



**MODUL MK GIZI DAN FISILOGI OLAHRAGA
(GIZ332)**

**MODUL 12
TRAINING AND ILLNESS**

**DISUSUN OLEH
NAZHIF GIFARI, SGz, MSi**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2020**

BAB XII

TRAINING AND ILLNESS

Tujuan Pembelajaran:

1. Mengetahui pengertian dari latihan dan penyakit kronik
2. Mengetahui prinsip latihan pada penyakit kronik
3. Mengetahui jenis-jenis latihan dan pengaruhnya terhadap penyakit kronik

A. Pendahuluan

Program latihan adalah komponen kunci dalam membantu pasien dengan penyakit kronik (seperti penyakit kardiovaskular dan diabetes melitus type 2) agar tetap sehat dan dapat mengurangi gejala dari penyakit kronik. Latihan dapat memberikan manfaat fisiologis untuk meningkatkan kinerja atletik pasien dan untuk menjaga kesehatan. Modalitas dan strategi yang dapat diberikan kepada pasien penyakit kronik diantaranya latihan yang umum adalah pelatihan interval intensitas tinggi (HIIT), latihan berkelanjutan intensitas sedang dan latihan daya tahan. Dari sekian banyak penyakit kronis, penyakit kardiovaskular adalah yang paling banyak dipelajari mengenai manfaat dari melakukan HIIT.

Pada pasien diabetes karena kurangnya aktivitas fisik dan sindrom metabolic yang berkepanjangan. Kendala yang sering dialami oleh pasien diabetes tipe 2 tanpa memandang jenis kelamin, etnis, ras, usia dan status kesehatan yaitu “kurangnya waktu” untuk melakukan olahraga teratur. Memanfaatkan HIIT sebagai bagian dari rencana manajemen medis untuk pasien diabetes mellitus type 2 terbukti menjanjikan untuk mengatasi kurangnya waktu untuk berolahraga.. Dua publikasi terbaru memberikan dukungan untuk menggunakan HIIT untuk mendapatkan peningkatan kontrol glukosa, kontrol hemoglobin A1c (HbA1c) terglikasi dan kebugaran kardiorespirasi pada pasien dengan diabetes mellitus type 2.

Meskipun banyak penelitian yang melibatkan latihan dalam pengobatan diabetes mellitus type 2 telah difokuskan pada pelatihan aerobic, semakin banyak bukti yang mendukung pentingnya pelatihan daya tahan sebagai bagian dari terapi gaya hidup. Pelatihan daya tahan terbukti berdampak positif terhadap kontrol glikemik, adipositas, dan lipid dalam banyak kasus latihan daya tahan

mendapatkan manfaat yang sama dengan pasien yang melakukan pelatihan *aerobic*.

Peningkatan yang cepat insiden penyakit diabetes mellitus type 2 perlu digaris bawahi pentingnya mengidentifikasi strategi pengobatan yang efektif. Antara tahun 2000 dan 2030 diperkirakan jumlah orang yang sakit diabetes mellitus type 2 diseluruh dunia akan meningkat dari 171 juta menjadi 366 juta. Peningkatan ini dapat terjadi bahkan jika tingkat obesitas saat ini tetap konstan.

Beberapa kormobiditas pada diabetes mellitus type 2 ada termasuk penyakit kardiovaskular, retinopati, nefropati, hipertensi, dan amputasi. Menurut *National Diabetes Fact Sheet*, yang diterbitkan oleh *Centers For Diseases Control*, total biaya langsung untuk kasus diabetes mellitus type 2 yang didiagnosis di Amerika Serikat pada tahun 2007 adalah 174 miliar dollar, yang mengejutkan mengingat bahwa jumlah total penderita diabetes meningkat sebesar 37%. Mengingat hal tersebut maka perlu dilakukan upaya penurunan angka morbiditas untuk penyakit kronis agar menurunkan biaya pengobatan yang ditanggung oleh pemerintah. Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya bahwa penderita diabetes mellitus type 2 akan meningkat pada tahun 2030 sehingga dapat membebankan pemerintah dalam mengeluarkan anggaran kesehatan untuk pengobatan penyakit tersebut.

B. Prinsip Latihan pada Penyakit Kronik

Prinsip pemrograman latihan fisik pada gangguan paru. Gangguan paru yang sering dijumpai adalah penyakit obstruksi paru kronis (*COPD/Chronic Obstructive Pulmonary Disease*) yang meliputi emfisema, brokhitis kronis dan asma. Fungsi abnormal paru akan mempengaruhi ventilasi serta pertukaran gas yang menimbulkan dyspnea (gangguan nafas) selama latihan fisik yang mengakibatkan keterbatasan kapasitas fungsional paru. Pada keadaan ini sering dipergunakan *bronchodilator* serta glukokortikoid untuk memperlebar jalan napas, ekspektoran untuk meningkatkan pembersihan lendir pada saluran pernapasan), digitalis dan diuretic untuk menurunkan beban kerja jantung dan paru-paru (hipertensi paru-paru). Pada keadaan berat, tambahan oksigen diperlukan untuk memelihara tekanan oksigen serta mengatasi hipertensi paruparu. Rehabilitasi penderita COPD memerlukan kerjasama berbagai pihak. Ahli terapi pernapasan diperlukan untuk mengevaluasi dan menjamin

ketepatan penggunaan *bronchodilator* serta penggunaan oksigen. Ahli fisioterapi membantu penderita untuk memaksimalkan teknik bernafas, membantu penggunaan *expectorant* dan relaksasi pada keadaan dyspnea. Ahli terapi okupational menilai aktivitas sehari-hari dan merekomendasikan untuk menurunkan kebutuhan oksigen. Pada keadaan ini *exercise testing* diperlukan untuk (1) memberikan data yang diperlukan untuk menghitung target denyut nadi pada latihan fisik, (2) menentukan penyebab lain dari dyspnea misalkan adanya gangguan pembuluh darah tepi, (3) menilai gangguan irama jantung selama aktivitas, (4) menilai apakah pemberian oksigen diperlukan selama latihan dan (5) menentukan tingkat gangguan pernapasan yang mungkin dapat membatasi penderita untuk melakukan aktivitas-aktivitas fisik tertentu.

Exercise testing dapat dilakukan dengan mempergunakan *cycle ergometer* atau *treadmill*. Latihan fisik pada *exercise testing* harus dimulai pada tingkat rendah (misalkan dimulai dari 1,5 METs dan meningkat 0,5 METs secara bertahap). Latihan fisik dapat dilakukan secara terus menerus maupun dengan interval singkat antara setiap tahap. Selama latihan, dilakukan penilaian electrocardiogram, tekanan darah, ventilasi, frekuensi pernapasan dan volume tidal. Informasi tambahan seperti konsumsi oksigen, keluaran karbondioksida dan saturasi oksigen arterial juga penting menentukan kapasitas fisik seseorang. Program latihan fisik harus sesuai dengan kebutuhan masing-masing individu sesuai dengan tingkat gangguan pernapasan yang telah dinilai pada *exercise testing*. Bersepeda, berjalan dan berenang merupakan jenis latihan yang tepat sedangkan latihan beban yang ditujukan pada tubuh bagian atas tidak disarankan mengingat pada latihan tersebut, rasio kebutuhan oksigen dan keluaran tenaga relatif besar. Jenis latihan yang dipilih diharapkan dapat secara langsung meningkatkan kapasitas fisik yang menunjang aktivitas sehari-hari. Intensitas latihan juga disesuaikan dengan kapasitas fungsional penderita. Mengingat seseorang yang mengalami gangguan pernapasan pada aktivitas fisik berespon terhadap aktivitas sama dengan penderita gangguan kardiovaskular, metode denyut jantung dapat dipergunakan untuk menentukan intensitas aktivitas fisik.

