

Korelasi Lingkar Lengan Atas dan Lingkar Betis sebagai Prediktor Sarkopenia dengan Kadar IGF-1 pada Kelompok Lanjut Usia

Triyana Sari^{1*}, Erik Sidharta², Alexander Halim Santoso³, Yohanes Firmansyah⁴, Edwin Destra⁵, Farell Christian Gunaidi⁶, Angel Sharon Suros⁷, Naufal Rayhan⁸

^{1,2} Bagian Biologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Indonesia

³ Bagian Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Indonesia

⁴ Bagian Ilmu Faal, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Indonesia

^{5,6,7,8} Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Indonesia

Alamat: Jalan Letjen S. Parman No. 1, Tomang, Grogol petamburan, RT.6/RW.16, Tomang, Grogol petamburan, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11440, Indonesia

Korespondensi penulis: triyanas@fk.untar.ac.id

Abstract: Sarcopenia is a common condition among the elderly. Identifying individual risk factors associated with sarcopenia is essential for developing effective prevention strategies. This cross-sectional study aimed to investigate the association between insulin-like growth factor (IGF) levels and the incidence of sarcopenia, as assessed through mid-upper arm circumference and calf circumference, among older adults residing at Panti Werdha Bina Bhakti. Anthropometric measurements were obtained using a standard measuring tape, while IGF levels were measured through venous blood sampling and analyzed in a laboratory setting. Statistical analysis was performed using the Spearman correlation test. The study found that the average age of participants was 74.34 years, with 84.1% being female. The mean mid-upper arm circumference was 23.73 cm, and the mean calf circumference was 28.58 cm. The average IGF level was 14.43. Spearman's rho analysis revealed a significant correlation between mid-upper arm and calf circumferences ($r = 0.550$; $p < 0.001$), as well as between mid-upper arm circumference and IGF levels ($r = 0.237$; $p = 0.032$). However, no significant correlation was observed between calf circumference and IGF levels ($r = 0.176$; $p = 0.114$). In conclusion, mid-upper arm circumference was significantly correlated with both calf circumference and IGF levels, whereas calf circumference showed no significant correlation with IGF in this elderly population.

Keywords: Calf Circumference, Mid-Upper Arm Circumference, Older adults, Sarcopenia

Abstrak: Sarkopenia termasuk salah satu masalah yang umum terjadi pada kelompok lanjut usia. Mengetahui faktor risiko individu yang berdampak terhadap kejadian sarkopenia sangat penting untuk pengembangan strategi pencegahan. Penelitian potong lintang ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara kadar insulin like growth factor (IGF) terhadap kejadian sarkopenia yang diukur dengan lingkar lengan atas dan lingkar betis pada kelompok lanjut usia di Panti Werdha Bina Bhakti. Pengukuran lingkar lengan atas dan lingkar betis dilakukan dengan menggunakan pita pengukur. Pengukuran kadar IGF dilakukan dengan pengambilan darah vena dan diperiksa oleh laboratorium. Analisis statistik menggunakan uji Spearman. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata usia adalah 74.34 tahun dengan 84.1% responden adalah perempuan. Rata-rata lingkar lengan atas adalah 23.73 cm dan rata-rata lingkar betis responden adalah 28.58. Didapatkan rata-rata kadar IGF responden adalah 14.43. Analisa korelasi Spearman-rho menunjukkan korelasi signifikan antara lingkar lengan atas dan lingkar betis (0.550; signifikansi <0.001) maupun lingkar lengan atas dan kadar IGF (0.237; signifikansi 0.032). Sementara itu, tidak ditemukan korelasi signifikan antara lingkar betis dan IGF (0.176; signifikansi 0.114) pada kelompok lanjut usia di Panti Werdha Bina Bhakti. Lingkar lengan atas memiliki korelasi yang signifikan baik dengan lingkar betis maupun dengan IGF, sementara lingkar betis tidak menunjukkan korelasi yang signifikan dengan IGF.

Kata kunci: Lingkar Betis, Lingkar Lengan Atas Tengah, Lansia, Sarkopenia

1. LATAR BELAKANG

Penuaan yang terjadi pada populasi usia lanjut biasanya berhubungan dengan peningkatan masalah kesehatan, penurunan fungsi tubuh, berbagai tingkat kecacatan, dan peningkatan risiko kematian dini. Fenomena ini disebabkan oleh berbagai kondisi, namun seringkali berkaitan dengan penyakit kronis dan degeneratif yang dapat dicegah dan diatasi, yang semakin sering terjadi pada kelompok usia lanjut (Gyasi et al., 2018; Gyasi & Phillips, 2020).

