

HUBUNGAN KADAR 25(OH)D3 DENGAN LINGKAR BETIS PADA KELOMPOK LANJUT USIA DI PANTI SANTA ANNA: STUDI POTONG-LINTANG

Alexander Halim Santoso^{1*}, Susi Olivia Lontoh², Yohanes Firmansyah³,
Giovanno Sebastian Yogie⁴, Daniel Goh⁵, Andini Ghina Syarifah⁶, Stanislas
Kotska Marvel Mayello Teguh⁷, Anthon Eka Prayoga Khoto⁸

¹⁻⁸Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara

Email Korespondensi: alexanders@fk.untar.ac.id

Disubmit: 26 November 2023

Diterima: 05 Juni 2024

Diterbitkan: 01 Juli 2024

Doi: <https://doi.org/10.33024/mnj.v6i7.13124>

ABSTRACT

The research on vitamin D is still developing until its role in the immune system, the absorption of phosphate from the intestine, and preventing its excretion in the kidneys are known. The prevalence of low levels of vitamin D is high, and recently, it was discovered that there was a relationship between vitamin D deficiency and the incidence of sarcopenia in the elderly. Determining vitamin D levels and the incidence of sarcopenia in the elderly at the Santa Anna Nursing Home. This study was an analytical study with a cross-sectional design conducted on elderly residents of the Santa Anna Nursing Home in July 2023 to assess vitamin D levels and calf circumference to assess sarcopenia. The data obtained were analyzed using Mann-Whitney. Result Of the 32 respondents, the average age was 72.66 years, and 22 (68.7%) respondents were women. It was found that 30 (93.8%) respondents experienced vitamin D deficiency, and 15 (46.9%) respondents experienced sarcopenia. The results of statistical tests showed that there was no difference in the mean levels of vitamin D between the sarcopenic and non-sarcopenic groups. However, the group of patients with sarcopenia had vitamin D levels that tended to be lower compared to the group without sarcopenia (18 vs. 21 ng/mL; MR 15.50 vs. 17.38). There was no statistically significant difference in mean vitamin D levels between the groups with and without sarcopenia. However, there is a tendency for groups of patients with sarcopenia to have vitamin D levels that tend to be lower than those in groups without sarcopenia.

Keywords: Vitamin D, Sarcopenia, Elderly

ABSTRAK

Hingga saat ini, penelitian terhadap vitamin D terus berkembang hingga diketahui perannya dalam sistem imun, absorpsi fosfat dari usus dan mencegah terekskresinya pada ginjal. Tingginya prevalensi kurangnya kadar vitamin D dan baru-baru ini, diketahui ada hubungan defisiensi vitamin D dengan kejadian sarkopenia pada lansia. Mengetahui kadar vitamin D dengan kejadian sarkopenia pada lansia di Panti Werda Santa Anna. Penelitian ini adalah analitik dengan desain potong lintang yang dilakukan pada lansia penghuni Panti Werda Santa Anna pada Juli 2023 untuk menilai kadar vitamin D dan lingkar betis untuk menilai sarkopenia. Data yang didapat kemudian dianalisis menggunakan Mann-Whitney.

Didapat 32 responden dengan rerata usia 72,66 tahun dan sebanyak 22 (68,7%) responden adalah perempuan. Didapat 30 (93,8%) responden mengalami defisiensi vitamin D dan 15 (46,9%) responden mengalami sarkopenia. Hasil uji statistic didapat hasil tidak terdapat perbedaan rerata kadar vitamin D antara kelompok sarkopenia dan tidak. Namun dapat terlihat bahwa kelompok pasien dengan sarkopenia memiliki kadar vitamin D yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kelompok tanpa sarkopenia (18 vs 21 ng/mL; MR 15,50 vs 17,38). Tidak terdapat perbedaan rerata kadar vitamin D yang bermakna secara statistik antara kelompok dengan atau tanpa sarkopenia. Namun terdapat kecenderungan kelompok pasien dengan sarkopenia memiliki kadar vitamin D yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kelompok tanpa sarkopenia.

