
Revisão

Treinamento aeróbio para adultos obesos portadores de diabetes mellitus tipo 2

Aerobic training in obese adults with mellitus diabetes type 2

Jean Flávio Alves*, Rafaela de Castro Santos*, Raquel Brunini Nórdia Fada*, Tania Regina Gonçalves Gomes*, Tiago Lasaponari*, Kátia Sampaio**

**Pós-graduados em Exercício Físico Aplicado à Reabilitação Cardíaca e a Grupos Especiais (UGF),*

***Pós-graduada em Fisiologia do Exercício (UGF) Centro de Pós-Graduação e Pesquisa Gama Filho – UGF/Campinas*

Resumo

O diabetes mellitus é uma doença milenar que se estende até os dias atuais como sendo uma das maiores epidemias globais da história da humanidade, e, sem dúvida, proporciona impactos importantes nos setores econômicos mundiais com o seu tratamento, tornando-o, assim, um dos mais importantes problemas de saúde pública do mundo. No Brasil, cerca de 10% da população está ameaçada pela doença, porém somente a metade desse percentil, cerca de 8 milhões de pessoas, sabem de seu diagnóstico. O grande fator precursor dessa doença está principalmente no estilo de vida, onde fatores como o desequilíbrio nutricional e a hipocinesia acarretam elevadas taxas de sobrepeso e de obesidade, um fator de aproximadamente 80% de evidência para o desenvolvimento do diabetes mellitus tipo 2. A partir do exposto, o objetivo deste estudo é analisar de forma teórica os benefícios da prática da atividade física aeróbica aos indivíduos obesos portadores do diabetes mellitus tipo 2.

Palavras-chave: treinamento aeróbio, obesidade, diabetes mellitus.

Abstract

Diabetes Mellitus is a millenary disease, becoming one of the largest global epidemics of mankind history and, undoubtedly, its treatment causes an important impact in the world economy, and is one of the most important public health problems in the world. In Brazil, around 10% of the population is threatened by this disease, although only half of this population, around 8 million people, know about the diagnosis. The main precursor factors is the lifestyle, as nutritional unbalance and sedentarism, leading to high overweight and obesity rates, which means 80% of evidence to develop diabetes mellitus type 2. The aim of this study was to analyze in a theoretical way if aerobic physical activity benefits to obese people with mellitus diabetes type 2.

Key-words: aerobic training, obesity, mellitus diabetes.

Introdução

O diabetes mellitus é considerado uma das maiores epidemias da história da humanidade. Estima-se que, no ano de 2025, cerca de 380 milhões de pessoas serão portadoras dessa doença [1], sendo este um dos mais importantes problemas de saúde pública do mundo, pois acarreta um grande impacto nos setores econômicos com os cuidados médicos e hospitalares no seu tratamento [2-4].

Essa epidemia atinge, hoje, mais de 350 milhões de pessoas no mundo e, no Brasil, cerca de 10% da população está ameaçada pela doença, porém só a metade sabe que é portadora e, na grande maioria, esta enfermidade está relacionada ao seu estilo de vida [5].

O aumento das taxas de sobrepeso e da obesidade associado às alterações do estilo de vida e ao envelhecimento populacional são os principais fatores que explicam o crescimento da prevalência do diabetes mellitus tipo 2 [3].

O DM é dividido em duas formas distintas, sendo o diabetes mellitus tipo 1 (DM1), resultado de uma complexa interação entre fatores genéticos e ambientais ainda não bem esclarecidos, e o diabetes mellitus tipo 2 (DM2), parte de uma ampla síndrome centralizada no fenômeno da resistência insulínica da qual decorre uma série de distúrbios metabólicos e hemodinâmicos [6].

O exercício físico praticado de forma regular é altamente recomendado para as pessoas que têm tanto o DM1 quanto o DM2 [7], que, combinado com atividades aeróbicas e exercícios resistidos tem sido um excelente modelo terapêutico aos diabéticos [8].

O controle de alguns fatores de risco modificáveis como o peso, a dieta alimentar e a prática de atividade física regular podem reduzir em até 88% os riscos de desenvolver o DM2 [9]. A prática de atividade física é um fator importante na eficiência da prevenção e do controle dessa doença [5], sendo também muito benéfico a todos os indivíduos [6].

Sabendo que o exercício físico pode minimizar esses fatores de risco e os custos da saúde pública, esta pesquisa de revisão literária tem como objetivo analisar os benefícios em indivíduos obesos diabéticos do tipo 2 submetidos à atividade física aeróbica.

Etiologia do diabetes mellitus

O DM é uma doença milenar que acompanha a humanidade até os dias atuais, sendo denominado como diabetes por volta de 150 a.C. pelo médico grego Aretaeus, que em grego significa sifão (tubo de espirar água), devido aos enfermos pela doença urinar demasiadamente, sendo mais tarde em 1670 redescoberto pelo cientista Willis o sabor adocicado da urina e demonstrado pelo inglês Mathew Dobson, em 1776, o açúcar secretado, o que permitiu distinguir dois tipos de diabetes [10]: a *mellitus* que é uma palavra derivada do latim

que tem significado de “doce” [5] e a *insipidus*, que significa sem sabor [11].

Em 1909, Meyer descobriu uma hipotética substância produzida pelas ilhotas de Langerhans, sendo estas células pancreáticas descritas como ilhotas por Paul Langerhans em 1889. Esta substância hipotética foi isolada, em 1921, por dois jovens cientistas canadenses Banting e Charles Best na forma de insulina [10], quando foi denominada a era insulínica, pois pelo menos 2/3 dos comas diabéticos em pacientes portadores de DM1, resultavam em óbito. Essa descoberta proporcionou um aumento significativo na longevidade dos pacientes [12].