Sarkopenia merupakan suatu sindroma geriatrik yang cukup sering terjadi pada populasi usia lanjut, ditandai dengan penurunan massa otot dan kekuatan otot, yang memengaruhi kinerja fisik dan kualitas hidup seseorang. Sarkopenia didefinisikan sebagai gangguan otot rangka progresif yang terkait dengan kehilangan massa dan fungsi otot yang cepat. Hal ini telah menjadi masalah kesehatan masyarakat yang besar karena prevalensi sarkopenia meningkat dengan cepat di seluruh dunia (Bayraktar et al., 2020; Gupta, 2020; Papadopoulou et al., 2022; Seo et al., 2020; Xu et al., 2022). Selain itu, pasien dengan sarkopenia cenderung menjalani rawat inap yang lebih lama di rumah sakit dibandingkan dengan pasien tanpa sarkopenia, yang berdampak pada biaya kesehatan. Durasi rawat inap yang lebih panjang menyebabkan beban ekonomi yang lebih besar pada sistem kesehatan (Gellhaus et al., 2023; Goates et al., 2019).

Prevalensi sarkopenia di Amerika Serikat dan Eropa meningkat dari 5% hingga 13% pada pasien berusia 60-70 tahun menjadi 11% hingga 50% pada pasien berusia diatas 80 tahun. Dalam sebuah penelitian di India, prevalensi sarkopenia diantara individu ditemukan sebesar 14,2% pada populasi lansia diatas usia 60 tahun dan lebih tinggi pada wanita. Hal ini menyebabkan peningkatan risiko kejadian buruk seperti jatuh, patah tulang, kelemahan, penurunan fungsi, kehilangan kemandirian, penurunan kualitas hidup, risiko meningkatnya rawat inap, dan kematian (Gupta, 2020; S. Hata et al., 2021; He et al., 2021; Liu et al., 2020; Wu et al., 2021). Terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi kekuatan dan massa otot, salah satunya adalah kekurangan atau resistensi terhadap IGF-1 (Brener et al., 2020).

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara IGF dengan sarkopenia yang diukur dengan lingkaran lengan atas dan lingkaran betis pada populasi usia lanjut di Panti Werdha Bina Bhakti.

2. KAJIAN TEORITIS

Sarkopenia merupakan kata Yunani (*sarx* = daging dan *penia* = kehilangan) yang berarti kehilangan massa otot. Sarkopenia dapat bersifat akut (berlangsung <6 bulan) atau kronis (berlangsung selama >6 bulan) tergantung penyebabnya. Biasanya, sarkopenia terkait penuaan bersifat kronis. Pada orang lanjut usia, anoreksia yang disebabkan oleh usia, kesulitan makan karena masalah mulut, atau hilangnya rasa berhubungan dengan malnutrisi. Lebih lanjut, imobilitas atau kebiasaan menetap menyebabkan penurunan sintesis protein dan remodeling unit motorik (Brener et al., 2020; Gupta, 2020; He et al., 2021).

Penuaan disebabkan oleh penurunan fungsi mitokondria di tingkat seluler secara progresif, yang mengakibatkan akumulasi reactive oxygen species (ROS). Selain itu, sarkopenia juga dipengaruhi oleh ketidakseimbangan antara pembentukan dan pemecahan protein, perubahan metabolisme dan hormon tubuh, serta meningkatnya mediator inflamasi dalam darah. (Ascenzi et al., 2019; Ying et al., 2022).

Aterosklerosis juga dapat menyebabkan berkurangnya suplai darah secara relatif, adanya sitokin inflamasi seperti interleukin-1 (IL-1), IL-6, *tumour necrosis factor*-alpha (TNF-alpha) menyebabkan penurunan kekuatan otot. Penumpukan lemak pada otot atau miosteatis bertanggung jawab atas penurunan kekuatan otot serta fungsinya. Perubahan epigenetik dan disfungsi mitokondria juga menyebabkan berkurangnya massa dan kekuatan otot. Perubahan kadar hormonal (testosteron rendah, *insulin-like growth factor*-1 (IGF-1), dan hormon pertumbuhan) pada usia lanjut berhubungan dengan sarkopenia. Kekuatan otot juga menurun karena berkurangnya produksi apelin, suatu peptida endogen yang disebabkan oleh kontraksi otot. Agrin, yang memediasi pengelompokan reseptor asetilkolin yang diperlukan untuk fungsi sambungan neuromuskular, diproteolisis menjadi fragmen agrin terminal-C, dan kadarnya meningkat pada sarkopenia. Angiotensin II menyebabkan disfungsi endotel, iskemia, peradangan, dan disfungsi mitokondria berdampak buruk pada otot rangka (Brener et al., 2020; X. Chen et al., 2021; Gupta, 2020).

