

## HUBUNGAN ANTARA KADAR VITAMIN D DENGAN KEKUATAN GENGAMAN TANGAN LANSIA

Muhammad Rizky Caniago<sup>1</sup>, Dwi Ngestiningsih<sup>2</sup>, Faizah Fulyani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Pendidikan S-1 Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Staf Pengajar Biokimia, Biologi dan Kimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Tembalang-Semarang 50275, Telp. 024-76928010

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Meningkatnya jumlah lansia di Indonesia berdampak pada peningkatan masalah kesehatan. Pada lansia terjadi penurunan morfologi dan fungsi organ pada sistem musculoskeletal yaitu penurunan kekuatan otot (Sarkopenia). Kejadian sarkopenia sering ditemukan bersamaan dengan status defisiensi vitamin D. **Tujuan:** Mengetahui hubungan antara kadar vitamin D plasma dengan kekuatan gengaman tangan lansia. **Metode:** Penelitian observasional analitik dengan rancangan belah lintang, dilaksanakan di beberapa posyandu lansia kota Semarang. Subjek penelitian adalah lansia yang berusia  $\geq 60$  tahun. Subjek yang memenuhi kriteria diukur kekuatan gengaman tangannya dengan menggunakan *Jamar hand-dynamometer* (3 kali pengukuran). Kadar vitamin D (25(OH)D) plasma diukur dengan menggunakan metode ELISA. Uji hipotesis yang digunakan adalah uji hipotesis *korelasi Pearson*. **Hasil:** Subjek pada penelitian ini adalah lansia wanita yang berjumlah 47 orang. Usia subjek antara 60-80 tahun, dengan median 64 tahun. Body Mass Index (BMI) subjek adalah 23.60 (18.90-34.63) kg/m<sup>2</sup>. Pada penelitian ini didapatkan data kadar vitamin D (25(OH)D) plasma dengan rerata 17.31 $\pm$ 4.65 ng/mL; kekuatan gengaman tangan 16.73 $\pm$ 3.87 Kg dan kadar kalsium 9.45 $\pm$ 0.55 mg/dL. Uji korelasi *Pearson* menunjukkan hasil yang signifikan dengan nilai  $p = 0,047$  dan  $r = 0.291$ . **Kesimpulan:** Adanya hubungan signifikan positif lemah antara kadar vitamin D (25(OH) plasma dengan kekuatan gengaman tangan pada lansia.

**Kata Kunci:** Lansia, kekuatan gengaman tangan, kadar vitamin D plasma, hubungan

### ABSTRACT

#### ASSOCIATION BETWEEN VITAMIN D CONCENTRATION AND HAND GRIP STRENGTH IN ELDERLY

**Background:** An increasing number of elderly in Indonesia has an impact on increasing number of health problems. In elderly, there is a degeneration in humans' morphology and organ function of musculoskeletal system which is a reduction of strength muscle (Sarcopenia). The incidence of sarcopenia is often found along with vitamin D deficiency status. **Aim:** to investigate the correlation between plasma vitamin D concentration with hand grip strength in elderly. **Methods:** Analytical observational research with cross-sectional study, conducted at several elderly health care (Posyandu Lansia) in Semarang city. The subjects were elderly, aged  $\geq 60$  years old. Those selected study subjects underwent hand grip strength examination with *Jamar hand-dynamometer* (measured in three times). The 25(OH)D plasma concentration was measured by ELISA. The hypothesis will be tested using Pearson correlation. **Results:** The subjects of this study were 47 elderly women. Aged range from 60-80 years old, with media 64 years old. Body Mass Index were 23.60 (18.90-34.63) kg/m<sup>2</sup>. The mean of vitamin D(25(OH)D) concentration was 17.31  $\pm$  4.65 ng / mL, the hand grip strength was 16.73 $\pm$ 3.87 Kg and calcium concentration was 9.45 $\pm$ 0.55 mg/dL. Pearson

correlation analysis showed a result of ( $p = 0,047$ ) ( $r = 0.291$ ). **Conclusion:** There was a significantly weak positive correlation between plasma vitamin D (25(OH)D levels and hand grip strength in elderly.

