



Hubungan Aktivitas Fisik dan Kekuatan Massa Otot dengan Kadar Gula Darah Sewaktu

Kathleen Nurman¹, Edri Indah Yuliza Nur¹, Tri Ardianti Khasanah¹

¹ Program Studi Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Binawan

*Alamat korespondensi: ardianti@binawan.ac.id, Tlp: +6285725365400

Diterima: Maret 2020

Direview: April 2020

Dimuat: Juni 2020

Abstrak

Aktivitas fisik merupakan salah satu pilar pelaksanaan penanganan pasien diabetes mellitus. Pasien diabetes cenderung memiliki kekuatan massa otot dan fungsi tangan yang menurun yang dapat berakibat pada menurunnya kualitas hidup. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hubungan aktivitas fisik dan kekuatan massa otot terhadap kadar glukosa darah sewaktu pada pasien diabetes mellitus tipe 2. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif analitik dengan pendekatan observasional dan desain *cross-sectional* melibatkan 77 responden terdiagnosa diabetes mellitus tipe 2 berusia 18-60 tahun diwawancara mengenai aktivitas fisik menggunakan *International Physical Activity Questionnaire* serta pengukuran kekuatan massa otot menggunakan *hand dynamometer* dan kadar gula darah sewaktu (GDS) menggunakan alat pengukur glukosa darah. Kadar GDS responden didominasi oleh kategori GDS tinggi yaitu 55 orang (71,4%), kategori kekuatan massa otot lemah memiliki persentase terbanyak yaitu 40 orang (51,9%), dan aktivitas fisik sedang sebanyak 46 orang (59,7%). Terdapat hubungan antara aktivitas fisik dan kekuatan massa otot dengan kadar gula darah sewaktu pasien diabetes mellitus tipe 2.

Kata kunci: aktivitas fisik, kekuatan massa otot, gula darah sewaktu, diabetes mellitus

Abstract

Physical activity is one of the most important interventions for patients with diabetes mellitus. Patients with this metabolic disease tend to have lower skeletal muscle strength that results in lower quality of life. This study aimed to examine the relation of physical activity and skeletal muscle strength on blood glucose level of type 2 diabetes mellitus patients. This study was an analytic observational study. The research subjects were 77 patients with type 2 diabetes mellitus aged 18-60 years old. Interviews were conducted on their physical activity habits using the International Physical Activity Questionnaire. Handgrip strength was measured using hand dynamometer, while the rapid blood glucose was measured using a blood glucose monitoring device. Most prevalent blood glucose level category in this study was "high" with 71.4% of respondents, 51.9% of respondents had low skeletal muscle strength, and 59.7% of respondents had moderate physical activity level. There is a significant relationship between physical activity and skeletal muscle strength of patients with type 2 diabetes mellitus blood glucose levels.

Keywords: physical activity, skeletal muscle strength, blood glucose level, diabetes mellitus

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu penyakit tidak menular yang menyebabkan 1,6 juta kematian di dunia pada tahun 2015 menurut WHO dan termasuk salah satu dari 10 besar penyakit penyebab kematian terbesar di dunia [1]. Di Indonesia, diabetes dengan komplikasi merupakan penyebab kematian tertinggi ketiga menurut *Sample Registration System* (SRS) 2014 dalam WHO.

Pada tahun 2015 Indonesia menempati peringkat 7 dunia untuk prevalensi diabetes tertinggi di dunia dan meningkat menjadi peringkat 6 pada tahun 2017 dengan jumlah estimasi penderita diabetes sebanyak 10 juta dan diperkirakan akan bertambah menjadi 16,7 juta jiwa pada tahun 2045. Sementara itu, menurut Riskesdas 2013 prevalensi DM di Indonesia pada umur ≥ 15 adalah 6,9% dan meningkat menjadi 10,9% pada tahun 2018 [1].