Penderita dengan *forced vital capacity* (FVC) dan *forced expiratory volume at one second* (FEV1) antara 60% sampai dengan 80% dari nilai prediksi cenderung akan mengalami dyspnea pada saat aktivitas fisik berat.

Pada keadaan ini intensitas latihan ditetapkan pada keadaan yang memerlukan kecepatan ventilasi 75% dari ventilasi maksimal. Pada penderita dengan FVC dan FEV1 <60%, intensitas latihan fisik disesuaikan dengan berdasarkan tingkat dyspnea. Pada keadaan dyspnea berat, penderita mungkin memerlukan tambahan oksigen selama latihan fisik.

Pada beberapa penderita, penyesuaian durasi dan frekuensi latihan fisik mungkin diperlukan. Apabila durasi latihan 20 sampai 30 menit dirasakan terlalu berat bagi penderita, durasi dapat disesuaikan menjadi dua kali 10 menit atau empat kali 5 menit. Latihan yang bersifat interval mungkin diperlukan sampai adaptasi dapat dilakukan. Beberapa penderita COPD tidak mengalami peningkatan kapasitas paru yang bermakna pada program latihan fisik. Walaupun demikian, kebanyakan akan mengalami penurunan gejala gejala COPD, menurunkan tingkat kecemasan terhadap latihan fisik dan menurunkan tingkat ketergantungan kepada obat. Hal yang penting untuk dicapai adalah peningkatan toleransi terhadap latihan fisik dikarenakan adaptasi peredaran darah tepi. Evaluasi secara periodik dapat dilakukan dengan tes berjalan 12 menit yang juga penting untuk tujuan meningkatkan motivasi.

Prinsip pemrograman latihan fisik pada hipertensi. Pada keadaan tekanan darah tinggi (hipertensi), diperlukan pertimbangan khusus sebelum penderita melaksanakan *exercise testing* maupun program latihan fisik. Tekanan darah tinggi dikategorikan sebagai hipertensi primer (90% kasus) apabila penyebabnya tidak diketahui atau hipertensi sekunder (10% kasus) apabila penyebabnya diketahui (misalkan akibat ketidakseimbangan hormon atau penyakit kardiovaskular). Tingkat hipertensi digolongkan menjadi hipertensi ringan apabila tekanan darah berada di kisaran 140/90, hipertensi sedang bila tekanan darah sekitar 150/95 dan dikatakan berat bila tekanan darah 160/100 dan digolongkan hipertensi berat bila tekanan darah sama atau diatas 170/110. Seseorang dengan kenaikan tekanan darah yang kronis memiliki resiko yang lebih tinggi terhadap stroke, penyakit jantung koroner serta hipertrofi ventrikel kiri. Tekanan darah ditentukan oleh keluaran jantung (*cardiac output*) dan total tahanan pembuluh darah tepi (*total peripheral resistance*). Kenaikan salah satu atau kedua komponen tersebut akan meningkatkan tekanan darah. Manajemen awal hipertensi ringan dan sedang

meliputi penurunan berat badan, latihan fisik dan diet pengurangan bahan yang mengandung sodium. Manajemen untuk hipertensi berat dan sangat berat biasanya memerlukan obat anti hipertensi yang dapat mengurangi *cardiac output* ataupun *total peripheral resistance*. Pada hipertensi ringan sampai dengan sedang, latihan yang bersifat dinamis dapat meningkatkan *cardiac output* serta tekanan darah sistolik dan diastolic dibandingkan dengan pada orang dengan tekanan darah normal. Pada hipertensi berat dapat menimbulkan penurunan *cardiac output* dikarenakan penurunan volume sekuncup jantung (*stroke volume*), walaupun demikian tekanan darah sistolik dan diastolik meningkat dikarenakan peningkatan tekanan perifer. Latihan yang bersifat isometris dapat meningkatkan tekanan darah sistolik dan diastolik pada penderita hipertensi dibandingkan dengan orang dengan tekanan darah normal.

Metode *exercise testing* standard dapat diaplikasikan pada penderita hipertensi. Walaupun demikian, mengingat angka kejadian hipertrofi ventrikel kiri sangat besar, elektrokardiogram pada saat aktivitas mungkin sukar diinterpretasikan. Untuk mendeteksi adanya penyakit jantung koroner perlu dilakukan pengukura tambahan seperti menggunakan pengujian *thallium*. Frekuensi latihan fisik adalah 3 sampai 5 hari dalam seminggu. Waktu latihan dapat ditingkatkan dari 30 sampai 60 menit dengan intensitas 40 sampai dengan 65%. Latihan dengan intensitas tinggi perlu dihindari. Latihan isometris tidak selalu dikontraindikasi pada penderita hipertensi akan tetapi latihan fisik intensitas tinggi dengan komponen isometris yang dominan perlu dihindari. Pada penderita hipertensi latihan beban dilakukan dengan beban yang ringan dan repetisi yang tinggi. Program latihan fisik perlu disesuaikan dengan obat antihipertensi yang dikonsumsi. Obat yang dapat menurunkan tahanan perifer dengan menginduksi vasodilatasi dapat menimbulkan hipotensi setelah latihan. Pada keadaan ini diperlukan pendinginan yang cukup untuk membantu mendistribusikan kembali aliran darah. Obat yang mengurangi *cardiac output* dengan jalan menurunkan frekuensi denyut jantung membutuhkan kriteria intensitas latihan fisik yang bukan didasarkan pada frekuensi denyut jantung.

Penderita hipertensi yang mempergunakan diuretik dapat mengakibatkan dysrhtmia jantung selama latihan sehingga perlu dilakukan monitor irama jantung yang lebih intensif. Beberapa obat lain dapat sekaligus mempengaruhi denyut jantung dan *total peripheral resistance*. Oleh karenanya

program latihan harus senantiasa disesuaikan dengan keadaan individu. Secara keseluruhan program latihan didasarkan pada respon spesifik denyut jantung dan tekanan darah penderita terhadap latihan fisik. Perubahan jenis dan dosis obat antihipertensi juga membutuhkan penyesuaian program latihan.

