

**LITERATURE REVIEW:  
PERBANDINGAN MASSA OTOT PASIEN DM TIPE 2 DAN NON-DM  
PADA LANSIA**

**Nurfadilah<sup>1</sup>, Wiwit Agung Sri Nur Cahyawati<sup>2</sup>, Roselina Panghiyangani<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat,  
Banjarmasin, Indonesia

<sup>2</sup>Divisi Geriatri, Departemen Penyakit Dalam, RSUD Dr. H. Moch. Ansari Saleh,  
Banjarmasin, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Biomedik, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin,  
Indonesia

Email korespondensi: [roselina.darma@gmail.com](mailto:roselina.darma@gmail.com)

**Abstract:** *Elderly are individuals aged 60 years and over. The aging process will result in a decrease in the function of pancreatic  $\beta$  cells which results in the incidence of Diabetes Mellitus (DM). This review aims to determine the differences in muscle mass of type 2 diabetes mellitus patients and non-diabetic in the elderly and to understand the pathophysiology of the causes of decreased muscle mass in patients with type 2 diabetes mellitus and non-diabetic elderly. The writing was conducted by analyzing the related literature obtained from search results on medical journal databases, such as PubMed - MEDLINE, Garuda and Google Scholar. The articles included in this literature review study were 15 articles between 2005-2020. The prevalence of decreased muscle mass increases with age. Reduced physical activity, nutritional status, immunology and changes in hormonal causes a decrease in muscle mass in the elderly. Elderly with type 2 diabetes have lower muscle mass than elderly non-diabetic.*

**Keywords:** *Elderly, muscle mass, diabetes mellitus type 2, bioimpedance analysis, dual-energy x-ray absorptiometry*

**Abstrak:** **Lansia adalah individu berusia 60 tahun keatas.** Proses penuaan akan mengakibatkan penurunan fungsi sel  $\beta$  pancreas yang berakibat terjadinya penyakit Diabetes Mellitus (DM). Penulisan *literature review* ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan massa otot pasien DM tipe 2 dan non-DM pada lansia, dan untuk memahami patofisiologi penyebab penurunan massa otot pasien DM tipe 2 dan non-DM pada lansia. Penulisan dilakukan dengan menganalisis literature terkait yang didapatkan dari hasil pencarian pada *database* jurnal kedokteran, yaitu PubMed – MEDLINE, Garuda dan Google Scholar. Artikel yang disertakan sebanyak 15 artikel antara tahun 2005-2020. Prevalensi penurunan massa otot meningkat seiring dengan bertambahnya usia. Berkurangnya aktivitas fisik, status nutrisi, imunologi dan perubahan pada hormonal menyebabkan penurunan massa otot pada lansia. Lansia dengan DM tipe 2 memiliki massa otot yang lebih rendah dibandingkan dengan lansia non-DM.

**Kata-kata kunci:** *Lansia, massa otot, diabetes mellitus tipe 2, bioimpedance analysis, dual-energy x-ray absorptiometry*

## PENDAHULUAN

Undang-Undang Nomor 13 tahun 1998 tentang kesejahteraan lanjut usia (lansia), yang dimaksud dengan lansia yaitu individu baik pria maupun wanita yang berusia 60 tahun keatas.<sup>1</sup> Penuaan berakibat perubahan pada komposisi tubuh yang berdampak penurunan progresif pada massa otot, kekuatan dan kualitas, disertai dengan peningkatan massa lemak.<sup>2</sup> Proses penuaan mengakibatkan penurunan sel-sel  $\beta$  pancreas yang berakibat terjadinya penyakit Diabetes Mellitus (DM).<sup>3</sup>

Data IDF (*International Diabetes Federation*) penderita DM berusia 65 tahun keatas sebesar 27,8%. Perkiraan jumlah orang yang berusia 65 tahun keatas dengan DM adalah 111 juta pada tahun 2019 dan akan meningkat menjadi 195 juta pada tahun 2030.<sup>4</sup> Khusus DM tipe 2 sebesar 85-90% dari total penderitanya.<sup>5</sup> Prevalensi DM terbesar di Indonesia pada tahun 2018 berada pada rentang usia 55 -64 tahun sebesar 6,3% dan 65-75 tahun sebesar 6,03%.<sup>6</sup>