O DM é uma desordem metabólica crônico-degenerativa de etiologia múltipla que está associada à falta ou à deficiência da ação do hormônio insulina que é produzido pelo pâncreas [13]. Essa alteração do funcionamento proporciona as duas principais classes do DM o tipo 1 (insulina dependente) e o tipo 2 (insulina não dependente) [14] que são os tipos mais comuns na literatura [15].

Atualmente os cientistas vêm insistindo, por décadas, em pesquisas no intuito de repor as células pancreáticas β responsáveis pela produção de insulina que foram destruídas pelo sistema imune. A descoberta do cientista James Thomson, em 1998, de métodos para isolar e cultivar células tronco embrionárias humanas, renovou as esperanças de uma cura para o diabetes, no entanto um protocolo detalhado para obter células secretoras de insulina ainda não foi bem estabelecido. Todos esses procedimentos são muito promissores, mas o mecanismo envolvido no processo de diferenciação ainda não está claro. O principal desafio é obter um produto capaz de mimetizar o mais próximo possível as características básicas de uma célula pancreática β e assim ser capaz de restaurar a perda da função do organismo [16].

Esses dois grupos anteriores de classificação do DM foram dados de acordo com a apresentação clínica da patologia, porém com o avanço das pesquisas em patofisiologia em conjunto com a evolução dos conhecimentos das áreas da genética e da imunologia, tornaram-se mais evidentes as limitações destas classificações, sendo então definidos em 1997 pela *American Diabetes Association* (ADA), quatro subtipos principais da doença [17], que são o Diabetes Mellitus do tipo 1, Diabetes Mellitus do tipo 2, Diabetes Mellitus gestacional e o Diabetes Mellitus por outros tipos específicos [18].

Classificação do diabetes mellitus

Diabetes mellitus tipo 1

O DM1 é caracterizado pela deficiência absoluta de insulina, sendo esta, na grande maioria dos casos, causada por um processo autoimune desencadeado tanto por fatores genéticos como ambientais, acometendo em torno de 8% a 10% da população diabética [19], habitualmente em indivíduos mais jovens [20].

Diabetes mellitus tipo 2

O DM2 é caracterizado por um distúrbio associado à incapacidade das membranas celulares captarem de forma eficiente a glicose circulante da corrente sanguínea para o interior da célula [21], acometendo com maior incidência entre 90 a 95% da população diabética, geralmente em indivíduos de meia idade ou em idade avançada [2].

Diabetes mellitus gestacional

O DM gestacional é desenvolvido devido à incapacidade das mulheres aumentarem a sua secreção de insulina durante a gravidez [10], surgindo por volta do segundo ou do terceiro trimestre de gestação [21], e acometendo cerca de 2% das gestantes principalmente nas que apresentam certo grau de obesidade. Normalmente, esses casos de tolerância à glicose retornam aos seus níveis normais após o parto, porém as mulheres que apresentam esse histórico têm 30% de chances de desenvolver o DM2 no futuro [5].

Diabetes mellitus – outros tipos específicos

São caracterizados por distúrbios causados por outras doenças [10], geralmente incomuns, e estão associadas a defeitos genéticos da função da célula β ou da ação insulínica, podendo ser induzidas por farmacológicos endócrinopáticos ou químicos, por infecções ou outras síndromes genéticas [21].

Principais causas do diabetes mellitus

Os principais fatores para o surgimento do DM2 são a hereditariedade, os hábitos alimentares, o estresse, o sedentarismo e a obesidade. Com exceção do fator da hereditariedade, todos os demais podem ser prevenidos ou controlados [22].

Obesidade como causa do diabetes mellitus tipo 2

Ao longo da história da humanidade, o ganho de peso e o depósito exagerado de gordura eram vistos como sinais de saúde e de prosperidade, porém com a facilidade atualmente de se obter alimento somado com uma crescente ação hipocinética, a obesidade se destacou como um dos problemas mais graves de saúde, onde sua prevalência cresceu acentuadamente nas últimas décadas, inclusive nos países em desenvolvimento, o que levou estas doenças a uma condição de epidemia global [23].

Atualmente a obesidade não difere entre raça, sexo, idade ou nível social, e também deixou de ser um mero problema estético para se tornar uma alarmante associação de comorbidades [23], tendo prevalência no sexo feminino com o avançar da idade [24]. Esse grupo tem o pior controle da doença, devido a maiores variações de obesidade, de inatividade física e das alterações hormonais [25].

A obesidade não é uma desordem singular, e sim um grupo heterogêneo de condições com múltiplas causas que resultam no fenótipo da obesidade, no qual esta desordem pode ser atenuada ou agravada por fatores não-genéticos que atuam sobre os mediadores fisiológicos como, por exemplo, as interações de gasto e de consumo energéticos [26]. Em estudo com 41 pacientes diabéticos observou-se que 70,73% apresentavam sobrepeso ou obesidade [25].

Alguns autores descrevem a obesidade como uma doença crônica degenerativa não-transmissível, de alta mortalidade precoce [27], sendo ela uma doença metabólica caracterizada pelo excesso de gordura corporal em relação à massa magra, podendo esta ser atualmente ponderada por diversos métodos tanto laboratoriais quanto de imagens para quantificar a gordura corporal existente [28].

