

Dampak *Resistance Exercise* terhadap Sirkulasi Perifer, *Glycaemic Control* dan Neuropati pada Pasien Diabetes Mellitus

I Putu Adi Suryawan

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia; adisuryawanpt@gmail.com (koresponden)

Debie Dahlia

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia; debie@ui.ac.id

Sri Yona

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia; ona.ismail@gmail.com

Dikha Ayu Kurnia

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia; dikha.ayukurnia@gmail.com

ABSTRACT

One of the four pillars of the management of Diabetes Mellitus (DM) is exercise. One form of exercise that can be done at home and can prevent complications in the blood vessels is Resistance Exercise. This article is a systematic review which aims to identify the effect of Resistance Exercise on increasing peripheral circulation, decreasing neuropathy symptoms and glycemic control in DM and pre-diabetic patients. The search sources used were Scopus, Embase, EBSCO, PubMed and ProQuest published from 2016 to 2021. Furthermore, 11 articles that met the criteria were obtained. The results of the study show that there are four main components of resistance exercise in controlling blood sugar, preventing neuropathy and increasing circulation, namely exercise consistency, exercise frequency and duration, exercise intensity, and repetition. Resistance exercise can be used as an alternative solution to foot circulation problems in DM patients, so that the risk of diabetic foot injuries can be prevented or reduced.

Keywords: *resistance exercise; diabetes mellitus; peripheral circulation*

ABSTRAK

Salah satu dari empat pilar penatalaksanaan Diabetes Mellitus (DM) adalah *exercise*. Salah satu bentuk *exercise* yang dapat dilakukan di rumah dan mampu mencegah komplikasi pada pembuluh darah adalah *Resistance Exercise*. Artikel ini berjenis *systematic review* yang bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh dari *Resistance Exercise* terhadap peningkatan sirkulasi perifer, penurunan gejala neuropati dan *glycaemic control* pada pasien DM maupun pra diabetes. Sumber pencarian yang digunakan adalah Scopus, Embase, EBSCO, PubMed dan ProQuest yang diterbitkan pada tahun 2016 sampai 2021. Selanjutnya diperoleh 11 artikel yang memenuhi kriteria. Hasil studi menunjukkan bahwa terdapat empat komponen utama dari *resistance exercise* dalam mengontrol gula darah, mencegah neuropati dan meningkatkan sirkulasi yaitu konsistensi *exercise*, frekuensi dan durasi *exercise*, intensitas *exercise*, dan repetisi. *Resistance Exercise* dapat dijadikan alternatif solusi masalah sirkulasi kaki pada pasien DM, sehingga resiko terjadinya luka kaki diabetes dapat dicegah maupun dikurangi.

Kata kunci: *resistance exercise; diabetes mellitus; sirkulasi perifer*

PENDAHULUAN

Komplikasi yang terjadi pada pasien Diabetes Mellitus (DM) salah satunya adalah makroangiopati dan mikroangiopati yang berkepanjangan sehingga menyebabkan gangguan pada sirkulasi yang berujung pada penyakit vaskular perifer atau *Peripheral Arterial Disease (PAD)*. Individu dengan DM memiliki resiko tiga kali untuk mengalami PAD dibandingkan mereka tidak menderita DM. Resiko PAD ekstremitas bawah dilaporkan pada 35-60% pada pasien DM. PAD merupakan faktor risiko independen untuk amputasi ekstremitas bawah pada pasien dengan *Diabetic Foot Ulcer (DFU)* ⁽¹⁾.

Resiko DFU dan kekambuhan ulkus kaki akibat gangguan sirkulasi, *glycaemic control* dan neuropati dilaporkan lima kali lebih tinggi pada penderita DM dengan PAD dibandingkan dengan tanpa PAD ⁽¹⁾. Pasien DM dengan PAD cenderung mengalami penurunan sirkulasi kaki yang ditandai dengan penurunan nilai *Ankle Brachial Index (ABI)* dan berakhir pada komplikasi kaki diabetik ⁽²⁾. Penelitian yang dilakukan oleh Nobi et al. menunjukkan bahwa 50% pasien dengan diabetes datang ke pelayanan kesehatan, sudah datang dalam keadaan 22% dengan denyut nadi dorsalis pedis yang lemah dan 13% diantaranya sudah tidak teraba ⁽³⁾. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 50% dari individu dengan diabetes berkembang menjadi neuropati diabetik dimana kontrol glukosa (*glycaemic control*) yang tidak efektif akan mempercepat perkembangan neuropati diabetik pada pasien DM ⁽⁴⁾.