Aktivitas fisik menjadi salah satu pilar pelaksanaan penanganan pasien DM disertai dengan edukasi dan farmakologi. Studi *review* meta-analisis yang dilakukan oleh Yanai *et al.* pada tahun 2018 menunjukkan hasil bahwa latihan fisik dengan intensitas tinggi memperbaiki parameter metabolik pada individu yang berisiko diabetes mellitus tipe 2 (DM tipe 2) dan aktivitas fisik yang rendah meningkatkan risiko kejadian DM tipe 2 dibandingkan dengan aktivitas fisik tinggi [2]. Studi yang dilakukan di Brazil menunjukkan bahwa terjadi penurunan hingga 16% pada kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 setelah melakukan aktivitas fisik aerobik dan resistansi secara terstruktur [3]. Hasil tersebut sejalan dengan hasil studi *cross sectional* yang dilakukan di Arab Saudi yaitu bahwa pasien DM tipe 2 yang memiliki aktivitas fisik rendah memiliki kontrol glukosa darah yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan yang melakukan aktivitas fisik secara teratur [4].

Pasien DM juga memiliki kekuatan massa otot dan fungsi tangan yang menurun sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Casanova *et al.* dalam Silva (2014) yang menunjukkan hasil bahwa hanya terdapat 27% responden yang tidak mengalami masalah pada fungsi tangannya, sementara 53% mengalami masalah pada fungsi tangan namun tidak parah, sementara 20% sisanya mengalami masalah pada fungsi tangan yang serius dan masalah pada fungsi tangan tersebut berhubungan dengan penurunan kekuatan massa otot yang dapat berakibat pada kecacatan fisik dan gangguan metabolik pada penderita DM tipe 2 [5–7]. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Lee pada tahun 2018 didapatkan hasil bahwa terdapat hubungan signifikan yang bersifat berkebalikan antara kekuatan massa otot dengan kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 [8].

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis hubungan antara aktivitas fisik dan kekuatan massa otot terhadap kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 di Kota Depok tahun 2019.

METODE PENELITIAN

Rancangan/Desain Penelitian

Desain penelitian ini merupakan observasional analitik dengan rancangan *cross sectional*, yaitu penelitian untuk mempelajari dinamika korelasi antara faktor-faktor risiko dengan efek, dengan cara pendekatan observasi atau pengumpulan data sekaligus pada suatu saat (*point time approach*) dan tiap subjek penelitian hanya diobservasi sekali saja dan pengukuran dilakukan terhadap status karakter atau variabel subjek pada saat pemeriksaan namun tidak berarti semua subjek diamati pada satu saat pemeriksaan saja [9].

Sumber Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini yaitu data primer dan sekunder.

Sasaran Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah penderita DM tipe 2 yang terdapat di puskesmas Kecamatan Cimanggis Kota Depok tahun 2017 sebanyak 1.130 orang/tahun. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari–Maret tahun 2019 di puskesmas Kecamatan Cimanggis Kota Depok dengan 77 responden namun untuk mengantisipasi adanya *drop out* atau *missing* jawaban dari responden maka jumlah sampel ditambahkan 10% menjadi sebanyak 85 sampel pada saat penelitian.

Pengambilan sampel tersebut dilakukan dengan teknik *purposive sampling* dan sampel harus memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut: bersedia mengikuti penelitian dan menandatangani *informed consent*; terdiagnosis DM tipe 2; berusia 18-60 tahun; dan tidak memiliki penyakit atau kecacatan fisik yang memengaruhi mobilitas; serta kriteria eksklusi ialah adanya keganasan dan komplikasi seperti penyakit kanker, tumor, jantung, ginjal, dan stroke.

Pengembangan Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Data primer meliputi karakteristik responden dan riwayat aktivitas fisik didapatkan melalui wawancara menggunakan kuesioner, data antropometri (berat badan dan tinggi badan) dengan pengukuran langsung, Indeks Massa Tubuh (IMT) didapatkan melalui perhitungan dengan rumus berat badan dalam kg dibagi dengan tinggi badan dalam m², kekuatan massa otot dengan pengukuran langsung menggunakan *electronic hand dynamometer* merk CAMRY serta kadar gula darah sewaktu (GDS) yang didapatkan dengan pengukuran langsung menggunakan alat dengan merk *Easy Touch* oleh petugas kesehatan yang sudah terlatih dan data sekunder berupa rekam medis.

Teknik Analisis Data

Analisis distribusi frekuensi data univariat serta analisis bivariat dengan uji korelasi *Spearman* dilakukan menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* versi 7.0.

Ethical Clearance

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik (*ethical approval*) dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Kemenkes Jakarta II dengan nomor LB.02.01/I/KE/L/024/2019.