Kata Kunci: Vitamin D, Sarkopenia, Lanjut Usia

PENDAHULUAN

Pada tahun 1930, struktur kimia vitamin D telah teridentifikasi oleh Adolf Otto Reinhold Windaus yang berperan dalam metabolisme tulang dan keseimbangan kalsium dan terus. Hingga saat ini, penelitian terhadap vitamin D terus berkembang hingga diketahui perannya dalam sistem imun, absorpsi fosfat dari usus dan mencegah terekskresinya pada ginjal. (Maruotti & Cantatore, 2010; Wolf, 2004)

Vitamin D dapat disintesis secara endogen melalui paparan radiasi ultraviolet B pada kulit dan asupan makanan, baik tinggi kandungan vitamin D atau terfortifikasi. Contoh makanan yang tinggi kandungan vitamin D seperti ikan, minyak hati ikan, jamur, keju, hati sapi, dan telur. Namun, prevalensi kekurangan vitamin D di dunia masih tinggi. Penelitian yang dilakukan Cui, et al pada 7,9 juta responden dari seluruh dunia dari tahun 2002-2022, didapatkan 15,9% kadar serum 25(OH)D nya <30 nmol/L. Penelitian yang dilakukan Setiati, 35,1% dari 74 orang dari kelompok lanjut usia (lansia) di 4 panti werdha di Jakarta dan Bekasi mengalami defisiensi vitamin D. (Benedik, 2022; Cui et al., 2023; Setiati, 2008)

Beberapa faktor yang memengaruhi terjadinya defisiensi vitamin D pada lansia, seperti kurangnya paparan sinar matahari, diet yang rendah vitamin D, dan warna kulit yang gelap. Selain kelainan pada tulang, kekurangan vitamin D telah terbukti hubungannya dengan kejadian beberapa penyakit kronis lainnya seperti kanker, penyakit autoimun, diabetes, neuropsikiatri dan penyakit lainnya. Baru-baru ini, diketahui ada hubungan defisiensi vitamin D dengan kejadian sarkopenia pada lansia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar vitamin D dengan kejadian sarkopenia pada lansia di Panti Werda Santa Anna. (ALbuloshi et al., 2022; Wang et al., 2017)

KAJIAN PUSTAKA

Vitamin D yang telah aktif memiliki reseptor di seluruh tubuh yang berfungsi untuk meregulasi homeostasis kalsium dan fosfat. Beberapa organ yang memiliki reseptor vitamin D (VDR), seperti usus, tulang, ginjal, dan kelenjar paratiroid. (Pike et al., 2017)

Berdasarkan *Asian Working Group for Sarcopenia* (AWGS) tahun 2019, sarkopenia merupakan hilangnya massa otot ditambah

dengan kekuatan otot dan atau berkurangnya performa fisik yang dipengaruhi oleh usia tanpa merujuk pada komorbid tertentu. (Chen et al., 2020)

Lansia dengan kadar vitamin D yang rendah memiliki risiko yang lebih tinggi untuk terjadi sarkopenia karena vitamin D yang kurang, dapat menurunkan kepadatan tulang sehingga meningkatkan risiko jatuh dan patah tulang. (Mizuno et al., 2022; Reza Vafa, 2017).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan desain potong lintang yang dilakukan pada lansia di Panti Werdha Santa Anna Jakarta utara pada Juli 2023.

Sampel pada penelitian ini adalah seluruh lansia penghuni Panti Werdha Santa Anna yang memenuhi kriteria inklusi. Kriteria inklusi penelitian ini adalah laki-laki dan perempuan yang berusia lebih dari 60 tahun. Kriteria eksklusi penelitian ini adalah mereka yang mengonsumsi suplemen vitamin D. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *total sampling*.

Responden yang menjadi peserta penelitian ini akan diberikan *inform concern*. Selanjutnya responden ditanyakan perihal identitas, usia, jenis kelamin, pendidikan, status pernikahan. Variabel yang diuji dalam penelitian ini yaitu kadar vitamin D dan lingkaran betis untuk menilai sarkopenia.

Responden dilakukan penilaian lingkaran betis dengan menyesuaikan keadaan responden, bila responden dapat berdiri maka responden berdiri tanpa menumpu, sedangkan bila responden tidak dapat berdiri

maka sendi lutut ditekuk 90° kemudian meteran pita dilingkarkan pada diameter terbesar pada betis. Hasil yang diperoleh berupa lingkaran betis <34 cm untuk laki-laki dan <33 cm untuk perempuan dinilai sarkopenia.