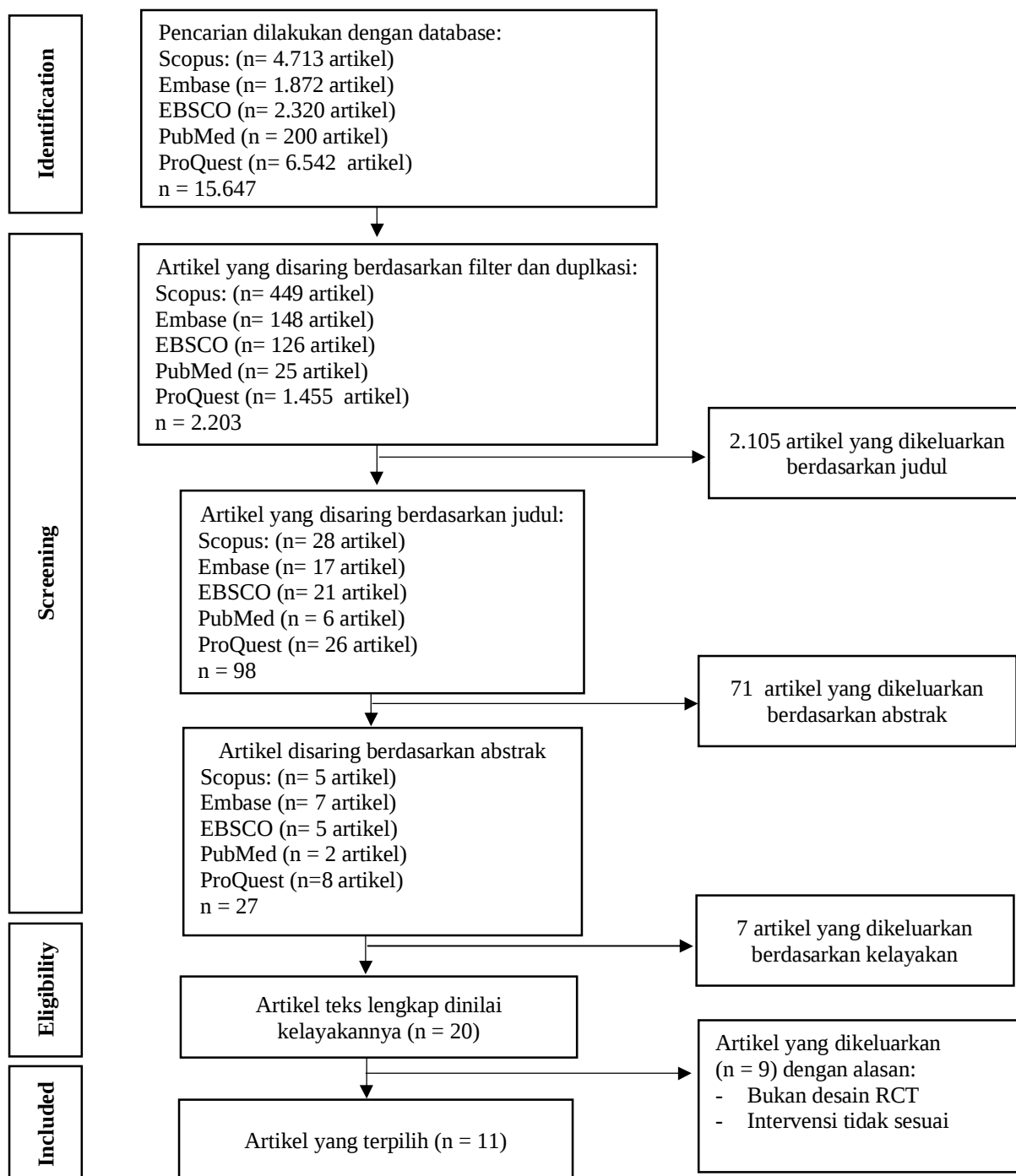
Intervensi keperawatan yang layak dilakukan pada masa pandemi Covid-19 salah satunya adalah melalui aktivitas fisik atau latihan (*exercise*) yang dapat dilakukan di rumah yang berguna untuk mencegah dan mengontrol perbaikan sirkulasi perifer ⁽⁵⁾. Salah satu jenis terapi latihan fisik yang dapat meningkatkan sirkulasi kaki, memperbaiki neuropati dan *glycemic control* adalah *Resistance Exercise*. *Resistance exercise* terbukti meningkatkan kerja insulin, meningkatkan sensitivitas sel dan mengurangi kerja pankreas ⁽⁶⁾. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa *resistance exercise* yang diawasi dapat mengurangi perkembangan menjadi diabetes pada pasien dengan pradiabetes. Pada sebuah penelitian yang menggabungkan *Aerobic Training (AT)* dengan *resistance exercise* menunjukkan perbaikan yang signifikan pada *glycaemic control*, adipositas, kebugaran muskuloskeletal, dan mencegah terjadinya DFU ⁽⁷⁾.

Diabetic Foot Ulcer (DFU) menjadi masalah serius yang harus ditangani karena resiko terjadinya infeksi dan amputasi sangat tinggi yaitu mencapai 15-30% dari seluruh kasus ⁽⁸⁾. Selain itu kualitas hidup pasien pasca amputasi juga akan menurun sehingga pasien tidak mampu secara maksimal dalam melakukan aktivitas sehari-hari. PAD yang berisiko menyebabkan gangguan perfusi, neuropati dan gangguan kontrol glikemik sehingga risiko terjadinya DFU penting kiranya untuk dicegah secara dini melalui *exercise* yang dapat dilakukan di rumah yaitu *resistance exercise* ⁽⁹⁾.

Tujuan dari studi *systematic review* ini adalah untuk mendeskripsikan dampak intervensi *resistance exercise* terhadap sirkulasi perifer, neuropati dan *glycaemic control* pada pasien DM.

