

# Indikator Keberhasilan Pengelolaan Aktivitas Fisik pada Penyandang Diabetes Melitus Tipe 2

Nani Cahyani Sudarsono

Departemen Ilmu Kedokteran Komunitas, Divisi Kedokteran Olahraga,  
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia

## Abstrak

*Aktivitas fisik menggambarkan gerakan tubuh manusia sebagai hasil kerja otot rangka. Penelitian peningkatan aktivitas fisik secara kumulatif penting dilakukan terkait membaiknya kualitas kesehatan melalui peningkatan endurans kardiorespirasi. Sebaliknya, perilaku sedenter dikaitkan dengan berbagai penyakit, salah satunya diabetes melitus (DM) tipe 2. Program latihan fisik individual disusun dengan memperhatikan latihan kardiorespirasi sebagai komponen utama yang diuraikan berdasarkan prinsip frekuensi – intensitas – durasi – jenis latihan. Latihan fisik merupakan salah satu pilar penatalaksanaan diabetes. Latihan fisik teratur pada DM tipe 2 memberikan proteksi kardiometabolik sehingga mencegah atau mengurangi laju perjalanan penyakit diabetes dan komplikasi melalui perbaikan tekanan darah dan fungsi ginjal. Hatha yoga dan arm swing exercise menunjukkan pengaruh positif terhadap status kardiometabolik penyandang diabetes. Diperlukan upaya untuk mengaktifkan pasien melalui program latihan fisik teratur dan terstruktur dilengkapi konsultasi yang baik. Keberhasilan pendekatan secara komprehensif dipengaruhi 3 indikator yaitu latihan fisik, pengendalian glukosa darah dan stres oksidatif.*

**Kata Kunci:** aktivitas fisik, latihan fisik, DM tipe 2

## Indicators of Successful Physical Activity Program for Diabetes Melitus Type 2

## Abstract

*Physical activity depicts body movement generated by the musculoskeletal system. Study investigating the increase of cumulative physical activity that improves health quality is necessary. In contrast, sedentary lifestyle has been linked to various diseases including diabetes melitus (DM) type 2. Individual physical exercise program is arranged with cardiorespiratory exercise as the core component based on frequency – intensity – time – type of exercise principle. Physical exercise is one of the pillars in diabetes control. Regular physical exercise in DM type 2 yields cardiometabolic protection in term of preventing or decelerating diabetes evolution and its complication. Hatha yoga and arm swing exercise have shown benefits in cardiometabolic status. In this regards, to initiate a prescribed, structured and regular physical exercise program in diabetes patient is certainly important. The key success of comprehensive approach in diabetes management involves physical exercise, blood glucose and oxidative stress control.*

**Keywords:** physical activity, physical exercise, DM type 2

## Pendahuluan

Aktivitas fisik adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan gerakan tubuh manusia sebagai hasil kerja otot rangka menggunakan sejumlah energi.<sup>1</sup> Aktivitas fisik penting untuk dikaji setelah diketahui bahwa peningkatan aktivitas fisik secara kumulatif akan memperbaiki kualitas kesehatan melalui peningkatan endurans kardiorespirasi. Perilaku sedenter atau tidak aktif merupakan faktor risiko penting penyebab kematian, penyakit kronik, dan disabilitas. Penyakit kronik tersebut antara lain penyakit jantung iskemik, strok iskemik, diabetes melitus (DM) tipe 2, dan kanker (kolon dan payudara).<sup>2</sup> Kajian aktivitas fisik harus dianalisis secara sistematis agar intervensi perubahan perilaku dapat direncanakan. Berdasarkan asumsi bahwa aktivitas fisik berlangsung di berbagai tempat sepanjang hari, kajian aktivitas fisik dilakukan dengan menetapkan 4 domain yaitu aktivitas fisik yang berhubungan dengan pekerjaan (di kantor, sekolah, atau tempat kerja lain), perjalanan, tempat tinggal dan waktu luang (latihan fisik, rekreasi, dan olahraga).<sup>2</sup> Latihan fisik secara garis besar terdiri atas latihan kardiorespirasi, latihan beban dan fleksibilitas. Di antara ketiga jenis latihan, kardiorespirasi merupakan latihan yang paling umum dipelajari manfaatnya untuk meningkatkan kebugaran jasmani.<sup>3</sup>

