahanan pada individu yang usianya lebih tua menunjukkan bahwa otot rangka mungkin sebagian mempertahankan kapasitas untuk beradaptasi dengan beban mekanis (Snedden *et al.*, 2021). Peningkatan sifat kontraktile serat otot tunggal juga telah diamati pada individu yang lebih tua setelah latihan aerobik dan latihan ketahanan, tetapi peningkatan ini telah terbukti berkurang pada subjek yang usianya lebih tua (von Haehling *et al.*, 2025).

Meskipun respons otot terhadap latihan secara umum konsisten, tingkat responsnya sangat bervariasi. Peningkatan respon otot terjadi pada semua jenis kelamin, namun peningkatan massa serta kekuatan otot setelah latihan, relatif lebih besar pria daripada wanita (Evans, Hellerstein, *et al.*, 2024). Meskipun mekanisme respon otot yang menurun terhadap latihan fisik pada usia yang lebih tua, kemungkinan ada beberapa faktor yang

berperan, yang memerlukan penyelidikan sistematis yang lebih menyeluruh.

## KESIMPULAN

Dapat disimpulkan ada potensi *incidence-rate* (tingkat kejadian) pada usia remaja dan tes *calf circumference* bisa dijadikan acuan sebagai alat ukur seseorang mengalami potensi sarkopenia. Hasil penelitian yang telah diperoleh didapat Dari 67 orang mahasiswa, 14 orang pria dengan presentase 21% dikategorikan normal, sedangkan 8 orang pria dengan persentase 12% dikategorikan *possible sarcopenia*. Dari 67 orang, 27 orang wanita dengan presentase 40% dikategorikan normal, sedangkan 18 orang wanita dengan persentase 27% dikategorikan *possible sarcopenia*. Sedangkan dari 40 orang siswa, 20 orang pria dengan presentase 50% dikategorikan normal, sedangkan 9 orang pria dengan persentase 23% dikategorikan *possible sarcopenia*. Dari 40 orang, 6 orang wanita dengan presentase 15% dikategorikan normal, sedangkan 5 orang wanita dengan persentase 13% dikategorikan *possible sarcopenia*.

Data yang diperoleh dari peneliti dapat dijadikan acuan bahwa olahraga yang bersifat ketahanan (*resistance*) dan kekuatan dapat meningkatkan massa otot agar mengurangi resiko sarkopenia. Usia muda atau remaja perlu dikontrol kembali untuk gaya hidup lebih sehat dan perbanyak aktivitas fisik dalam bentuk olahraga.

## SARAN

Rekomendasi bagi individu yang akan melakukan aktivitas fisik, berilah aktivitas pembebanan pada kegiatan