HASIL PENELITIAN

Data Karakteristik Responden

Tabel 1. Data Karakteristik Responden

Variabel	n	%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	12	15,6
Perempuan	65	84,4
Umur		
31–40	2	2,6
41–50	16	20,8
51–60	59	76,7
Status Gizi		
Kurus	2	2,6
Baik	26	33,8
Overweight	15	19,5
Obesitas	34	44,2
Pekerjaan		
Tidak bekerja	53	68,8
Pegawai Swasta	6	7,9
Buruh	1	1,3
Satpam	2	2,6
Wiraswasta	13	16,9
Penghasilan		
< Rp 1.000.000/bulan	24	31,2
1.000.000 -	30	39,0
2.000.000/bulan		
2.000.000 -	12	15,6
3.000.000/bulan		
3.000.000 -	8	10,4
4.000.000/bulan		
> Rp 5.000.000/bulan	3	3,9

Tabel 1. Data Karakteristik Responden

Variabel	n	%
Kadar Gula Darah Sewaktu (GDS)		
Terkontrol	22	28,6
Tidak terkontrol	55	71,4
Aktivitas Fisik		
Rendah	26	33,8
Sedang	46	59,7
Tinggi	5	6,5
Kekuatan Massa Otot		
Lemah	40	51,9
Normal	37	48,1
Kuat	0	0
Riwayat Konsumsi Obat		
Konsumsi	67	87,0
Tidak Konsumsi	10	13,0

Berdasarkan data di atas, terlihat bahwa responden didominasi oleh jenis kelamin perempuan, selain itu responden dengan rentang usia 51-60 tahun menempati persentase terbanyak dan yang terendah ialah rentang usia 31-40 tahun. Status gizi responden terbagi menjadi 4 kategori dan didominasi oleh obesitas. Tingkat pendidikan responden didominasi oleh tingkat pendidikan SMA dan tingkat pendidikan yang terendah ialah sarjana (S1), sedangkan jenis pekerjaan responden didominasi oleh responden yang tidak bekerja sebanyak 53 orang dan tingkat penghasilan responden didominasi tingkat penghasilan Rp 1.000.000,00 sampai dengan Rp 2.000.000,00 per bulan. Selain itu sebagian besar responden memiliki

kadar GDS yang terkontrol, kekuatan massa otot lemah, aktivitas fisik sedang, dan rutin konsumsi obat.

Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Gula Darah Sewaktu

Hubungan aktivitas fisik dengan kadar gula darah sewaktu dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan tabel diketahui bahwa sebagian besar responden dengan aktivitas fisik rendah memiliki kadar gula darah yang tinggi. Sementara itu, responden dengan aktivitas fisik sedang sebagian besar memiliki kadar gula darah yang tinggi. Lalu, responden dengan aktivitas fisik tinggi sebagian besar memiliki kadar gula darah yang tergolong tinggi.

Setelah dilakukan analisis uji korelasi *Spearman* didapatkan hasil bahwa terdapat hubungan antara aktivitas fisik dengan kadar gula darah dengan nilai $p=0,015$ dan $r=-0,276$ yang berarti hubungan kedua variabel rendah dan bersifat negatif, yang berarti jika aktivitas fisik rendah maka kadar gula darah akan menjadi tinggi dan juga sebaliknya. Namun tentu saja hal ini juga dapat diiringi dengan faktor lain seperti konsumsi obat dan diet.

Hubungan Kekuatan Massa Otot dengan Kadar Gula Darah

Hasil analisis hubungan antara kekuatan massa otot dengan kadar gula darah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Gula Darah

Aktivitas Fisik	Kadar Gula Darah						Nilai p	R
	Normal		Tinggi		Total			
	n	%	n	%	n	%		
Rendah	2	7,7	24	92,3	26	100	0,015*	-0,27
Sedang	1	41,3	27	58,7	46	100		
Tinggi	9	20	2	80	5	100		
Jumlah					77	100		

* = terdapat hubungan signifikan ($p\text{-value}<0,05$) dengan kekuatan lemah dan arah hubungan berkebalikan.