*Health, Aging, and Body Composition Study (Health ABC)* menyatakan lansia dengan DM tipe 2 memiliki massa otot yang lebih besar di

lengan dan kaki daripada yang tidak menderita DM. Penelitian Kim KS, *et al.* menyebutkan lansia dengan DM tipe 2 dikaitkan dengan kehilangan massa otot rangka yang berlebihan, serta kualitas dan kekuatan otot yang lebih rendah. *National Health and Nutrition Examination Survey III (NHANES)* menemukan bahwa massa otot yang rendah sangat terkait dengan resistensi insulin, disglukemia, serta berkontribusi pada terjadinya gangguan metabolisme.<sup>2,7</sup>

Penurunan massa otot pada lansia disebabkan oleh banyak hal. Jumlah serat otot, sel satelit, unit motorik yang berkurang dan penurunan ukuran serat otot memicu terjadinya apoptosis dan berdampak pada massa otot. Penurunan hormon anabolik, komorbiditas dan penurunan aktivitas fisik

juga merupakan risiko kehilangan massa otot pada lansia. Pada lansia dengan DM penurunan massa otot terjadi akibat resistensi insulin, inflamasi kronis dan stress oksidatif yang meningkatkan kadar sitokin inflamasi seperti *tumor necrosis factor  $\alpha$*  (TNF- $\alpha$ ) dan *interleukin 6* (IL-6) yang berhubungan dengan kehilangan massa otot pada lansia. Oleh karena itu, salah satu tantangan besar dari proses penuaan adalah untuk menurunkan kehilangan massa otot.<sup>8-12</sup>

## METODE

Metode yang dilakukan dalam studi *literature review* ini berupa *narrative review*. Studi literature ini dibuat melalui penelusuran artikel pada *database* Pubmed-MEDLINE, Garuda dan Google Scholar. Selain itu, artikel-artikel yang digunakan juga diperoleh melalui website resmi *American Diabetes Association (ADA)*, *International Diabetes Federation (IDF)*, *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI)*, serta dari daftar referensi artikel-artikel yang diperoleh. Kriteria inklusi berupa jurnal bahasa Inggris dan bahasa Indonesia antara tahun 2005-2020 dengan kata kunci "*elderly, muscle mass, diabetes mellitus type 2, bioimpedance analysis, dual-energy x-ray absorptiometry*".

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Artikel ini secara umum berfokus tentang perbandingan massa otot pasien DM tipe 2 dan non-DM pada lansia. Selain itu, artikel ini merangkum dan membandingkan massa otot pasien DM tipe 2 dan non-DM pada lansia serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya penurunan massa otot pada lansia dengan DM dan non-DM. Berikut dipaparkan hasil penelitian yang menunjukkan perbandingan massa otot pasien DM tipe 2 dan non-DM pada lansia.

Tabel. 1. *Literature* terkait Perbandingan Massa Otot Pasien DM Tipe 2 dan Non-DM pada Lansia