Pada populasi remaja, terdapat fase dimana lonjakan hormon pertumbuhan (*Growth hormone/GH*) dan IGF-1 terjadi. Hormon-hormon ini berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan otot. Kadar IGF-1 khususnya mengalami peningkatan, dan mencapai puncaknya pada masa remaja hingga tujuh kali lipat dari kadar saat lahir. Namun, pada usia 20 tahun, kadar IGF-1 sudah mulai menurun, hanya mencapai 40-50% dari puncaknya. Penurunan ini terus berlanjut sepanjang hidup, dengan penurunan lebih lanjut sebesar 50%

pada usia 60 tahun. Penurunan IGF-1 ini sebagian disebabkan oleh perubahan sekresi GH yang terkait dengan usia (Bian et al., 2020).

Beberapa kuesioner telah dikembangkan untuk menilai kualitas hidup pada sarkopenia sebagai skrining awal. Kuesioner tersebut memiliki 22 pertanyaan sederhana yang dapat dijawab dalam 10-15 menit. Ishii dkk mengembangkan model untuk memperkirakan kemungkinan sarkopenia yang mencakup tiga variabel yaitu usia, kekuatan genggam dan lingkaran betis. Beberapa pemeriksaan lain yang dapat dilakukan yaitu pemeriksaan indeks massa tubuh (IMT), lingkaran lengan atas dan ketebalan lipatan kulit. Hilangnya massa otot dapat dipastikan dengan beberapa pemeriksaan penunjang seperti *computed tomography* (CT), *magnetic resonance imaging* (MRI) dan ultrasonografi (USG). Olahraga dan perbaikan gizi selalu menjadi pilihan dalam mengobati sarkopenia. Sejauh ini, belum ada obat khusus yang tersedia untuk pengobatan sarkopenia, meskipun beberapa obat kuno seperti metformin dan steroid anabolik telah dicoba dengan hasil yang bervariasi (Gupta, 2020).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode *cross-sectional* dan dilakukan di Panti Werdha Bina Bhakti. Subjek penelitian adalah individu yang berusia minimal 60 tahun dan tinggal di panti tersebut. Dalam studi awal ini, jumlah sampel minimum yang dibutuhkan adalah 30 responden dengan metode *total sampling*. Penelitian ini hanya melibatkan individu yang berusia di atas 60 tahun dan tinggal di Panti Werdha Bina Bhakti, dengan pengecualian untuk mereka yang menolak menandatangani formulir persetujuan informasi, menderita gangguan mental berat atau psikosis, atau tidak bersedia berpartisipasi penuh dalam penelitian. Proses penelitian meliputi beberapa tahap, dimulai dari pengajuan proposal ke Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Tarumanagara, evaluasi etis penelitian, kerja sama dan sosialisasi dengan panti werdha, pelaksanaan penelitian, hingga pengumpulan dan analisis data.

Variabel pada penelitian ini berupa lingkaran lengan atas, lingkaran betis dan kadar IGF. Pengukuran lingkaran lengan atas dan lingkaran betis dilakukan dengan menggunakan pita pengukur. Hasil pengukuran lingkaran lengan atas dan lingkaran betis dicatat dalam satuan sentimeter (cm). Pengukuran kadar IGF dilakukan dengan pengambilan darah vena dan diperiksa oleh laboratorium. Hasil pengukuran kadar IGF menggunakan satuan nanogram per mililiter (ng/mL). Seluruh proses pengukuran lingkaran lengan atas, lingkaran betis, dan kadar IGF dilakukan sesuai dengan standar operasional pelayanan medis yang baku.