## Kuantifikasi Aktivitas Fisik

Pada saat ini belum ada satu alat ukur ideal yang mengukur aktivitas fisik dan perilaku sedenter. Secara garis besar teknik pengukuran terdiri atas pengukuran subyektif menggunakan kuesioner dan secara obyektif menggunakan alat pemantau aktivitas fisik. Apapun alat ukurnya, penghitungan selanjutnya akan menghasilkan konversi menjadi perkiraan besaran energi kilokalori (kcal)/kilojoules (kJ). Apabila perkiraan penggunaan energi pada aktivitas fisik juga memperhitungkan waktu dan massa tubuh, maka satuan energi dapat dikonversi menjadi *metabolic equivalent of task* (MET). Satu MET menggambarkan penggunaan energi pada seseorang yang sedang duduk santai setara dengan ambilan 3,5 mL oksigen per kg berat badan per menit atau 1 kcal/kg per jam.<sup>2-4</sup>

Tingkatan aktivitas fisik menggunakan pendekatan beragam sehingga diperoleh kategori *low – moderate – high level of total physical activity*.<sup>5</sup> Pada pengambilan data menggunakan kuesioner, validitas kuesioner aktivitas fisik umumnya hanya sampai tingkat sedang (*moderate*).<sup>6</sup>

Keberhasilan latihan fisik secara teratur dipengaruhi oleh karakteristik psikososial. Penelitian di Kanada tentang hal yang mempengaruhi penyandang DM tipe 2 untuk melakukan aktivitas fisik didapatkan bahwa latihan fisik dipengaruhi oleh faktor utama persepsi seseorang terhadap kemudahan melaksanakan aktivitas fisik tertentu secara teratur. Studi tersebut menyatakan bahwa intervensi harus difokuskan pada upaya mengatasi hambatan dalam melakukan aktivitas fisik secara teratur seperti masalah keuangan, kesehatan, waktu, akses, dan jam kerja. Upaya lain yang diperkirakan efektif adalah peningkatan motivasi, misalnya melalui kegiatan berbagi pengalaman dengan penyandang DM tipe 2 yang melakukan aktivitas fisik teratur dan berhasil mengendalikan kadar glukosa darah.

## Pengelolaan Latihan Fisik pada Pasien

Pada tahun 2011, untuk meningkatkan dan mempertahankan kesehatan orang dewasa, *American College of Sports Medicine* (ACSM) merekomendasikan aktivitas fisik latihan kardiorespirasi intensitas sedang minimum 30 menit per hari sekurang-kurangnya lima hari per minggu sehingga tercapai  $\geq 150$  menit per minggu, atau latihan kardiorespirasi intensitas berat minimum 20 menit setidaknya tiga hari per minggu. Pilihan lain adalah kombinasi kedua jenis latihan kardiorespirasi intensitas sedang dan berat yang mencapai penggunaan energi  $\geq 500-1000$  MET-menit per minggu. MET-menit adalah indeks penggunaan energi total pada kegiatan aktivitas fisik terstandar yang dihitung dengan mengalikan intensitas beban kerja (MET) dengan durasi pelaksanaan kegiatan (menit). MET-menit umumnya dihitung per minggu.<sup>3</sup>

Anamnesis tingkat aktivitas fisik diharapkan dapat dilaksanakan pada pasien dewasa, antara lain dengan menanyakan durasi dan frekuensi kegiatan jalan cepat atau *jogging* per minggu, sehingga dapat mendorong pencapaian rekomendasi ACSM 150 menit aktivitas fisik intensitas sedang per minggu.<sup>7</sup> Di Swedia dan Selandia Baru, merujuk pasien ke fasilitas olahraga dan latihan fisik telah menjadi bagian dari pelayanan kesehatan primer. Di Skotlandia, disediakan laman di internet yang memungkinkan dokter dan pasien mendapat informasi tentang fasilitas olahraga, latihan dan aktivitas fisik di lingkungan tempat tinggal mereka. Program latihan individual disusun dengan memperhatikan pendekatan komprehensif untuk kebugaran jasmani, yaitu latihan kardiorespirasi sebagai komponen

utama yang diuraikan berdasarkan prinsip frekuensi – intensitas – durasi – jenis latihan yang disingkat FITT (*frequency – intensity – time – type*).<sup>8,9</sup>