Kemudian responden dilakukan pengambilan darah tepi melalui vena di lipatan siku (*fossa cubiti*). Prosedur pengambilan darah diawali dengan tindakan aseptis dengan alkohol 70% dan kemudian diambil dengan menggunakan spuit dan dimasukkan ke dalam tabung. Darah yang telah diambil, selanjutnya diolah dan dianalisa sesuai protokol standar laboratorium. Hasil yang diperoleh berupa bila kadar vitamin D serum ≤ 30 ng/mL, maka dinilai defisiensi.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis. Data kadar vitamin D serum menggunakan data numerik dan data sarkopenia dalam bentuk data kategorik skala ordinal. Bila sebaran data yang diperoleh parameterik, maka dilakukan uji T tidak berpasangan. Namun bila sebaran data yang diperoleh non parameterik, maka dilakukan uji *Mann-Whitney*.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini mengikutsertakan 32 responden yang memenuhi kriteria inklusi dengan rerata usia sebesar 72,66 (9,77) tahun, umumnya berjenis kelamin perempuan pada 22 (68,7%) responden, proporsi sarkopenia sebesar 15 (46,9%) responden dan defisiensi vitamin D terjadi pada 30 (93,8%) responden. Hasil karakteristik dasar responden penelitian tersaji dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Karakteristik Dasar Responden Penelitian

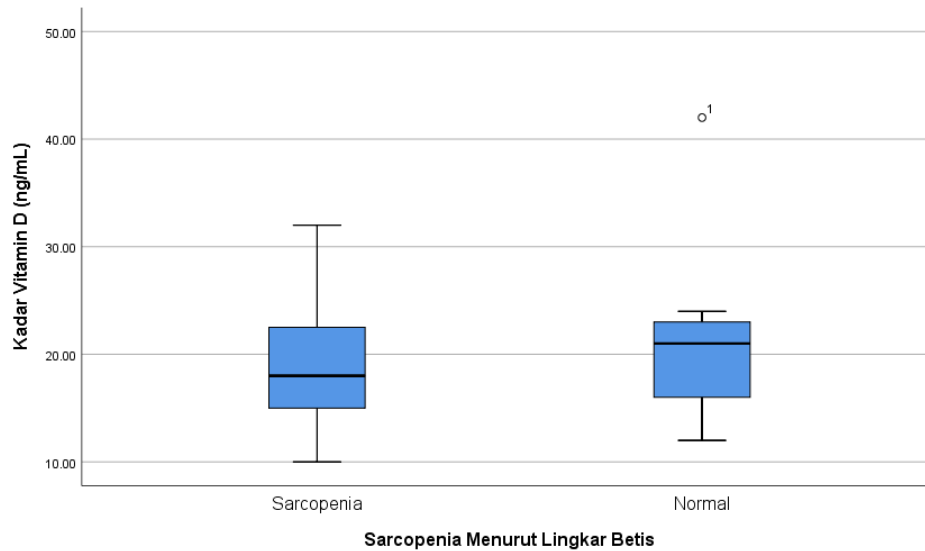
Parameter	N (%)	Mean (SD)	Med (Min-Max)
Usia		72,66 (9,77)	73 (52 - 88)
Jenis Kelamin			
• Laki-laki	10 (31,3%)		
• Perempuan	22 (68,7%)		
Pendidikan Terakhir			
• SD	9 (28,1%)		
• SMP	6 (18,8%)		
• SMA	16 (50,0%)		
• D3/ S1	1 (3,1%)		
Status Pernikahan			
• Menikah	16 (50%)		
• Belum Menikah	12 (37,5%)		
• Cerai	4 (12,5%)		
Lingkar Betis, cm		32,67 (3,76)	33 (26 - 40)
• Sarkopenia	15 (46,9%)		
• Normal	17 (53,1%)		
Kadar vitamin D		19,8 (6,54)	20,5 (10 - 42)
• Defisiensi (IP \leq 30 ng/mL)	30 (93,8%)		
• Normal (IP $>$ 30 ng/mL)	2 (6,3%)		