Penelitian ini menggunakan analisis statistik yang mencakup penyajian deskriptif dengan menampilkan proporsi (%) untuk data kualitatif dan distribusi sentral untuk data kuantitatif. Analisis korelasi Spearman diterapkan untuk mengevaluasi hubungan antara variabel numerik. Tingkat signifikansi yang diharapkan dalam penelitian ini adalah 5%, dengan kekuatan penelitian sebesar 80%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengikutsertakan 82 responden yang memenuhi kriteria inklusi. Rata-rata usia responden adalah 74,34 tahun dengan simpangan baku sebesar 8,13 tahun. Usia minimum dan maksimum responden adalah 61 dan 97 tahun, dengan nilai median sebesar 75 tahun. Sebagian besar responden dalam penelitian ini berjenis kelamin perempuan, dengan jumlah 69 orang (84,1%), sementara responden laki-laki berjumlah 13 orang (15,9%). Lingkar lengan atas responden memiliki rata-rata 23,73 cm dengan simpangan baku 5,09 cm, nilai median 24 cm, dan rentang nilai antara 13 cm hingga 44 cm. Sementara itu, lingkar betis responden memiliki rata-rata 28,58 cm dengan simpangan baku 4,61 cm, nilai median 29 cm, dan rentang nilai antara 16 cm hingga 38 cm. Selain itu, kadar IGF pada responden memiliki rata-rata sebesar 14,43 ng/mL dengan simpangan baku 14,25 ng/mL. Nilai median kadar IGF tercatat sebesar 12,11 ng/mL dengan rentang antara 1,19 ng/mL hingga 102,7 ng/mL. Hasil karakteristik dasar responden penelitian terjadi dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Karakteristik Dasar Responden Penelitian

Parameter	Kategori	N (%)	Mean (SD)	Med (Min-Max)
Usia			74.34 (8.13)	75 (61-97)
Jenis Kelamin	Laki-Laki	13 (15.9)		
	Perempuan	69 (84.1)		
Lingkar Lengan Atas			23.73 (5.09)	24 (13-44)
Lingkar Betis			28.58 (4.61)	29 (16-38)
IGF			14.43 (14.25)	12.11 (1.19-102.7)

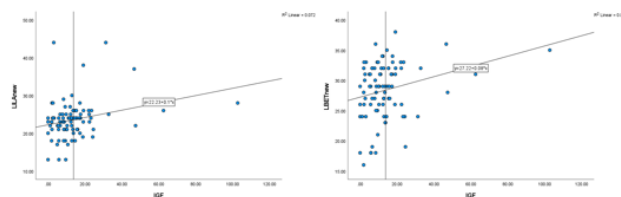
Analisa dengan korelasi Spearman-rho mendapatkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara lingkar lengan atas dan lingkar betis pada kelompok lanjut usia di Panti Werdha Bina Bhakti. Koefisien korelasi antara lingkar lengan atas dan lingkar betis adalah 0.550 dengan nilai signifikansi kurang dari 0.001, menunjukkan korelasi positif yang kuat dan signifikan pada tingkat 0.01. Selain itu, korelasi antara lingkar lengan atas dan IGF juga menunjukkan hasil yang signifikan dengan koefisien korelasi 0.237 dan nilai

signifikansi 0.032, mengindikasikan adanya korelasi positif yang lemah namun signifikan pada tingkat 0.05. Di sisi lain, korelasi antara lingkar betis dan IGF tidak signifikan dengan koefisien korelasi 0.176 dan nilai signifikansi 0.114. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa lingkar lengan atas memiliki korelasi yang signifikan baik dengan lingkar betis maupun dengan IGF, sementara lingkar betis tidak menunjukkan korelasi yang signifikan dengan IGF. (Tabel 2 dan Gambar 1)

Tabel 2. Korelasi Antara Lingkar Lengan Atas, Lingkar Betis, dan IGF pada Kelompok Lanjut Usia di Panti Werdha Bina Bhakti

Parameter			Lingkar Lengan Atas	Lingkar Betis	IGF
Spearman's rho	Lingkar Lengan Atas	<i>Correlation Coefficient</i>	1	.550**	.237*
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	.	<0.001	0.032
		N	82	82	82
	Lingkar Betis	<i>Correlation Coefficient</i>	.550**	1	0.176
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	<0.001	.	0.114
		N	82	82	82
	IGF	<i>Correlation Coefficient</i>	.237*	0.176	1
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.032	0.114	.
		N	82	82	82

**** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).**



Gambar 1. Scatter Plot Korelasi antara Lingkar Lengan Atas, Lingkar Betis, dan IGF

Rata-rata usia responden pada penelitian ini adalah 74.34 tahun. Kadar IGF berkorelasi negatif dengan seiring usia lanjut (nilai $r = -0.21$, $p < 0.01$) (Walowski et al., 2023). Pada populasi lanjut usia, penurunan kadar hormon pertumbuhan termasuk IGF menyebabkan penurunan anabolisme protein, yang pada akhirnya menyebabkan perubahan struktur dan fungsi dari otot skeletal. Sehingga terjadi penurunan massa otot skeletal (L.-K. Chen et al., 2016; Margutti et al., 2017).

Penelitian ini didominasi oleh jenis kelamin perempuan (84,31%). Salah satu studi potong lintang yang dilakukan di China menemukan frekuensi kejadian sarkopenia pada

perempuan berusia 60-69 tahun dan 70-79 tahun lebih tinggi dibandingkan dengan laki-laki. Sementara tidak ada perbedaan yang signifikan pada usia 80-87 tahun. Kedua jenis kelamin mengalami peningkatan seiring bertambahnya usia. Sebuah penelitian yang melibatkan 1.971 usia lanjut yang tinggal di komunitas di Kota Kashiwa, Jepang, menunjukkan bahwa 14,2% pria dan 22,1% wanita menderita sarkopenia. Selain itu, survei lain di Jepang mencatat prevalensi sarkopenia sebesar 21,8% pada pria dan 22,1% pada wanita, dengan angka ini dipengaruhi oleh usia dan jenis kelamin (Bian et al., 2020).

Studi potong lintang lainnya menemukan hubungan antara kadar serum IGF-1 dan *Appendicular Skeletal Muscle Mass Index* (ASMI), pengukuran rata-rata massa jaringan lunak di keempat ekstremitas, pada populasi lanjut usia laki-laki menunjukkan korelasi positif yang signifikan ($p < 0,001$). Namun, hubungan ini tidak ditemukan pada populasi perempuan (Jiang et al., 2022). Sementara itu studi lain yang dilakukan di Taiwan menemukan kadar IGF-1 berkorelasi positif terhadap ASMI terhadap kedua jenis kelamin secara signifikan (L. Y. Chen et al., 2018).

Penelitian ini menunjukkan bahwa lingkaran lengan atas memiliki korelasi positif yang bersifat lemah terhadap kadar IGF. Temuan ini sejalan dengan beberapa penelitian. Li, dkk menemukan korelasi positif antara lingkaran lengan atas dengan IGF-1 (Li et al., 2022). Mohamad, dkk dimana terdapat korelasi positif yang signifikan dengan IGF-1 dan lingkaran lengan atas (nilai $r = 0,196$) (Mohamad & Khater, 2015), serta Shimohata, dkk. dengan nilai $r = 0,207$ ($p = 0,029$) (Shimohata et al., 2019). Pada penelitian ini kami tidak menemukan hubungan yang bermakna antara lingkaran betis dan IGF. Sementara itu penelitian lain menunjukkan korelasi positif (nilai $r = 0,398$) (Li et al., 2022; Mohamad & Khater, 2015).

Ukegbu, dkk. melaporkan temuan korelasi positif yang kuat antara lingkaran betis dengan ASMI (nilai $r = 0,84$, $p < 0,001$) (Ukegbu et al., 2018). Lingkaran betis juga merupakan faktor protektif terhadap penurunan dari *Skeletal Muscle Index* (SMI) (Nasimi et al., 2019). Temuan tersebut dapat menjadi pembandingan dengan penelitian ini dimana terdapat korelasi lemah antara lingkaran lengan atas terhadap lingkaran betis pada kelompok lanjut usia.