**Keywords:** Elderly, hand grip strength, vitamin D plasma concentration, correlation

## PENDAHULUAN

Hasil Sensus Penduduk tahun 2010 menunjukkan bahwa penduduk Indonesia memiliki harapan untuk hidup mencapai usia 71 tahun. Meningkatnya angka harapan hidup telah menambah jumlah penduduk lanjut usia (lansia) dan merubah struktur penduduk Indonesia.<sup>1</sup> Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia memperkirakan jumlah lansia pada tahun 2017 mencapai 23,66 juta jiwa atau 9,03 % dari jumlah penduduk Indonesia. Provinsi dengan lansia tertinggi di Indonesia adalah DI Yogyakarta (13,81%), Jawa Tengah (12,59%), dan Jawa Timur (12,25%).<sup>2</sup> Salah satu konsekuensi nyata dari kondisi tersebut adalah meningkatnya masalah kesehatan lansia seiring perubahan morfologi dan fungsi berbagai sistem tubuh. Salah satu masalah kesehatan yang sering dijumpai pada lansia adalah penyakit gangguan otot (sarkopenia).<sup>3</sup>

Sarkopenia merupakan sindrom geriatri yang ditandai dengan penurunan massa dan kekuatan otot karena penuaan. Menurut *European Working Group on*

*Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) sarkopenia adalah sindrom geriatrik yang dicirikan dengan kehilangan massa otot dan kekuatan otot secara progresif dan menyeluruh dengan perubahan hasil klinis berupa distabilitas fisik, kualitas hidup buruk dan kematian.<sup>4</sup>

Prevalensi sarkopenia pada populasi dunia yang berusia lebih dari 60 tahun mencapai 600 juta pada tahun 2000 dan diprediksi akan meningkat mencapai 1.2 milyar pada 2025 dan 2 milyar pada tahun 2050.<sup>4</sup> Prevalensi sarkopenia pada lansia diatas 65 tahun menunjukkan angka lebih dari 10% yang meningkat menjadi 30% pada usia 80 tahun. Penelitian yang dilakukan pada komunitas lansia berusia 67 tahun di Inggris menunjukkan prevalensi kejadian sarkopenia pada wanita 2 kali lebih tinggi dibandingkan pria (7,9% lansia wanita, 4,6% lansia pria).<sup>5</sup>

Kejadian sarkopenia sering ditemukan bersama dengan status defisiensi vitamin D.<sup>9</sup> Vitamin D memiliki fungsi dalam menjaga pengaturan kalsium, fosfat serta metabolisme tulang dan otot.<sup>10</sup> Penelitian yang dilakukan oleh

Rinaldi et,al tahun 2007 menyatakan bahwa terdapat hubungan antara kadar vitamin D serum dengan kekuatan otot tungkai (*quadriceps femoris*) lansia wanita Indonesia.<sup>11</sup> Penelitian lain pada 976 orang lansia berusia 65-102 tahun mendapatkan bahwa status vitamin D yang kurang dari 20 ng/ml berhubungan dengan penurunan kekuatan otot dan performa fisik.<sup>12</sup>

Vitamin D merupakan mikronutrien yang termasuk golongan *secosteroid* larut lemak. Vitamin D memiliki fungsi untuk mempertahankan kadar kalsium dan fosfat dalam sirkulasi tetap normal untuk mendukung proses mineralisasi tulang, fungsi metabolik serta fungsi neuromuskular. Vitamin D diduga memiliki kontribusi dalam proses sintesis protein otot, melalui mekanisme genomik dan non-genomik. *Vitamin D receptor* (VDR) merupakan mediator dalam proses komunikasi sel (*celluler signaling*) otot, yang proses aktivasinya membutuhkan peranan vitamin D. VDR berperan sebagai faktor transkripsi dalam proses sintesis protein otot (aktin dan miosin).<sup>13</sup> Aktivitas VDR berkurang seiring dengan penambahan usia. Kadar vitamin D yang rendah dalam sirkulasi ( kurang dari 50 nmol/l) dapat didefinisikan sebagai defisiensi vitamin D. Defisiensi vitamin D yang diakibatkan proses penuaan dapat

meningkatkan kebolehdjian terjadinya sarkopenia.<sup>9</sup>

Menurut EWGSOP, diagnosis sarkopenia dapat ditegakkan bila didapatkan setidaknya 2 dari 3 kriteria berikut, yaitu: penurunan massa otot, penurunan kekuatan otot dan performa fisik yang kurang. Presarkopenia dapat ditegakkan apabila hanya ada penurunan massa otot, sedangkan apabila 3 kriteria tersebut teridentifikasi maka diagnosis sarkopenia berat dapat ditegakkan.<sup>4,14</sup>