### Manfaat Latihan Fisik

Aktivitas fisik dan latihan fisik terstruktur dapat menurunkan risiko terjadinya penyakit jantung koroner, strok, DM tipe 2, beberapa jenis kanker (misal kanker kolon payudara) dan memperbaiki profil kesehatan melalui perbaikan tekanan darah, profil lipoprotein, *C-reactive protein*, sensitivitas insulin. Aktivitas fisik berperan penting dalam pengelolaan berat badan, yang dapat menyebabkan berbagai penyakit degeneratif. Untuk itu tinjauan efek latihan fisik terhadap kebugaran jasmani harus dilakukan terhadap masing-masing komponen kebugaran jasmani diantaranya endurans kardiorespirasi, endurans otot, fleksibilitas, dan komposisi tubuh.

### Risiko Melakukan Latihan Fisik

Selain memperoleh manfaat, latihan fisik juga mengandung risiko komplikasi terhadap sistem kardiovaskuler dan musculoskeletal khususnya pada saat aktivitas fisik dilaksanakan dengan intensitas yang tinggi. Komplikasi latihan fisik yang paling sering terjadi adalah cedera musculoskeletal. Risiko lain yang meskipun jarang namun dapat terjadi sehubungan dengan latihan fisik di kondisi cuaca ekstrem panas adalah terjadinya *rhabdomyolysis*. Komplikasi terhadap sistem kardiovaskuler dapat dipicu oleh kerja fisik berat yang dilakukan mendadak tanpa persiapan yang baik.

Pada pengelolaan aktivitas fisik dan latihan fisik terstruktur, salah satu model yang dapat membantu mengidentifikasi kesiapan pasien adalah *transtheoretical model* (TTM). Berikut ini 5 tahap kesiapan perubahan untuk melaksanakan aktivitas fisik, yaitu:<sup>10,11</sup>

1. *Precontemplation*: kondisi seseorang tidak berniat melakukan perubahan dalam 6 bulan ke depan.
2. *Contemplation*: pada saat ini tidak aktif, namun mempertimbangkan untuk menjadi aktif dalam 6 bulan ke depan.
3. *Preparation*: pada saat ini telah melakukan aktivitas fisik namun belum mencapai panduan aktivitas fisik saat ini.

4. *Action*: telah melaksanakan aktivitas fisik secara teratur, namun pelaksanaannya belum mencapai 6 bulan.
5. *Maintenance*: telah melaksanakan aktivitas fisik secara teratur selama lebih dari 6 bulan

### Latihan Fisik dan Hubungannya dengan Stres Oksidatif

Latihan fisik yang dilaksanakan secara teratur terbukti efektif mencegah berbagai penyakit kronik, baik secara primer maupun sekunder. Latihan fisik aerobik meningkatkan ambilan oksigen tubuh secara bermakna, terutama terjadi pada mitokondria jaringan otot rangka yang aktif terlibat dalam kegiatan latihan. Pada latihan kardiorespirasi, terjadi peningkatan ambilan oksigen seluruh tubuh hingga 10–15 kali dengan peningkatan aliran oksigen ke sel otot yang aktif hingga lebih dari 100 kali lipat. Proses yang melibatkan seluruh tubuh ini dapat mengakibatkan stres oksidatif. Pada latihan yang berat, terjadi oksidasi *glutathione*, penglepasan enzim sitosol dan tanda kerusakan sel lainnya, yang diduga melibatkan *xanthine oxidase* dalam menghasilkan superoksida.<sup>12</sup>

### Diabetes Melitus

*The American Diabetes Association* (ADA) pada tahun 2010 dan Konsensus Pengendalian dan Pencegahan DM tipe 2 di Indonesia tahun 2011 mendefinisikan bahwa DM merupakan suatu kelompok penyakit metabolismik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau kedua-duanya. Latihan fisik merupakan salah satu pilar penatalaksanaan diabetes.