METODE

Pada *Systematic Review* ini, artikel yang dipilih adalah artikel dengan desain penelitian *Randomized Controlled Trial* (RCT) dan disusun berdasarkan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses* (PRISMA) ⁽¹⁰⁾.



Gambar 1. Diagram alir (PRISMA)

Proses penyeleksian artikel yang sesuai dengan tujuan penelitian melewati tahapan proses pencarian melalui kata kunci “Diabetes Mellitus” AND “Resistance Training” OR “Resistance Exercise” AND “Ankle Brachial Index” OR “Peripheral Vascular” OR “Circulation” OR “Neuropathy” OR “Glycaemic Control” OR “Glucosa Control” OR “Blood Sugar”. Database yang digunakan sebanyak 5 database yaitu Scopus, Embase, EBSCO, PubMed dan ProQuest yang diterbitkan pada tahun 2016 sampai 2021.

Pemilihan artikel dilakukan analisis dan sintesis berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi pemilihan artikel yang digunakan yaitu populasi pasien DM tipe I, DM Tipe II, Pradiabetes, diabetes gestasional, pasien DM dengan atau tanpa penyakit penyerta, kriteria umur 19-64 tahun, tipe studi adalah RCT, penelitian pada manusia, menggunakan bahasa inggris dan tipe publikasi adalah *article full text* serta jurnal akademik.

Pencarian artikel dilakukan pada bulan September sampai Desember 2021. Artikel yang telah terkumpul dilakukan seleksi kembali dan mengeliminasi artikel yang tidak sesuai antara judul dan abstrak untuk mencari kesesuaian serta menghapus artikel yang sama. Urutan pencariannya disajikan dalam gambar 1.

HASIL

Pencarian literatur awal menghasilkan sebanyak 15.647 artikel (Scopus 4.713 artikel, Embase 1.872 artikel, EBSCO 2.320 artikel, PubMed 200 artikel, ProQuest 6.542 artikel). Setelah meninjau abstrak untuk relevansi dan mencocokkan dengan kriteria inklusi, 27 artikel dipilih untuk ulasan teks lengkap dan ada akhirnya terdapat 11 artikel yang dipilih untuk dilakukan peninjauan. Berdasarkan hasil penelusuran literatur ini menunjukkan bahwa terdapat empat komponen utama dari *resistance exercise* dalam mengontrol gula darah, mencegah neuropati dan meningkatkan sirkulasi yaitu konsistensi *exercise*, frekuensi *exercise*, intensitas *exercise* dan repetisi (pengulangan).

Konsistensi Exercise

Resistance Exercise yang dilakukan secara konsisten dan teratur, baik waktu maupun jenis gerakannya dapat meningkatkan fungsi dari jaringan adiposa. Konsistensi *resistance exercise* yang dilaksanakan selama 12 minggu dengan minimal 24 sesi dapat meningkatkan parameter vaskuler ⁽¹¹⁾.

Frekuensi dan Durasi Exercise

Exercise yang dilakukan 2-3 kali dalam seminggu dengan durasi $\pm$ 30 menit pada setiap sesi latihan. Rekomendasi *resistance exercise* dilakukan 3 kali per minggu selama 12 minggu. Pelaksanaan dapat dilakukan secara bertahap dengan frekuensi sekali atau dua kali seminggu dan enam hingga delapan pengulangan. Frekuensi kemudian ditingkatkan menjadi tiga kali per minggu, dengan 10 hingga 15 pengulangan baik dengan beban maupun tanpa beban. Pemeriksaan gula darah sebelum pelatihan wajib dilaksanakan dimana kadar gula darah < 100 mg/dL atau > 250 mg/dL dianjurkan untuk tidak mengikuti latihan ^(12,13)

Intensitas Exercise (Beban)

Intensitas latihan ditingkatkan secara bertahap selama 2-4 minggu. Beban pemberat pada setiap latihan ditingkatkan sebesar 2% dari berat tubuh secara bertahap sampai dengan menjadi maksimal 5% dari berat badan. Intensitas latihan yang ditingkatkan akan mampu meningkatkan volume oksigen dalam pembuluh darah sehingga mampu menurunkan tekanan darah dan mencegah terjadinya stress oksidatif ⁽¹¹⁾.

Repetisi (Pengulangan)

Repetisi pada setiap sesi latihan dapat dilakukan 2-3 kali, dimana 1 set *exercise* terdiri dari 10-12 kali pengulangan baik pada ekstremitas atas maupun latihan tungkai bawah. Interval istirahat saat repetisi yang disarankan adalah 30-60 detik antara setiap latihan dan 3-5 menit sebelum sesi latihan selanjutnya. Pendinginan direkomendasikan 5-10 menit dengan gerakan peregangan ^(13,14).

Adapun hasil telaah artikel selengkapnya disajikan dalam tabel 1, dimana seluruh artikel yang diambil berdesign *Randomized Controlled Trial*.