Hasil uji statistik Mann-Whitney mengungkapkan bahwa tidak terdapat perbedaan rerata kadar vitamin D (ng/mL) yang bermakna secara statistik antara kelompok dengan atau tanpa sarkopenia (p -value: 0,576). Tetapi secara klinis dapat terlihat bahwa kelompok pasien dengan sarkopenia memiliki kadar vitamin D yang

cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kelompok tanpa sarkopenia (18 vs 21 ng/mL; MR 15,50 vs 17,38). Hal ini menunjukkan kecenderungan defisiensi akan vitamin D akan mendorong terjadinya sarkopenia di kemudian hari, tetapi diperlukan analisa jumlah sampel yang lebih besar untuk membuktikan hal tersebut. (Tabel 2; Gambar 1)

Tabel 2. Perbedaan Rerata Kadar Vitamin D (ng/mL) antara kelompok dengan atau tanpa sarcopenia

Parameter	N	Kadar Vitamin D (ng/mL)		p -value
		Med (Min-Max)	Mean Rank	
Lingkar Betis	Sarkopenia	15	18 (10 - 32)	0,576
	Normal	17	21 (12 - 42)	



Gambar 1. Perbedaan Rerata Kadar Vitamin D (ng/mL) antara kelompok dengan atau tanpa sarcopenia

PEMBAHASAN

Sarkopenia merupakan penurunan massa otot dan kekuatannya yang menyebabkan seseorang yang menginjak usia lanjut mengalami penurunan kemandirian, fungsi hidup sehari-hari, mobilitas dan meningkatkan risiko terjadinya jatuh. (Lo et al., 2020; Sayer & Cruz-jentoft, 2022)

Sarkopenia dapat disebabkan secara primer dan sekunder. Secara primer sarkopenia disebabkan karena proses penuaan tanpa ditemukan penyebab lainnya, sedangkan secara sekunder sarkopenia disebabkan oleh kurangnya aktivitas fisik, gangguan absorpsi energi dan protein yang dapat disebabkan karena kurangnya asupan, gangguan pencernaan atau pengobatan yang bersifat anoreksik, dan penyakit yang mendasar sehingga menyebabkan penurunan massa otot seperti inflamasi, gangguan endokrin dan keganasan (kata “seperti” tidak cocok). (Cannataro et al., 2021)

Dalam mendiagnosis sarkopenia, beberapa tanda dan gejala seperti terjatuh, merasa

lemas, penurunan berat badan, berkurangnya kecepatan berjalan, dan kesulitan untuk berdiri membutuhkan uji lebih lanjut. Kuesioner SARC-F direkomendasikan oleh *European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)* tahun 2018 sebagai skrining terhadap sarkopenia yang terdiri atas 5 pertanyaan yaitu kekuatan otot, kemampuan berjalan, kemampuan berdiri, kemampuan menaiki tangga dan riwayat jatuh. Selain itu, sarkopenia dapat dinilai dengan 3 parameter, yaitu kekuatan otot, kuantitas otot dan performa fisik. (Cruz-Jentoft et al., 2019)

Kekuatan otot dapat diukur melalui kekuatan menggenggam dengan menggunakan alat *dynamometer* atau dengan uji duduk berdiri, dimana diukur waktu yang diperlukan dari duduk hingga berdiri selama 5 kali tanpa bantuan atau seberapa banyak seorang lanjut usia dapat bangundari duduk hingga berdiri selama 30 detik. Kuantitas otot dapat diukur dengan menggunakan pengukuran lingkaran

betis, atau dengan menggunakan alat seperti *bioelectrical impedance analysis, dual energy x ray (DXA), CT scan* atau MRI. Kuantitas otot dilaporkan dalam massa otot skeletal total, massa otot skeletal apendikular, atau luas penampang otot pada lokasi tubuh tertentu. Performa fisik dapat dinilai dengan kecepatan berjalan, *short physical performance battery* yang menilai keseimbangan, kecepatan berjalan dan kecepatan duduk berdiri, atau dengan *timed up and go test (TUG)*. (Ackermans et al., 2022; Cruz-Jentoft et al., 2019)