Berbagai penelitian khususnya pada binatang coba yang obes dan DM tipe 2 memperlihatkan bahwa latihan fisik (berenang) intensitas sedang yang dilaksanakan secara teratur dapat mencegah dan/atau memperlambat gangguan metabolisme yang terjadi pada diabetes, meskipun tidak dapat mengembalikan fungsi normal pankreas. Pada penyandang DM, apabila latihan fisik dilaksanakan teratur dengan intensitas yang tepat akan memberi keuntungan berupa pencegahan perburukan penyakit lebih lanjut tanpa efek samping atau risiko.<sup>13</sup>

**Tabel 1. Resep Latihan untuk Penyandang DM tipe 2 (AHA)<sup>14</sup>**

Jenis latihan	Frekuensi	Intensitas	Durasi	Kelas dan tingkat bukti
Kardiorespirasi (aktivitas otot besar)	3-7 hari/minggu	Intensitas sedang atau	150 menit/minggu	I (A)
Kardiorespirasi (aktivitas otot besar)	3 hari/minggu	Intensitas berat dan menganjurkan	90 menit/minggu	I (A)
Beban (kelompok otot besar, latihan melibatkan banyak sendi)	3 hari/minggu	Intensitas sedang-berat: 2-4 set dari 8-10 pengulangan beban yang tidak bisa diangkat > 8-10 kali, dengan waktu istirahat 1-2 menit antara set		I (A)

### **Efek Latihan Fisik dan Aktivitas Fisik terhadap Diabetes**

Proteksi kardiometabolik setelah latihan fisik teratur pada DM tipe 2 dalam mencegah atau mengurangi laju perjalanan DM dan komplikasinya. Perubahan yang terjadi antara lain penurunan tekanan darah sistolik istirahat dan proteinuria 24 jam pada DM dengan komplikasi obesitas dan *chronic kidney disease* (CKD). Pada intoleransi glukosa, terjadi perbaikan disfungsi endotel dengan penurunan *plasma endothelin 1* (ET-1) dan NO yang sejalan dengan perbaikan antropometri dan marker stres oksidatif di plasma. Adaptasi sistem kardiovaskular juga terlihat dalam hal agregasi, daya adhesi platelet, dan peningkatan aliran darah jantung yang dipengaruhi oleh hiperregulasi produksi NO, penurunan tekanan darah dan aktivasi platelet.<sup>4</sup>

Studi pengaruh jenis latihan fisik *hatha yoga* terhadap stres oksidatif penyandang DM tipe 2 memperlihatkan perbaikan kadar glukosa puasa, profil lipid, marker stres oksidatif dan status antioksidan. Hasil studi ini juga mendapatkan bahwa baik *hatha yoga* maupun latihan fisik konvensional selama 24 minggu berpotensi memberi efek terapi, pencegahan dan perlindungan terhadap DM dengan menurunkan stres oksidatif dan meningkatkan status antioksidan. Pada penelitian ini latihan *hatha yoga* dilaksanakan dengan 1 sesi per minggu latihan terpimpin, kombinasi dengan latihan mandiri di rumah terdiri atas 20 menit *pranayamas* (latihan kontrol pernapasan), 25 menit latihan pemanasan dinamik, 60 menit *asanas* (*yogic postures*), dan 15 menit relaksasi pada posisi berbaring/*corpse pose*). Latihan fisik konvensional dilaksanakan dengan 4-5 sesi latihan per minggu; 1 kali per minggu

latihan terpimpin selama 2 jam terdiri atas 15 menit pemanasan, 30 menit berjalan kaki di luar ruang di lintasan 400 meter, 20 menit latihan fleksibilitas 20 menit *aerobic dance*, 25 menit permainan dan 10 menit latihan pendinginan dan 3-4 kali per minggu latihan mandiri selama 1 jam dengan intensitas yang serupa dengan latihan terpimpin yaitu sekitar skala 8-10 *rating of perceived exertion* (RPE) Borg. Pascaprogram latihan didapatkan penurunan kadar glukosa darah puasa kelompok *hatha yoga* dan latihan fisik konvensional masing-masing 29,5% dan 27,4% ( $p<0,0001$ ). Penurunan bermakna serum total kolesterol dan kadar VLDL juga terjadi pada kedua kelompok ( $p<0,0001$  dan  $p=0,036$ ). *Peroksidasi lipid* seperti MDA menurun 19,9% pada *Hatha yoga* dan 18,1% pada kelompok latihan fisik konvensional ( $p<0,0001$ ) sedangkan aktivitas *phospholipase A2* (PLA2) dan *POX (peroxide)* tidak berubah. Status oksidatif yang digambarkan oleh aktivitas antioksidan menunjukkan peningkatan SOD pada kelompok *hatha yoga* dan latihan fisik konvensional masing-masing 24% dan 20,2% ( $p=0,031$ ), sedangkan katalase meningkat 13,7% dan 13,2% ( $p=0,144$ ).<sup>15</sup>