Tabel 1. Karakteristik artikel

No.	Author	Design/sample	Intervention	Key findings
1	Gholami et al., 2021 ⁽¹³⁾	Randomisasi alokasi Responden dibagi 2 kelompok: kontrol (n=14) dan intervensi (n=15)	Latihan resistensi 3 kali per minggu (12 minggu) pada otot besar: <i>squat, bench press, shoulder press, knee ekstensi, fleksi lutut, elevasi betis, ekstensi dan fleksi siku, sit up, dan pull-down</i>	Skor neuropati dan <i>ankle-brachial index</i> (ABI) meningkat setelah intervensi HbA1c menurun
2	Seyedizadeh et al., 2020 ⁽¹⁴⁾	Randomisasi alokasi Responden dibagi menjadi 2 kelompok yang sama: kontrol dan eksperimental (n = 12)	Latihan resistensi dengan 2-3 set, 6-7 jenis latihan, 8-12 pengulangan (repetisi), dan 3-5 menit istirahat antara latihan	Penurunan tidak signifikan serum kinesi-1 perbaikan neuropati perifer

No.	Author	Design/sample	Intervention	Key findings
3	Magalhães et al., 2019 ⁽¹⁵⁾	- Randomisasi alokasi - Responden dibagi menjadi 2 kelompok: kontrol (n=22), kombinasi High-Intensity Interval Training (HIIT) dengan Resistance Training (RT) (n=16) dan Moderate Continuous Training (MCT), RT (n= 13)	Latihan resistensi 3 kali per minggu (target mingguan 10 kkal/kg) pada seluruh anggota tubuh, terdiri dari 1 set (10–12 pengulangan) ekstremitas atas dan latihan tungkai bawah.	- Kelompok MCT+ RT dan HIIT + RT berkurang ketebalan intima media karotis - Hanya kelompok HIIT + RT yang mengalami perubahan indeks kekakuan arteri perifer
4	Yan et al., 2019 ⁽⁷⁾	- Randomisasi alokasi - Responden dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok resistance training/ RT (n = 35), kelompok latihan aerobic training/ (AT), (n = 35), dan kelompok kontrol (CG, n = 35)	Latihan 3 kali/minggu dengan 13 sesi latihan dan 50 menit resistensi. Resistensi dengan peningkatan intensitas dan repetisi	- Peningkatan massa otot RT - Glukosa plasma puasa menurun signifikan - Tidak ada perbedaan signifikan, glukosa 2 jam postprandial (2hPG), hemoglobin glikosilasi (HbA1c) seluruh kelompok
5	Rahbar et al., 2018 ⁽¹¹⁾	- Randomisasi blok - Responden dibagi menjadi 3 kelompok: kelompok aerobik (13 orang), kelompok aerobik dengan resistance (12 orang) dan kelompok kontrol (15 orang)	Latihan dengan mengenakan rompi pemberat dan treadmill	Detak jantung istirahat menurun, konsumsi oksigen maksimum meningkat pada kelompok aerobik dengan resistance exercise
6	Sklempe et al., 2018 ⁽¹⁶⁾	- Randomisasi blok - Responden wanita hamil dengan gestasional DM dibagi menjadi 2 kelompok: kontrol (n= 20) dan intervensi (n=18)	Latihan dua kali per minggu, durasi 50-55 menit. Latihan aerobik (20 menit), latihan resistensi (20-25 menit), latihan panggul dan peregangan, dan periode relaksasi untuk mengakhiri sesi (10 menit)	Terjadi penurunan glukosa postprandial pada akhir kehamilan. Tidak ada perbedaan glukosa puasa dan komplikasi
7	Yuan et al., 2020 ⁽¹²⁾	- Simple randomization by computer - 248 responden dengan prediabetes dibagi 3 kelompok: AT (n = 83), RT (n = 82) dan kontrol (n = 83)	Responden pada kelompok RT melakukan 13 latihan resistensi yang berbeda per sesi menggunakan tali elastis sebanyak 3 kali per minggu untuk jangka waktu 6 bulan	- Penurunan HbA1c pada kedua kelompok latihan - HOMA2-IR (indikator fungsi β-cell) menurun pada kelompok RT dan AT
8	Chen et al., 2020 ⁽¹⁷⁾	- Randomisasi alokasi - Responden dibagi 2 kelompok: Dynamic Resistance Exercise/DRE (n=30) dan Isometric Resistance Exercise/IRE (n=30)	Kelompok DRE memakai pita elastis yang derajat resistensinya secara bertahap ditingkatkan (3 kali/minggu selama 12 minggu); IRE latihan rentang gerak sendi aktif dan isometrik dalam posisi duduk (3 kali/minggu selama 12 minggu)	- Terjadi peningkatan yang signifikan aktivitas harian pada kelompok Dynamic Resistance Exercise dibandingkan dengan kelompok isometric - Tidak ada perubahan signifikan dalam HbA1c yang diamati pada kedua kelompok
9	Hsieh et al., 2018 ⁽⁹⁾	- Randomisasi blok - Responden dibagi 2 kelompok: kelompok intervensi melakukan latihan RT (n=15) dan kelompok kontrol (n=15)	- Kelompok intervensi melakukan 8 sesi RT dalam 3 set, 8-12 pengulangan selama 3 kali seminggu (total 12 minggu)	- Tidak terdapat pengaruh RT terhadap kadar glukosa puasa - Ada pengaruh RT terhadap lingkaran pinggang, berat badan, persentase lemak tubuh, penurunan puncak sistolik dan tekanan diastolik
10	Banitalebi et al., 2019 ⁽¹⁸⁾	- Randomisasi blok - Responden dibagi menjadi 3 kelompok: SIT (Sprint Interval Training n = 17), A+R (aerobik dan resistensi n = 17) dan kontrol (n = 18)	Intervensi pada kelompok A+R yaitu bersepeda/treadmill dan angkat beban berlangsung selama 10 minggu dimana peserta berolahraga tiga kali per minggu selama 50 menit	Terdapat pengaruh latihan pada kedua kelompok aerobik, glukosa puasa, HbA1c, sensitifitas insulin (HOMA2-IR), berat badan, dan indeks massa tubuh
11	Bassi et al., 2016 ⁽¹⁹⁾	- Randomisasi blok - Responden dibagi menjadi 2 kelompok: kelompok intervensi (n=21) dan kelompok kontrol (n=20)	CART (Concurrent Aerobic and Resistance Training) dilakukan selama 1 jam (aerobik 30 menit dan 30 menit latihan resistensi) tiga kali/minggu selama 12 minggu	Terdapat pengaruh CART terhadap HbA1c, penurunan kolesterol, tekanan darah sistolik saat istirahat, dan peningkatan yang signifikan dalam pengambilan oksigen puncak