Penilaian kekuatan otot dapat dilakukan dengan beberapa metode yang berbeda. Survei yang dilakukan dalam bidang kesehatan dan rheumatologi lansia menyarankan untuk menggunakan metode pengujian kekuatan otot tangan dan tungkai sebagai indikator kekuatan otot. Kekuatan otot tangan dapat dinilai dengan uji kekuatan genggam tangan atau *handgrip strength* yang secara luas telah digunakan dan disarankan oleh *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP).<sup>14</sup>

Pengembangan strategi dalam mencegah dan mengobati sarkopenia tidak terlepas identifikasi faktor resiko yang berperan di dalamnya. Kekuatan genggam tangan merupakan salah satu indikator penting dalam mendiagnosis sarkopenia pada lansia.<sup>14</sup> Beberapa

penelitian menemukan keterkaitan antara kekuatan genggam tangan dengan status vitamin D.<sup>15</sup> Keterlibatan vitamin D dalam proses penurunan kekuatan otot telah banyak diteliti dan menghasilkan kesimpulan yang masih kontroversi. Di Indonesia sendiri belum terdapat penelitian mengenai hubungan kadar vitamin D dengan kekuatan genggam tangan pada lansia. Beranjak dari hal tersebut peneliti terdorong untuk mengetahui lebih lanjut mengenai hubungan antara status vitamin D dengan kekuatan otot, khususnya dengan menilai kekuatan genggam tangan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian analitik observasional dengan desain belah lintang (*cross sectional*). Penelitian mencakup ruang lingkup Ilmu Biokimia, Ilmu Penyakit Dalam, Gizi Klinik dan Rehab Medik. Penelitian ini dilakukan di beberapa Posyandu Lansia di Kota Semarang sejak bulan Juli-Oktober 2018. Subjek penelitian ini yaitu lansia dengan usia  $\geq 60$  tahun, dapat berkomunikasi dengan baik, tidak memiliki gangguan visual atau auditorik yang tidak terkoreksi serta tidak menderita kelainan neuromuskuloskeletal ekstremitas atas seperti *CTS*, parkinson, parese tangan, *drophand*, artritis tangan, amputasi dan

kontraktur sendi tangan.

Pemilihan subjek penelitian diperoleh dengan menggunakan metode *consecutive sampling*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kadar vitamin D dalam plasma. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kekuatan genggam tangan.

Data nilai kadar vitamin D plasma diperoleh dari sampling darah vena dan diukur menggunakan metode ELISA (*Enzyme Linked Immunoabsorbent assay*), sedangkan data kekuatan genggam tangan diukur menggunakan *Jamar hand Dynamometer*. Data diuji persebarannya dengan menggunakan uji *Saphiro-Wilk*, didapatkan kedua kelompok data terdistribusi normal ( $p > 0,05$ ). Berdasarkan jenis distribusi data yang didapatkan, uji bivariat antara kadar vitamin D (25(OH)D) plasma dengan kekuatan genggam tangan lansia dilakukan dengan uji korelasi *Pearson*.

## HASIL PENELITIAN

Subjek penelitian berjumlah 75 lansia wanita, 28 data teridentifikasi sebagai “outliers” atau pencilan sehingga tidak disertakan untuk analisis lebih lanjut. Dengan demikian total data valid yang digunakan untuk penelitian ini adalah 47 orang lansia wanita.