O método de mensuração mais utilizado pela população, devido ao baixo custo operacional e a grande facilidade de sua obtenção e aplicação, é o índice de massa corporal (IMC) ou índice de Quelet, que é calculado pelo peso corporal em (kg) e dividido pela altura em (m^2) e posteriormente, correlacionado seu resultado com os padrões pré-estabelecidos e sugeridos pela Organização Mundial da Saúde (OMS – 1997) [29,30]:

Tabela I - Classificação do Índice de Massa Corporal.

1. Magreza de Grau – 3	< 16,0
2. Magreza de Grau – 2	16,1 – 16,9
3. Magreza de Grau – 1	17,0 – 18,4
4. Normal	18,5 – 24,9
5. Pré-Obeso	25,0 – 29,9
6. Obesidade de Grau – 1	30,0 – 34,9
7. Obesidade de Grau – 2	35,0 – 39,9
8. Obesidade de Grau – 3	> 40,0

Cerca de 50% dos portadores de DM desconhecem o diagnóstico, e uma das principais causas para o desenvolvimento do DM2 é a obesidade [31], um problema de saúde pública de proporções gigantescas [32], pois tem uma associação patológica com a evolução crônica de efeitos deletérios ao organismo, exercendo forte influência na morbidade e na mortalidade do paciente e também por estar principalmente associada a doenças cardiovasculares [33,34].

A obesidade resulta em várias alterações fisiopatológicas que podem resultar em uma menor extração de insulina pelo fígado, com elevação da produção de glicose hepática seguida de redução da captação de glicose pelo tecido muscular. Pesquisas recentes mostram que o TNF- α diminui a captação de glicose por induzir a fosforilação do substrato do receptor de insulina (IRS) e que indivíduos obesos expressam 2,5 vezes mais TNF- α quando comparados com indivíduos magros, com uma correlação significativa entre essa expressão e o protocolo de IMC [28].

Em um estudo [32], pesquisadores provocaram a obesidade em ratos, e o aumento da adiposidade foi acompanhado pela elevação da insulinemia e da leptinemia, além de outras

alterações metabólicas como uma discreta hiperglicemia e hipertrigliceridemia. Este fato assume uma relevante importância, porque a obesidade é uma co-morbidade comum a todas as patologias, inclusive ao diagnóstico do desenvolvimento do DM2. Apesar de o conhecimento desses importantes preditores de morbidade e mortalidade na população geral, ainda pouco se faz para reverter esse quadro [33].

Estudo sobre os aspectos estruturais do tecido adiposo tem sugerido que as células de gordura não se caracterizam de forma homogênea pelo corpo, elas se apresentam distribuídas de forma diferente de acordo com a região anatômica, sendo classificadas de duas maneiras: as periféricas onde o acúmulo de gordura se dá de forma mais acentuada nas extremidades do corpo e as centrípetas tendo como maior concentração o tronco principalmente o abdômen [35].

A maneira como a gordura está distribuída pode influenciar no desenvolvimento de doenças, sendo a gordura visceral um dos principais precursores de doenças metabólicas como o diabetes mellitus [36]. Uma forma bastante comum de prognosticar este risco está na fórmula de classificar os valores da proporção cintura-quadril, expressa na medida da circunferência da cintura (cm) dividido pela circunferência do quadril (cm) e, posteriormente, correlacionado seu resultado com os padrões pré-estabelecidos e sugeridos pela Tabela II [37,38].

São fortes as evidências de que o estilo de vida possa estar contribuindo para o aumento da prevalência do DM nas sociedades que rapidamente se industrializaram, e que os benefícios de uma orientação dietética e o aumento de atividade física, podem ajudar na redução do peso corporal e isso refletir em até 60% na redução do risco de desenvolver o DM [39]. Essa intervenção deve merecer uma especial atenção no tratamento do DM2 [28], já que este desequilíbrio pode levar a um ganho ponderal de gordura e ser um importante fator patogênico do DM2 [40].

Importância do exercício físico no controle da obesidade

Uma reduzida taxa de atividade física contribui para o desenvolvimento da obesidade. Indivíduos obesos geralmente não apresentam os requerimentos físicos de aptidão necessários para realizar um exercício físico de alta intensidade [41], onde o gasto energético de um indivíduo de 70 kg em uma corrida de

11 km/h por 30 minutos repetidos 4 vezes por semana, equivale a caminhar 7 vezes por semana a uma intensidade de 5,5 km/h por volta de 1 hora, e por isso, é necessário acumular um maior período de atividade durante a semana [42].

A intensidade e o tipo do exercício afetam a magnitude da elevação da taxa metabólica pós-exercício mais que a duração, e esse efeito pode durar de 3 horas a 3 dias [41,43], todavia essa intervenção, no início do programa, deve ser de forma crescente e gradativa para garantir a aderência aos programas de atividade física, pois na maioria das vezes, os indivíduos são destreinados e/ou sedentários [41].

Indivíduos que nunca tiveram hábito de se exercitar terão mais dificuldades para iniciar a prática de atividade física de forma regular, e o grande percentual de evasão dos programas, está nas inadequações de prescrições de exercícios a esses indivíduos, entre elas a incapacidade de executar movimentos ou de permanecer em atividades intensas. As atividades de baixa a moderada intensidade praticadas de forma regular de 2 a 3 vezes por semana com duração de 1 hora são as que geralmente apresentam melhores efeitos [27].

Exercício e diabetes mellitus tipo 2

Com o aumento da prevalência do DM2 na população, os efeitos na morbimortalidade conseqüentemente aumentam, por isso a necessidade de programas de intervenção que conscientizem a população da importância da prática de atividade física regular e a mudança nos hábitos alimentares saudáveis, mas, para que isso ocorra, ações multidisciplinares precisam ser desenvolvidas [22].