Beberapa literatur menemukan korelasi yang signifikan dimana kadar IGF-1 berhubungan dengan kejadian sarkopenia pada populasi lanjut usia. IGF-1 secara independen berhubungan dengan penurunan massa otot skeletal (Bian et al., 2020; R. Hata et al., 2023; Kwak et al., 2018; Morley, 2017). Kadar IGF-1 berkorelasi negatif (nilai $r = -0,604$, $p < 0,001$) terhadap status sarkopenia (Widajanti et al., 2022). Kadar IGF-1 juga

mempengaruhi kekuatan genggam tangan, kecepatan jalan, dan performa fisik (Sun et al., 2017; van Nieuwpoort et al., 2018).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang harus diperhatikan. Penelitian *cross sectional* tidak dapat menentukan hubungan kausalitas. diperlukan desain studi yang dapat mengeksklusi beberapa kemungkinan bias perancu (faktor aktivitas fisik, nutrisi, penyakit komorbid lainnya) (H. Chen et al., 2017; Cruz-Jentoft & Sayer, 2019; Gupta, 2020; Priego et al., 2021). Berdasarkan meta-analisis yang mengkaji 35 studi dari berbagai negara, prevalensi sarkopenia ditemukan lebih tinggi pada populasi non-asia dibandingkan asia pada kedua jenis kelamin (Shafiee et al., 2017). Hal ini dapat menjadi salah satu faktor penting dalam membandingkan hasil penelitian sarkopenia antar studi dan faktor aplikabilitas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Studi ini menunjukkan bahwa diantara populasi lanjut usia, terdapat korelasi positif yang kuat antara lingkaran lengan dan lingkaran betis, dan korelasi positif yang lemah namun signifikan antara lingkaran lengan dan kadar IGF-1. Tidak ada korelasi yang signifikan secara statistik antara lingkaran betis dan kadar IGF-1. Hal ini mengindikasikan bahwa lingkaran lengan mungkin merupakan indikator yang lebih baik untuk status IGF-1 dibandingkan dengan lingkaran betis pada orang lanjut usia.

DAFTAR REFERENSI

- Ascenzi, F., Barberi, L., Dobrowolny, G., Villa Nova Bacurau, A., Nicoletti, C., Rizzuto, E., Rosenthal, N., Scicchitano, B. M., & Musarò, A. (2019). Effects of IGF-1 isoforms on muscle growth and sarcopenia. *Aging Cell*, 18(3), e12954.
- Bayraktar, E., Tosun Tasar, P., Binici, D. N., Karasahin, O., Timur, O., & Sahin, S. (2020). Relationship between sarcopenia and mortality in elderly inpatients. *The Eurasian Journal of Medicine*, 52(1), 298–303. <https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2020.19214>
- Bian, A., Ma, Y., Zhou, X., Guo, Y., Wang, W., Zhang, Y., & Wang, X. (2020). Association between sarcopenia and levels of growth hormone and insulin-like growth factor-1 in the elderly. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21(1), 214. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03236-y>
- Brener, A., Sagi, L., Shtamler, A., Levy, S., Fattal-Valevski, A., & Leventhal, Y. (2020). Insulin-like growth factor-1 status is associated with insulin resistance in young patients with spinal muscular atrophy. *Neuromuscular Disorders*, 30(11), 888–896. <https://doi.org/10.1016/j.nmd.2020.09.025>