Tabel 3. Hubungan Kekuatan Massa Otot dengan Kadar Gula Darah

Kekuatan Massa Otot	Kadar Gula Darah						Nilai p	R
	Normal		Tinggi		Total			
	n	%	n	%	n	%		
Lemah	6	15	34	85	40	100	0,006*	-0,31
Normal	16	43,5	21	56,8	37	100		
Kuat	0	0	0	0	0	100		
Jumlah	26	28,6	55	71,4	77	100		

* = terdapat hubungan signifikan ($p\text{-value}<0,05$) dengan kekuatan sedang dan arah hubungan berkebalikan.

Setelah dilakukan analisis, terlihat bahwa sebagian besar responden dengan kekuatan massa otot lemah memiliki kadar gula darah yang tergolong tinggi sedangkan pada responden dengan kekuatan massa otot normal sebagian besar responden memiliki kadar gula darah yang tergolong tinggi.

Selain itu, didapatkan hasil bahwa terdapat hubungan antara kekuatan massa otot dengan kadar gula darah dengan nilai $p=0,006$ dan $r=-0,312$ yang berarti hubungan kedua variabel rendah dan bersifat negatif yang berarti jika kekuatan massa otot lemah maka akan semakin tinggi kadar gula darah dan begitu pula sebaliknya.

PEMBAHASAN

Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Gula Darah Sewaktu

Penelitian ini menemukan hasil bahwa terdapat hubungan signifikan yang bersifat terbalik antara aktivitas fisik dengan kadar gula darah. Hal tersebut sejalan dengan hasil studi *cross sectional* yang dilakukan di Arab Saudi yang menunjukkan bahwa pasien DM tipe 2 yang memiliki aktivitas fisik rendah memiliki kontrol glukosa darah yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan yang melakukan aktivitas fisik secara teratur [4]. Namun, perlu diperhatikan bahwa ada faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi kadar glukosa

darah pasien DM tipe 2, salah satunya ialah konsumsi obat serta diet. Konsumsi obat yang disertai dengan aktivitas fisik secara teratur dan diet yang tepat berhubungan dengan menurunnya kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 [10].

Meskipun pada penelitian ini terdapat hubungan signifikan antara aktivitas fisik dengan kadar gula darah pasien DM tipe 2 serta sebagian besar responden rutin mengonsumsi obat, namun 71,4% responden memiliki kadar GDS yang tergolong tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena meskipun sebagian besar (59,7%) responden memiliki tingkat aktivitas fisik sedang, sebagian besar aktivitas tersebut bukanlah olahraga terstruktur melainkan aktivitas fisik di dalam rumah. Selain itu sebagian besar latihan fisik yang dilakukan hanya berjalan kaki santai selama 10-30 menit pada pagi hari dan senam ringan.

Selain aktivitas fisik sehari-hari penting bagi penderita DM tipe 2 untuk melakukan olahraga terstruktur untuk menjaga kadar gula darah tetap normal dengan jenis olahraga dapat disesuaikan dengan kondisi fisik dan kemampuan pasien. *Review* yang dilakukan oleh Teich pada 2019, disebutkan bahwa olahraga dalam bentuk *High-Intensity Interval Training* (HIIT) merupakan jenis olahraga yang efektif untuk memperbaiki fungsi sel β pankreas yang terganggu pada pasien DM tipe 2 [11]. Menurut Ahmad (2019), olahraga dalam bentuk HIIT merupakan olahraga yang sangat membebani fisik sehingga kurang

cocok bagi pasien DM tipe 2 yang memiliki masalah pada fungsi fisiknya, oleh karena itu, ia melakukan studi *case-control* yang membandingkan 2 kelompok dengan intervensi masing-masing berupa *Moderate-Intensity Continuous Training* (MICT) yaitu olahraga dengan intensitas sedang dan dilakukan tidak dalam waktu singkat dan HIIT yang merupakan olahraga dengan intensitas tinggi dalam waktu singkat dengan hasil bahwa olahraga kedua bentuk olahraga tersebut memiliki efektifitas yang sama dalam menurunkan kadar gula darah pasien DM tipe 2 [11,12]. Olahraga berperan dalam menurunkan kadar glukosa darah karena olahraga dapat meningkatkan kapasitas mitokondria dalam sel-sel otot serta mengatur kadar lemak dalam mitokondria yang dapat meningkatkan fungsi mitokondria dalam proses oksidasi glukosa [13]. Pada pasien DM tipe 2 yang rutin melakukan aktivitas fisik terjadi peningkatan sensitivitas insulin, peningkatan massa otot skeletal, meningkatnya aliran darah di otot, peningkatan kepadatan reseptor insulin, meningkatkan pembuangan glukosa darah ke otot skeletal, dan pengurangan massa lemak tubuh, hal-hal tersebut meningkatkan toleransi glukosa dalam tubuh [14]. Berdasarkan hal-hal tersebut, maka HIIT dan atau MICT merupakan pilihan olahraga yang dapat dilakukan oleh penderita DM tipe 2 secara teratur sesuai kemampuan pasien untuk membantu mengontrol kadar glukosa darah.