O treinamento físico geralmente é benéfico para o diabético, porque pode reverter muitos efeitos metabólicos adversos da doença, inclusive a probabilidade da obesidade [7], e a única forma eficiente de se prevenir o diabetes é a prática de atividade física de forma regular, visando manter um equilíbrio metabólico com manutenção do peso corporal que tem como consequência a obesidade. À medida que se exercita, há tendência da glicose se metabolizar mais rapidamente, podendo reduzir em até 30% a necessidade do uso das terapias preventivas medicamentosas [44]. Devido aos altos custos do tratamento do diabetes, o exercício físico torna-se uma alternativa viável e já reconhecida de terapia preventiva não só para essa co-morbidade, mas também para diversas outras enfermidades [45].

Tabela II - Relação do índice cintura/quadril (cm).

Idade	Risco estimado							
	Baixo		Moderado		Alto		Muito Alto	
	Masc.	Fem.	Masc.	Fem.	Masc.	Fem.	Masc.	Fem.
20 – 29	< 0,83	< 0,71	0,83 - 0,88	0,71 - 0,77	0,89 - 0,94	0,78 - 0,82	> 0,94	> 0,82
30 – 39	< 0,84	< 0,72	0,84 - 0,91	0,72 - 0,78	0,92 - 0,96	0,79 - 0,84	> 0,96	> 0,84
40 – 49	< 0,88	< 0,73	0,88 - 0,95	0,73 - 0,79	0,96 - 1,00	0,80 - 0,87	> 1,00	> 0,87
50 – 59	< 0,90	< 0,74	0,90 - 0,96	0,74 - 0,81	0,97 - 1,02	0,82 - 0,88	> 1,02	> 0,88
60 – 69	< 0,91	< 0,76	0,91 - 0,98	0,76 - 0,90	0,99 - 1,03	0,84 - 0,90	> 1,03	> 0,90

Fonte: Adaptado de [36]

A prática regular de exercícios traz inúmeros benefícios ao diabético mellitus do tipo 2, pois, de modo geral, auxilia no controle metabólico e na redução dos fatores de risco de desenvolvimento de doença cardiovascular. Além de prevenir e auxiliar no tratamento, os exercícios também reduzem complicações crônicas, estimulando direta e indiretamente diversos órgãos e sistemas, modificando seus aspectos funcionais e estruturais [46].

O exercício físico desempenha um importante papel no combate a diabetes, agindo no controle glicêmico devido à sua capacidade em promover aumento da sensibilidade à insulina, dessa maneira o exercício deve ser incluso no tratamento [47]; porém, apesar da maioria dos indivíduos saberem da importância da prática de atividade física regular, poucos a praticam [25].

O exercício melhora a condição do diabetes, facilitando a captação de glicose e o metabolismo de glicogênio [48], no entanto o benefício se dá com a melhora da sensibilidade à insulina, perfil lipídico e diminuição da hiperinsulinemia [49].

Efeito agudo do exercício físico aeróbio no controle glicêmico

O efeito agudo é conhecido como fenômeno que ocorre durante e após a sessão de exercício, sendo que a necessidade energética é suprida pelo metabolismo de carboidratos e lipídios, assim aumenta a captação de glicose pelo músculo ativo [47].

O exercício físico aumenta a captação de glicose no músculo esquelético, esta é uma manifestação semelhante a ação da insulina no estado de repouso, agindo no processo de translocação do GLUT-4 para a membrana plasmática, nas duas vias de sinalização intracelular [50,51].

A insulina utiliza o mecanismo dependente da fosfatidinositol-3-quinase, enquanto a via do exercício deve ser iniciada pela liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático que leva a ativação de outros intermediários sinalizadores [50].

Uma única sessão de exercício pode levar à diminuição em até 22%, ou mesmo a normalização da glicemia durante o exercício [43,47].

O aumento da permeabilidade da fibra muscular à glicose mesmo na ausência da insulina é um dos maiores responsáveis para a redução da glicemia durante o exercício, favorecendo a captação e o metabolismo de glicose pelo músculo e melhorando a atividade da síntese de transportadores de glicose [46].

Após o término do exercício, a ressíntese de glicogênio muscular e hepático resulta do incremento na translocação do GLUT-4, independente da ação da insulina, porém, depois de um determinado tempo, a insulina é necessária para potencializar esse processo [46].

Os mecanismos envolvidos no aumento da sensibilidade à insulina não estão bem esclarecidos, no entanto, com relação ao processo de sinalização da insulina, foi observado o aumento da fosforilação do seu receptor, mas não da atividade da

IRS1 e da P13-quinase, e também não observaram aumento da atividade do receptor de insulina com o exercício, mas verificaram aumento da IRS2 e da atividade P13-quinase ligada a IRS1 e IRS2 [47].

Quanto aos transportadores de glicose, o exercício aumenta o número de GLUT-4 na membrana em sua atividade, mas, num curto período, outra via de transporte de glicose estimulada pelo exercício é o metabolismo não-oxidativo, já que o exercício reduz o glicogênio muscular e aumenta a atividade da glicogênio-sintase [47].

O efeito hipoglicemiante do exercício pode-se prolongar por horas e até dias após o fim do exercício. Esta resposta metabólica pode ser alterada durante os estados de extrema deficiência de insulina ou excesso da mesma [52].