Prinsip pemrograman latihan fisik pada gangguan pembuluh darah tepi. Arteriosklerosis merupakan gangguan pembuluh darah tepi yang paling sering dijumpai terutama pada orang lanjut usia. Gangguan pembuluh darah tepi yang lain meliputi stenosis arteri, Raynaud's *phenomenon* (reflek vasokonstriksi pembuluh darah tepi karena stimulasi dingin) dan Burger's disease (radang pada selubung pembuluh darah tepi pada ekstremitas). Arteriosklerosis periphera diasosiasikan dengan hipertensi dan hiperlipidemia yang juga sering ditemukan pada penyakit jantung koroner, gangguan cerebrovaskular, dan diabetes melitus. Efek akhir dari PVD mungkin dapat menimbulkan ulkus kulit, gangrene yang pada stadium akhir memerlukan amputasi.

Penderita PVD sering merasakan nyeri iskemik (*claudication*) yang dapat berupa rasa gatal, kelemahan, ketegangan ekstremitas selama aktivitas fisik. Bagian yang sering mengalami keluan adalah betis dan cepat menghilang begitu aktivitas fisik dihentikan. Penilaian tingkat PVD meliputi pemeriksaan fisik maupun pemeriksaan penunjang lanjut dengan arteriografi. Gangguan berat akan memerlukan obat untuk menurunkan kepekatan darah. Kapasitas fungsional dapat diukur dengan tes multistage dengan pengukuran kebutuhan konsumsi oksigen puncak. *Exercise testing* pada PVD untuk tujuan diagnostik mungkin membutuhkan ergometrik lengan untuk mencapai *stress myocardial*. Program latihan fisik yang tepat dapat meningkatkan kapasitas fungsional penderita, yang mungkin dikarenakan pembentukan pembuluh darah kolateral serta meningkatkan kapasitas oksidatif otot. Sejauh ini, berjalan merupakan jenis latihan yang paling direkomendasikan untuk penderita PVD karena terbukti dapat meningkatkan kapasitas fungsional secara signifikan. Latihan dapat dimulai dua kali dalam satu minggu selama 20 sampai dengan 30 menit. Setelah 4 sampai dengan 6 minggu durasi dapat meningkat menjadi 40 sampai dengan 60 menit. Selain latihan fisik, modifikasi pola hidup seperti

menjaga kadar gula darah, mencegah hiperlipidemi serta menghindari kebiasaan merokok perlu dilakukan untuk mencegah perburukan PVD.

Prinsip pemrograman latihan fisik pada diabetes. Diabetes mellitus merupakan gangguan pengontrolan kadar gula darah yang menimbulkan tingginya kadar gula darah (hiperglikemia). Terdapat dua jenis diabetes mellitus yakni tipe I (tergantung insulin) yang sering terjadi sejak masa anak dan tipe II (tidak tergantung insulin) yang sering muncul pada usia tua. Kadar insulin pada diabetes tipe I rendah sedangkan sensitivitas sel tubuh terhadap insulin pada diabetes tipe II rendah (Albright et al. 2000: 1345). Pada tipe I, diperlukan penambahan insulin yang dilakukan secara injeksi intramuscular sedangkan pada tipe II diperlukan kenaikan sensitivitas sel-sel tubuh dengan jalan menggunakan obat oral antihipoglikemik, program latihan fisik serta penurunan berat badan. Penurunan kadar maupun sensitivitas insulin menimbulkan hiperglikemia mengingat insulin diperlukan untuk penyerapan glukosa dalam sel. Hiperglikemia yang terjadi secara kronis dapat mengakibatkan gangguan pembuluh darah mikro (microangiopati), gangguan persyarafan (neuropati), retinopati, penyakit kardiovaskular, gangguan ginjal, ulkus pada ekstremitas dan gangguan system saraf otonom.

Exercise testing pada penderita diabetes direkomendasikan karena terjadi peningkatan resiko penyakit kardiovaskular pada diabetes. Intensitas latihan fisik dalam exercise testing harus dimulai pada tingkat yang rendah. Ergometer lengan dapat dipergunakan untuk menilai adanya neuropati atau microangiopati perifer. Hal yang perlu diperhatikan adalah kemungkinan adanya komplikasi neurapati otonom yang menurunkan kemampuan penderita diabetes mencapai denyut nadi maksimal sehingga menurunkan sensitivitas program latihan yang didasarkan denyut nadi. Respons penderita diabetes terhadap latihan pada diabetes tipe I tergantung beberapa faktor termasuk adanya tambahan insulin eksogen. Jika diabetes terkontrol tanpa komplikasi ketosis, latihan akan menurunkan kadar gula darah sehingga kebutuhan terhadap insulin eksogen menurun. Sebaliknya apabila kadar gula darah tidak terkontrol atau insulin tidak cukup tersedia sebelum latihan fisik dilakukan, transport glukosa ke sel otot akan terhambat sehingga glukosa tidak tersedia sebagai sumber energi. Pada

keadaan ini, asam lemak bebas akan dipergunakan oleh tubuh dan benda-benda keton akan diproduksi tubuh sehingga timbul ketosis yang mengakibatkan kenaikan keasaman tubuh. Pada keadaan lanjut, tubuh akan bereaksi dengan memproduksi lebih banyak gula yang dimaksudkan untuk mencukupi kebutuhan sel otot terhadap glukosa sehingga semakin memperburuk keadaan hiperglikemi. Oleh karena hal-hal tersebut, latihan fisik pada penderita diabetes tipe I hanya boleh dilakukan apabila kadar gula darah penderita diabetes tersebut terkontrol dengan baik.

Hipoglikemia merupakan efek latihan fisik yang harus diperhatikan, mengingat olahraga memiliki efek meningkatkan sensitivitas sel-sel tubuh terhadap insulin. Hipoglikemia juga terjadi karena pada saat latihan fisik juga terjadi peningkatan absorpsi insulin. Peningkatan absorpsi insulin ini biasanya terjadi pada insulin kerja cepat (short-acting) dan bila injeksi insulin dilakukan pada otot yang aktif melakukan gerakan. Hipoglikemia dapat terjadi pada saat latihan sampai dengan 4 sampai 6 jam setelah latihan fisik. Agar hal ini dapat dicegah, dosis insulin sebelum latihan harus dikurangi serta asupan karbohidrat sebelum latihan harus ditingkatkan. Hipoglikemia merupakan efek samping olahraga yang dapat bersifat fatal sehingga programmer latihan, penderita maupun keluarga penderita diberi penjelasan mengenai kemungkinan hipoglikemia, gejala-gejalanya dan cara pengatasannya.

Resiko hipoglikemia dapat diminimalkan dengan: (1) Memonitor kadar gula darah secara rutin pada saat menjalankan program latihan fisik. (2) Mengurangi dosis insulin (satu sampai dua unit tergantung petunjuk dokter) serta meningkatkan asupan karbohidrat (10-15 gram pada latihan 30 menit) sebelum latihan dimulai. (3) Injeksi insulin dilakukan pada area yang pada saat latihan kurang aktif (misalkan daerah perut) (4) Hindari latihan fisik pada saat puncak kerja insulin. (5) Pada latihan fisik dalam durasi waktu yang lama, asupan karbohidrat dilakukan sebelum dan selama latihan. (6) Penderita diabetes tidak diperkenankan melakukan latihan fisik tanpa pengawasan.