Penulis, tahun	Hasil
Cui, Mengzhao. <i>et al.</i> , 2020	Prevalensi penurunan massa otot meningkat seiring bertambahnya usia ( $p < .001$ ) Penurunan massa otot pada pasien DM tipe 2 meningkat 2-4 kali dibandingkan dengan yang non-DM
Hirasawa, Yoshikazu. <i>et al.</i> , 2019	ASMI ( <i>appendicular skeletal muscle mass index</i> ) secara signifikan berkorelasi positif dengan HOMA-IR ( <i>homeostasis model assessment of insulin resistance</i> ) kecuali kategori pria berusia $\geq 60$ tahun
Wang, Taotao. <i>et al.</i> , 2016	Pasien DM tipe 2 mempunyai risiko tinggi penurunan massa otot dibandingkan non-DM
Kyung Soo, Kim. <i>et al.</i> , 2014	Lansia dengan DM tipe 2 memiliki massa otot yang lebih rendah dibandingkan dengan lansia non-DM
Christine G, Lee. <i>et al.</i> , 2011	Kehilangan massa otot dilemahkan pada pria dengan diabetes yang menggunakan <i>insulin sensitizer</i>
Stein, Lambok K. <i>et al.</i> , 2018	Semakin tinggi usia subjek penelitian maka semakin rendah massa ototnya
Shishikura, Kanako. <i>et al.</i> , 2014	Peningkatan massa otot berhubungan dengan penurunan resistensi insulin
Han, Peipei. <i>et al.</i> , 2016	Kelainan metabolik seperti diabetes memiliki dampak negatif terhadap massa otot
Miki, Akane. <i>et al.</i> , 2017	Prevalensi sarcopenia meningkat seiring dengan penuaan
Seok Won, Park. <i>et al.</i> , 2009	Diabetes mempercepat penurunan massa dan kekuatan otot
Aleman-Mateo, Heliodoro. <i>et al.</i> , 2014	Wanita lansia dengan DM tipe 2 menunjukkan penurunan massa otot 2 kali lipat lebih cepat dibandingkan dengan wanita lansia non-DM
Volpato, Stefano. <i>et al.</i> , 2012	ASM ( <i>appendicular skeletal muscle mass</i> ) yang rendah menunjukkan hubungan yang signifikan dengan resistensi insulin
Visser, Marjolein. <i>et al.</i> , 2005	DM tipe 2 berkaitan atrofi otot
Lau, Edith. <i>et al.</i> , 2005	Lansia dengan massa otot yang rendah memiliki risiko penurunan mobilitas fungsional karena umumnya otot mereka lemah
Goodpaster, Bret H. <i>et al.</i> , 2006	Prevalensi penurunan massa otot meningkat seiring dengan penuaan
	Diabetes mellitus merupakan salah satu faktor risiko terjadinya penurunan massa otot
	Massa otot yang rendah memainkan peran utama dalam penurunan kekuatan otot seiring dengan penuaan

### A. Massa Otot pada Lansia

Massa otot yang rendah dapat mempengaruhi kualitas hidup dan berkontribusi pada perkembangan gangguan metabolisme. Penilaian massa otot dapat menggunakan *computed tomography* (CT), *magnetic resonance imaging* (MRI), *Dual-energy X-ray absorptiometry* (DXA) dan *Bioimpedance analysis* (BIA).<sup>2,13</sup>

Penelitian oleh Mengzhao C, *et al.* pada tahun 2020 dengan subjek berusia berusia

$\geq 65$  tahun dan telah didiagnosis DM tipe 2 sebelumnya menyebutkan bahwa prevalensi penurunan massa otot meningkat seiring dengan bertambahnya usia ( $p < .001$ ). Penelitian ini memisahkan antara subjek pria dan wanita serta membuat pengelompokan berdasarkan usia. Secara keseluruhan prevalensi penurunan massa otot sebesar 28,8%, pada wanita sebesar 23,3% dan pria sebesar 35,6% ( $p > .05$ ). Kelompok usia 65-69 tahun 17,4%, 70-74 tahun 28,1%, 75-79

tahun 52,4% dan >80 tahun 60,0% ( $p < .001$ ). Berdasarkan jenis kelamin, prevalensi penurunan massa otot pada wanita pada setiap kelompok umur yaitu 15,0%, 20,0%, 36,0% dan 57,1%, tidak ada perbedaan yang signifikan ( $p > .05$ ). Sedangkan pada pria yaitu 20,1%, 35,5%, 70,0% dan 66,7% ( $p < .05$ ). Studi ini menunjukkan bahwa prevalensi penurunan massa otot adalah 35,6% pria dan 23,3% pada wanita. Mekanisme penurunan massa otot pada pria lebih cepat dibandingkan wanita masih belum jelas, tetapi mungkin terkait dengan penurunan sekresi hormon testosteron.<sup>14</sup>

Penelitian Taotao W, *et al.* menyebutkan bahwa prevalensi penurunan massa otot secara signifikan lebih besar pada pasien berusia  $\geq 70$  tahun dibandingkan pasien yang berusia 60-69 tahun.<sup>15</sup>

Kedua penelitian tersebut menyatakan bahwa prevalensi penurunan massa otot pada pria lebih besar dibanding pada wanita seiring dengan penuaan. Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian Park SW, *et al.* pada tahun 2009 menyebutkan bahwa penurunan massa otot pada pria lebih besar dibandingkan wanita dengan subjek penelitian berusia 70-79 tahun.<sup>16</sup>