Um estudo envolvendo diabéticos do tipo 2, do qual 8 voluntários participaram de um total de 36 sessões, sendo 3 semanais de um programa de exercício aeróbio ou resistido, foi constatado em 78% das sessões analisadas diminuição da glicemia capilar, com variação de 0,4 a 62,5% em relação à glicemia pré-exercício, e uma redução média de 18% da glicemia após as sessões, porém a duração desse efeito hipoglicemiante não foi observada pelo autor neste estudo [53].

No entanto, temos relatos na literatura mostrando que o efeito agudo pode durar até 48 horas após o término do exercício, explicando o fato de poder ocorrer episódios de uma hipoglicemia após a execução do exercício, principalmente em diabéticos que tomam insulina exógena [47].

Em um estudo randomizado de 20 semanas com exercício aeróbio envolvendo diabéticos do tipo 2, foi analisado os efeitos agudos da glicemia capilar de 40 participantes divididos em 3 grupos, sendo um grupo controle, um grupo de 3 sessões semanais e outro grupo de 5 sessões semanais. Foi verificada uma tendência de queda da glicemia capilar no grupo que participou de 5 sessões semanais, porém sem efeito estatístico significativo. O autor do estudo explica que a intensidade de 60 a 70% da frequência cardíaca máxima predita pela idade ou a duração de 45 minutos dividida em 5 minutos de aquecimento inicial, 30 minutos de caminhada e 10 minutos de relaxamento final, não tenha sido suficiente para assegurar mudanças agudas significativas na glicemia capilar nesse grupo [54].

Neste mesmo estudo, o autor analisou após 13 semanas o efeito residual do exercício no controle glicêmico e constatou melhoras em seu controle pré-exercício nos dois grupos, porém o grupo que participou de 5 sessões semanais apresentou um controle capilar mais baixo e estável que o grupo de 3 sessões semanais, indicando desta forma que a frequência do exercício é um importante fator no controle da glicemia basal [54].

Efeito crônico do exercício físico aeróbio no controle glicêmico

Indivíduos mais ativos têm menores chances de desenvolver diabetes do tipo 2, graças às adaptações crônicas oferecidas

pelo treinamento físico praticado regularmente, na ação da insulina, melhorando sua sensibilidade e o controle glicêmico, sugerindo que os benefícios trazidos pelo treinamento podem ser a diminuição ou a eliminação dos medicamentos [47].

As adaptações metabólicas que ocorrem com o treinamento provocam aumento da tolerância à glicose e redução da glicosúria, com redução nas doses de insulina exógena, trazendo a longo prazo o retardamento das complicações crônicas da doença e queda nos fatores de riscos cardiovasculares [22].

Alguns estudos têm demonstrado que o indivíduo treinado apresenta aumento do fluxo sanguíneo muscular induzido pela insulina quando comparado aos não treinados, possibilitando dessa maneira maior fornecimento de insulina para a musculatura, devido à agregação da insulina ao seu receptor ser mais ativa com o treinamento físico [47].

O exercício físico praticado regularmente traz benefícios em longo prazo, o que para o indivíduo diabético é muito importante, pois diminui os fatores de riscos cardiovasculares, através de alterações no perfil lipídico, normalização da pressão arterial, aumento da circulação colateral e diminuição da frequência cardíaca de repouso [52].

Os principais objetivos do tratamento do diabetes são a normalização da glicemia e da hemoglobina glicada, além de buscar melhora no perfil lipídico, redução da massa corporal, com isso diminui a progressão da aterosclerose, a morbimortalidade por problemas cardiovasculares, a cegueira, a nefropatia, e as complicações dos membros inferiores [55]. Os níveis de hemoglobina e a glicemia são importantes na avaliação do controle glicêmico, pois informa sobre diferentes níveis de glicose sanguínea [55].

O nível de hemoglobina foi considerado como um marcador bioquímico capaz de estimar a chance de ocorrência e progressão da doença microvascular e de neuropatia, pois seus valores representam a glicemia média de 2 ou 3 meses precedentes, portanto qualquer redução nos níveis traz benefícios para os diabéticos, reduzindo o risco de complicações, com algumas modificações como a redução da gordura corporal, aumento da concentração e translocação do GLUT-4, e melhora na ação da insulina [55].

Estudo, com 22 voluntários de ambos os sexos, investigou a associação entre variáveis morfológicas e parâmetros bioquímicos de diabéticos do tipo 2. As variáveis morfológicas mensuradas foram: massa corporal, IMC, circunferência do abdômen, relação cintura/quadril, somatória das 7 dobras cutâneas e percentual gordura corporal, e os bioquímicos avaliados foram: glicemia de jejum, colesterol total, triglicerídeos, LDL-C, HDL-C e hemoglobina glicada. Observou-se, nesse estudo, que as concentrações de colesterol total, triglicerídeos, LDL-C, HDL-C e hemoglobina glicada foram às variáveis que mais apresentaram associação com as variáveis morfológicas, por isso, a importância de uma mudança no estilo de vida, como dieta e exercício físico, visando melhora no controle metabólico [46].

No entanto, o estudo do efeito agudo e crônico do exercício físico no perfil glicêmico e lipídico em diabéticos

do tipo 2, em 8 voluntários, concluiu que a única variável bioquímica que apresentou efeito do treinamento foi o HDL-C. Embora as outras variáveis não terem apresentados alterações significativas, obtiveram um controle adequado em relação aos valores de referência, entretanto o número reduzido de sujeitos estudados pode ter influenciado na ausência de alterações significativas entre as variáveis bioquímicas e morfológicas [53].