Beberapa hal lain yang harus diperhatikan adalah (1) pada saat latihan fisik harus mempergunakan alas kaki yang nyaman serta terus menerus dilakukan pengawasan kesehatan kaki, (2) perhatian pada

penderita diabetes yang mempergunakan obat *beta bloker* mungkin tidak dapat merasakan tanda-tanda hipoglikemia maupun angina dan (3) penderita diabetes dengan gangguan neuropati otonom mungkin tidak dapat mengenali tanda-tanda dehidrasi sehingga diusahakan tidak melakukan latihan fisik pada keadaan lingkungan yang panas. Secara umum, penderita diabetes dapat berpartisipasi pada semua jenis latihan yang bersifat CRIPE (*continous, rhythmic, interval, progressive dan endurance*). Penderita diabetes yang mengalami kegemukan juga harus menghindari latihan beban untuk meminimalkan resiko cedera atau iritasi kaki. Latihan dilakukan 3-5 hari dalam satu minggu selama 30-60 menit tiap harinya. Pada diabetes tipe satu latihan dapat dilakukan selama 20 sampai 30 menit sedangkan pada diabetes tipe II latihan dapat dilakukan selama 40-60 menit direkomendasikan untuk meningkatkan pengeluaran energy (*caloric expenditure*). Program latihan fisik untuk penderita diabetes seperti halnya pada orang normal yakni 45 sampai dengan 85% kapasitas fungsional. Walaupun demikian pada diabetes tipe II, intensitas latihan fisik diarahkan pada tingkat 40 sampai dengan 60% karena frekuensi dan durasi latihan yang cukup tinggi. Pada kebanyakan penderita diabetes, intensitas latihan dapat didasarkan pada denyut nadi istirahat, akan tetapi pada penderita dengan neuropati otonom hal ini harus diperhatikan mengingat pada keadaan ini terjadi hambatan untuk meningkatkan denyut jantung. Pada keadaan ini *rating of perceived exertion* (RPE) lebih cocok untuk dipergunakan dalam menentukan intensitas latihan.

Pada saat memulai program latihan, sangat diperlukan untuk mengukur kadar gula darah sebelum dan sesudah latihan sehingga respon kadar gula darah terhadap olahraga pada penderita diabetes dapat diketahui. Penyesuaian asupan karbohidrat atau dosis insulin harus dilakukan pada saat melakukan aktivitas fisik. Pada diabetes tipe I, resiko hipoglikemia selama atau sesudah latihan fisik lebih tinggi dibandingkan dengan penderita diabetes tipe II. Penderita dengan retinopati lanjut tidak diperkenankan untuk melaksanakan aktivitas fisik karena peningkatan tekana darah dapat mencetuskan perdarahan pada retina. Penderita

retinopati yang telah menjalani terapi laser harus mendapatkan persetujuan dari dokter untuk dapat melaksanakan program latihan fisik.

Prinsip pemrograman latihan fisik pada *hyperlipidemia*. Hiperlipidemia meningkatkan resiko terjadinya penyakit pembuluh darah atherosklerotik. Kadar *low density lipoprotein* (LDL) dan kolesterol total meningkatkan resiko pembentukan atheroma dalam pembuluh darah, sedangkan pengaruh *very low density lipoprotein* (VLDL) dan trigliserida dalam pembentukan atheroma masih belum jelas. Sistem lipoprotein ini penting dalam metabolisme lemak sehingga gangguan pada system ini menimbulkan hiperlipidemia. Beberapa jenis hiperlipidemia (tipe I, IIa, IIb dan III) disebabkan oleh predisposisi genetik sedangkan tipe yang lain terjadi karena berbagai hal seperti penyalahgunaan alkohol, obesitas, penggunaan kontrasepsi oral maupun kehamilan (tipe IV dan V). Penatalaksanaan hiperlipidemia antara lain meliputi penurunan berat badan, pengurangan asupan lemak, pengurangan *alcohol*, latihan fisik dan juga terapi farmakologis. Latihan fisik dapat mengurangi trigliserid dan VLDL sekaligus meningkatkan *high density lipoprotein* (HDL) yang berfungsi menaikkan pembersihan lemak dalam sirkulasi darah untuk dibawa kembali ke hati. Jenis HDL yang paling dominan meningkat adalah HDL tipe 2. Latihan fisik dan pembatasan asupan lemak biasanya dapat menurunkan kadar kolesterol total sebesar 10 sampai dengan 20%. Program latihan fisik yang disarankan pada penderita *hyperlipidemia* adalah pada intensitas sekitar 40 sampai dengan 60% VO₂ maks. *Exercise testing* untuk tujuan apapun bisa dikerjakan dengan prosedur *standard*.

Prinsip pemrograman latihan fisik pada arthritis. Arthritis merupakan gangguan peradangan pada persendian yang dapat berbentuk osteoarthritis ataupun rheumatoid arthritis. Osteoarthritis merupakan gangguan persendian degeneratif yang bersifat progresif yang terutama terjadi karena erosi pada bagian kartilago persendian. Rheumatoid arthritis merupakan gangguan autoimun yang mengakibatkan terjadinya peradangan pada synovial sendi yang biasanya terjadi pada persendian bagian distal dan terjadi pada beberapa persendian sekaligus. Pada kedua jenis gangguan persendian tersebut terjadi peradangan persendian yang nampak sebagai pembengkakan dan keterbatasan jangkauan gerak sendi.

Pada rheumatoid arthritis sering terjadi periode dimana rasa nyeri timbul dan hilang sedangkan pada osteoarthritis rasa nyeri dirasakan terus menerus. Pada keadaan nyeri penderita dapat mempergunakan obat analgetika non steroid untuk mengurangi nyeri dan pembengkakan. Apabila tidak terjadi perbaikan yang berarti diberikan analgetika steroid. Pada penderita arthritis, *exercise testing* yang terutama dilakukan untuk mengukur kapasitas fisik secara fungsional tidak mudah untuk dikerjakan mengingat aktivitas fisik penderita arthritis sangat dibatasi oleh rasa nyeri. Pada keadaan akut, penderita tidak bisa diberi latihan fisik yang cukup untuk memberikan stress pada otot jantung sehingga terjadi penurunan kapasitas diagnostik uji latih jantung. Program latihan yang diperuntukkan untuk penderita arthritis harus disesuaikan supaya terjadi penekanan minimal pada persendian. Berenang merupakan aktivitas fisik yang ideal mengingat adanya gaya *buoyancy* air. Pilihan lain untuk penderita arthritis meliputi berjalan dan latihan dengan ergometri lengan. Aktivitas yang memerlukan gerakan yang cepat tidak direkomendasikan pada penderita arthritis. Latihan yang dipilih ditujukan untuk mengembalikan fleksibilitas sendi, meningkatkan jangkauan gerak sendi tanpa rasa nyeri serta memperkuat otot-otot pendukung persendian.