Penelitian yang dilakukan di Indonesia oleh Lombok KS, *et al.* pada tahun 2018 di Panti Tresna Werdha Bandung menyebutkan bahwa semakin tinggi usia subjek, maka semakin rendah massa otot yang dimilikinya. Hasil penelitian ini rerata massa otot per satuan luas permukaan tubuh adalah  $22,86 \pm 2,20$  kg/m<sup>2</sup>. Proses penuaan pada lansia menyebabkan terjadinya penurunan massa otot yang melibatkan interaksi sistem saraf tepi, sistem saraf pusat, status nutrisi, hormonal, imunologi dan aktivitas fisik yang kurang. Pada tingkat biomolekuler, penurunan massa otot disebabkan oleh penurunan kecepatan sintesis protein dan/atau peningkatan degradasi protein yang tidak proporsional. Hilangnya motor unit akibat degradasi saraf motor alfa yang

mempersarafi serabut otot memiliki pengaruh paling besar dalam proses neuropati.<sup>17</sup>

Penelitian Peipei H, *et al.* dengan subjek berusia  $\geq 60$  tahun menyatakan bahwa prevalensi penurunan massa otot meningkat seiring penuaan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan massa otot terkait dengan kebiasaan meminum alkohol pada wanita. Efek merugikan dari alkohol terhadap otot rangka bahwa mengonsumsi alkohol dalam jangka lama dapat meningkatkan hilangnya massa otot dan kekuatan otot pada lansia. Konsumsi alkohol dapat menekan esterogen plasma pada wanita yang dapat meningkatkan risiko penurunan massa otot pada wanita pasca menopause.<sup>18</sup>

Penelitian Edith MCL, *et al.* dengan subjek berusia  $\geq 70$  tahun, menyebutkan bahwa prevalensi penurunan massa otot meningkat seiring dengan penuaan.<sup>19</sup> Massa otot yang rendah berperan utama dalam penurunan kekuatan otot seiring dengan penuaan sesuai dengan penelitian oleh Bret HG, *et al.* Hubungan antara hilangnya massa otot dan kekuatan otot kemungkinan karena kelemahan dari otot yang menyebabkan penurunan fungsi otot, berkurangnya aktivitas fisik terkadang immobilitas sehingga menyebabkan atrofi otot sekunder.<sup>20</sup> Selain berperan utama dalam penurunan kekuatan otot, lansia dengan massa otot yang rendah juga memiliki risiko penurunan mobilitas fungsional, umumnya otot lansia yang memiliki massa otot yang rendah lebih lemah daripada lansia pada umumnya sehingga hal ini menyebabkan timbulnya gangguan imobilitas pada lansia sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Marjolein V, *et al.*<sup>21</sup>

## B. Massa Otot pada Lansia dengan DM Tipe 2

DM adalah gangguan metabolisme glukosa.<sup>22</sup> DM tipe 2 ditandai dengan resistensi insulin.<sup>23</sup>

Penelitian Mengzhao C, *et al.* menyatakan bahwa risiko terjadinya penurunan massa otot pada pasien DM tipe 2 meningkat 2 hingga 4 kali. Insulin merangsang sintesis protein, insufisiensi sekresi insulin atau resistensi insulin akan mengarah pada insufisiensi sintesis protein otot dan meningkatkan degradasi protein, yang akan berakibat pada penurunan massa otot.<sup>14</sup>

Diabetes mempercepat penurunan massa otot dan kekuatan otot, kurangnya sinyal insulin dapat menyebabkan berkurangnya massa otot dan resistensi insulin menginduksi degradasi protein otot seperti yang dinyatakan pada penelitian Akane M, *et al.* pada tahun 2017.<sup>24</sup>