- Chen, H., Chung, Y., Chen, Y., Ho, S., & Wu, H. (2017). Effects of different types of exercise on body composition, muscle strength, and IGF-1 in the elderly with sarcopenic obesity. *Journal of the American Geriatrics Society*, 65(4), 827–832.
- Chen, L. Y., Wu, Y.-H., Liu, L.-K., Lee, W.-J., Hwang, A.-C., Peng, L.-N., Lin, M.-H., & Chen, L.-K. (2018). Association among serum insulin-like growth factor-1, frailty, muscle mass, bone mineral density, and physical performance among community-dwelling middle-aged and older adults in Taiwan. *Rejuvenation Research*, 21(3), 270–277. <https://doi.org/10.1089/rej.2016.1882>
- Chen, L.-K., Lee, W.-J., Peng, L.-N., Liu, L.-K., Arai, H., & Akishita, M. (2016). Recent advances in sarcopenia research in Asia: 2016 update from the Asian Working Group for Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(8), 767.e1–767.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.05.016>
- Chen, X., Hou, L., Zhang, Y., & Dong, B. (2021). Analysis of the prevalence of sarcopenia and its risk factors in the elderly in the Chengdu community. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 25(5), 600–605. <https://doi.org/10.1007/s12603-020-1559-1>
- Cruz-Jentoft, A. J., & Sayer, A. A. (2019). Sarcopenia. *The Lancet*, 393(10191), 2636–2646. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31138-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31138-9)
- Gellhaus, B., Böker, K. O., Schilling, A. F., & Saul, D. (2023). Therapeutic consequences of targeting the IGF-1/PI3K/AKT/FOXO3 axis in sarcopenia: A narrative review. *Cells*, 12(24), 2787. <https://doi.org/10.3390/cells12242787>
- Goates, S., Du, K., Arensberg, M. B., Gaillard, T., Guralnik, J., & Pereira, S. L. (2019). Economic impact of hospitalizations in US adults with sarcopenia. *The Journal of Frailty & Aging*, 1–7. <https://doi.org/10.14283/jfa.2019.10>
- Gupta, O. (2020). Sarcopenia: A review. *Journal of Mahatma Gandhi Institute of Medical Sciences*, 25(2), 62. https://doi.org/10.4103/jmgims.jmgims_80_20
- Gyasi, R. M., & Phillips, D. R. (2020). Aging and the rising burden of noncommunicable diseases in Sub-Saharan Africa and other low- and middle-income countries: A call for holistic action. *The Gerontologist*, 60(5), 806–811. <https://doi.org/10.1093/geront/gnz102>
- Gyasi, R. M., Phillips, D. R., & Buor, D. (2018). The role of a health protection scheme in health services utilization among community-dwelling older persons in Ghana. *The Journals of Gerontology: Series B*. <https://doi.org/10.1093/geronb/gby082>
- Hata, R., Miyamoto, K., Abe, Y., Sasaki, T., Oguma, Y., Tajima, T., Arai, Y., Matsumoto, M., Nakamura, M., Kanaji, A., & Miyamoto, T. (2023). Osteoporosis and sarcopenia are associated with each other and reduced IGF1 levels are a risk for both diseases in the very old elderly. *Bone*, 166, 116570. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2022.116570>
- Hata, S., Mori, H., Yasuda, T., Irie, Y., Yamamoto, T., Umayahara, Y., Ryomoto, K., Yoshiuchi, K., Yoshida, S., Shimomura, I., Kuroda, A., & Matsuhisa, M. (2021). A low serum IGF-1 is correlated with sarcopenia in subjects with type 1 diabetes mellitus: Findings from a post-hoc analysis of the iDIAMOND study. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 179, 108998. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.108998>
- He, N., Zhang, Y., Zhang, L., Zhang, S., & Ye, H. (2021). Relationship between sarcopenia and cardiovascular diseases in the elderly: An overview. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.743710>

- Jiang, J., Chen, S., Chen, J., Wu, L., Ye, J., & Zhang, Q. (2022). Serum IGF-1 levels are associated with sarcopenia in elderly men but not in elderly women. *Aging Clinical and Experimental Research*, 34(10), 2465–2471. <https://doi.org/10.1007/s40520-022-02180-2>
- Kwak, J. Y., Hwang, H., Kim, S.-K., Choi, J. Y., Lee, S.-M., Bang, H., Kwon, E.-S., Lee, K.-P., Chung, S. G., & Kwon, K.-S. (2018). Prediction of sarcopenia using a combination of multiple serum biomarkers. *Scientific Reports*, 8(1), 8574. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26617-9>
- Li, W., Zhao, C., Wang, G. Y., & Jiang, H. S. (2022). The expression and influencing factors of serum IGF-1 and IL-17 in elderly patients with chronic heart failure with different nutritional status. *Practical Geriatrics*, 36(1), 73–76. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003-9198.2022.01.019>
- Liu, X., Hao, Q., Yue, J., Hou, L., Xia, X., Zhao, W., Zhang, Y., Ge, M., Ge, N., & Dong, B. (2020). Sarcopenia, obesity and sarcopenia obesity in comparison: Prevalence, metabolic profile, and key differences: Results from WCHAT study. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 24(4), 429–437. <https://doi.org/10.1007/s12603-020-1332-5>
- Margutti, K. M. de M., Schuch, N. J., & Schwanke, C. H. A. (2017). Inflammatory markers, sarcopenia and its diagnostic criteria among the elderly: A systematic review. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 20(3), 441–453. <https://doi.org/10.1590/1981-22562017020.160155>
- Mohamad, M. I., & Khater, M. S. (2015). Evaluation of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) level and its impact on muscle and bone mineral density in frail elderly male. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 60(1), 124–127. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2014.08.011>
- Morley, J. E. (2017). Hormones and sarcopenia. *Current Pharmaceutical Design*, 23(30). <https://doi.org/10.2174/1381612823666161123150032>
- Nasimi, N., Dabbaghmanesh, M. H., & Sohrabi, Z. (2019). Nutritional status and body fat mass: Determinants of sarcopenia in community-dwelling older adults. *Experimental Gerontology*, 122, 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.04.009>
- Papadopoulou, S. K., Voulgaridou, G., Kondyli, F. S., Drakaki, M., Sianidou, K., Andrianopoulou, R., Rodopaios, N., & Pritsa, A. (2022). Nutritional and nutrition-related biomarkers as prognostic factors of sarcopenia, and their role in disease progression. *Diseases*, 10(3), 42. <https://doi.org/10.3390/diseases10030042>
- Priego, T., Martín, A. I., González-Hedström, D., Granado, M., & López-Calderón, A. (2021). Role of hormones in sarcopenia (pp. 535–570). <https://doi.org/10.1016/bs.vh.2020.12.021>
- Seo, M.-W., Jung, S.-W., Kim, S.-W., Jung, H. C., Kim, D.-Y., & Song, J. K. (2020). Comparisons of muscle quality and muscle growth factor between sarcopenic and non-sarcopenic older women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6581. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186581>
- Shafiee, G., Keshtkar, A., Soltani, A., Ahadi, Z., Larijani, B., & Heshmat, R. (2017). Prevalence of sarcopenia in the world: A systematic review and meta-analysis of general population studies. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 16(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s40200-017-0302-x>