Hubungan Kekuatan Massa Otot dengan Kadar Gula Darah

Penelitian ini menemukan hasil bahwa terdapat hubungan signifikan dan bersifat terbalik antara kekuatan massa otot dengan kadar GDS pasien DM tipe 2. Hal ini sejalan dengan studi *cross-sectional* yang dilakukan oleh Lee pada tahun 2018 dengan hasil bahwa kekuatan massa otot yang diukur menggunakan *handgrip*

strength memiliki hubungan terbalik dengan kadar gula darah, menurutnya kekuatan massa otot dapat menyebabkan terdegradasinya permukaan-permukaan tempat terjadinya transport glukosa yang akhirnya dapat menyebabkan resistensi insulin [8]. Lapisan massa otot skeletal memiliki peran besar untuk pengambilan glukosa dalam darah dari makanan yang dikonsumsi manusia. Dengan terjadinya degradasi massa otot, maka akan menyebabkan terjadinya gangguan pada homeostatis glukosa dalam darah dan terjadinya resistensi insulin [15].

Studi *cross-sectional* yang dilakukan di Belanda menunjukkan bahwa pada responden dengan kadar gula darah yang tinggi, persentase terjadi hilangnya massa otot lebih besar dibandingkan dengan responden yang memiliki kadar gula darah normal (normoglikemia) [15]. Studi *case-control* yang dilakukan di Brazil memiliki hasil yakni pada pasien DM terdapat 5 kali lebih besar kejadian kekuatan massa otot yang lemah dibandingkan kelompok kontrol (non diabetes) [16].

Berdasarkan hal-hal di atas terlihat bahwa terdapat hubungan saling memengaruhi antara kekuatan massa otot dan DM tipe 2 dimana menurunnya massa otot dapat menjadi salah satu hal yang memengaruhi terjadinya resistensi insulin yang dampak akhirnya dapat menyebabkan terjadinya DM tipe 2. Sebaliknya resistensi insulin pada pasien DM tipe 2 dapat menyebabkan ataupun memperparah hilangnya massa otot karena resistensi insulin pada penderita DM tipe 2 dapat menghambat degradasi dan pembentukan protein serta pertumbuhan otot sehingga dapat mengakibatkan menurunnya kekuatan massa otot [17].

Penelitian yang dilakukan Trierweiler *et al.* juga menunjukkan bahwa responden pada kelompok diabetes memiliki indeks massa tubuh (IMT) yang lebih besar dibandingkan kelompok kontrol. Hal tersebut serupa pada penelitian ini yakni

sebagian besar (44,2%) responden tergolong obesitas [16]. Obesitas dapat menyebabkan terjadinya resistensi anabolik protein, menghambat pertumbuhan sel-sel baru, dan menghambat aktivitas kontraksi otot yang dapat mengakibatkan terhambatnya pembentukan protein dan pertumbuhan otot skeletal [17].

Studi *cross-sectional* yang dilakukan oleh Giglio pada tahun 2018 menunjukkan hasil yang berbeda dengan penelitian ini yakni tidak terdapat hubungan signifikan antara kekuatan massa otot dengan kadar gula darah [18]. Hal tersebut menurutnya disebabkan oleh sebagian besar responden dalam penelitian tersebut merupakan individu yang rutin melakukan olahraga terstruktur meskipun olahraga yang tergolong ringan. Sebagian besar responden (59,7%) pada penelitian ini memiliki tingkat aktivitas fisik sedang namun kekuatan massa otot yang melemah pada penelitian ini berhubungan secara signifikan dengan kadar GDS. Hal tersebut dapat disebabkan oleh sebagian besar responden pada penelitian ini jarang melakukan olahraga terstruktur.