**Tabel 1.** Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik	N (%)
<b>Usia (tahun)</b>	
• 60 – 70	36 (76.6%)
• > 70	11 (23.4%)
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	
• < 18.5 (underweight)	0 (0%)
• 18.5 – 24.9 (normal)	29 (61.7%)
• 25 – 29.9 (overweight)	13(27.7%)
• >30 (obese)	5(10.6%)
<b>Kadar vitamin D (25(OH)D) plasma (ng/mL)</b>	
• <12 (defisiensi)	6 (12.8%)
• 12-20 ng/mL (insufisiensi)	26 (55.3%)
• 20-60 ng/mL (normal)	15 (31.9%)
• >60 ng/mL (hiper/emergensi)	0 (0%)
<b>Kekuatan genggam tangan (HGS) (Kg)</b>	
• <14.5 (lemah)	17 (32.6%)
• >14.5 (normal)	30 (63.8%)
<b>Kadar kalsium (mg/dL)</b>	
• 8-10 (normokalsemia)	40 (85.1%)
• 10-12 (hiperkalsemia ringan)	7 (14.9%)
• 12-14 (hiperkalsemia berat)	0 (0%)
• 14-16 (krisis hiperkalsemia)	0 (0%)

**Tabel 2.** Karakteristik sampel berdasarkan mean, range (minimum-maksimum dan median).

Karakteristik	Mean	Standar Deviasi	Range		Median
			Minimum	Maksimum	
Usia (tahun)	66.14	5.94	<b>60</b>	<b>80</b>	64
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.49	3.84	<b>18.90</b>	<b>34.63</b>	23.60
Kadar vitamin D (25(OH)D) plasma (ng/mL)	17.31	4.65	<b>9.47</b>	<b>25.59</b>	17.27
Kekutan genggam tangan (kg)	16.73	3.87	<b>9.00</b>	<b>28.00</b>	17.00
Kadar kalsium (mg/dL)	9.45	0.55	<b>8.20</b>	<b>10.80</b>	9.50

**Tabel 3.** Distribusi subjek penelitian berdasarkan kelompok status vitamin D dan kekuatan genggam tangan

		Kekuatan Genggaman Tangan		Total
		Lemah (< 14.5 Kg)	Normal (> 14.5 Kg)	
Kadar Vitamin D	Defisiensi	2 (4.3%)	4 (8.5%)	6 (12.8%)
	Insufisiensi	9 (19.1%)	17 (36.2%)	26 (55.3%)
	Normal	6 (12.8%)	9 (19.1%)	15 (31.9%)
Total		17 (36.2%)	30 (63.8%)	47 (100%)

**Tabel 4.** Hubungan antara kadar vitamin D plasma dan kekuatan genggam tangan lansia.

	Kekuatan Genggaman Tangan	
	Koefisien Korelasi	P
Kadar Vitamin D Plasma	0.291*	0.047

Berdasarkan hasil pada (Tabel 4) didapatkan korelasi yang bernilai positif lemah ( $p = 0.047$ ) ( $r = 0.291^*$ ) yang signifikan antara kadar vitamin D (25(OH)D) plasma dengan kekuatan genggam tangan pada lansia.

**PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini kadar vitamin D plasma (ng/mL) diukur dengan menggunakan metode ELISA. Pengkategorian status vitamin D pada penelitian ini mengikuti acuan yang dikeluarkan oleh *The Institute of Medicine*

at Washington DC.<sup>43</sup> Terdapat 15 orang (31.9%) dengan kadar vitamin D plasma normal dan 32 orang (68.1%) masuk pada kategori insufisiensi dan defisiensi. Hasil yang didapatkan berbeda dengan penelitian yang sebelumnya dilakukan pada lansia wanita di Jakarta. Penelitian yang dilakukan oleh Ikhwan Rinaldi et.al 2007 menunjukkan bahwa 77.4% lansia memiliki status vitamin D normal (>50 nmol/liter).<sup>11</sup> Penelitian pada tahun 2017 terhadap lansia pria dan wanita di Pusat Santunan Dalam Keluarga (PUSAKA) Jakarta Pusat menunjukkan 80.2% lansia

mengalami defisiensi vitamin D.<sup>44</sup> Perbedaan hasil status vitamin D pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dimungkinkan karena faktor usia, jenis kelamin dan tempat tinggal.