Program latihan pada penderita arthritis harus bersifat fleksibel mengingat durasi dan intensitas latihan disesuaikan dengan fase dari arthritis. Pada banyak kasus, waktu latihan yang pendek (15 menit) dengan frekuensi yang tinggi (dua kali dalam sehari) cocok untuk diterapkan. Pada keadaan akut yang berkepanjangan, latihan fisik intensitas rendah tetap perlu dilakukan untuk menghindari efek buruk dari *inactivity (bed rest)* serta untuk mempertahankan jangkauan gerak sendi. Walaupun demikian pada prinsipnya saat fase akut, latihan diminimalisir sedangkan pada saat peradangan sudah mereda latihan dapat dilanjutkan kembali. Hal yang patut diwaspadai adalah latihan fisik harus dikontrol pada fase akut ketika penderita arthritis menggunakan obat penghilang rasa sakit. Intensitas latihan perlu disesuaikan dengan fase arthritis mengingat pada keadaan peradangan, latihan fisik lebih mudah mengakibatkan cedera persendian, adapun jenis latihan yang disarankan adalah latihan fleksibilitas dan latihan kekuatan.

Prinsip pemrograman latihan fisik pada kanker. Kanker merupakan gangguan kesehatan dimana tubuh menjadi inang bagi sekelompok sel yang membelah diri secara tidak terkendali. Kelompok sel tadi secara agresif dapat merusak bagian tubuh di sekitarnya atau bahkan mengikuti aliran darah (metastasis) dan merusak bagian tubuh yang berada jauh dari pusat kanker. Pengobatan kanker meliputi pembedahan, radioterapi, kemoterapi dan imunoterapi yang sering menimbulkan efek samping penekanan system imun, perdarahan kronis maupun kelelahan. Perkembangan kanker sering menimbulkan peningkatan resiko terjadinya fraktur patologis, anemia, trombositopenia, dehidrasi, ketidakseimbangan elektrolit serta penurunan ketahanan terhadap infeksi. Oleh karenanya *exercise therapy* yang dilakukan harus senantiasa mempertimbangkan kemungkinan perkembangan kanker. *Exercise therapy* dewasa ini menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari proses rehabilitasi kanker. Latihan fisik yang dilakukan secara rutin dapat membantu mengatasi efek buruk dari *inactivity / bed rest*, memberikan efek psikologis yang positif dan juga meningkatkan sistem imunitas sehingga sangat bermanfaat bagi penderita kanker. Toleransi terhadap aktivitas fisik dipengaruhi oleh faktor penyakit dan pengobatan. Kapasitas fisik penderita kanker adalah antara 3 sampai dengan 5 METs. Walaupun demikian, sebelum dilakukan *exercise therapy*, uji kardiopulmoner penting untuk menentukan kapasitas fungsional tubuh. Penderita kanker dengan metastase tulang (pada rusuk, panggul ataupun tulang paha) harus melakukan exercise testing dengan mempergunakan *cycle ergometry*. Jenis latihan fisik yang direkomendasikan pada keadaan ini adalah latihan tanpa pembebanan. Intensitas latihan yang ideal adalah sekitar 40 sampai dengan 65% VO₂ maks.

Latihan beban dinamis dapat dilakukan pada penderita bebas metastasis yang berfungsi meningkatkan kekuatan otot. Latihan ini sebaiknya dilakukn dengan mesin dan bukan dengan beban bebas mengingat penderita mungkin mengalami gangguan neuromuscular maupun system keseimbangan. Latihan dengan beban yang ringan serta repetisi yang tinggi direkomendasikan pada keadaan ini. Penderita dengan jumlah trombosit yang sangat rendah, kelemahan otot, gangguan saraf tepi

tidak diperkenankan mengikuti latihan fisik. Latihan fisik ditemukan dapat meningkatkan pertahanan sistem kekebalan dalam menghadapi agresi dari sel-sel kanker.

1. Jenis-jenis Latihan dan Pengaruhnya terhadap Penyakit Kronik

HIIT mencakup latihan yang disesuaikan dengan kebutuhan individu dan dapat digunakan di sebagian besar pengaturan latihan apapun. Kemampuan untuk beradaptasi membuat HIIT menjadi penting dalam pemrograman latihan pasien dengan penyakit kronis. Midgley et al. melaporkan bahwa komponen-tingginya intensitas HIIT menghasilkan peningkatan pelatihan yang lebih besar dalam kapasitas aerobik maksimal dibandingkan dengan perbaikan ditimbulkan oleh latihan yang berkelanjutan MCT (*moderate-intensity continuous exercise training*).

Mekanisme yang tepat untuk latihan yang terkontrol untuk efek ini tidak terlalu bisa diterapkan dengan baik, tetapi berbagai jalur fisiologis ada yang mungkin menjelaskan adaptasi ini. Salah satu mekanisme yang diusulkan adalah bahwa HIIT meningkatkan kapasitas aerobik dan dengan demikian dapat menunda terjadinya kelelahan. Kapasitas aerobik yang meningkat ini memperlambat penipisan cadangan bahan bakar anaerobik sehingga dapat memperpanjang waktu kelelahan. Intensitas latihan untuk kedua interval intensitas tinggi (disebut sebagai interval kerja) dan latihan interval intensitas rendah (disebut sebagai *interval recovery*) diukur dengan salah satu metode berikut: persentase detak jantung maksimum (% HR max), persentase denyut jantung cadangan (% HRR), persentase VO₂ max, persentase VO₂ cadangan (% VO₂ R), *Rate of Perceived Exertion* (RPE), kesetaraan metabolisme, atau laju kompetisi. Langkah-langkah ini digunakan untuk mengembangkan pekerjaan untuk rasio pemulihan. Rasio khas 1 menit latihan intensitas tinggi diikuti dengan 1 menit latihan intensitas rendah (rasio 1: 1).

Bukti yang ada tentang penggunaan strategi latihan olahraga sebagai bagian dari rencana manajemen medis untuk pasien dengan penyakit kronis yang menunjukkan perbaikan yang signifikan di toleransi latihan dan kualitas hidup. Dalam beberapa dekade terakhir, banyak perhatian telah diarahkan untuk pencegahan primer dan sekunder penyakit/pengobatan penyakit kronis dengan mengembangkan peran

aktivitas fisik dan latihan untuk meningkatkan kesehatan dan kebugaran fisik. Dari perspektif sekunder pencegahan penyakit/pengobatan, tujuan awal untuk menggabungkan latihan dalam program rehabilitasi adalah untuk membalikkan deconditioning fisik yang mengakibatkan perilaku *sedentary*, mengoptimalkan fungsi fisik dengan pemrograman latihan, dan meningkatkan kesehatan secara keseluruhan dan kesejahteraan.