Otot skeletal memiliki 2 jenis serabut otot yaitu tipe 1 dan tipe 2. Berdasarkan karakteristiknya, serabut otot tipe 1 memiliki kekuatan yang lebih baik daripada tipe 2 karena memiliki lebih banyak mitokondria, mioglobin dan kapiler, namun serabut otot tipe 2 memiliki potensi glikolitik yang lebih tinggi dan kapasitas oksidatif yang lebih rendah daripada serabut otot tipe 1. Selain itu, serabut otot tipe 2 memiliki respon yang lebih cepat daripada serabut otot tipe 1. Dalam proses penuaan, telah dibuktikan bahwa serabut otot tipe 2 lebih rentan mengalami atrofi. (McCormick & Vasilaki, 2018)

Terdapat beberapa mekanisme yang menyebabkan terjadinya sarkopenia antara lain, proses penuaan dan perubahan neuromuskular, perubahan sensitivitas dan kadar hormon, faktor inflamasi, aktivitas miokin, dan obesitas. Proses penuaan dan perubahan neuromuskular terjadi akibat berkurangnya saraf motor alfa pada tingkat korda spinalis dan berhubungannya dengan berkurangnya serabut otot respon cepat. Pada tingkatan saraf tepi terjadi perubahan selubung mielin akibat penambahan usia. Pada tingkatan *neuromuscular junction*, terjadi peningkatan ukuran area

terminal dan penurunan jumlah vesikel sinaps. (T. N. Kim & Choi, 2013; Larsson et al., 2019)

Perubahan sensitivitas dan kadar hormon seperti hormon pertumbuhan, *insulin like growth factor-1 (IGF-1)*, kortikosteroid, insulin, androgen, dan estrogen. Hormon-hormon tersebut berperan dalam mempertahankan massa dan kekuatan otot dan mengalami penurunan seiring bertambah usia, sehingga atrofi otot dapat terjadi. Selain itu, peningkatan sekresi sitokin inflamasi yang dihasilkan adiposa seperti *tumor necrosis factor-alpha (TNF-a)*, interleukin-6, interleukin-1, dan *c-reactive protein*. Walaupun mekanisme sitokin tersebut dapat mempengaruhi terjadinya sarkopenia masih belum diketahui sepenuhnya, namun peningkatan kadar sitokin tersebut dalam darah berpengaruh untuk terjadinya sarkopenia. (Dalle et al., 2017; Gupta & Kumar, 2022)

Aktivitas miokin menjadi terpengaruh akibat adanya sitokin yang dilepaskan dari adipokin, dimana sitokin tersebut memengaruhi metabolisme otot dan angiogenesis. Sitokin tersebut mendorong penarikan glukosa dan lemak pada otot sehingga memicu glukoneogenesis lebih lanjut di hati. Keadaan ini akan memicu gangguan kardiovaskular dan metabolik. Sarkopenia juga dipengaruhi oleh obesitas atau dikenal istilah *sarcopenic obesity* yang ditandai dengan peningkatan sitokin inflamasi, peningkatan leptin, penurunan adiponektin, dan penimbunan lipid intramioselular. Kondisi ini berbahaya karena dapat mencetuskan penyakit kardiovaskular, diabetes, kanker dan lebih lanjut dapat meningkatkan morbiditas serta mortalitas. (Pedersen, 2009; Wei et al., 2023)

Vitamin D berperan dalam terjadinya sarkopenia walaupun masih belum diketahui secara pasti. Hal ini mungkin disebabkan karena jumlah reseptor vitamin D pada otot yang semakin berkurang seiring bertambahnya usia. Ketika vitamin D berikatan dengan reseptornya pada serabut otot, maka terjadi penambahan massa dan kekuatan pada otot tersebut. (Remelli et al., 2019)

Pada penelitian ini tidak didapatkan hubungan kadar vitamin D serum pada kelompok dengan dan tanpa sarkopenia. Hasil ini serupa dengan penelitian yang dilakukan Kim, et al. dimana penelitian ini sarkopenia dinilai pada subjek dengan fraktur panggul kemudian dinilai dengan IMT dan dengan DXA. Walaupun kadar vitamin D serum pada pasien sarkopenia cenderung lebih rendah daripada pasien yang tidak mengalami sarkopenia. Namun sebagian besar literatur menyatakan ada hubungan kadar vitamin D serum dengan kejadian sarkopenia. (H. S. Kim et al., 2021)