Dari data penelitian didapatkan bahwa 30 orang (63.8%) subjek penelitian memiliki kekuatan otot yang baik. Pengkategorian kekuatan genggam tangan pada penelitian ini berdasarkan cut off penelitian yang dilakukan Chen et al. 2008 pada populasi lansia Taiwan.<sup>37</sup>

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara kadar vitamin D (25(OH)D) plasma dan kekuatan genggam tangan lansia dengan nilai ( $p=0.047$ ) ( $r=0.291$ ). Hal ini berarti, pada lansia wanita semakin tinggi kadar vitamin D plasma maka semakin tinggi pula kekuatan genggam tangannya. Hasil penelitian yang didapatkan sesuai dengan hipotesa awal bahwa terdapat hubungan antara kadar vitamin D plasma dengan kekuatan genggam tangan lansia.

Penelitian pada tahun 2011 menyimpulkan bahwa suplementasi vitamin D dapat memberikan efek yang baik pada kekuatan otot dan keseimbangan lansia.<sup>45,46</sup> Penelitian lain terhadap 242 lansia di komunitas menunjukkan bahwa dengan pemberian kalsium yang dikombinasikan dengan vitamin D selama

12 bulan dapat menurunkan angka kesakitan (jatuh) dan memperbaiki kekuatan otot lansia.<sup>47</sup> Hasil penelitian tersebut juga sejalan dengan penelitian<sup>46</sup> terhadap 72 lansia wanita di Thailand pada tahun 2009<sup>48</sup> dan penelitian terhadap 67 lansia wanita yang hidup di Panti sosial Jakarta dimana terdapat hubungan antara kadar vitamin D serum dengan kekuatan otot (*quadriceps femoris*) lansia.<sup>11</sup>

Penelitian secara *in vivo* dan *in vitro* pada kondisi defisiensi berat vitamin D, menunjukkan perubahan pada aspek fisiologi, histologi dan elektrofisiologi yang berhubungan dengan kesehatan otot. Hipotesa mengenai vitamin D dalam memengaruhi kekuatan otot dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme. Pertama, kelemahan otot merupakan manifestasi klinis dari defisiensi vitamin D.<sup>20</sup> Defisiensi vitamin D dapat memengaruhi mekanisme pengaturan vitamin D pada otot rangka, serta perubahan morfologi otot itu sendiri. Perubahan morfologi otot meliputi kerusakan jaringan intern-miofibril, peningkatan lemak intramuskuler dan atrofi serabut otot tipe II.<sup>13</sup>

Kedua, adanya Vitamin D Receptor (VDR) pada otot skelet. VDR berperan sebagai reseptor 1,25 vitamin D dalam nukleus sel otot. Ikatan antara VDR dan



1,25 Vitamin D akan menginduksi heterodimerisasi kompleks antara VDR, 1,25 vitamin D dan RXR (*retinoid receptor*). Kompleks ini akan mengaktifasi transkripsi gen protein kontraktile otot (aktin dan myosin). Dengan demikian keberadaan vitamin D pada sel otot akan mempengaruhi regulasi perkembangan, perbaikan kontraksi dan metabolisme otot serta diferensiasi sel dan proliferasi sel otot tipe II (*Rapid action*). Mekanisme ini dikenal sebagai efek genomik. Beberapa studi menunjukkan bahwa VDR diekspresikan pada jaringan otot rangka manusia dimana ekspresinya ditemukan lebih rendah pada kelompok lansia.<sup>13,21</sup>

Vitamin D dapat pula berinteraksi dengan VDR pada sel otot melalui mekanisme non-genomik. Mekanisme ini melibatkan pengaturan kanal kalsium pada membran sel. Vitamin D diketahui dapat meregulasi arus Ca transport dengan cara mengaktifasi protein G pada phospholipase C (*PLC*) dan siklus adenylate (*MAPK*). Mekanisme ini memudahkan intake ion kalsium dalam proses kontraksi dan fungsi mitokondria yang mengarah pada proses *signaling* insulin dan metabolisme otot.<sup>13,21</sup>

Beberapa penelitian lain menunjukkan hasil yang bertentangan, seperti penelitian yang dilakukan oleh