Ulasan HIIT oleh rehabilitasi jantung menyoroti konsensus keseluruhan untuk kemampuan HIIT untuk meningkatkan konsumsi oksigen maksimum (VO₂ max). Laporan-laporan ini menekankan bahwa individu menggunakan metode HIIT mencapai perubahan positif yang lebih besar dalam faktor risiko kardiovaskular daripada MCT. Karena VO₂ max adalah prediktor kuat dari morbiditas dan mortalitas, dokter tertarik pada mekanisme yang terkait dengan bagaimana HIIT mempengaruhi perubahan fungsional. Beberapa ilmuwan telah menyarankan bahwa waktu istirahat, atau interval latihan intensitas rendah, memungkinkan bagi pasien jantung untuk menyelesaikan periode latihan singkat pada intensitas yang lebih tinggi, yang menyediakan stimulus latihan yang lebih besar ke jantung daripada ketika menyelesaikan MCT.

Freyssin et al mengevaluasi pasien gagal jantung setelah 8 minggu HIIT dan pemrograman rehabilitasi jantung multi-disiplin MCT. HIIT terdiri dari 12 pengulangan dari 30 detik bersepeda berganti-ganti dengan 60 detik istirahat lengkap. Seri ini diulang 2 kali per sesi latihan. Untuk 4 minggu pertama intervensi, interval kerja dimanfaatkan intensitas latihan yang 50% dari daya maksimal subyek. Selama kedua 4 minggu, interval kerja adalah 80% dari daya maksimal. Kelompok MCT menyelesaikan 45 menit baik siklus ergometer atau bekerja *treadmill* pada HR sesuai dengan pertama ambang ventilasi mereka. Kelompok HIIT menunjukkan peningkatan signifikan di VO₂ max dan VO₂ max di ambang ventilasi dibandingkan dengan kelompok MCT dan hasilnya tidak ada perubahan untuk kelompok MCT. HIIT aman dan lebih efektif daripada MCT untuk meningkatkan kapasitas aerobik pada pasien gagal jantung. Berbagai penelitian telah mengevaluasi kondisi kardiovaskular lainnya untuk memasukkan operasi *bypass* arteri koroner, intervensi koroner perkutan dengan implantasi *stent*, dan infark miokard.

Berdasarkan studi disebutkan bahwa antara HIIT dan MCT adanya peningkatan hasil pengukuran dibandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak ada latihan. Sebuah temuan yang menarik adalah bahwa studi yang menggabungkan kelompok kontrol pembanding tidak melakukan latihan olahraga melaporkan secara signifikan lebih banyak kejadian sakit jantung pada kelompok kontrol dibandingkan dengan kelompok HIIT dan MCT (misalnya, peristiwa jantung termasuk nyeri dada, infark miokard akut, dan *recatheterization* terjadwal). Data ini menunjukkan bahwa HIIT dapat memberikan cara yang efektif untuk meningkatkan kapasitas fungsional dan fungsi endotel. Data dikumpulkan dari 4 kelompok yang melibatkan pasien penyakit jantung memanfaatkan intensitas latihan HIIT yang berbeda dan menemukan bahwa semakin tinggi intensitas latihan interval kerja, semakin baik peningkatan kapasitas aerobiknya.

Aktivitas fisik dianggap menjadi landasan pencegahan dan manajemen diabetes melitus tipe 2. Dan penting untuk memiliki informasi yang akurat untuk organisasi perawatan kesehatan untuk mengintegrasikan ke dalam strategi manajemen pengetahuan mereka. Aktivitas fisik mengacu pada “pengeluaran energi di atas bahwa dari istirahat oleh kontraksi otot rangka untuk menghasilkan gerakan tubuh,” sementara latihan adalah “jenis aktivitas fisik yang melibatkan direncanakan, gerakan tubuh terstruktur dan berulang-ulang dilakukan untuk tujuan meningkatkan kebugaran fisik” aktivitas fisik dan olahraga akan digunakan secara bergantian dalam makalah ini. Dalam hal aktivitas fisik sebagai metode manajemen dalam populasi yang hidup dengan Diabetes melitus tipe 2, telah diberikan intervensi pelatihan aerobik (AT). Pelatihan aerobik mengaktifkan kelompok otot besar untuk melakukan kegiatan seperti berenang dan berjalan, meningkatkan fungsi jantung, paru-paru, dan mitokondria otot untuk memenuhi tuntutan oksigen tinggi, akhirnya menghasilkan kardiorespirasi perbaikan kebugaran. Selama dekade terakhir, telah muncul dalam studi melakukan yang menilai potensi pelatihan resistensi (RT) intervensi pada orang tua dengan diabetes melitus tipe 2. Latihan daya tahan mengaktifkan sistem otot untuk menghasilkan kekuatan terhadap beban resistif, dapat dilakukan dengan memanfaatkan berbagai mesin latihan, mengangkat bebas bobot (misalnya, dumbbells),

atau melakukan senam seperti *sit up*, *push-up*, *sit-up*, dan menekuk lutut. Jika RT dilakukan secara teratur, di mana berat terangkat meningkat sampai sedang (50% dari 1RM (1RM mewakili 1 Pengulangan maksimum, yang mengacu maximumweight bahwa seseorang dapat mengangkat sekali)) dan tingginya tingkat intensitas ($> 75\%$ 1RM), sering menyebabkan peningkatan massa otot dan perbaikan dalam kebugaran otot. Kebugaran otot mengacu baik untuk kekuatan otot, jumlah tenaga yang dihasilkan oleh otot, dan daya tahan otot, kemampuan otot untuk “mengerahkan kekuatan submaksimal untuk jangka waktu”.

Dua publikasi terbaru memberikan dukungan untuk menggunakan HIIT untuk mendapatkan perbaikan dalam kontrol glukosa, terglikasi hemoglobin A 1c (HbA 1c) kontrol, dan kardiorespirasi serta kebugaran pada pasien dengan penyakit diabetes melitus tipe 2. Beberapa penelitian telah selesai yang langsung membandingkan HIIT untuk MCT pada pasien diabetes melitus tipe 2. Meskipun hasil penelitian ini menjanjikan, mereka dibatasi oleh intervensi durasi pendek dan ukuran sampel yang kecil. Karstoft et al mengevaluasi percobaan 4 bulan interval berjalan bebas untuk program latihan untuk pasien diabetes melitus. Penelitian ini dibandingkan kontrol non-olahraga, Kelompok yang berjalan terus menerus, dan berjalan dengan interval pada pasien dengan diabetes melitus tipe 2. Puncak tingkat pengeluaran energi (PEER) diperoleh dari subyek VO 2 max pengukuran. Pelatihan dilakukan 5 hari per minggu selama 60 menit. Kelompok MCT berjalan di 55% PEER sedangkan kelompok HIIT berganti-ganti 3 menit berjalan cepat di atas 70% PEER dengan 3 menit dari lambat berjalan di bawah tingkat target 70%. Intensitas dipantau oleh kedua tri-aksial akselerometri dan HR monitor. Secara keseluruhan, kelompok HIIT menunjukkan perubahan lebih besar dalam VO 2max, massa tubuh, adipositas, dan kontrol glikemik bila dibandingkan dengan kelompok MCT. Selain itu, kelompok kontrol non-olahraga memburuk kontrol glikemik mereka dalam hal berarti glikemia dan insulin puasa tingkat. Penelitian ini menunjukkan bahwa berjalan terus menerus lebih mampu menipiskan penurunan glikemia seperti yang terlihat oleh kelompok kontrol, dan interval berjalan yang ditampilkan memiliki efek yang lebih unggul untuk meningkatkan kebugaran,

komposisi tubuh, dan kontrol glikemik pada pasien dengan diabetes melitus tipe 2.