PEMBAHASAN

Karakteristik Artikel

Pada 11 artikel yang dilakukan telaah oleh peneliti, semuanya menggunakan desain RCT dimana terdapat 3 artikel menunjukkan bahwa tidak dilakukan *blind* terhadap peserta dan peneliti tetapi dilakukan *blind* terhadap asesor (penilai) dan petugas laboratorium sehingga mampu mencegah terjadinya bias penelitian, 4 artikel

dilakukan *blind* terhadap asesor dan peserta tetapi tidak pada peneliti dan 4 artikel tidak dijelaskan bagaimana proses *blind* dilakukan.

Pada kesebelas artikel sudah dijelaskan bagaimana melakukan randomisasi dimana terdapat 5 artikel yang dilakukan randomisasi alokasi, 5 artikel dilakukan randomisasi blok, dan 1 artikel dilakukan *simple randomization*. Proses randomisasi pada penelitian ini dijelaskan bahwa 9 artikel melakukan randomisasi dengan bantuan komputer dan 2 artikel dengan menggunakan metode tradisional yaitu tabel random dan koin. Hasil telaah menunjukkan bahwa 3 artikel menyebutkan terdapat pengaruh *resistance exercise* terhadap penurunan keparahan neuropati dan menurunkan kekakuan arteri, 4 artikel menyatakan pengaruh terhadap kontrol glikemik dan sirkulasi perifer serta dampak lain berupa peningkatan serum kinesiin-1, fungsi fisik, kekuatan dan massa otot, sensitivitas insulin, berat badan, indeks massa tubuh, 2 artikel menunjukkan bahwa *resistance exercise* mampu meningkatkan fungsi sel beta pankreas namun dengan pengaruh yang hampir sama dengan *Aerobic training* serta terdapat 2 artikel yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh terhadap HbA1c dan gula darah.

Pada kesebelas artikel yang dianalisis menunjukkan bahwa intervensi *resistance exercise* dapat dilakukan dengan latihan *aerobic* dengan peningkatan beban secara bertahap (7 artikel), latihan dinamis pada kelompok otot besar (1 artikel), latihan *treadmill* dengan rompi pemberat (1 artikel), dan *resistance* dengan menggunakan tali atau karet elastis (2 artikel).

Berdasarkan hasil *systematic review* yang dilakukan oleh Sampath Kumar et al. menunjukkan bahwa dari 11 artikel yang dianalisis diperoleh hasil yaitu program intervensi latihan terstruktur yang salah satunya adalah *resistance exercise* terbukti efektif untuk menurunkan resistensi insulin pada pasien DM tipe 2⁽²⁰⁾. *Resistance exercise* dapat meningkatkan penyerapan glukosa darah dengan meningkatkan massa otot, meningkatkan transpor glukosa ke otot rangka oleh protein GLUT4 (transporter glukosa tipe 4)⁽²⁰⁾. Hasil *systematic review* yang dilakukan oleh Grace et al. dimana dilakukan *review* terhadap 27 artikel menunjukkan bahwa pasien DM yang dapat mentolerir *exercise* dianjurkan untuk berolahraga dengan intensitas yang lebih tinggi seperti *resistance exercise* karena dapat memberikan manfaat kebugaran yang unggul dan serta durasi program yang lebih lama akan mengoptimalkan penurunan HbA1c⁽²¹⁾.

Pada hasil telaah terhadap 11 artikel menunjukkan bahwa terdapat 2 artikel yang menjelaskan bahwa tidak terdapat pengaruh *resistance exercise* terhadap kontrol glikemik dengan indikator HbA1c. hal ini kemungkinan disebabkan karena *resistance exercise* yang dilakukan dengan intensitas yang tinggi justru dapat memicu stress oksidatif yang menyebabkan kerusakan oksidatif secara akut pembuluh darah melalui peningkatan lipid peroksidasi dan peningkatan Malondialdehyde (MDA) yang memperparah kerusakan endotel pembuluh darah. hal ini disebabkan karena pasien DM sebelumnya sudah mengalami kondisi hiperglikemi kronis yang menyebabkan komplikasi makrovaskuler, sehingga latihan dengan intensitas yang tinggi justru akan memperparah kerusakan endovaskuler^(22,23).