olahraga. Otot akan berkontraksi dan beradaptasi dengan baik sehingga otot akan lebih kuat dan massa otot akan lebih besar.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada siswa-siswa di SMA Surabaya wilayah barat dan juga mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Ciputra Surabaya yang telah banyak membantu sebagai sampel penelitian. Peneliti ucapkan terima kasih kepada teman sejawat yang ada di Fakultas Kedokteran Universitas Ciputra Surabaya yang telah banyak membantu dalam pembuatan proposal penelitian hingga pembuatan artikel penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bernabei, R., Landi, F., Calvani, R., Cesari, M., Del Signore, S., Anker, S. D., ... Marzetti, E. (2022). Multicomponent intervention to prevent mobility disability in frail older adults: randomised controlled trial (SPRINTT project). *Bmj*, 377, 1–13. <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-068788>
- Chen, L. K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T. W., Chou, M. Y., Iijima, K., ... Arai, H. (2020). Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*, 21(3), 300–307.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.12.012>
- de Vries, G. M., Asselbergh, B., Monticelli, A., De Jonghe, P., Maudsley, S., Van Den Bergh, P. Y. K., ... Baets, J. (2025). Ageing Signatures and Disturbed Muscle Regeneration in Muscle Proteome of Inclusion Body Myositis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 16(3), 1–13. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13845>
- Dioh, W., Tourette, C., Del Signore, S., Daudigny, L., Dupont, P., Balducci, C., ... Veillet, S. (2023). A Phase 1 study for safety and pharmacokinetics of BIO101 (20-hydroxyecdysone) in healthy young and older adults. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 14(3), 1259–1273. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13195>
- Distefano, G., & Goodpaster, B. H. (2018). Effects of exercise and aging on skeletal muscle. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8(3). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029785>
- Evans, W. J., Guralnik, J., Cawthon, P., Appleby, J., Landi, F., Clarke, L., ... Roubenoff, R. (2024). Sarcopenia: no consensus, no diagnostic criteria, and no approved indication—How did we get here? *GeroScience*, 46(1), 183–190. <https://doi.org/10.1007/s11357-023-01016-9>
- Evans, W. J., Hellerstein, M., Butterfield, R. J., Smith, E., Guglieri, M., Katz, N., ... Shankaran, M. (2024). Reductions in functional muscle mass and ability to ambulate in Duchenne muscular dystrophy from ages 4 to 24 years. *Journal of Physiology*, 19, 4929–4939. <https://doi.org/10.1113/JP287069>
- Hämäläinen, O., Tirkkonen, A., Savikangas, T., Alén, M., Sipilä, S., & Hautala, A. (2024). Low physical activity is a risk factor for sarcopenia: a cross-sectional analysis of two exercise trials on community-dwelling older adults. *BMC Geriatrics*, 24(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12877->

024-04764-1

0

- Kummer, K., Bertram, I., Zechel, S., Hoffmann, D. B., & Schmidt, J. (2023). Inflammasome in Skeletal Muscle: NLRP3 Is an Inflammatory Cell Stress Component in Inclusion Body Myositis. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(13). <https://doi.org/10.3390/ijms241310675>
- Lobo, S. M., Plantefève, G., Nair, G., Joaquim Cavalcante, A., Franzin de Moraes, N., Nunes, E., ... Morelot-Panzini, C. (2024). Efficacy of oral 20-hydroxyecdysone (BIO101), a MAS receptor activator, in adults with severe COVID-19 (COVA): a randomized, placebo-controlled, phase 2/3 trial. *EClinicalMedicine*, 68, 102383. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.102383>
- McLeish, E., Slater, N., Sooda, A., Wilson, A., Coudert, J. D., Lloyd, T. E., & Needham, M. (2022). Inclusion body myositis: The interplay between ageing, muscle degeneration and autoimmunity. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 36(2), 101761. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2022.101761>
- Pagano, A. P., Montenegro, J., Oliveira, C. L. P., Desai, N., Gonzalez, M. C., Cawthon, P. M., ... Prado, C. M. (2024). Estimating Muscle Mass Using D3-Creatine Dilution: A Narrative Review of Clinical Implications and Comparison With Other Methods. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 79(4), 1–9. <https://doi.org/10.1093/gerona/glad28>
- Rooks, D., Petricoul, O., Praestgaard, J., Bartlett, M., Laurent, D., & Roubenoff, R. (2020). Safety and pharmacokinetics of bimagrumab in healthy older and obese adults with body composition changes in the older cohort. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 11(6), 1525–1534. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12639>
- Snedden, A. M., Lilleker, J. B., & Chinoy, H. (2021). In Pursuit of an Effective Treatment: the Past, Present and Future of Clinical Trials in Inclusion Body Myositis. *Current Treatment Options in Rheumatology*, 7(1), 63–81. <https://doi.org/10.1007/s40674-020-00169-4>
- von Haehling, S., Langer, H. T., Heymsfield, S. B., Evans, W. J., & Anker, S. D. (2025). Sarcopenia in Ageing and Chronic Illness: Trial Endpoints and Regulatory Issues. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 16(3). <https://doi.org/10.1002/jcsm.13841>