Review yang dilakukan oleh Nomura pada tahun 2018 menjelaskan bahwa menurunnya massa otot merupakan prediktor terjadinya penurunan fungsi fisik dan kecacatan fisik pada pasien DM tipe 2 [19]. Studi *cross-sectional* yang dilakukan oleh Fukuoka pada tahun 2019 disimpulkan bahwa pasien DM tipe 2 berisiko lebih tinggi terhadap sarkopenia dibandingkan pasien non diabetes [20].

Berdasarkan hal-hal di atas, maka perlu dilakukan kontrol terhadap kadar gula darah pasien DM tipe 2 untuk mencegah terjadinya penurunan kekuatan massa otot yang tidak tertangani dan mengarah kepada sarkopenia sehingga kecacatan dan ketidakmandirian fisik pada pasien DM tipe 2 dapat dicegah. Olahraga yang terstruktur pada pasien DM tipe 2 sangat dianjurkan karena dapat menurunkan berat badan dan atau akumulasi lemak pada bagian tubuh

pasien yang juga akan menurunkan risiko terjadinya penurunan kekuatan massa otot dan hiperglikemia.

Aktivitas fisik terutama olahraga terstruktur seperti HIIT dan MCIT sangat baik untuk diterapkan agar kadar gula darah pasien DM tipe 2 tetap terkontrol. Ditemukannya hubungan antara kekuatan massa otot dengan kadar gula darah pasien DM tipe 2 juga perlu diperhatikan demi mencegah terjadinya penurunan kualitas hidup pasien.

Penelitian ini memiliki keterbatasan yakni perbedaan yang dapat terjadi antara persepsi peneliti dan responden mengenai aktivitas fisik yang dilakukan beserta waktunya, selain itu jenis aktivitas fisik yang dikaji tidak spesifik pada olahraga terstruktur namun juga melibatkan aktivitas fisik sehari-hari. Hal ini dapat diminimalisasi dengan lebih fokus pada pengkajian aktivitas fisik dan ataupun olahraga yang terstruktur secara spesifik untuk meminimalisir perbedaan persepsi antara responden dengan peneliti.

SIMPULAN

Terdapat hubungan antara aktivitas fisik dan kekuatan massa otot dengan kadar gula darah pasien DM tipe 2 di Kecamatan Cimanggis Kota Depok pada tahun 2019 dengan nilai p masing-masing berurutan yakni 0,015 dan 0,006 dengan kekuatan rendah dan bersifat saling berkebalikan. Aktivitas fisik terutama olahraga terstruktur sangat baik untuk diterapkan agar kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 tetap terkontrol selain itu hubungan antara kekuatan massa otot dengan kadar glukosa darah pasien DM tipe 2 juga perlu diperhatikan demi mencegah terjadinya penurunan kualitas hidup pasien DM tipe 2.

DAFTAR RUJUKAN

1. Forouzanfar MH, Afshin A, Alexander LT, Biryukov S, Brauer M, Cercy K, et al. Global, Regional, and National Comparative Risk Assessment of 79