Resistance Exercise dalam Meningkatkan Sirkulasi Perifer

Efek peningkatan sirkulasi perifer dalam telaah literatur diatas dibuktikan dengan peningkatan nilai ABI⁽¹³⁾, berkurang ketebalan tunika intima media karotis, menurunnya indeks kekakuan arteri perifer⁽¹⁵⁾ dan terjadi peningkatan nilai ABI (p value 0,002). Intervensi *resistance exercise* dalam beberapa studi literatur dijelaskan bahwa memiliki beberapa manfaat dalam mencegah kerusakan endotel pembuluh darah lebih lanjut melalui peningkatan produksi NO (*Nitric Oxide*) yang dapat merelaksasikan pembuluh darah, meningkatkan sensitivitas reseptor insulin, meningkatkan vaskularisasi, meningkatkan fungsi mitokondria otot rangka sehingga akan mampu meningkatkan vaskularisasi pembuluh darah. Selain itu *resistance exercise* meningkatkan fosforilasi, menurunkan efek radikal bebas dan meningkatkan kerja antioksidan⁽²⁵⁾.

Resistance Exercise dalam Menurunkan Gejala Neuropati

Efek *Resistance exercise* dalam menurunkan neuropati dalam artikel diatas dibuktikan dengan perbaikan skor MNSI dan MDNS, peningkatan amplitudo potensial aksi saraf motorik, kecepatan konduksi saraf sensorik dan motorik^(13,14). Hal ini sesuai dengan pendapat Reusch et al. yang menyatakan bahwa *resistance exercise* mampu mengoptimalkan kontrol glukosa dan telah terbukti sangat penting untuk mencegah dan menunda perkembangan kerusakan saraf perifer pada diabetes⁽²⁵⁾. *Resistance exercise* dapat meningkatkan produksi NO sehingga menurunkan demielinasi sel *schwan* dan penumpukan sorbitol akibat hiperglikemi kronis yang secara tidak langsung dapat meningkatkan konduktivitas sel saraf⁽⁴⁾. *Resistance exercise* dalam mengurangi tanda dan gejala neuropati menjadi intervensi adjuvant yang disambut baik karena saat ini tidak ada pengobatan definitif untuk Neuropati Diabetes dan sebagian besar terapi fokus pada pengurangan rasa sakit⁽¹³⁾. Kekhawatiran tentang kelayakan dan keamanan *Resistance exercise* pada pasien diabetes sempat diragukan karena ketakutan akan dampak yang merugikan yaitu timbulnya nyeri dan luka pada kaki, namun studi terbaru menunjukkan bahwa latihan *resistance exercise* berupa menahan beban dan melatih keseimbangan tidak menimbulkan nyeri dan luka pada pasien DM⁽²⁶⁾.

Resistance Exercise dalam Meningkatkan Glycaemic Control

Pada analisis artikel yang peneliti lakukan terdapat 3 artikel yang mendukung penurunan HbA1c (P value <0,05) dan penurunan signifikan Glukosa plasma puasa (P = 0:003)^(12,27,28), sedangkan pada penelitian Yan et al.

antara kelompok tidak ditemukan perbedaan signifikan kadar HbA1c. Potensi *resistance exercise* untuk meningkatkan *glycaemic control* dan mencegah komplikasi terkait hiperglikemia kronis dapat dilihat dari indikator penurunan HbA1c. Namun penurunan HbA1c yang signifikan tidak akan terlihat signifikan pada pasien pradiabetes, mengingat tingkat HbA1c awal mereka yang lebih rendah. Potensi ini disebabkan karena *resistance exercise* yang dilakukan dengan frekuensi, durasi, intensitas, konsistensi dan repetisi yang tepat dapat meningkatkan sensitivitas sel terhadap insulin. Mekanisme tidak langsung dimana *resistance exercise* dapat meningkatkan *glycaemic control* adalah melalui peningkatan laju metabolisme basal yang membantu dalam mencegah penimbunan lemak, menurunkan kadar jaringan adiposa sehingga dapat meningkatkan sensitivitas insulin karena obesitas merupakan faktor yang berkontribusi terhadap resistensi insulin perifer^(29,30).

Resistance exercise memberikan manfaat yang besar bagi pasien diabetes dalam menurunkan komplikasi mikrovaskuler maupun makrovaskuler. Dalam hal ini pentingnya peran perawat dalam mengedukasi, memotivasi, mengawasi dan mengevaluasi pelaksanaan *resistance exercise* sehingga dapat memberikan dampak yang signifikan bagi pasien. Exercise merupakan salah satu pilar penanganan pada pasien DM sehingga perawat memegang peran penting dalam hal ini. Pentingnya peran perawat dalam memotivasi pelaksanaan *exercise* akan menyebabkan pasien melakukan *resistance exercise* secara teratur sehingga dapat meningkatkan manfaat dari *exercise* tersebut. Evaluasi dan supervisi yang dilakukan perawat terhadap pelaksanaan *resistance exercise* dapat memberikan manfaat dalam mencegah terjadinya efek samping *resistance exercise* baik akibat kesalahan gerakan maupun gerakan yang berlebihan. Perawat berperan juga dalam pengawasan terjadinya komplikasi saat pelatihan seperti kondisi hipoglikemi, sehingga penting kiranya pasien diberikan edukasi sebelum pelaksanaan latihan seperti cek kadar gula darah sebelum latihan, menghindari latihan bila merasa kondisi tubuh kurang baik, selalu menyediakan gula sederhana sebagai pertolongan pertama bila terjadi kondisi hipoglikemi.