Pelatihan resistensi telah terbukti meningkatkan penyerapan glukosa yang merangsang insulin pada pasien dengan diabetes melitus tipe 2, dan juga untuk meningkatkan kekuatan otot pada pasien dengan atau tanpa diabetes melitus tipe 2. Selain kekuatan otot tapi massa otot tidak secara independen terkait dengan kinerja fisik dan kematian. Masih tetap tidak jelas, bagaimanapun latihan daya tahan lebih efektif dari latihan ketahanan untuk diabetes melitus tipe 2. Pelatihan resistensi hypertrophy (HRT) telah terbukti menyebabkan otot hipertrofi dan kemudian massa otot dan kekuatan, lebih terasa jika beban berat yang dipilih, yang hanya memungkinkan beberapa pengulangan sampai kelelahan tercapai. Di antara manfaat perubahan resmi lainnya, memperbaiki kadar glukosa darah dan sensitivitas insulin. Akibatnya, masyarakat profesional merekomendasikan HRT dalam pedoman mereka saat ini. Sayangnya, tidak semua pasien dapat mengangkat beban berat karena masalah ortopedi atau karena mereka lebih suka bobot lebih ringan. Meskipun daya tahan latihan ketahanan (ERT) adalah latihan olahraga pada yang paling umum pada atlet. Pelatihan siklus ergometer jenis pelatihan ketahanan telah ditunjukkan untuk mengarahkan berbagai manfaat yang mengarah ke penurunan kadar glukosa darah puasa, HbA1c, berat badan dan lingkar pinggang, dan peningkatan aktivitas enzim oksidatif dan kapasitas otot rangka, keuntungan dalam massa otot dan kekuatan. Selanjutnya, pada pasien dengan diabetes melitus tipe 2 ditemukan peningkatan ekspresi mRNA gen kandidat diabetes pada otot rangka, dengan ekspresi mRNA dari AdipoR1, AdipoR2, GLUT4, IL-6, eNOS, PGC-1. Sebuah menunjukkan peningkatan linear selama penelitian, sedangkan oksidatif stres yang berhubungan dengan gen p22, gp91, heme oxygenase, PPAR. Sebuah, dan PPAR α menunjukkan peningkatan sementara selama 4 minggu pertama, tetapi dinormalisasi selama 5 bulan lebih lanjut dari pelatihan.

Latihan kekuatan tubuh bagian atas dilakukan pada mesin multi angkat berat (Nautilus NS200, Ko In, Jerman) selama 50 menit per sesi. Latihan termasuk tarikan dada, tarikan punggung, *latissimus pull down*,

bisep curl, duduk dayung dan dayung tegak. HRT terdiri dari dua set 10-12 repetisi untuk setiap kelompok otot dengan 3-5 menit istirahat di antara set. Bobot untuk setiap latihan yang ditetapkan sebesar 70% dari satu-pengulangan pasien maksimum. Setiap kali pasien mampu melakukan 12 pengulangan, bobot meningkat. ERT terdiri dari latihan identik sebagai HRT, tetapi dengan 40% dari satu repetisi maksimal sebagai beban latihan untuk dua set 20-30 repetisi dengan 3-5 menit istirahat antara set. Berat meningkat setiap kali pasien mampu melakukan 30 kali pengulangan. Sesi yang menyimpulkan dengan 5 menit dari latihan peregangan/minggu. Sesi terdiri dari 5 menit pemanasan, 60 menit bersepeda dan 5 menit dingin. intensitas latihan dan denyut jantung pelatihan *reserve* (HRR) yang berasal dari Karvonen Formula.

Pasien dengan diabetes melitus tipe 2 sering obesitas dan memiliki jumlah lemak intra-abdominal dan subkutan yang abnormal. Akumulasi lemak intra-abdominal terutama meningkatkan risiko mengembangkan metabolik dan penyakit kardiovaskular. Selain itu, pengurangan lemak intra-abdominal telah terbukti menjadi prognostik penting. Nilai-nilai dasar yang lebih rendah pada kelompok HRT, yang mengarah untuk menurunkan nilai absolut setelah 8 minggu studi dibandingkan dengan ERT. Untuk jaringan lemak subkutan, menunjukkan bahwa kedua program menyebabkan penurunan lemak perut subkutan besarnya serupa.

Delapan minggu program gabungan AET dengan HRT atau ERT di DMT2 menyebabkan penurunan yang signifikan dari berat badan, glukosa, fruktosamin dan jaringan lemak subkutan, serta peningkatan yang signifikan dalam kapasitas kerja fisik, massa otot dan kekuatan otot. Sejak perbedaan-perbedaan diantara kedua program pelatihan resistensi yang agak sederhana, dan preferensi pasien mengenai modalitas pelatihan dan tolerabilitas beban berat bervariasi secara substansial, itu tampaknya disetujui bahwa modalitas pelatihan harus diserahkan kepada kebijaksanaan pasien untuk memberikan lebih individual dan dengan demikian Program pelatihan olahraga lebih menarik, yang mungkin menyebabkan peningkatan kepatuhan jangka panjang.

Pelatihan daya tahan mungkin lebih menarik dan layak daripada AT (*Aerobic Training*) untuk orang dengan diabetes melitus tipe 2 yang sering kelebihan berat badan dan konstan. Serta untuk orang dewasa yang lebih tua, gemuk, dan / atau individu lemah usia lanjut, ada penurunan yang signifikan massa otot dan kekuatan, sebuah fenomena yang dikenal sebagai sarcopenia. Baru-baru ini telah menunjukkan bahwa orang dewasa yang lebih tua dengan diabetes melitus tipe 2 cenderung memiliki kehilangan massa otot yang lebih besar, kualitas otot buruk (didefinisikan sebagai jumlah kekuatan otot per unit area massa otot), mengurangi atas dan kekuatan tubuh yang lebih rendah, lebih besar *visceral* konten *adipose*, sebagai serta risiko yang lebih tinggi untuk penurunan fungsional dan kecacatan, usia-cocok rekan-rekan mereka. Pelatihan daya tahan mungkin menguntungkan bagi orang tua dengan penyakit diabetes melitus melalui hipertrofi otot, kualitas otot ditingkatkan, kekuatan untuk pengembangan kekuatan yang lebih besar dengan lebih efisien fungsi mobilitas efektif, dan perbaikan profil glikemik.

Studi pelatihan resistensi pada populasi dengan diabetes melitus tipe 2 yang tidak tersedia sebelum tahun 1997. Yang pertama pedoman fisik kegiatan secara khusus dirancang untuk orang dewasa dengan diabetes melitus tipe 2 dikembangkan oleh *American College of Sports Medicine* (ACSM) pada tahun 2000, dimodifikasi waktu pertama diperkenalkan oleh Hills dan rekan pada tahun 2010. Lembaga seperti *Diabetes Association Kanada* (CDA), *American Diabetes Association* (ADA), dan ACSM sekarang termasuk rekomendasi RT dalam pedoman aktivitas fisik mereka.