Em outro estudo, com 33 indivíduos diabéticos tipo 2, os autores concluíram que o programa de exercício físico aeróbico, com duração de 10 semanas, sendo 4 sessões semanais de 60 minutos com 50 a 80% da frequência cardíaca máxima predita, é uma boa conduta para os diabéticos do tipo 2, por apresentar melhora na glicemia de jejum, na hemoglobina glicada, na diminuição de triglicerídeos, no aumento do HDL-C, na diminuição da frequência cardíaca de repouso e no IMC [2].

O exercício tem um papel fundamental no controle dos níveis da hemoglobina glicada, sendo ela muito utilizada como recurso de avaliação de longo prazo no controle glicêmico de diabéticos [55].

Muitos estudos utilizam a hemoglobina glicada como um referencial de efeito crônico do exercício, como, por exemplo, no estudo de Cambri e Gevaerd [55] que avaliou 40 indivíduos diabéticos tipo 2, durante 20 semanas em atividades de exercício aeróbico, sendo que um grupo participou de 3 sessões e o outro participou de 5 sessões semanais, o resultado dos valores da hemoglobina glicada apresentado foi a redução, porém não significativa, mas vale salientar que os valores analisados no início do estudo estavam próximos aos sugeridos para um bom controle.

Cambri *et al.* [53], em outro estudo, com duração de 12 semanas de exercícios aeróbicos e ou resistidos, não observaram queda na hemoglobina glicada. Segundo os autores, o tempo de estudo foi curto para obter melhores resultados nessa variável e também os níveis de hemoglobina glicada no início do programa se apresentavam inferiores a 7% em 37,5% dos sujeitos estudados, o que dificulta maiores alterações.

Qualquer redução nos níveis da hemoglobina glicada, menores serão os riscos de desenvolvimento de complicações decorrentes da doença, como, por exemplo, para cada decréscimo absoluto de 1% na hemoglobina glicada, há uma redução da incidência de 35% das complicações microvasculares, de 25% das mortes relacionadas ao diabetes e de 7% dos óbitos em geral, sendo que os indivíduos diabéticos que apresentarem a hemoglobina abaixo de 7% passam a corresponder aos índices de complicações similares aos da população em geral [55].

Prescrição de exercício físico aeróbico para diabético tipo 2

A ótima dose para alcançar um bom controle de glicemia ainda não está esclarecido, porém, preconizam-se os exercícios

aeróbios com intensidade moderada, realizada por pelo menos 30 minutos de 3 a 5 vezes por semana [22].

No estudo de 20 semanas de exercício físico aeróbico, com 40 participantes diabéticos do tipo 2, com sessões de 45 minutos de duração e a intensidade entre 60 a 70% de frequência cardíaca máxima predita, foram analisados os efeitos da frequência semanal sobre a estrutura da composição corporal e do controle glicêmico. Concluiu-se que a melhor frequência de um programa de exercício físico em todos os parâmetros avaliados é de 5 sessões de treinamento por semana [54].

O estudo de Cambri *et al.* [53], com 8 voluntários diabéticos do tipo 2, realizou um programa de exercícios aeróbios ou resistidos de 12 semanas de duração, 3 sessões semanais com duração entre 40 a 60 minutos e intensidade entre 60 a 70% da frequência cardíaca máxima predita. Os resultados apresentados foram a redução da glicemia capilar e o aumento nas concentrações de HDL-C, quanto às variáveis antropométricas e bioquímicas não houve alterações significativas.

Em uma pesquisa experimental com 33 participantes diabéticos tipo 2 submetidos a um programa de exercícios aeróbicos por 10 semanas, 4 sessões semanais de 60 minutos de duração e intensidade entre 50 a 80% da frequência cardíaca máxima predita, observou-se melhora na glicemia de jejum, na hemoglobina glicada, redução do triglicérido, da frequência cardíaca de repouso e aumento do HDL-C [2].

O *American College of Sports Medicine* [47] recomenda exercícios aeróbios que envolvam grandes grupos musculares com frequência entre 2 e 6 sessões semanais, tendo como duração de 20 a 60 minutos e intensidade moderada entre 50 a 70% da frequência cardíaca de reserva para sedentários e/ou obesos, e entre 60 a 85% da frequência cardíaca de reserva para condicionados.

É possível através de uma correta prescrição de exercícios físicos melhorar as condições gerais do indivíduo, promovendo um melhor controle metabólico e, com isso, possibilitar uma redução do elevado custo social e econômico, o que representa atualmente uma prioridade na saúde pública nacional [25].

Cuidados durante a sessão de exercício

A hipoglicemia é um dos problemas mais comuns que ocorre no diabético durante o exercício, normalmente esse episódio ocorre quando há muita insulina ou quando a absorção é acelerada, podendo ainda ocorrer de 4 a 6 horas após o término da sessão de treinamento [46].

Para prevenir a hipoglicemia é muito importante o seu monitoramento, aumentando, se necessário, a ingestão de carboidratos antes e após os exercícios e mantendo-se sempre hidratado, pois qualquer alteração nos níveis de glicose também pode causar poliúria [46].

Evitar exercitar-se com glicemia acima de 300 mg/dl, e se estiver menor que 80 mg/dl fazer uma alimentação prévia,

não se exercitar nos picos de ação da insulina e de hipoglicemiantes orais, e evitar aplicar insulina na musculatura que irá ser utilizada nos exercícios [47].

Iniciar o exercício entre uma ou duas horas após as refeições, fazer exames diários nos pés, e por fim antes de iniciar a prática de exercício, realizar exames clínicos e laboratoriais para se certificar da existência de complicações como retinopatia, neuropatia, entre outras [50].