Rene Verreault et al. 2002, Latham NK et al. tahun 2003, Dhesi Jk et al. 2004, Grieger JA et al. 2009, Bunout et al. 2006, Kenny et al. 2003 dan Stockton KA et al. 2010.<sup>49,50,51,52,53,54,55</sup>

Penelitian-penelitian diatas dapat menunjukkan hasil yang berbeda dikarenakan, respon individu yang berbeda-beda terhadap suplementasi vitamin D, subjek tidak diseleksi berdasarkan status vitamin D dan kondisi fungsional tubuh, kadar PTH, pemberian dosis vitamin D <600 IU/ hari, waktu pemberian vitamin D <6 bulan, perlakuan yang diberikan tidak adekuat dan memiliki risiko cedera, jumlah sampel yang sedikit serta intake nutrisi subjek selama penelitian.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan positif lemah yang bermakna antara kadar vitamin D dengan kekuatan genggam tangan lansia.

### **Saran**

Mengingat pentingnya manfaat vitamin D bagi lansia, maka diharapkan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai hubungan antara kadar vitamin D dengan kekuatan genggam tangan lansia



dengan memperhatikan homogenitas subjek, perhitungan sampel dan design penelitian yang lebih baik. Selain itu, perlu juga dilakukan penelitian dengan melibatkan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar vitamin D dan kekuatan genggaman tangan.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Mustari A Surya, Chamami A, Handayani Nur Budi. Statistik Penduduk Lanjut Usia 2014. Jakarta: Badan Pusat Statistika. 2014. 1-239 p.
2. Pusat Data dan Informasi. Analisa lansia di Indonesia. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2017.
3. Martono H. Aspek Fisiologi dan Patologik Akibat Proses Menua. In: Martono H, Pranarka K, editors. Buku Ajar Boedhi-Darmojo Geriatri (Ilmu Kesehatan Lanjut Usia). 5th ed. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2015. p. 61–79.
4. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–23.
5. Dennison EM, Sayer AA, Cooper C. Epidemiology of sarcopenia and insight into possible therapeutic targets. *Nature Reviews Rheumatology*. 2017;340–7.
6. Bijlsma AY, Meskers CGM, Ling CHY, Narici M, Kurrle SE, Cameron ID, et al. Defining sarcopenia: The impact of different diagnostic criteria on the prevalence of sarcopenia in a large middle aged cohort. *Age (Omaha)*. 2013;35(3):871–81.
7. Vitriana, Defi IR, Irawan GN, Setiabudiawan B. Prevalensi Sarkopenia pada Lansia di Komunitas (Community Dwelling) berdasarkan Dua Nilai Cut-off Parameter Diagnosis. *Majalah Kedokteran Bandung*. 2016;48(3):164–70.
8. Narici M V., Maffulli N. Sarcopenia: Characteristics, mechanisms and functional significance. *British Medical Bulletin*. 2010;95(1):139–59.
9. Rom O, Kaisari S, Aizenbud D, Reznick AZ. Lifestyle and Sarcopenia – Etiology, Prevention and Treatment. *Rambam Maimonides Medical Journal*. 2012;3(4):e0024.
10. Gunton JE, Girgis CM, Baldock PA, Lips P. Bone muscle interactions and vitamin D. *Bone*. 2015;80:89–94.
11. Rinaldi I, Setiati S, Oemardi M, Aries W, Tamin TZ. Correlation between serum vitamin D (25(OH)D) concentration and quadriceps femoris

