



**PENGARUH USIA TUA PADA MASSA OTOT DENGAN BIA
(*BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYSIS*) DAN HASIL *HAND
GRIP TEST* PADA PRIA SEHAT KOTA MALANG**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran**



Oleh
★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
LAILA FITRI
★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
21901101075

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2024**

RINGKASAN

Laila Fitri. Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Malang, 29 Februari 2024. Pengaruh Usia Tua Pada Hasil *Hand Grip Test* dan Massa Otot dengan BIA (*Bioelectrical Impedance Analysis*) pada Pria Sehat di Kota Malang

Pembimbing 1: Rahma Triliana. **Pembimbing 2:** Fancy Brahma Adiputra

Pendahuluan: Sarkopenia adalah sindrom geriatri yang berhubungan dengan kelemahan dan penurunan kinerja fisik yang ditandai dengan hilangnya progresif massa otot dan kekuatan akibat penuaan. Massa otot dapat dinilai dengan *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) dan *hand grip test* dapat digunakan untuk menentukan kekuatan otot. Penelitian yang menggunakan pengukuran massa otot dan *hand grip test* belum ada di Kota Malang maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan massa otot dan hasil *hand grip test* antara pria muda dan lanjut usia yang sehat di Kota Malang, Indonesia.

Metode: Penelitian *cross-sectional analitik deskriptif* dilakukan dengan 80 responden yang terbagi menjadi dua kelompok, yaitu pria muda sehat berusia 20-25 tahun dan pria lanjut usia berusia 60-65 tahun. Massa otot diukur dengan BIA yang dihubungkan dengan perangkat digital. Kekuatan genggamannya dinilai menggunakan dinamometer tangan digital. Hasil penelitian dianalisis menggunakan uji *t-test* dan uji korelasi *spearman* dan $p < 0,05$ dinilai signifikan secara statistik.

Hasil dan Pembahasan: Kekuatan genggamannya tangan dan massa otot pada pria dewasa muda dan lanjut usia yang sehat masing-masing adalah $42,87 \pm 5,23$ kg vs $32,82 \pm 4,14$ kg ($p=0.185$) dan $57,94$ kg $\pm 2,96$ kg vs $44,26$ kg $\pm 3,39$ kg ($p=0.268$). Korelasi antara usia dan kekuatan genggamannya tangan adalah $-0,713$ ($p=0.000$), sedangkan usia dan massa otot adalah $-0,730$ ($p=0.000$).

Kesimpulan: Penurunan kekuatan genggamannya tangan dan massa otot terjadi pada pria lanjut usia yang sehat di Kota Malang, Indonesia, yang dapat menyebabkan penurunan kinerja fisik, peningkatan risiko sarkopenia dan risiko jatuh.

Kata Kunci: Sarkopenia, *Hand Grip Test*, Massa Otot, *Bioelectrical Impedance Analysis*

SUMMARY

Fitri, Laila. Faculty of Medicine, Islamic University of Malang, 29 February 2024. Effect of Old Age on Hand Grip Test and Muscle Mass Using BIA (Bioelectrical Impedance Analysis) of Healthy Men in Malang City. **Supervisor 1:** Rahma Triliana. **Supervisor 2:** Fancy Brahma Adiputra.

Introduction: Sarcopenia is a geriatric condition linked to weakness and reduced physical performance, marked by the gradual decline of muscle mass and strength due to the aging process. Bioelectrical impedance analysis (BIA) is utilized to evaluate muscle mass, while the hand grip test is employed to assess muscle strength. Given the limited data available, this research seeks to identify disparities in muscle mass and hand grip test outcomes between healthy young and elderly men in Malang City, Indonesia.

Method: A descriptive analytic cross-sectional study involving 80 participants was undertaken. The participants were categorized into two groups: healthy young men aged 20-25 years and elderly men aged 60-65 years. Muscle mass was evaluated using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) with a digital body composition analyzer. Handgrip strength was measured using a digital hand dynamometer. The obtained data were subjected to analysis using t-tests and the Spearman correlation test, with a significance level set at $p < 0.05$.