Conclusão

Podemos concluir que o exercício físico promove melhoria nas condições de saúde do diabético, pois o controle da glicemia se torna mais adequado trazendo benefícios em curto prazo, e assim, prever as complicações crônicas decorrentes da doença, mantendo estáveis os níveis de glicemia e de hemoglobina glicada.

Alguns cuidados devem ser sempre adotados durante as sessões de exercícios, entre eles o monitoramento da glicemia capilar, antes, durante e depois para prevenir possíveis episódios de crise hipoglicêmica.

Os exercícios mais recomendados são os do tipo aeróbico que envolva grandes grupos musculares, tendo como frequência preferencialmente 7 sessões semanais, com duração de no mínimo de 30 minutos e intensidade em torno de 50 a 70% da frequência cardíaca de reserva.

Referências

1. Brito CP. Prevenção da diabetes tipo 2: Consenso da International Diabetes Federation (2007). *Revista Portuguesa de Diabetes* 2007;2(2):34-7.
2. Silva CA, Lima WC. Efeito benéfico do exercício físico no controle metabólico do diabetes mellitus tipo 2 a curto prazo. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2002;46(5):550-6.
3. Sartorelli DS, Franco LJ. Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional. *Cad Saúde Pública* 2003;19(1):29-36.
4. Mediano MFF, Barbosa JSO, Sichiari R, Pereira RA. Efeito do exercício físico na sensibilidade à insulina em mulheres obesas submetidas a programa de perda de peso: um ensaio clínico. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2007;51(6):993-9.
5. Franco LL. Diabetes: como prevenir, tratar e conviver. São Paulo: Elevação; 2005.
6. Martins DM. Exercício físico no controle do diabetes mellitus. São Paulo: Phorte; 2000.
7. Farrell PA. Diabetes, exercício físico e esportes de competição. *Sports Science Exchange* 2004; 16(3):39.
8. Pádua S, Neiva CM, Tonello MGM, Araújo ECF. Treinamento físico como método terapêutico e controle clínico do diabetes: atualizando modelos. *Revista Digital EF Deportes* 2007;12(114):1-7.
9. Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz G, Liu S, Solmon CG, Willett WC. Diet, lifestyle and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *New Engl J Med* 2001;345(11):790-7.
10. Crepaldi S, Savall PJ, Fiamoncini RL. Diabetes mellitus e exercício físico. *Revista EF Deportes* 2005;10(88):1-5.