- muscle strength in Indonesian elderly women living in three nursing homes. *Acta Med Indones-Indones J Intern Med.* 2007;39(3):107–11.
12. Houston DK, Cesari M, Ferrucci L, Cherubini A, Maggio D, Bartali B, et al. Association between vitamin D status and physical performance: the InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007;62(4):440–6.
13. Girgis CM, Clifton-Bligh RJ, Hamrick MW, Holick MF, Gunton JE. The roles of vitamin D in skeletal muscle: Form, function, and metabolism. *Endocrine Reviews.* 2013;34(1):33–83.
14. Beaudart C, McCloskey E, Bruyère O, Cesari M, Rolland Y, Rizzoli R, et al. Sarcopenia in daily practice: assessment and management. *BMC Geriatrics.* 2016;16(1):1–10.
15. Dhanwal DK, Dharmshaktu P, Gautam VK, Gupta N, Saxena A. Hand grip strength and its correlation with vitamin D in Indian patients with hip fracture. *Arch Osteoporos.* 2013;8(1–2).
16. R B-D. Demografi dan Epidemiologi Populasi Lanjut Usia. In: H, Martono K P, editor. *Buku Ajar Boedhi-Darmojo Geriatri (Ilmu Kesehatan Lanjut Usia)*. 5th ed. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2015. p. 40–60.
17. Incel NA. Hand Function in Geriatric Condition. In: *Hand Function*. 2014. p. 171–83.
18. Ariyanto B. Korelasi antara Kekuatan Genggam Tangan dengan Tes Timed Up & Go pada Penderita Usia Lanjut di RSUPN Cipto Mangunkusumo. 2008;2008.
19. Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB. Sarcopenia: Etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporos Int.* 2010;21(4):543–59.
20. Rosenberg IH. Sarcopenia: Origins and clinical relevance. *Clin Geriatr Med.* 2011;27(3):337–9.
21. Manuscript A. Sarcopenia : an undiagnosed condition in older adults. Consensus Definition: Prevalence, Etiology, and Consequences. *J Am Med Dir Assoc.* 2012;12(4):249–56.
22. Tankó LB, Movsesyan L, Mouritzen U, Christiansen C, Svendsen OL. Appendicular lean tissue mass and the prevalence of sarcopenia among healthy women. *Metabolism.* 2002;51(1):69–74.
23. Chien MY, Huang TY, Wu YT.

- Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan. *J American Geriatrics Society*. 2008;56(9):1710–5.
24. Setiati S. Geriatric medicine, sarkopenia, frailty, dan kualitas hidup pasien usia lanjut: tantangan masa depan pendidikan, penelitian dan pelayanan kedokteran di Indonesia. *eJurnal Kedokteran Indonesia*. 2013;1(3):234–42.
25. Sousa AS, Guerra RS, Fonseca I, Pichel F, Amaral TF. Sarcopenia among hospitalized patients - A cross-sectional study. *Clinical Nutrition*. 2015;34(6):1239–44.
26. Reilly ME, Mantle D, Richardson PJ, Salisbury J, Jones J, Peters TJ, et al. Studies on the Time-Course of Ethanol's Acute Effects on Skeletal Muscle Protein Synthesis: Comparison with Acute Changes in Proteolytic Activity. *Alcoholism: Clinical and Experimental*. 1997;21(5):792–8.
27. Lee JSW, Auyeung T-W, Kwok T, Lau EMC, Leung P-C, Woo J. Associated Factors and Health Impact of Sarcopenia in Older Chinese Men and Women: A Cross-Sectional Study. *Gerontology*. 2007;53(6):404–10.
28. Montes De Oca M, Loeb E, Torres SH, De Sanctis J, Hernández N, Tálamo C. Peripheral muscle alterations in non-COPD smokers. *Chest*. 2008;133(1):13–8.
29. Rom O, Kaisari S, Aizenbud D, Reznick AZ. Sarcopenia and smoking: A possible cellular model of cigarette smoke effects on muscle protein breakdown. *Ann N Y Acad Sci*. 2012;1259(1):47–53.
30. Arik G, Ulger Z. Vitamin D in sarcopenia: Understanding its role in pathogenesis, prevention and treatment. *European Geriatric Medicine*. 2016;7(3):207–13.
31. Chareles S, Afrozul H. Vitamin D Deficiency, Metabolism and Routine Measurement of its Metabolites [25(OH)D<sub>2</sub> and 25(OH)D<sub>3</sub>]. *J Chromatography Separation Techniques*. 2015;6(4):4–8.
32. Wranicz J, Szostak-Węgierek D. Health outcomes of vitamin D. Part I. characteristics and classic role. *Rocz Państwowego Zakładu Hig*. 2014;65(3):179–84.
33. Holick MF. Resurrection of vitamin D and rickets. *The Journal Clinical Investigation*. 2006;116(8):2062–72.
34. Peolsson A, Hedlund R, Öberg B. Intra-and inter-tester reliability and