Penelitian yang dilakukan Yang, et al menyatakan hubungan kadar vitamin D serum dengan kejadian sarkopenia. Selain itu, terdapat korelasi kadar vitamin D serum dengan indeks massa otot skeletal dan kecepatan berjalan. Penelitian lain yang dilakukan Yang, et al pada subjek hewan menyatakan hal serupa. Temuan lainnya berupa defisiensi vitamin D dapat mencetuskan degradasi protein melalui FOXO3 yang dimediasi jalur ubiquitin ligase E3 berupa MuRF1 dan MAFbx melalui jalur transkripsi. (A. Yang et al., 2020; C. Yang et al., 2023)

Disarankan pada penelitian selanjutnya untuk menilai faktor risiko sarkopenia lainnya seperti penyakit yang mendasari, aktivitas fisik, asupan dan riwayat pengobatan yang memungkinkan

dapat memicu sarkopenia. Penilaian dan analisis parameter sarkopenia lainnya seperti kekuatan otot dan performa fisik perlu dilakukan bersama dengan parameter kuantitas otot.

KESIMPULAN

Tidak terdapat perbedaan rerata kadar vitamin D yang bermakna secara statistik antara kelompok dengan atau tanpa sarcopenia. Namun terdapat kecenderungan kelompok pasien dengan sarcopenia memiliki kadar vitamin D yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kelompok tanpa sarcopenia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackermans, L. L. G. C., Rabou, J., Basrai, M., Schweinlin, A., Bischoff, S. C., Cussenot, O., Cancel-Tassin, G., Renken, R. J., Gómez, E., Sánchez-González, P., Rainoldi, A., Boccia, G., Reisinger, K. W., Ten Bosch, J. A., & Blokhuis, T. J. (2022). Screening, diagnosis and monitoring of sarcopenia: When to use which tool? *Clinical Nutrition ESPEN*, 48, 3644. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.01.027>
- ALbuloshi, T., Kamel, A. M., & Spencer, J. P. E. (2022). Factors Associated with Low Vitamin D Status among Older Adults in Kuwait. *Nutrients*, 14(16). <https://doi.org/10.3390/nu14163342>
- Benedik, E. (2022). Sources of vitamin D for humans. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 92(2), 118-125. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000733>
- Cannataro, R., Carbone, L., Petro, J.

- L., Cione, E., Vargas, S., Angulo, H., Forero, D. A., Odriozola-Martínez, A., Kreider, R. B., & Bonilla, D. A. (2021). Sarcopenia: Etiology, Nutritional Approaches, and miRNAs. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(18), 9724. <https://doi.org/10.3390/ijms22189724>
- Chen, L. K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T. W., Chou, M. Y., Iijima, K., Jang, H. C., Kang, L., Kim, M., Kim, S., Kojima, T., Kuzuya, M., Lee, J. S. W., Lee, S. Y., Lee, W. J., Lee, Y., Liang, C. K., Lim, J. Y., Lim, W. S., ... 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. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.12.012>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., Bautmans, I., Baeyens, J.-P., Cesari, M., ... Schols, J. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- Cui, A., Zhang, T., Xiao, P., Fan, Z., Wang, H., & Zhuang, Y. (2023). Global and regional prevalence of vitamin D deficiency in population-based studies from 2000 to 2022: A pooled analysis of 7.9 million participants. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1070808>
- Dalle, S., Rossmeislova, L., & Koppo, K. (2017). The Role of Inflammation in Age-Related Sarcopenia. *Frontiers in Physiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01045>
- Gupta, P., & Kumar, S. (2022). Sarcopenia and Endocrine Ageing: Are They Related? *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.28787>
- Kim, H. S., Jang, G., Park, J. W., Lee, Y.-K., & Koo, K.-H. (2021). Vitamin D Deficiency and Sarcopenia in Hip Fracture Patients. *Journal of Bone Metabolism*, 28(1), 79-83. <https://doi.org/10.11005/jbm.2021.28.1.79>
- Kim, T. N., & Choi, K. M. (2013). Sarcopenia: Definition, Epidemiology, and Pathophysiology. *Journal of Bone Metabolism*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.11005/jbm.2013.20.1.1>
- Larsson, L., Degens, H., Li, M., Salvati, L., Lee, Y. il, Thompson, W., Kirkland, J. L., & Sandri, M. (2019). Sarcopenia: Aging-Related Loss of Muscle Mass and Function. *Physiological Reviews*, 99(1), 427-511. <https://doi.org/10.1152/physrev.00061.2017>
- Lo, J. H., U, K. P., Yiu, T., Ong, M. T., & Lee, W. Y. (2020). Sarcopenia: Current treatments and new regenerative therapeutic approaches. *Journal of Orthopaedic Translation*, 23(March), 385-2. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2020.04.002>
- Maruotti, N., & Cantatore, F. P. (2010). Vitamin D and the immune system. *Journal of Rheumatology*, 37(3), 491-495. <https://doi.org/10.3899/jrheum.090797>
- McCormick, R., & Vasilaki, A. (2018). Age-related changes in skeletal muscle: changes to life-style as a therapy. *Biogerontology*,