Penelitian di Thailand menggunakan *arm swing exercise* (ASE), latihan tradisional Cina yang populer lebih dari 50 tahun sebagai latihan alternatif untuk penyandang DM tipe 2. Latihan 30 menit ASE dilakukan mandiri 3 kali per minggu selama 8 minggu, dengan intensitas latihan yang diperkirakan 23 % dari kapasitas ambilan oksigen maksimal. Setelah latihan selama 8 minggu, pasien yang awalnya sedenter memperlihatkan efek protektif latihan ASE terhadap komplikasi vaskular dengan memperbaiki stres oksidatif.<sup>16</sup>

Berdasarkan berbagai temuan ini, dalam upaya meningkatkan kualitas penatalaksanaan DM tipe 2 sebagaimana direkomendasikan oleh Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI), *The American Diabetes Association* (ADA) maupun *European Association for the Study of Diabetes* (EASD) seharusnya dilakukan peresepan atau perencanaan latihan fisik. Perencanaan latihan fisik yang baik diharapkan dapat menurunkan dosis obat anti DM dan obat lain yang menurunkan faktor risiko kardiometabolik.<sup>13,17</sup>

### Pengelolaan Latihan Fisik pada Diabetes

Program latihan fisik sebagai salah satu pilar penatalaksanaan DM diharapkan dapat disusun agar pasien memiliki alternatif pilihan jenis, durasi dan waktu latihan fisik yang diketahui efektif mencapai tujuan pengobatan. Epidemi obesitas dan resistensi insulin terdapat pada populasi dan relatif berusia muda, sehingga strategi penatalaksanaan sudah harus berfokus kepada kelompok anak dan remaja.<sup>13</sup>

Konsensus pengelolaan dan pencegahan DM tipe 2 dari PERKENI pada tahun 2011 menetapkan program latihan fisik dilaksanakan dengan cara melakukan kegiatan jasmani sehari-hari dan latihan fisik secara teratur 3-4 kali seminggu selama kurang lebih 30 menit. Latihan fisik yang dianjurkan berupa latihan kardiorespirasi seperti jalan kaki, bersepeda santai, *jogging*, dan berenang, yang selain untuk menjaga kebugaran juga diharapkan dapat menurunkan berat badan dan memperbaiki sensitivitas insulin. Pada tahun 2010, *American College of Sports Medicine* (ACSM) dan ADA menetapkan rekomendasi untuk latihan fisik pada penyandang DM tipe 2 dalam *position statement: exercise and type 2 diabetes*. Rekomendasi latihan fisik ini terdiri atas rekomendasi untuk latihan kardiorespirasi, latihan beban, latihan kombinasi (*combined cardiorespiratory and resistance and other types of training*), aktivitas harian dan latihan fleksibilitas.

Untuk sebagian besar penyandang DM tipe 2, latihan fisik intensitas sedang dicapai dengan melakukan jalan cepat (*brisk walking*). Durasi latihan direkomendasikan minimum 150 menit per minggu, minimum 10 menit per sesi, dan dilaksanakan di sepanjang minggu. Jenis latihan fisik yang dianjurkan adalah kombinasi berbagai latihan yang menggunakan kelompok otot besar dan meningkatkan denyut jantung secara menetap. Untuk latihan beban, frekuensi dianjurkan setidaknya 2 kali per minggu tidak pada hari yang berurutan, idealnya 3 kali per minggu.