Results and Discussion: Hand grip strength and muscle mass in healthy young adult and elderly men were 42.87 ± 5.23 kg vs 32.82 ± 4.14 kg ($p=0.185$) and 57.94 kg \pm 2.96 kg vs 44.26 kg \pm 3.39 kg ($p=0.268$), respectively. Correlation between age and hand grip strength were -0.713 ($p=0.000$), while age and muscle mass were -0.730 ($p=0.000$).

Conclusion: Decreased handgrip strength and muscle mass occurred in healthy elderly men in Malang City, Indonesia, which can lead to decrease in physical performance, increase risk of sarcopenia and risk of fall.

Keywords: *Sarcopenia, Hand Grip Test, Muscle Mass, Bioelectrical Impedance*

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penuaan adalah proses yang kompleks dan progresif pada jaringan tubuh yang menyebabkan penurunan kemampuan untuk mempertahankan homeostasis (Amarya, *et al* 2018). Lanjut usia (lansia) adalah individu yang mengalami proses penuaan alamiah kejiwaan dan sosial termasuk kesehatannya atau *aging process* yakni individu berusia 60 ke atas (Undang-Undang No.23, 1992). Jumlah penduduk Indonesia usia 60 tahun ke atas diperkirakan 28 juta jiwa atau sebesar 10,7% dari total penduduk di tahun 2020 maka struktur penduduk Indonesia saat ini ada pada *aging population* dengan 8 provinsi yang berstruktur penduduk tua dengan persentase penduduk lanjut usianya >10% termasuk provinsi Jawa Timur dengan persentase sebesar 14,53% (Badan Pusat Statistik, Statistik Penduduk Lanjut Usia 2021, 2021).

Lansia mengalami proses penurunan massa dan fungsi otot yang mengurangi mobilitas, mengurangi kualitas hidup, dan dapat menyebabkan cedera akibat jatuh yang disebut *sarcopenia* (Larsson, *et al.*, 2017). Sarkopenia merupakan sindroma geriatri yang berhubungan dengan proses penuaan dan ditandai oleh hilangnya massa dan fungsi otot secara progresif yang menyebabkan lemahnya kekuatan otot dan kinerja fisik (Limpawattana, P., *et al.* 2015). Penurunan kekuatan otot dan pengurangan massa otot atau sarkopenia menyebabkan risiko patah tulang, kelemahan, dan penurunan kualitas hidup lansia (Santilli, Bernetti, Mangone, & paoloni, 2014). Sarkopenia tidak selalu disertai dengan penurunan berat badan, sarkopenia pada lansia yang berat badannya normal disebabkan karena peningkatan lemak tubuh (Santilli, Bernetti, Mangone, & paoloni, 2014).

Sarkopenia sebagai salah satu konsekuensi dari penuaan belum menjadi perhatian. Hal tersebut disebabkan permasalahan kesehatan pada lansia seringkali lebih dikenal pada penyakit seperti osteoporosis, impotensi, dan berbagai penyakit degeneratif seperti hepatitis,

osteoarthritis, arteriosklerosis, dan berbagai penyakit seperti kanker. Kurangnya informasi mengenai dampak dari penurunan massa otot maupun kekuatan otot menjadikan permasalahan tersebut dianggap sebagai perubahan fisiologi yang tidak menyebabkan dampak yang membahayakan bagi tubuh. Kondisi tersebut berlainan dengan beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan antara kejadian sarkopenia dengan penyakit seperti diabetes. Konsekuensi tersebut dapat timbul dikarenakan pentingnya otot terhadap sebagai organ endokrin yang dapat mensekresi protein sehingga dapat berdampak pada metabolisme tubuh secara sistemik. Sederhananya kejadian sarkopenia akan memberikan dampak terhadap gangguan fungsi protektif tubuh.