- 19(6),519536.<https://doi.org/10.1007/s10522-018-9775-3>
- Mizuno, T., Hosoyama, T., Tomida, M., Yamamoto, Y., Nakamichi, Y., Kato, S., Kawai-Takaishi, M., Ishizuka, S., Nishita, Y., Tange, C., Shimokata, H., Imagama, S., & Otsuka, R. (2022). Influence of vitamin D on sarcopenia pathophysiology: A longitudinal study in humans and basic research in knockout mice. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 13(6), 29612973.<https://doi.org/10.1002/jcsm.13102>
- Pedersen, B. K. (2009). Edward F. Adolph Distinguished Lecture: Muscle as an endocrine organ: IL-6 and other myokines. *Journal of Applied Physiology*, 107(4), 1006-1014. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00734.2009>
- Pike, J. W., Meyer, M. B., Lee, S. M., Onal, M., & Benkusky, N. A. (2017). The Vitamin D receptor: Contemporary genomics approaches reveal new basic and translational insights. *Journal of Clinical Investigation*, 127(4), 11461154.<https://doi.org/10.1172/JCI88887>
- Remelli, F., Vitali, A., Zurlo, A., & Volpato, S. (2019). Vitamin D Deficiency and Sarcopenia in Older Persons. *Nutrients*, 11(12), 2861.<https://doi.org/10.3390/nu11122861>
- Reza Vafa, M. (2017). Vitamin D and Sarcopenia. *Advances in Obesity, Weight Management & Control*, 6(3), 82-84. <https://doi.org/10.15406/aowmc.2017.06.00155>
- Sayer, A. A., & Cruz-jentoft, A. (2022). Sarcopenia definition, diagnosis and treatment: consensus is growing. 1-5.
- Setiati, S. (2008). Vitamin D status among Indonesian elderly women living in institutionalized care units. *Acta Medica Indonesiana*, 40(2), 78-83.
- Wang, H., Chen, W., Li, D., Yin, X., Zhang, X., Olsen, N., & Zheng, S. G. (2017). Vitamin D and Chronic Diseases. *Aging and Disease*, 8(3), 346. <https://doi.org/10.14336/AD.2016.1021>
- Wei, S., Nguyen, T. T., Zhang, Y., Ryu, D., & Gariani, K. (2023). Sarcopenicobesity: epidemiology, pathophysiology, cardiovascular disease, mortality, and management. *Frontiers in Endocrinology*, 14.<https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1185221>
- Wolf, G. (2004). The discovery of vitamin D: The contribution of Adolf Windaus. *Journal of Nutrition*, 134(6), 1299-1302. <https://doi.org/10.1093/jn/134.6.1299>
- Yang, A., Lv, Q., Chen, F., Wang, Y., Liu, Y., Shi, W., Liu, Y., & Wang, D. (2020). The effect of vitamin D on sarcopenia depends on the level of physical activity in older adults. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 11(3), 678689.<https://doi.org/10.1002/jcsm.12545>
- Yang, C., Dai, Y., Li, Z., Peng, Y., Zhang, L., & Jia, H. (2023). Relationship of Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels with Sarcopenia and Body Composition in Community-Dwelling Older Adults: A Paired Case-Control Study. *Journal of the American Medical Directors Association*, 24(8), 12131219.<https://doi.org/10.1016/j.jamda.2023.06.004>