Penelitian Kim KS, *et al.* pada tahun 2014 dengan subjek berusia  $\geq 65$  tahun melaporkan bahwa lansia dengan DM tipe 2 memiliki massa otot yang lebih rendah dibanding lansia yang non-DM di Asia. Prevalensi penurunan massa otot lebih tinggi pada lansia pria dengan DM tipe 2 dibanding non-DM (57.6% dan 41.5%,  $p=0.040$ ), tetapi tidak pada wanita (7.1% dan 8.6%,  $p=0.685$ ). Mekanisme terjadinya penurunan massa otot umumnya dianggap multifaktorial. Faktor lingkungan, faktor penyakit, aktivasi inflamasi, hilangnya *neuromuscular junction*, berkurangnya jumlah sel satelit dan perubahan pada hormonal dianggap berkontribusi terhadap hilangnya massa otot. Penemuan terbaru tentang jalur molekuler faktor pensinyalan *growth factor- $\beta$* , aktivasi apoptosis, dan disfungsi mitokondria sebagai faktor pemicu dalam penurunan massa otot. Hormon anabolik juga penting dalam pemeliharaan massa otot dengan mengaktivasi sistem protein kinase *phosphatidylinositol-3-kinase* tetapi

resistensi insulin menurunkan aktivasi sistem ini. Konsekuensi dari hiperglikemia yang tidak terkontrol adalah katabolisme, yang mengakibatkan terjadinya pemecahan protein dan penggunaan energi yang inadekuat, berpotensi mengakibatkan fungsi otot yang buruk dan penurunan massa otot, sehingga dapat disimpulkan bahwa kelainan metabolik pada DM tipe 2 berdampak negatif terhadap massa otot. Resistensi insulin yang tampak pada DM tipe 2 juga menyebabkan berkurangnya sintesis protein sehingga meningkatkan terjadinya degradasi protein.<sup>2</sup>

Penelitian oleh Kanako S, *et al.* juga menyatakan bahwa peningkatan massa otot berhubungan dengan penurunan resistensi insulin.<sup>25</sup> Hal ini didukung oleh penelitian Volpato S, *et al.* yang mengatakan bahwa DM tipe 2 berkaitan dengan atrofi dan kelemahan pada otot.<sup>26</sup> Terapi diabetes menggunakan *insulin sensitizer* dapat mengurangi risiko terjadinya penurunan massa otot seperti yang dinyatakan pada penelitian Christine GL, *et al.*<sup>27</sup>

Penelitian oleh Hirasawa Y, *et al.* pada tahun 2019 menyatakan bahwa ASMI secara signifikan berkorelasi positif dengan HOMA-IR. Insulin dapat meningkatkan sintesis protein otot dan menghambat degradasi protein. IR (*insulin resistance*) maupun defisiensi insulin menyebabkan penurunan sinyal insulin di otot rangka. Gangguan metabolisme protein dan kurangnya massa otot terlihat pada pasien DM tipe 2, dan DM tipe 2 dianggap sebagai faktor risiko independen untuk sarcopeni.<sup>28</sup> Penelitian Aleman-Mateo H, *et al.* pada tahun 2014 menyatakan bahwa ASM yang rendah menunjukkan hubungan yang signifikan dengan resistensi insulin.<sup>29</sup>

## C. Perbandingan Massa Otot Pasien DM Tipe 2 dan Non-DM

Penelitian oleh Kim KS, *et al.* dengan subjek yang berusia  $\geq 65$  tahun menyatakan bahwa pria lansia dengan DM memiliki ASM

yang lebih rendah dibandingkan non-DM ( $19.5 \pm 3.5$  kg dan  $21.0 \pm 2.8$  kg,  $p < 0.001$ ), sedangkan pada wanita lansia ( $13.9 \pm 1.9$  dan  $14.0 \pm 2.0$  kg,  $p = 0.981$ ). Prevalensi massa otot yang rendah lebih tinggi pada pria lansia dengan diabetes dibandingkan mereka yang tidak menderita diabetes (57,6% dan 41,5%,  $p = 0,040$ ), tetapi tidak pada wanita (7,1% dan 8,6%,  $p = 0,685$ ) dengan metode ASM/Ht<sup>2</sup>. Ketika menggunakan metode ASM/Wt, prevalensi massa otot yang rendah kira-kira dua kali lipat lebih tinggi lansia dengan diabetes dibandingkan mereka yang tidak menderita diabetes (23,7% dan 12,3% pada pria,  $p = 0,046$ ; 25,9% dan 15,0% pada wanita,  $p = 0,044$ ). Dengan metode TSM/Wt, prevalensi massa otot yang rendah juga lebih tinggi pada lansia dengan diabetes dibandingkan mereka yang tidak menderita diabetes (49,2% dan 20,0% pada pria,  $p < 0,001$ ; 32,9% dan 20,0% pada wanita,  $p = 0,030$ ). Bisa ditarik kesimpulan bahwa lansia dengan DM tipe 2 memiliki massa otot yang lebih rendah dengan tiga metode yang berbeda dibandingkan dengan non-DM baik pada pria maupun wanita.<sup>2</sup>