KESIMPULAN

Resistance exercise yang dilakukan secara teratur terbukti dapat meningkatkan kontrol glikemik, menurunkan derajat neuropati, dimana *resistance exercise* dapat dilakukan dengan meningkatkan beban latihan baik menggunakan pemberat maupun meningkatkan ketahanan selama latihan.

Pelaksanaan *Resistance exercise* yang direkomendasikan adalah 2-3 kali dalam seminggu dengan durasi $\pm$ 30 menit pada setiap sesi latihan, dimana setiap gerakan dilakukan pengulangan 10-12 kali pengulangan baik pada ekstremitas atas maupun bawah. Interval istirahat saat repetisi yang disarankan adalah 30-60 detik antara setiap latihan dan 3-5 menit sebelum sesi latihan selanjutnya. Setelah selesai sesi latihan direkomendasikan untuk melakukan pendinginan 5-10 menit. Dampak latihan akan muncul setelah minimal 24 kali latihan.

Resistance exercise pada pasien DM memerlukan pengawasan baik dari pasien sendiri maupun dari orang lain (keluarga atau petugas kesehatan) dalam hal pemantauan gula darah sebelum dan setelah kegiatan serta pengawasan kemungkinan terjadinya cedera selama latihan.

Berdasarkan telaah artikel ditemukan bahwa tidak semua artikel melakukan blinding responden dan peneliti. Sebagian besar blinding dilakukan pada asesor (penilai)

DAFTAR PUSTAKA

1. Ugwu E, Anyanwu A, Olamoyegun M. Ankle brachial index as a surrogate to vascular imaging in evaluation of peripheral artery disease in patients with type 2 diabetes. BMC Cardiovasc Disord [Internet]. 2021;21(1):1–7. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12872-020-01821-6>
2. Smeltzer, S. C & Barre BG. Buku ajar keperawatan medikal-bedah Brunner & Suddarth. J Chem Inf Model. 2017;
3. Nobi F, Nahian S Al, Sultana A, Sarmin R, Rahman A, Arefin MS, et al. Prevalence of Peripheral Vascular Disease in Diabetic Foot Infections and its Effect on Management Outcome. J Bangladesh Coll Physicians Surg. 2019;38(1):12–7.
4. Feldman EL, Callaghan BC, Pop-busui R, Zochodne DW, Wright DE, Bennett DL, et al. Diabetic neuropathy. Nat Rev Dis Prim [Internet]. 2019; Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41572-019-0092-1>
5. Silva ÉQ, Santos DP, Beteli RI, Monteiro RL, Ferreira JSSP, Cruvinel-Junior RH, et al. Feasibility of a home-based foot–ankle exercise programme for musculoskeletal dysfunctions in people with diabetes: randomised controlled FOOtCARE (FOCA) Trial II. Sci Rep [Internet]. 2021;11(1):1–12. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91901-0>
6. Dela F, Ingersen A, Andersen NB, Nielsen MB, Petersen HHH, Hansen CN, et al. Effects of one-legged high-intensity interval training on insulin-mediated skeletal muscle glucose homeostasis in patients with type 2 diabetes. Acta Physiol [Internet]. 2019;226(2). Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061618930&doi=10.1111%2Fapha.13245&partnerID=40&md5=dc61341b48aec310da105bfe089aa799>
7. Yan J, Dai X, Feng J, Yuan X, Li J, Yang L, et al. Effect of 12-Month Resistance Training on Changes in Abdominal Adipose Tissue and Metabolic Variables in Patients with Prediabetes: A Randomized Controlled Trial. J Diabetes Res. 2019;2019:1–11.
8. Sukarja IM, Sukawana IW. Spa Kaki Dengan Bantuan Kayu Refleksi Terhadap Saturasi Oksigen Pada Diabetes. J Gema Keperawatan. 2020;13(1):10–20.
9. Hsieh PL, Tseng CH, Tseng YJ, Yang WS. Resistance Training Improves Muscle Function and Cardiometabolic Risks but Not Quality of Life in Older People with Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial. J Geriatr Phys Ther. 2018;41(2):65–76.

10. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372.
11. Rahbar S, Naimi SS, Soltani AR, Rahimi A, Akbarzadeh Baghban A, Khorami N. Are twenty-four sessions of aerobic exercise sufficient for improving cardiac parameters in diabetes mellitus? A randomized controlled trial. *J Tehran Univ Hear Cent*. 2018;13(2):43–51.
12. Yuan X, Dai X, Liu L, Hsue C, Miller JD, Fang Z, et al. Comparing the effects of 6 months aerobic exercise and resistance training on metabolic control and β -cell function in Chinese patients with prediabetes: A multicenter randomized controlled trial. *J Diabetes*. 2020;12(1):25–37.
13. Gholami F, Khaki R, Mirzaei B, Howatson G. Resistance training improves nerve conduction and arterial stiffness in older adults with diabetic distal symmetrical polyneuropathy: A randomized controlled trial. *Exp Gerontol*. 2021;153.
14. Seyedizadeh SH, Cheragh-Birjandi S, Hamedia Nia MR. The Effects of Combined Exercise Training (Resistance-Aerobic) on Serum Kinesin and Physical Function in Type 2 Diabetes Patients with Diabetic Peripheral Neuropathy (Randomized Controlled Trials). *J Diabetes Res*. 2020;2020.
15. Magalhães JP, Melo X, Correia IR, Ribeiro RT, Raposo J, Dores H, et al. Effects of combined training with different intensities on vascular health in patients with type 2 diabetes: A 1-year randomized controlled trial. *Cardiovasc Diabetol* [Internet]. 2019;18(1):1–14. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12933-019-0840-2>
16. Sklempe Kokic I, Ivanisevic M, Biolo G, Simunic B, Kokic T, Pisot R. Combination of a structured aerobic and resistance exercise improves glycaemic control in pregnant women diagnosed with gestational diabetes mellitus. A randomised controlled trial. *Women and Birth* [Internet]. 2018;31(4):e232–8. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85031675662&doi=10.1016%2Fj.wombi.2017.10.004&partnerID=40&md5=c6b2185405e6ce36d2f9a5c234856b57>
17. Chen SM, Shen FC, Chen JF, Chang WD, Chang NJ. Effects of resistance exercise on glycated hemoglobin and functional performance in older patients with comorbid diabetes mellitus and knee osteoarthritis: A randomized trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(1).
18. Banitalebi E, Kazemi AR, Faramarzi M, Nasiri S, Haghighi MM. Effects of sprint interval or combined aerobic and resistance training on myokines in overweight women with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Life Sci* [Internet]. 2019;217:101–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.11.062>
19. Bassi D, Mendes RG, Arakelian VM, Caruso FCR, Cabiddu R, Júnior JCB, et al. Potential Effects on Cardiorespiratory and Metabolic Status After a Concurrent Strength and Endurance Training Program in Diabetes Patients — a Randomized Controlled Trial. *Sport Med - Open* [Internet]. 2016;2(1):1–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40798-016-0052-1>
20. Sampath Kumar A, Maiya AG, Shastry BA, Vaishali K, Ravishankar N, Hazari A, et al. Exercise and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med* [Internet]. 2019;62(2):98–103. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.11.001>
21. Grace A, Chan E, Giallauria F, Graham PL, Smart NA. Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type II diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol*. 2017;16(1):1–10.
22. Zembron-Lacny A, Tylutka A, Zeromska A, Kasperska A, Wolny-Rokicka E. Does High Volume of Exercise Training Increase Aseptic Vascular Inflammation in Male Athletes? *Am J Mens Health*. 2019;13(3).
23. Sarvasti D, Radi B, Setianto B, Kusmana D, Joesoef AH, Sarvasti D, et al. Exercise Training and Vascular molecular Responses Tinjauan Pustaka Pengaruh Latihan Fisik Dan Respon Molekuler Pembuluh Darah Arteri. 2011;32(4):255–65.
24. Ribeiro F, Alves AJ, Duarte JA, Oliveira J. Is exercise training an effective therapy targeting endothelial dysfunction and vascular wall inflammation? *Int J Cardiol* [Internet]. 2010;141(3):214–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2009.09.548>
25. Reusch JEB, Regensteiner JG, Stewart KJ. Diabetes and Exercise From Pathophysiology to Clinical Implementation Second Edition [Internet]. 2nd ed. Veves A, editor. Verywell health. Switzerland: Springer Healthcare; 2019. Available from: <https://www.verywellhealth.com/what-is-chronological-age-2223384>
26. Kluding P, Sonja K. Bareiss, Mary Hastings RLM, David R. Sinacore MJM. Physical Training and Activity in People With Diabetic Peripheral Neuropathy: Paradigm Shif. *Chem Process Saf*. 2017;97(1):1–21.
27. Marmitt DJ, Shahrajabian MH, Goettert MI, Rempel C. Clinical trials with plants in diabetes mellitus therapy: a systematic review. *Expert Rev Clin Pharmacol* [Internet]. 2021;14(6):735–47. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85104764084&doi=10.1080%2F17512433.2021.1917380&partnerID=40&md5=22a70ea9907c1f2bbee26b5e64aabbfb>
28. Sklempe Kokic I, Ivanisevic M, Biolo G, Simunic B, Kokic T, Pisot R. Combination of a structured aerobic and resistance exercise improves glycaemic control in pregnant women diagnosed with gestational diabetes mellitus. A randomised controlled trial. *Women and Birth* [Internet]. 2018;31(4):e232–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2017.10.004>
29. Smith U, Kahn BB. Adipose tissue regulates insulin sensitivity: role of adipogenesis, de novo lipogenesis and novel lipids. *J Intern Med*. 2016;280(5):465–75.
30. Clamp LD, Hume DJ, Lambert E V., Kroff J. Enhanced insulin sensitivity in successful, long-term weight loss maintainers compared with matched controls with no weight loss history. *Nutr Diabetes* [Internet]. 2017;7(6):e282. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/ntud.2017.31>