- reference values for hand strength. *Journal Rehabilitation Med.* 2001;33(1):36–41.
35. Roubenoff R, Hughes VA. Sarcopenia: current concepts. *Journal of Gerontology: Medical Sciences.* 2000;55(12):716–24.
36. Kostka T. Quadriceps maximal power and optimal shortening velocity in 335 men aged 23-88 years. *European Journal of Applied Physiology.* 2005;95(2–3):140–5.
37. Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: Consensus report of the Asian working group for sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association.* 2014;15(2):95–101.
38. Manoharan VS, Sundaram SG, Jason JI. Factors Affecting Hand Grip Strength and Its Evaluation: a Systemic Review. *International Journal of Physiotherapy and Research.* 2015;3(6):1288–93.
39. Long C, Conrad P, Hall E, Furler S. Intrinsic-extrinsic muscle control of the hand in power grip and precision handling. An Electromyogr study. *Journal of Bone and Joint Surgery.* 1970;52-A..
40. S Muryono. *Anatomi Fungsional Sistem Lokomosi (Pengantar Kinesiologi).* Semarang: Bagian Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro; 2001.
41. Duruoz M. Assessment of hand functions. In: Duruoz M, editor. *Hand Function.* New York: Springer; 2014. p. 41–50.
42. Dincer F, Samut G. *Hand Function.* 2014;23–41. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4614-9449-2>
43. Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del HB. *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D;* Institute of Medicine. 2011.
44. Sudarma V, Halim L. High skeletal muscle mass is associated with increased serum 25 ( OH ) D levels in elderly. 2017;36(3):236–42.
45. Susan W. Muir, PhD, and Manuel montero-Odass0,MD, PhD, ASGF. Effect of Vitamin D Supplementation on Muscle Strength , Gait and Balance in Older Adults : A Systematic Review and. *Journal of American Geriatrics Society.* 2011.
46. Rejnmark L. Effects of vitamin D on muscle function and performance : a review of evidence from randomized controlled trials. *Therapeutic Advances in Chronic Disease.*

- 2011;25–37.
47. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, Suppan K. Effects of a long-term vitamin D and calcium supplementation on falls and parameters of muscle function in community-dwelling older individuals. *Osteoporos Int.* 2009;315–22.
48. Thawee Songpatanasilp MD, La-or Chailurkit PhD, Akekachai Nichachotsalid BSc, manoj Chantarasorn MD. Combination of Alfacalcidol with Calcium Can Improve Quadriceps Muscle Strength in Elderly Ambulatory Thai Women Who Have Hypovitaminosis D : A Randomized Controlled Trial. *J Med Assoc Thai.* 2009;92:S30-41..
49. Verreault R, Semba RD, Volpato S. Low Serum Vitamin D Does Not Predict New Disability or Loss of Muscle Strength in Older Women. *Journal of American Geriatrics Society.* 2002;912–7.
50. Latham NK, Anderson CS, Lee A. A Randomized , Controlled Trial of Quadriceps Resistance Exercise and Vitamin D in Frail Older People : The Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects(FITNESS).*Journal of American Geriatrics Society.*2003;291–9.
51. Dhesi JK, Stephen H.D.Jackson, Earne LIMB, Oniz CAJEM, Urley MIVH, Wift CAGS, et al. Vitamin D supplementation improves neuromuscular function in older people who fall. *Age and Ageing.* 2004;33(6):589–95.
52. Grieger JA, Nowson CA, Jarman HF, Malon R, Ackland LM. Multivitamin supplementation improves nutritional status and bone quality in aged care residents.*European Journal of Clinical Nutrition.* 2009;558–65.
53. Bunout D, Avendan M, Hirsch S. Effects of vitamin D supplementation and exercise training on physical performance in Chilean vitamin D deficient elderly subjects. *Experimental Gerontology.* 2006;41:746–52.
54. Perception H, Kenny AM, Biskup AB, Robbins AB, Marcella G. Effects of Vitamin D Supplementation on Strength, Physical Function, and Health Perception in Older, Community-Dwelling Men. *Journal of American Geriatrics Society.* 2003;1762–7.
55. Stockton KA, Mengersen K, Paratz JD. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength : a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int.* 2011;859–71.