## PENUTUP

Mekanisme penurunan massa otot multifaktorial, faktor lingkungan, faktor penyakit, status nutrisi, imunologi, berkurangnya aktivitas fisik, hilangnya *neuromuscular junction*, berkurangnya jumlah sel satelit dan perubahan pada hormonal berkontribusi terhadap hilangnya massa otot pada lansia. Lansia dengan DM tipe 2 memiliki massa otot yang lebih rendah dibandingkan dengan lansia non-DM. Resistensi insulin pada DM tipe 2 berdampak negatif terhadap massa otot. Insulin merangsang sintesis protein, insufisiensi sekresi insulin atau resistensi insulin akan mengarah pada insufisiensi sintesis protein otot dan meningkatkan degradasi protein, yang akan berakibat pada penurunan massa otot. Peningkatan kadar sitokin pro-inflamasi

seperti IL-6, TNF- $\alpha$  dan CRP pada lansia dengan DM tipe 2 juga memiliki efek negatif terhadap massa otot dan fungsi otot.

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui pengaruh DM tipe 2 terhadap massa otot serta faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan massa otot pada lansia dengan DM dan non-DM.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Undang-Undang RI. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 tahun 1998 tentang Kesejahteraan Lanjut Usia. Jakarta: 1998.
2. Soo, K.K. Sun, P.K. Jong, K.M. Kyung. K.S. Wook, C.Y. Won PS. Type 2 diabetes is associated with low muscle mass in older adults. *Geriatr Gerontol Int.* 2014;14(SUPPL.1):115–21.
3. Suryanti DA. Pengaruh food massage terhadap kualitas tidur pada lansia di Panti Wredha Dhara Bakti Kasih Surakarta. *J Terpadu Ilmu Kesehat.* 2019;8(1):87–93.
4. IDF (International Diabetes Federation). *Advocacy Guide* [Internet]. Ed. 9. *Advocacy Guide.* 2019. 10 p. Available from: <http://www.ascd.org/ASCD/pdf/newsandissues/ascdadvocacyguide.pdf>
5. Nugroho, K.P.A. Kurniasari, R.R.M.D. Noviani T. Gambaran pola makan sebagai penyebab kejadian penyakit tidak menular (diabetes mellitus, obesitas, dan hipertensi) di wilayah kerja Puskesmas Cebongan, Kota Salatiga. *J Kesehat Kusuma Husada* [Internet]. 2019;15–23. Available from: <http://www.jurnal.stikeskusumahusada.ac.id/index.php/JK/article/view/324/274>
6. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Hari Diabetes Sedunia Tahun 2018.* Jakarta Selatan: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2018.