11. Gregorim CO, Martinelli CPS, Terciotti SH. *Michaelis: Dicionário Escolar da Língua Portuguesa*. São Paulo: Melhoramentos; 2002.
12. Chaib E, Papalois A, Brons IGM, Calne RY. Transplante isogênico de ilhotas de Langerhans no fígado de ratos. *Arq Gastroenterol* 2000;37(1):44-51.
13. Dullius J, López RFA. Atividades físicas é parte do tratamento para diabéticos: mas quem é o profissional que a deve prescrever? *Revista Digital EF Desportes* 2003;60:1-6.
14. Ballesteros EC. Actividad física y diabetes tipo 2. *Revista Digital EF Deportes* 2009;14(131):1-11.
15. Lima ICG, Júnior GMJ, Giacomini MCC. Análise dos efeitos fisiológicos dos exercícios físicos aeróbicos na prevenção do diabetes tipo 2. *Rev Digital EF Deportes* 2009;13(130):1-8.
16. Lojudec FH, Sogayar MC. Células-tronco no tratamento e cura do diabetes mellitus. *Ciênc Saúde Coletiva* 2008;13(1):19-21.
17. Paiva C. Novos critérios de diagnóstico e classificação da diabetes mellitus. *Revista Medicina Interna* 2001;7(4):234-8.
18. American Diabetes Association. Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2003;26(1):5-20.
19. Angelis K, Pureza DY, Flores LJP, Rodrigues B, Melo KFS, Schaas BD, et al. Efeitos Fisiológicos do treinamento físico em pacientes portadores de diabetes tipo 1. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2006;50(6):1005-13.
20. Oliveira AMR, Casal HMV. Auto-estima do diabético e atividade física. *Revista Digital EF Desportes* 2001;6(32):1-4.
21. Balsamo S, Simão R. Treinamento de força para: osteoporose, fibromialgia, diabetes tipo 2, artrite reumatóide e envelhecimento. São Paulo: Phorte; 2007.
22. Molena-Fernandes CA, Junior NN, Tasca RS, Pelloso SM, Cuman RKN. A importância da associação de dieta e de atividade física na prevenção e controle do diabetes mellitus tipo 2. *Rev Acta Sci Health Sci* 2005;27(2):195-205.
23. Repetto G, Rizzolli J, Bonatto C. Prevalência, riscos e soluções na obesidade e sobrepeso: here, there, and everywhere. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2003;47(6):633-5.
24. Souza LJ, Neto CG, Chalita FEB, Reis AFF, Bastos DA, Souto Filho JTD, et al. A prevalência de obesidade e fatores de risco cardiovascular em Campos, Rio de Janeiro. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2003;47(6):82-95.
25. Freitas FF, Neto JBL, Navarro F. Nível de esclarecimento dos portadores de diabetes no que diz respeito à patologia e seu tratamento: aspectos nutricionais, medicamentosos e atividade física. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício* 2007;1(4):82-95.
26. Francischi RPP, Pereira LO, Freitas CS, Klopfer M, Santos RC, Vieira P, Júnior AHL. Obesidade: Atualizações sobre sua etiologia, morbidade e tratamento. *Rev Nutr* 2000; 3(1):17-28.
27. Dâmaso A, Tock L. Obesidade: perguntas e respostas. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.
28. Corrêa FHS, Taboada GF, Júnior CRMA, Faria AM, Clemente ELS, Funks AG, et al. Influência da gordura corporal no controle clínico e metabólico de pacientes com diabetes mellitus tipo 2. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2003;47(1):62-8.
29. Costa RF. Composição corporal: teoria e prática da avaliação. São Paulo: Manole; 2001.
30. Machado FCF, Pereira JF, Silva QF, Gonçalves A. Relação entre índice de massa corporal e a percepção da auto-imagem em estudantes de Educação Física. *Revista Digital EF Desportes* 2007;12(115):1-7.
31. Gross JL, Silveiro SP, Camargo JL, Reichelt AJ, Azevedo MJ. Diabetes melito: diagnóstico, classificação e avaliação do controle glicêmico. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2002;46(1):16-26.
32. Lima FB. Tecido adiposo: uma breve perspectiva histórica e o momento atual. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2008;52(6):927-8.
33. Gomes MB, Neto DG, Mendonça E, Tambascia MA, Fonseca RM, Réa RR, et al. Prevalência de sobrepeso e obesidade em pacientes com diabetes mellitus do tipo 2 no Brasil: estudo multicêntrico nacional. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2006;50(1):136-44.
34. Aguiar CCT, Vieira APGF, Carvalho AF, Montenegro-Junior RM. Instrumentos de avaliação de qualidade de vida relacionado à saúde no diabetes melito. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2008;52(6):931-9.
35. Guedes DP, Guedes JERP. Controle do peso corporal: composição corporal, atividade física e nutrição. Rio de Janeiro: Shape; 2003.
36. Heyward VH. Avaliação física e prescrição de exercício: técnicas avançadas. Porto Alegre: Artmed; 2004.
37. Domingues Filho LA. Manual do personal trainer Brasileiro. São Paulo: Ícone; 2006.
38. Pitanga FJG. Testes, medidas e avaliação em educação física e esporte. São Paulo:Phorte; 2005.
39. Ferreira SRG, Almeida B, Siqueira AFA, Khawali C. Intervenções na prevenção do diabetes mellitus tipo 2: é viável um programa populacional em nosso meio? *Arq Bras Endocrinol Metab* 2005;49(4):479-84.
40. Melo KFS, Giannella MLCC, Souza JJS. Diabetes mellitus. *Rev Bras Med* 2003;60(7):505-15.
41. Fernandez AC, Mello MT, Tufik S, Castro PM, Fisberg M. Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(3):152-158.
42. Añez CRR, Petroski EL. O exercício físico no controle do sobrepeso corporal e da obesidade. *Revista Digital EF Deportes* 2002;8(52):1-3.
43. Ciolac EG, Guimarães GV. Exercício físico e síndrome metabólica. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(4):319-24.
44. Cardoso LM, Ovando RGM, Silva SF, Ovando LA. Aspectos importantes na prescrição do exercício físico para o diabetes mellitus tipo 2. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício* 2007;1(6):59-69.
45. Krinski K, Elsangedy HM, Gorla JI, Calegari DR. Efeitos do exercício físico em indivíduos portadores de diabetes e hipertensão arterial sistêmica. *Revista Digital EF Desportes* 2006;10(93):1-8.
46. Cambri LT, Gevaerd SM. Indicadores antropométricos e parâmetros bioquímicos em diabéticos tipo 2. *Revista Motriz* 2006;12(3):293-300.
47. Forjaz CLM, Junior Cardoso CG, Bisquolo VAF. Exercício físico, resistência à insulina e diabetes melito: efeitos agudos e crônicos, cuidados necessários. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2002;12(5):16-27.
48. Queiroga MR, Silveira RF, Oliveira MFM, Crespilho D, Kokubun E, Luciano E. Efeito do exercício físico agudo sobre a glicemia e lipidemia de ratos diabéticos tratados com metformina. *Rev Educ Fís* 2006;17(2):169-175.

49. Araujo LMB, Brito MS, Porto da Cruz TR. Tratamento do diabetes mellitus tipo 2: novas opções. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2000;44(6):509-18.
 50. Gazola VF, Bazotte RB, Souza SV. A Atividade física no tratamento de pacientes portadores de diabetes mellitus. *Arq Ciênc Saúde Unipar* 2001;5(1):25-32.
 51. Lyra R, Oliveira M, Lins D, Cavalcanti N. Prevenção do diabetes mellitus tipo 2. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2006;50(2):239-49.
 52. Mercuri N, Arrechea V. Atividade física e diabetes mellitus. *Diabetes Clínica* 2001;4:347-9.
 53. Cambri LT, Decimo PJ, Souza M, Oliveria RF, Gevaerd SN. Efeito agudo e crônico do exercício físico no perfil glicêmico e lipídico em diabetes tipo 2. *Revista Motriz* 2007;13(4):238-248.
 54. Vancea DMM, Vancea JN, Pires MIF, Reis MA, Moura RB, Dib SA. Efeito da frequência do exercício físico no controle glicêmico e composição corporal de diabetes tipo 2. *Arq Bras Cardiol* 2009;92(1):23-30.
 55. Cambri LT, Gevaerd SM. Diabetes mellitus tipo 2, hemoglobina glicada e exercício físico. *Rev Min Educ Fís* 2006;14(2):47-67.
-