Karena kenaikan terkait tekanan darah (*Blood Pressure*) yang mungkin berbahaya, mungkin ada ketakutan tidak berdasar dalam merekomendasikan RT (*Resistance Training*), terutama pada intensitas yang lebih tinggi. Perhatian utama adalah bahwa kenaikan tekanan darah ini dapat menyebabkan *stroke*, iskemia miokard, atau retina perdarahan. Ini sebagian dapat menjelaskan dominasi sejarah intervensi latihan aerobik pada populasi dengan diabetes melitus tipe 2. Latihan daya tahan benar-benar meningkatkan salah satu risiko tersebut, karena tidak ada efek

samping karena latihan daya tahan terkait telah dilaporkan dalam studi di mana individu dengan diabetes melitus tipe 2. Selain itu, para peneliti masa lalu telah menyarankan bahwa latihan daya tahan benar-benar dapat mengurangi kenaikan tekanan darah. Akhirnya, ada tindakan pencegahan yang dapat digunakan untuk menghindari berpotensi berbahaya pada latihan, seperti menghindari aktivitas fisik dalam keadaan tertentu. Dan melakukan *preexercise* yang tepat dan penilaian otot rangka adalah yang terbesar glukosa *postprandial* penyerapan dan penyimpanan glikogen situs dalam tubuh manusia dan dengan demikian merupakan bagian integral dalam mempertahankan homeostasis glukosa. Latihan daya tahan dapat membalikkan atau setidaknya membatasi beberapa tersebut efek negatif neuromuskuler terkait dengan penuaan dan / atau diabetes melitus tipe 2.

Sebelumnya meta-analisis memiliki melaporkan manfaat pelatihan aerobik, latihan ketahanan, atau kombinasi dari keduanya pada pengurangan tingkat HbA1c, yang signifikan meningkatkan kontrol glikemik. Sebuah meta-analisis ini menunjukkan bahwa latihan aerobik atau latihan daya tahan menyebabkan penurunan lebih besar dalam tingkat HbA1c. Namun, tidak ada meta-analisis sebelumnya telah menilai efek dari latihan daya tahan pada orang tua (≥ 65 tahun) dengan diabetes melitus tipe 2. Pada saat ini, basis literatur dapat manfaat dari tinjauan tersebut, karena orang dewasa yang lebih tua sering mengalami merugikan neuromuskular dan sensorimotor perubahan yang berhubungan dengan penuaan (misalnya, sarcopenia) menempatkan mereka pada peningkatan risiko untuk masalah mobilitas, cedera karena terjatuh, dan cacat.

Selanjutnya, diabetes melitus tipe 2 yang paling umum pada orang dewasa yang lebih tua, sebagai akibat dari penyakit ini sering mengalami berbagai penyakit penyerta. Lebih lanjut mengurangi kapasitas mereka untuk hidup mandiri (misalnya, retinopati, yang dapat menyebabkan kebutaan, neuropati perifer, yang dapat menyebabkan ulkus kaki dan amputasi; nefropati, yang dari waktu ke waktu dapat mengakibatkan gagal ginjal, dll). Dengan demikian, tujuan dari makalah ini adalah untuk melakukan review sistematis bukti terbaik yang tersedia, untuk menilai efektivitas latihan daya tahan untuk fungsi metabolik,

neuromuskuler, dan fungsi kardiovaskular pada orang dewasa yang lebih tua dengan diabetes melitus tipe 2.

Latihan daya tahan juga memiliki beberapa efek pada berbagai penanda proses penyakit berhubungan dengan diabetes melitus tipe 2, termasuk HbA1c, BP, puasa insulin, puasa kolesterol glukosa, HDL, total dan LDL. Ini bisa menjadi hasil dari ukuran sampel yang rendah dan beberapa penelitian; semua hasil meta-analisis harus dipertimbangkan dengan hati-hati. Namun demikian, pengurangan HbA1c dianggap sebagai salah satu penanda yang paling penting untuk kontrol glukosa, dan perubahan kecil atau perbaikan dalam penanda ini dapat mengakibatkan secara signifikan mengurangi risiko pengembangan penyakit penyerta diabetes. Temuan dari studi prospektif mungkin membantu menggambarkan hal ini lebih lanjut, karena decreasing HbA1c oleh 1% dapat mengurangi risiko komplikasi yang berhubungan dengan diabetes sebesar 21%.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 ANOKI dan Gizi Kebugaran. 2018. Modul Training: Strength Conditioning, Sport Injury Biomechanics and Sport Nutrition (Edisi Khusus). Jakarta: ANOKI dan Gizi Kebugaran.
- 2 Egger, A., Niederseer, D., Diem, G., Finkenzeller, T., Kurkowski, E. L., Forstner, R., et al. (2012). Different Types of Resistance Training in Type 2 Diabetes Mellitus : Effect on Glycaemic Control, Muscle Mass and Strength. *European Journal of Preventive Cardiology* , 1-10.
- 3 Moen, K. Myhre and Sandbakk. 2016. Psychological Determinants of Burnout, Illness and Injury among Elite Junior Athletes. *The Sport Journal*, 1-4.
- 4 Hovanec, N., Sawant, A., Overand, T. J., Petrella, R. J., & Vandervoort, A. A. (2012). Resistance Training and Older Adults with Type 2 Diabetes Mellitus: Strength of the Evidence. *Journal of Aging Research* , 1-12.
- 5 Jin, Chan H., Paik, I.Y., Kwak, Y.S., Jee, Y.S., & Kim, J.Y. 2015. Exhaustive Submaximal Endurance and Resistance Exercises Induce Temporary Immunosuppression Via Physical and Oxidative Stress. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 11(4):198- 203.

- 6 Leanna M. Ross, Ryan R. Porter, J. Larry Durstine. 2016. High-intensity interval training (HIIT) for patients with chronic diseases—R1. *Journal of Sport and Health Science*, 1-6.
- 7 Maurice Dungey, Katherine L. Hull, Alice C. Smith, James O. Burton, and Nicolette C. Bishop. 2013. Inflammatory Factors and Exercise in Chronic Kidney Disease. *International Journal of Endocrinology*, 1-12.
- 8 Nenggala, Asep Kurnia. 2007. Pendidikan Jasmani, olahraga, dan Kesehatan. Jakarta: Grafindo Media Utama.
- 9 Neil A. Kelly Jr. 2011. The Effect of Total Work Performed During Acute Heavy Resistance Exercise on Circulating Lymphocytes in Untrained Men. Hartford: University of Connecticut.
- 10 Ross, L. M., Porter, R. R., & Durstine, J. L. (2016). High Intensity Interval Training (HIIT) for Patients with Chronic Diseases. *Journal of Sport and Health Science*, 139-144.