Penyandang DM tipe 2 juga dianjurkan meningkatkan aktivitas fisik harian dengan melaksanakan aktivitas fisik tidak terstruktur untuk mendapatkan tambahan manfaat kesehatan. Aktivitas fisik tidak terstruktur misalnya dengan melakukan kegiatan harian yang membutuhkan energi, juga dapat menciptakan defisit kalori harian yang cukup besar untuk mencegah penambahan berat badan secara berlebihan. Penggunaan alat ukur objektif seperti *step counter* yang disertai target capaian, misalnya 10.000 langkah per hari, dapat meningkatkan aktivitas fisik harian. Latihan fleksibilitas dapat ditambahkan menjadi bagian dari program aktivitas fisik, meskipun latihan tersebut seharusnya tidak menjadi pengganti latihan jenis lain.<sup>18</sup>

Strategi mendekatkan layanan konsultasi aktivitas fisik kepada pasien tidak selalu memberi hasil yang baik.<sup>19</sup> Penelitian di Italia memperlihatkan bahwa konsultasi personal yang diberikan dokter di fasilitas medis dapat memotivasi penyandang DM tipe 2 untuk melakukan latihan fisik jangka panjang dan memberi dampak positif terhadap perilaku kebiasaan hidup sehari-hari.<sup>20</sup> Konsultasi di fasilitas medis juga diduga lebih dapat memberi perasaan legitimasi kepada pasien. Hal ini didukung oleh hasil gerakan *ProActive UK* yang mendapatkan tingkat aktivitas fisik yang tidak berubah pasca pemberian intervensi personal di *university sport center* maupun penyampaian materi tertulis yang dikirim ke rumah pasien.<sup>19</sup> Program modifikasi gaya hidup ini menggabungkan kegiatan di pusat kesehatan dan olahraga (*Lillevad Health and Sport Centre*) dengan aktivitas mandiri, memungkinkan pasien memperoleh pemeriksaan fisik lengkap, mengikuti program latihan fisik terpimpin, dan konseling kesehatan, gizi, psikologi serta manajemen stres di awal program, dan konsultasi berkala yang terstruktur di fasilitas yang sama untuk mengatasi masalah yang ditemui saat program mandiri di rumah.<sup>21</sup>

Dari aspek manajemen diabetes, jelas bahwa upaya mengaktifkan pasien melalui program latihan fisik teratur dan terstruktur yang diresepkan secara formal dan dilengkapi konsultasi yang baik merupakan hal yang penting. Pemikiran lain yang perlu dikembangkan menindaklanjuti hal ini adalah menurunkan waktu aktivitas sedenter. Dengan demikian dibutuhkan pengembangan cara memonitor aktivitas fisik dan *energy expenditure* secara objektif dan akurat untuk memungkinkan pemberian rekomendasi yang bersifat personal. Untuk meningkatkan cakupan penatalaksanaan DM di komunitas, perlu dikembangkan pemeriksaan

submaksimal yang valid dan terpercaya, yang kemudian memungkinkan penetapan program yang tepat yang dapat diikuti oleh masyarakat luas. Beberapa hal yang penting dalam menetapkan resep/program latihan fisik yang efektif dan aman adalah lama menderita DM tipe 2, kontrol glikemik, gaya hidup sehari-hari, lemak tubuh, tingkat kebugaran dan komplikasi. Latihan fisik yang memperlhatikan efek positif di berbagai organ, diharapkan dapat bekerja sebagai *physiological "polypill"* sehingga dapat menggantikan, atau setidaknya mengurangi kebutuhan obat antidiabetes atau obat lain untuk mengendalikan faktor risiko kardiovaskular pada penyandang DM tipe 2.<sup>13</sup>

### Kesimpulan

Dalam pengelolaan aktivitas fisik dan latihan fisik pada penyandang DM tipe 2, diketahui terdapat berbagai faktor yang saling mempengaruhi. Latihan kardiorespirasi dan beban akan meningkatkan kebugaran jasmani. Metabolisme oksidatif yang mendasari latihan kardiorespirasi akan mempengaruhi pengendalian glukosa darah dan tingkat stres oksidatif. Pendekatan secara komprehensif terhadap ketiga faktor ini merupakan indikator keberhasilan pengelolaan aktivitas fisik pada penyandang DM tipe 2 yang meliputi aspek manfaat memelihara kebugaran jasmani, efektif mengendalikan kadar glukosa darah dan aman karena tidak menimbulkan stres oksidatif.