Data kejadian sarkopenia di Inggris pada tahun 2017 dengan menggunakan kriteria *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) dengan rata-rata usia 67 tahun menunjukkan nilai prevalensi sebesar 4,6% pada pria dan 7,9% pada wanita. Studi lain yang dilakukan di Amerika Serikat menunjukkan bahwa angka kejadian sarkopenia mencapai 36,5% pada kelompok usia 70,1 tahun. Data di Indonesia menunjukkan bahwa angka kejadian sarkopenia pada lansia mencapai 50,25%. Sementara itu hasil penelitian di Surabaya mencapai 41,8% dengan kelompok usia 60 – 100%. (Setiorini, 2021).

Diagnosis sarkopenia didasarkan pada pengukuran massa otot, kekuatan otot, dan fungsi otot dimana dalam penelitian ini difokuskan pada massa otot dan kekuatan otot. EWGSOP memberikan kriteria terjadinya sarkopenia yaitu kehilangan massa otot ditambah dengan salah satu dari dua kondisi yaitu kehilangan kekuatan otot dan atau kehilangan performa otot (Anker et al., 2019).

Jumlah lemak tubuh maupun massa otot rangka tubuh dapat dideteksi menggunakan *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) (Sergi, Rui, Stubbs, Veronese, & Manzato, 2017).

Namun, meskipun banyak literatur yang menunjukkan kegunaan BIA dalam menilai komposisi tubuh pada kelompok subjek sehat, tetapi ada keterbatasan saat mengevaluasi subjek individu dalam kondisi klinis tertentu (Barbosa-Silva MC, *et al.* 2005) sehingga perlu dikombinasikan dengan hasil pemeriksaan lainnya seperti pengukuran kekuatan otot.

Kekuatan otot dapat diukur dengan *Hand Grip Strength* (HGS) atau kekuatan genggam tangan (McGrath, Kraemer, Snih, & Peterson, 2018). Kelebihan dari pemeriksaan kekuatan otot tangan menggunakan *dynamometer* digital adalah tekniknya yang sederhana dan alat yang digunakan mudah ditemukan (Helen C., *et al.*, 2011). Riset tentang kekuatan genggam tangan pada tahun 2010 dalam Wang dan Chen didapatkan bahwa nilai rata-rata dan batas yang dilaporkan untuk kekuatan cengkeraman (*hand grip test*) dapat berfungsi sebagai nilai referensi bagi publik untuk memantau kinerja kekuatan cengkeraman mereka dan mengidentifikasi mereka yang berisiko untuk intervensi dini. Vianna, *et al* tahun 2007 dengan metode *cross-sectional* di Brazil menunjukkan hasil signifikan peningkatan terhadap test pria lebih tinggi daripada wanita dalam semua kelompok umur. Selain itu, pria maupun wanita mengalami penurunan kekuatan genggam terkait usia. Hal ini menunjukkan peran HGS sebagai pengukur kekuatan otot.

BIA dan *hand grip test* merupakan metode yang sering digunakan di berbagai penelitian. Hal tersebut dikarenakan kemudahan dalam penggunaan dan tingkat sensitivitas maupun spesivitas yang tergolong tinggi berdasarkan hasil beberapa penelitian. Penelitian yang dilakukan (Anwer, 2023) menunjukkan nilai sensitivitas 90% dan spesivitas 100% pada pengukuran yang dilakukan kepada lansia. Sementara itu penelitian yang dilakukan (Lin *et al.*, 2021) menunjukkan nilai sensitivitas 83% dan spesivitas 92%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kedua alat ukur tersebut mampu menghasilkan nilai yang sesuai dengan kenyataannya.

Berdasarkan riset tersebut peneliti tertarik melakukan penelitian tentang *hand grip test*

menggunakan *dynamometer* digital untuk mengukur kekuatan otot pria sehat di kota Malang dan untuk lebih menunjang lagi dilakukan pengukuran massa otot menggunakan BIA (*Bioelectrical Impedance Analysis*) yang belum pernah diteliti di Kota Malang dan pada pria sehat, kebaharuan khusus untuk pria sehat yang akan dilakukan di kota Malang menggunakan alat yang berbeda.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan berdasarkan latar belakang di atas adalah:

1. Apa pengaruh usia tua pada massa otot dari pria sehat di kota Malang?
2. Apa pengaruh usia tua pada hasil *hand grip test* dari pria sehat di kota Malang?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh usia tua pada massa otot dari pria sehat di kota Malang
2. Mengetahui pengaruh usia tua pada hasil *hand grip test* dari pria sehat di kota Malang

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan baru dalam bidang kesehatan mengenai pengaruh dari penuaan terhadap massa otot dan hasil *hand grip test* pada pria sehat dan dapat menjadi rujukan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan terkait pengaruh usia terhadap massa otot dan hasil *hand grip test* pada pria sehat. Semoga dapat menjadi dasar untuk melakukan penelitian yang lebih luas atau lebih dalam tentang hubungan usia terhadap massa otot dan hasil *hand grip test* pada pria sehat.

1.4.2 Manfaat Praktis

Diharapkan dapat berguna bagi tenaga kesehatan dalam menentukan intervensi kesehatan masyarakat terkait penurunan massa otot dan hasil dari *hand grip test* pada pria dan dapat



memberikan pengetahuan baru bagi tenaga kesehatan untuk melakukan langkah promotif, preventif serta kuratif dalam mengatasi akibat penurunan massa otot dan hasil dari *hand grip test* pada individu lansia maupun dewasa muda pria.





BAB VII PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Usia tidak mempengaruhi penurunan massa otot pada pria sehat di Kota Malang.
2. Usia tidak mempengaruhi penurunan hasil *hand grip test* pada pria sehat di Kota Malang.

7.2 Saran

Untuk perbaikan dan pengembangan penelitian lanjutan maka disarankan untuk:

1. Menambah jumlah partisipan hingga lebih dari 80 orang untuk meningkatkan tingkat signifikansi.
2. Menambah gap usia sehingga hasil menjadi lebih signifikan.
3. Memastikan keadaan kesehatan dan asupan nutrisi (*food recall*) yang memadai untuk memperoleh hasil yang lebih signifikan.
4. Menanyakan aktivitas fisik partisipan penelitian secara rinci, seperti durasi olahraga serta jenis olahraga yang dilakukan.
5. Melakukan pengukuran secara berulang atau dengan metode standar untuk mendeteksi perbedaan.
6. Mengganti alat dengan *multi-frequency Bioelectrical Impedance Analysis* (mfBIA).

DAFTAR PUSTAKA

- Abu, K. M., McCutcheon, M., Reddy, S., Pearman, P., Hunter, G., & Weinsier, R. (1988). Electrical Impedance in Assessing Human Body Composition: the BIA Method. *The American Journal of Clinical Nutrition*.
- Amarya, S., Singh, K., & Sabharwal, M. (2018). *Ageing Process and Physiological Changes*.
- Arajuo, A., Esche, G., Kupelian, V., O'Donnell, A., Trivison, T., William, R., McKinlay, J. (2007). Prevalence of Symptomatic Androgen Deficiency in Men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92 (11): 4241-4247.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Proyeksi Penduduk 2015-2045*. Jakarta: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Statistik Penduduk Lanjut Usia 2021*. Jakarta: BPS.
- Barbosa-Silva MC, & B. A. (2005). Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*.
- Bassil, N., Alkaade, S., & Morley, J. (2009). The benefits and risks of testosterone replacement therapy: a review. *Therapeutics and Clinical Risk Management*.
- Bohannon, R. W. (2019). Grip Strength: An Indispensable Biomarker For Older Adults. *PubMed Central*.
- Bonaldo P, & Sandri M. (2013). Cellular and molecular mechanisms of muscle atrophy. *Dis Model Mech*.
- Borga, M., West, J., Bell, J. D., Harvey, N. C., Romu, T., Heymsfield, S. B., & Dahlqvist Leinhard, O. (2018). Advanced Body Composition Assessment: From Body Mass Index to Composition Profiling. *Journal of Investigative Medicine*.
- Cleveland Clinic. (2023, February 17). *Cleveland Clinic*. Retrieved February 28, 2023, from <https://my.clevelandclinic.org/health/articles/24638-follicle-stimulating-hormone-fsh>
- Cruz-Jemtoft, A. J. et al. (2019). Sarcopenia: Revised European Consensus on Definition and Diagnosis. *Age and Ageing*.
- Dehghan, M., & Merchant, A. (2008). Is Bioelectrical Impedance Accurate for Use in Large Epidemiological Studies? *Nutrition Journal*.
- Departments of Physiology, Institute of Medical Science, Obstetrics and Gynecology, and Medicine, University of Toronto,. (n.d.). Expression of Circadian Rhythm Genes in Gonadotropin-Releasing Hormone-Secreting GT1-7 Neurons. 2010.



- Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB,. (2011). Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. *Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International Working Group on Sarcopenia.*
- Fillit, H. M., Rockwood, K., & Young, J. (2017). *Brocklehurst's Textbook of Geriatric Medicine and Gerontology*. Philadelphia: Elsevier.
- Fink, J. E., Hackney, A. C., Matsumoto, M., Maekawa, T., & Horie, S. (2020). Mobility and Biomechanical Functions in the Aging Male: Testosterone and the Locomotive Syndrome. *Taylor & Francis*, 403-410.
- Frontera, W. R., & Ochala, J. (2015). Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcif Tissue Int. PubMed.*
- Gaikwad, N. R. et al. (2016). Handgrip Dynamometry: A Surrogate Marker of Malnutrition to Predict the Prognosis in Alcoholic Liver Disease. *Annals of Gastroenterology.*
- Genchi, V. A., Rossi, E., Lauriola, C., D'Oria, R., Palma, G., Borrelli, A., . . . Cignarelli, A. (2022). Adipose Tissue Dysfunction and Obesity-Related Male Hypogonadism. *International Journal of Molecular Sciences.*
- Hall, J. E. (2011). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. Philadelphia: Elsevier.
- Heider, S. (2007). Leydig Cell Steroidogenesis: Unmasking the Functional Importance of Mitochondria. *Endocrinology*, 148 (6): 2581-2582.
- Helen C., R., Hayley J, D., Helen J, M., Harnish P, P., Holly Syddall, Cyrus Cooper, & Avan Aihie Sayer. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *NCBI.*
- Icahn School of Medicine at Mount Sinai. (2022). Aging Changes in The Bone-Muscle-Joints Information. *Mount Sinai.*
- Kamei, Y. et al. (2020). Regulation of Skeletal Muscle Function by Amino Acids. *Nutrients.*
- Kim, T.N. and Choi, K.M. (2013). Sarcopenia: Definition, Epidemiology, and Pathophysiology. *Journal of Bone Metabolism.*
- Kristiana, T., Widajanti, N. and Satyawati, R. (2020). Original Research Association between Muscle Mass and Muscle Strength with Physical Performance in Elderly in Surabaya. *Surabaya Physical Medicine and Rehabilitation Journal.*
- Kushner, R., Gufivaka, R., & Schoeller, D. (1996). Clinical Characteristic Influencing Bioelectrical Impedance Analysis Measurements. *The American Journal of Clinical Nutrition.*
- Kyle, U., Bosaeus, I., De Lorenzo, A., Deurenberg, P., Elia, M., Gomez, J., . . . Pichard, C. (2004). Bioelectrical Impedance Analysis--Part 1: review of principles and methods. *Clinical Nutrition.*