7. Tieland M, Trouwborst I, Clark BC. Skeletal muscle performance and ageing. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2018;9(1):3–19.
8. Kalyani, R.R. Corriere, M. Ferrucci L. Age-related and disease-related muscle loss: The effect of diabetes, obesity, and other diseases. *Lancet Diabetes Endocrinol* [Internet]. 2014;2(10):819–29. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587\(14\)70034-8](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70034-8)
9. Keller K, Coldewey M, Engelhardt M. Strength and muscle mass loss with aging process. *Age and strength loss. Gazz Medica Ital Arch per le Sci Mediche*. 2014;173(9):477–83.
10. Mccarthy JJ, Mula J, Miyazaki M, Erfani R, Garrison K, Farooqui AB, et al. Effective fiber hypertrophy in satellite cell-depleted skeletal muscle. *Development*. 2011;138(17):3657-66.
11. Schaap, L.A. Pluijm, S.M.F. Deeg, D.J.H. Visser M. Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. *Am J Med*. 2012;119(6):526.e9-e17.
12. Illario M, Vollenbroek-Hutten M, Molloy DW, Menditto E, Iaccarino G, Eklund P. Active and healthy ageing and independent living. *Journal of Aging Research*. 2016;1-3.
13. Nomura, T. Kawae, T. Kataoka,H. Ikeda, Y. Assessment of lower extremity muscle mass, muscle strength, and exercise therapy in elderly patients with diabetes mellitus. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2018;23(20):1-7.
14. Cui, M. Gang, X. Wang, G. Xiao, X. Li, Z. Jiang, Z. *et al.* A cross-sectional study: Associations between sarcopenia and clinical characteristics of patients with type 2 diabetes. *Medicine*. 2020;99(2):1-8.
15. Wang, T. Feng, X. Zhou, J. Gong, H. Xia, S. Wei, Q. *et al.* Type 2 diabetes mellitus is associated with increased risks of sarcopenia and pre-sarcopenia in Chinese elderly. *Scientific Report*. 2016;1-7.
16. Won, P.S. Goodpaster, B.H. Sun, J.L. Kuller, L.H. Boudreau, R. Rekenire N.D et al. Excessive loss of skeletal muscle mass in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2009;32(11):1993-7.
17. Stein, L.K. Wiramihardja, S. Kulsum, I.D. Muscle mass and quality of life of elderly people in Panti Tresna Werdha in Bandung. *Jounal Medicine and Health*. 2018;2(1):637-45.
18. Han, P. Kang, L. Guo, Q. Wang, J. Zhang, W. Shen, S. *et al.* Prevalence and factors associated with sarcopenia in suburb-dwelling older Chinese using the Asian Working Group for Sarcopenia definition. *Journals of Gerontology*. 2016;71(4):529-35.
19. Lau, E.M.C. Lynn, H.S.H. Woo, J.W. Kwok, T.C.Y. Melton, L.J. Prevalence of and risk factors for sarcopenia in elderly Chinese men and women. *Journals of Gerontology: Medical Sciences*. 2005;60A(2):213-16.
20. Goodpaster, B.H. Won, P.S. Harris, T.B. Kritchevsky, S.B. Nevitt, M. Schwartz, A.V. *et al.* The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *Journals of Gerontoly*. 2006;60A(10):1059-64.
21. Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Newman AB, Nevitt M, Rubin SM, et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2005;

22. Kalra, S. Sharma S. Diabetes in the Elderly. *Diabetes Ther* [Internet]. 2018;9(2):493–500. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13300-018-0380-x>.
23. Bassil, M.S. Gougeon R. Muscle protein anabolism in type 2 diabetes. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2013;16(1):83–8.
24. Miki, A. Hashimoto, Y. Matsumoto, S. Ushigome, E. Fukuda, T. Sennmaru, T. *et al*. Protein intake, especially vegetable protein intake, is associated with higher skeletal muscle mass in elderly patients with type 2 diabetes. *Journal of Diabetes Research*. 2017;1-7.
25. Shishikura, K. Tanimoto, K. Sakai, S. Tanimoto, Y. Terasaki, J. Hanafusa, T. Association between skeletal muscle mass and insulin secretion in patients with type 2 diabetes mellitus. *Endocr J*. 2014;1-7.
26. Volpato, S. Bianchi, L. Lauretani, F. Lauretani, F. Bandinelli, S. Guralnik, J.M. *et al*. Role of muscle mass and muscle quality in the association between diabetes and gait speed. *Diabetes Care*. 2012;35:1672-9.
27. Lee, C.G. Boyko, E.J. Barrett-Connor, E. Miljkovic, I. Hoffman, A.R. Everson-Rose, S.A. *et al*. Insulin sensitizers may attenuate lean mass loss in older men with diabetes. *Diabetes Care*. 2011;34:2381-6.
28. Hirasawa, Y. Matsuki, R. Ebisu, T. Kurose, T. Hamamoto, Y. Seino, Y. Evaluation of skeletal muscle mass indices, assessed by bioelectrical impedance, as indicators of insulin resistance in patients with type 2 diabetes. *Journal Physical Therapy Science*. 2019;31:190-4.
29. Alemán-Mateo, H. Teros, M.T.L. Ramírez, C.F.A. Astiazarán-García, H. Association between insulin resistance and low relative appendicular skeletal muscle mass: Evidence from a cohort study in community-dwelling older men and women participants. *Journals of Gerontology: Medical Science*. 2014;69(7):871-7