- Behavioural, Environmental and Occupational, and Metabolic Risks or Clusters of Risks, 1990–2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016; 388 (10053): 1659–724.
2. Yanai H, Adachi H, Masui Y, Katsuyama H, Kawaguchi A, Hakoshima M, et al. Exercise Therapy for Patients With Type 2 Diabetes: A Narrative Review. *J Clin Med Res*. 2018; 10 (5): 365–9.
 3. Figueira FR, Umpierre D, Casali KR, Tetelbom PS, Henn NT, Ribeiro JP, et al. Aerobic and Combined Exercise Sessions Reduce Glucose Variability in Type 2 Diabetes: Crossover Randomized Trial. *PLoS One*. 2013; 8 (3): 1–10.
 4. Alzaheb RA, Altemani AH. The Prevalence and Determinants of Poor Glycemic Control Among Adults with Type 2 Diabetes Mellitus in Saudi Arabia. *Diabetes, Metab Syndr Obes Targets Ther [Internet]*. 2018; 11: 15–21. Available from: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L620884196%0Ahttp://dx.doi.org/10.2147/DMSO.S156214>.
 5. De Carvalho E Silva F, Jakimiu FO, Skare TL. Diabetic Hands: A Study on Strength and Function. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev [Internet]*. 2014; 8 (3): 162–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsx.2014.04.020>.
 6. Savaş S, Koroğlu BK, Koyuncuoğlu HR, Uzar E, Çelik H, Tamer NM. The Effects of The Diabetes Related Soft Tissue Hand Lesions and The Reduced Hand Strength on Functional Disability of Hand in Type 2 Diabetic Patients. *Diabetes Res Clin Pract*. 2007; 77 (1): 77–83.
 7. Kim TN, Park MS, Yang SJ, Yoo HJ, Kang HJ, Song W, et al. Prevalence and Determinant Factors of Sarcopenia in Patients With Type 2 Diabetes: The Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). *Diabetes Care*. 2010; 33 (7): 1497–9.
 8. Lee M-R, Jung SM, Bang H, Kim HS, Kim YB. Association between Muscle Strength and Type 2 Diabetes Mellitus in Adults in Korea. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97 (23): e10984.
 9. Siyoto S, Sodik MA. *Dasar Metode Penelitian*. Cetakan 1. Ayup, editor. Yogyakarta: Literasi Media Publishing; 2015. 124.
 10. Mirahmadizadeh A, Khorshidsavar H, Seif M, Sharifi MH. Adherence to Medication, Diet, and Physical Activity and the Associated Factors Amongst Patients with Type 2 Diabetes. *Diabetes Ther [Internet]*. 2020; 11 (2): 479–94. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13300-019-00750-8>.
 11. Trevor TDPZMCR. *Advances in Exercise, Physical Activity, and Diabetes Mellitus*. ATTD 2011 Year B Adv Technol Treat Diabetes Third Ed. 2012; 21: 174–202.
 12. Ahmad AM. Moderate-intensity Continuous Training: Is It as Good as High-Intensity Interval Training for Glycemic Control in Type 2 Diabetes? *J Exerc Rehabil*. 2019; 15 (2): 327–33.
 13. Yang D, Yang Y, Li Y, Han R. Physical Exercise as Therapy for Type 2 Diabetes Mellitus: From Mechanism to Orientation. *Ann Nutr Metab*. 2019; 74 (4): 313–21.
 14. Nakhanakhup C, Moungmee P, Appell HJ, Duarte JA. Regular Physical Exercise in Patients with Type II Diabetes Mellitus. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2006; 3 (1): 10–9.
 15. Leenders M, Verdijk LB, van der Hoeven L, Adam JJ, van Kranenburg J, Nilwik R, et al. Patients with Type 2 Diabetes Show A Greater Decline in Muscle Mass, Muscle Strength, and Functional Capacity with Aging. *J Am*

- Med Dir Assoc [Internet]. 2013; 14 (8): 585–92. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2013.02.006>.
16. Trierweiler H, Kisielewicz G, Jonasson TH, Petterle RR, Moreira CA, Borba VZC. Sarcopenia: A Chronic Complication Of Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetol Metab Syndr* [Internet]. 2018; 10 (1): 1–9. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13098-018-0326-5>.
 17. Molino S, Dossena M, Buonocore D, Verri M. Sarcopenic Obesity: An Appraisal of The Current Status of Knowledge and Management in Elderly People. *J Nutr Heal Aging*. 2016; 20 (7): 780–8.
 18. Giglio BM, Mota JF, Wall BT, Pimentel GD. Low Handgrip Strength Is Not Associated with Type 2 Diabetes Mellitus and Hyperglycemia: A Population-Based Study. *Clin Nutr Res*. 2018; 7 (2): 112.
 19. Nomura T, Kawae T, Kataoka H, Ikeda Y. Aging, Physical Activity, and Diabetic Complications Related to Loss of Muscle Strength in Patients with Type 2 Diabetes. *Phys Ther Res*. 2018; 21 (2): 33–8.
 20. Fukuoka Y, Narita T, Fujita H, Morii T, Sato T, Sassa MH, et al. Importance of Physical Evaluation Using Skeletal Muscle Mass Index and Body Fat Percentage to Prevent Sarcopenia in Elderly Japanese Diabetes Patients. *J Diabetes Investig*. 2019; 10 (2): 322–30.