- Larsson, L., Degens, H., Li, M., Salviati, L., Lee, Y. I., Thompson, W., . . . Sandri, M. (2017). Sarcopenia: Aging-Related Loss of Muscle Mass and Function. *PubMed*.
- Lee, K. W. (2021, February 4). *Muscle Loss with Aging*. Retrieved Januari 30, 2024, from <https://medfitnetwork.org/public/all-mfn/muscle-loss-with-aging/>
- Limpawattana, P., Kotruchin, P. dan Pongchaiyakul, C. (2015). Sarcopenia in Asia: Osteoporosis and Sarcopenia. *Elsevier Ltd*.
- Lukaski, H., Bolonchuk, W., Hall, C., & Siders, W. (1986). Validation of Tetrapolar Bioelectrical Impedance Methode to Assess Human Body Composition. *Journal of Applied Physiology*.
- Marklund, S., Bui, K.L. and Nyberg, A. (2019). Measuring and monitoring skeletal muscle function in COPD: Current perspectives. *International Journal of COPD*.
- Massy-Westropp, N. M., Gill, T. K., Taylor, A. W., Bohannon, R. W., & Hill, C. L. (2011). Hand Grip Strength: age and gender stratified normative data in a population-based study. *PubMed Central*.
- Matsumoto, A. (2002). Andropause: Clinical Implication of the Decline in Serum Testosteron Levels with Aging in Men. *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*, 57A (2): M76-M99.
- McGrath, R. P., Kraemer, W. J., Snih, S. A., & Peterson, M. D. (2018). Handgrip Strength and Health in Aging Adults. *Sports Medicine*.
- MedlinePlus. (2020). Aging changes in the bones - muscles - joints. *National Library of Medicine*.
- MedlinePlus. (2020, Desember 17). *Bethesda (MD): National Library of Medicine (US)*. Retrieved February 28, 2023, from <https://medlineplus.gov/lab-test/luteinizing-hormone-lh-level-test/>
- Mescher, A.L. and Junqueira, L.C.U. (2015). *Junqueira's basic histology : text and atlas*.
- Mooradian, A., Morley, J., & Korenman, S. (1987). Biological action of androgens. *Endocrine Reviews*.
- Moreno-Agostino, D. e. (2020). The impact of physical activity on healthy ageing trajectories: Evidence from eight cohort studies. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*.
- Nekle, C., Dziewas, R., Minnerup, J., Meuth, S. G., & Ruck, T. (2019). Skeletal muscle as potential central link between sarcopenia and immune senescence. *EBioMedicine*.
- Prihatiningrum, R., Sumekar, T. A., & Hardian. (2016). Pengaruh Latihan Zumba Terhadap Massa Otot Tubuh. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*.
- ResearchGate. (n.d.). *The Stress of Protein Misfolding: From Single Cells to Multicellular Organisms*. Retrieved September 2, 2023, from



https://www.researchgate.net/figure/Proteostasis-networks-must-match-the-misfolded-protein-load-A-Protein-misfolding_fig2_51092741

- Ross, L. M., Lamperti, E. D., & eds. (2006). *Atlas of Anatomy: General Anatomy and Musculoskeletal*. Thieme.
- Santilli, V., Bernetti, A., Mangone, M., & paoloni, M. (2014). Clinical definition of sarcopenia. *National Library of Medicine*.
- Sayer, A., & Kirkwood, T. (2015). Grip strength and mortality: a biomarker of ageing? *Lancet*.
- Sergi, G., Rui, M. D., Stubbs, B., Veronese, N., & Manzato, E. (2017). Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *PubMed*.
- Siparsky, P. N., Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E. (2014). Muscle Changes in Aging: Understanding Sarcopenia. *Sports Health*, 3.
- Slinde, F., & Rossander-Hulthen, L. (2001). Bioelectrical Impedance: Effect of 3 Identical Meals on Diurnal Impedance Variation and Calculation of Body Composition. *The American Journal of Clinical Nutrition*.
- Strimbu, K., & Tavel, J. (2010). What are biomarkers. *Curr Opin HIV AIDS*.
- Trommelen, J., Betz, M. W., & Van Loon, L. J. (2019). The Muscle Protein Synthetic Response to Meal Ingestion Following Resistance-Type Exercise. *Sports Medicine*, 185-197.
- Tuck, S., & Francis, R. (2009). Testosterone, bone and osteoporosis. *Frontiers of Hormone Research*.
- Vianna, L. C., Oliveira, R. B., & Araujo, C. G. (2007). Age-Related Decline In Handgrip Strength Differs According To Gender. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Wang, C.-Y., & Chen, L.-Y. (2010). Grip strength in older adults: test-retest reliability and cutoff for weakness of using the hands in heavy tasks. *Arch Phys Med Rehabil*.
- Zs-nagy, I. I. (2014). Aging of cell membranes: Facts and theories. *Aging: Facts and Theories*.