- Shimohata, H., Yamashita, M., Ohgi, K., Tsujimoto, R., Maruyama, H., Takayasu, M., Hirayama, K., & Kobayashi, M. (2019). Serum myokine (myostatin and IGF-1) measurement as predictors in hemodialysis patients. *Renal Replacement Therapy*, 5(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s41100-019-0222-y>
- Sun, Y.-S., Kao, T.-W., Chang, Y.-W., Fang, W.-H., Wang, C.-C., Wu, L.-W., Yang, H.-F., Liaw, F.-Y., & Chen, W.-L. (2017). Calf circumference as a novel tool for risk of disability of the elderly population. *Scientific Reports*, 7(1), 16359. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16347-9>
- Ukegbu, P. O., Kruger, H. S., Meyer, J. D. C., Nienaber-Rousseau, Botha-Ravyse, C., Moss, S. J., & Kruger, M. I. (2018). The association between calf circumference and appendicular skeletal muscle mass index of black urban women in Tlokwe City. *Journal of Endocrinology, Metabolism and Diabetes in South Africa*, 23(3), 86–90.
- van Nieuwpoort, I. C., Vlot, M. C., Schaap, L. A., Lips, P., & Drent, M. L. (2018). The relationship between serum IGF-1, handgrip strength, physical performance and falls in elderly men and women. *European Journal of Endocrinology*, 179(2), 73–84. <https://doi.org/10.1530/EJE-18-0076>
- Walowski, C. O., Herpich, C., Enderle, J., Braun, W., Both, M., Hasler, M., Müller, M. J., Norman, K., & Bosy-Westphal, A. (2023). Analysis of the adiponectin paradox in healthy older people. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 14(1), 270–278. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13127>
- Widajanti, N., Soelistijo, S., Hadi, U., Thaha, M., Aditiawardana, Widodo, Firdausi, H., Nurina, Y., Asikin, M., Srinowati, H., & Syakdiyah, N. (2022). Association between sarcopenia and insulin-like growth factor-1, myostatin, and insulin resistance in elderly patients undergoing hemodialysis. *Journal of Aging Research*, 2022, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2022/1327332>
- Wu, X., Li, X., Xu, M., Zhang, Z., He, L., & Li, Y. (2021). Sarcopenia prevalence and associated factors among older Chinese population: Findings from the China Health and Retirement Longitudinal Study. *PLOS ONE*, 16(3), e0247617. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247617>
- Xu, B., Guo, Z., Jiang, B., Zhang, K., Zhu, W., Lian, X., Xu, Y., Zhao, Z., & Liu, L. (2022). Factors affecting sarcopenia in older patients with chronic diseases. *Annals of Palliative Medicine*, 11(3), 972–983. <https://doi.org/10.21037/apm-22-201>
- Ying, L., Zhang, Q., Yang, Y., & Zhou, J. (2022). A combination of serum biomarkers in elderly patients with sarcopenia: A cross-sectional observational study. *International Journal of Endocrinology*, 2022, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2022/4026940>