### Daftar Pustaka

1. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Heal Rep.* 1985;100(2):126–31.
2. Bull FC, Armstrong TP, Dixon T, Ham S, Neiman A, Pratt M. Physical inactivity. In: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL, editors. *Comp. Quantif. Heal. Risks. Glob. Reg. Burd. Dis. Attrib. to Sel. Major Risk Factors. Volume 1.* Geneva: World Health Organization; 2004.p. 729–881.
3. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin B a, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American college of sports medicine position stand. quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sport Exerc.* 2011;43(7):1334–59.
4. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin B a, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the american college of sports medicine and the american heart association. *Med Sci Sport Exerc.* 2007;39(8):1423–34.
5. World Health Organization. *Global physical activity questionnaire (gpaq).* Geneve: World Health Organization; 2005.
6. Helmerhorst HJF, Brage S, Warren J, Besson H, Ekelund U. A systematic review of reliability and objective criterion-related validity of physical activity questionnaires. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2012;9:103.
7. Sallis RE. Exercise is medicine and physicians need to prescribe it! *Br J Sport Med.* 2009;43(1):3–4.
8. Nieman DC. Exercise testing and prescription. a health-related approach. 7<sup>th</sup> ed. New York: McGraw-Hill Higher Education; 2010.p.652.
9. American College of Sports Medicine. *Acsm's complete guide to fitness and health.* Bushman B, editor. Champaign: Human Kinetics; 2011.p.396.
10. Kirk A, MacMillan F, Webster N. Application of the transtheoretical model to physical activity in older adults with type 2 diabetes and/or cardiovascular disease. *Psychol Sport Exerc.* 2010;11(4):320–4.
11. Spencer L, Adams TB, Malone S, Roy L, Yost E. Applying the transtheoretical model to exercise: a systematic and comprehensive review of the literature. *Heal Promot Pr.* 2006;7(4):428–43.
12. Gomez-Cabrera M-C, Domenech E, Viña J. Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radic Biol Med.* 2008;44(2):126–31.
13. Teixeira-Lemos E, Nunes S, Teixeira F, Reis F. Regular physical exercise training assists in preventing type 2 diabetes development: focus on its antioxidant and anti-inflammatory properties. *Cardiovasc Diabetol BioMed Central Ltd;* 2011;10(1):12.
14. Gordon L a, Morrison EY, McGowder D a, Young R, Fraser YTP, Zamora EM, et al. Effect of exercise therapy on lipid profile and oxidative stress indicators in patients with type 2 diabetes. *BMC Complement Altern Med.* 2008;8:21.
15. Leelayuwat N, Tunkumnerdthai O, Donsom M, Punyaek N, Manimanakorn A, Kukongviriyapan U, et al. An alternative exercise and its beneficial effects on glycaemic control and oxidative stress in subjects with type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pr.* 2008;82(2):e5–8.
16. Perkumpulan Endokrinologi Indonesia. Konsensus pengelolaan dan pencegahan DM tipe 2 di indonesia 2011. Perkumpulan Endokrinologi Indonesia; 2011. p. 78.
17. Colberg SR, Albright AL, Blissmer BJ, Braun B, Chasan-Taber L, Fernhall B, et al. Exercise and type 2 diabetes: American college of sports medicine and the american diabetes association: joint position statement. exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sport. Exerc.* 2010;42(12):2282–303.
18. Krook A, Holm I, Pettersson S, Wallberg-Henriksson H. Reduction of risk factors following lifestyle modification programme in subjects with type 2 (non-insulin dependent) DM. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2003;23(1):21–30.

19. Kirk a, Barnett J, Leese G, Mutrie N. A randomized trial investigating the 12-month changes in physical activity and health outcomes following a physical activity consultation delivered by a person or in written form in type 2 diabetes: time2act. *Diabet Med.* 2009;26(3):293–301.
20. Di Loreto C, Fanelli C, Lucidi P, Murdolo G, De Cicco A, Parlanti N, et al. Validation of a counseling strategy to promote the adoption and the maintenance of physical activity by type 2 diabetic subjects. *Diabetes Care.* 2003;26(2):404–8.
21. Krook A, Holm I, Pettersson S, Wallberg-Henriksson H. Reduction of risk factors following lifestyle modification programme in subjects with type 2 (non-insulin dependent) DM. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2003;23(1):21–30.