

Posicionamento Oficial SBD

nº 04/2015

**ATIVIDADE FÍSICA E DIABETES:
A PRÁTICA SEGURA DE ATIVIDADES
DESPORTIVAS**

SBD
SOCIEDADE
BRASILEIRA DE
DIABETES

Índice

- 3 -

PREFÁCIO

- 5 -

INTRODUÇÃO

- 6 -

CONCEITOS GERAIS RELACIONADOS À ATIVIDADE FÍSICA

- 10 -

FISIOLOGIA DO METABOLISMO ENERGÉTICO DURANTE O EXERCÍCIO

- 14 -

IMPACTO DO EXERCÍCIO FÍSICO NA GLICEMIA EM PESSOAS COM DIABETES

- 15 -

ADAPTAÇÕES METABÓLICAS RESULTANTES DA ATIVIDADE FÍSICA REGULAR

- 16 -

AVALIAÇÃO DO PACIENTE ANTES DA ATIVIDADE FÍSICA

- 19 -

CUIDADOS COM O EXERCÍCIO FÍSICO NO DIABETES

- 19 -

HIPERGLICEMIA

- 19 -

HIPOGLICEMIA

- 23 -

ATIVIDADE FÍSICA NA PRESENÇA DE COMPLICAÇÕES CRÔNICAS

- 26 -

CUIDADOS ESPECIAIS COM O DM2 NO IDOSO

- 28 -

CUIDADOS GERAIS NA ATIVIDADE FÍSICA DE PESSOAS COM DIABETES

- 29 -

ASPECTOS NUTRICIONAIS E SUPLEMENTAÇÃO NA ATIVIDADE FÍSICA

- 29 -

CARBOIDRATOS

- 29 -

PROTEÍNAS

- 30 -

POSSÍVEL PAPEL DOS SUPLEMENTOS NA ATIVIDADE FÍSICA DO ATLETA COM DIABETES

- 32 -

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PREFÁCIO

A Sociedade Brasileira de Diabetes vem sendo solicitada por instituições públicas e privadas a se posicionar oficialmente quanto a vários conceitos e recomendações relativos a importantes aspectos da assistência à pessoa com diabetes na prática clínica diária.

Além disso, médicos especialistas e clínicos não especialistas têm uma urgente necessidade de atualizar seus conhecimentos e suas condutas clínicas recorrendo a orientações da SBD na forma de atividades presenciais de atualização, consensos e, mais recentemente, através de Posicionamentos Oficiais sobre os aspectos mais importantes relacionados à boa prática clínica na assistência ao portador de diabetes.

Os Posicionamentos Oficiais SBD têm por objetivo divulgar os pareceres oficiais dessa instituição em relação a aspectos preventivos, diagnósticos e terapêuticos do diabetes e das doenças comumente associadas. Outro objetivo igualmente importante é o de propiciar aos associados o recebimento, via correio, dos Posicionamentos Oficiais da SBD como mais uma prestação de serviços que visa atualizar continuamente os médicos e os gestores de serviços de atenção ao portador de diabetes.

São Paulo, setembro de 2015.

DR. WALTER J. MINICUCCI

Presidente da Sociedade Brasileira de Diabetes
Biênio 2014-2015

Atividade física e diabetes:
a prática segura de atividades desportivas

Editor-chefe:

Dr. Rodrigo Lamounier

CRM-MG 31.293

Doutor em Endocrinologia pela FMUSP. Coordenador do Departamento de Atividades Físicas SBD 2012-13 e 2014-15. Professor Visitante da Faculdade de Medicina da Universidade da Pensilvânia (EUA).

Coordenação Editorial

Dr. Augusto Pimazoni Netto

CRM-SP 11.970

Coordenador do Grupo de Educação e Controle do Diabetes do Hospital do Rim e Hipertensão da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP.

Editores Associados:

Dr. Fábio Moura

CRM-PE 10.909

Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade de Pernambuco.
Especialista em Endocrinologia pela SBEM.

Dr. Edson Perrotti

CRM-AL 3.874

Pós-graduação no Serviço de Endocrinologia do Hospital Felício Rocho (MG).
Título de Especialista em Endocrinologia e Metabologia pela SBEM.
Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Alagoas (PPGNUT, UFAL).

Dr. Mauro Scharf

CRM-PR 13.009

Chefe do Serviço de Endocrinologia Pediátrica do Hospital Nossa Senhora das Graças.
Fundador do Centro de Diabetes Curitiba - *Collaborative SWEET Center*.

Flávio Aguiar

CREF-RG 7852 G

Graduado em Educação Física pela UERJ. Especialização em Biomecânica UFRJ.
Professor da Rede Municipal de Ensino do Rio de Janeiro. Professor Equipe Filhos do Vento/RJ.

Nutr. Luciana Bruno

CRN-SP 7.314

Nutricionista Clínica com treinamento no *Joslin Diabetes Center*. Mestranda da disciplina de Ciências Endocrinológicas da UNIFESP. Vice-coordenadora do Departamento de Nutrição da SBD (biênio 2014-2015).

Introdução

A atividade física é um dos pilares do tratamento do diabetes, e o impacto do combate ao sedentarismo nesse tratamento é enorme, seja na melhora do controle glicêmico, seja no melhor manejo de comorbidades, como excesso de peso, hipertensão arterial, dislipidemia, risco cardiovascular e sono, entre outras coisas.^{1,2} O benefício da prática regular de exercícios físicos é enorme para todas as pessoas, com e sem diabetes, seja entre crianças e adolescentes, para os quais essa prática é fundamental também no desenvolvimento físico e mental, seja entre adultos, para os quais o aspecto cardiovascular tem grande relevância.³ Para os idosos, além dos benefícios já citados, acrescenta-se a importância da manutenção da massa magra, bem como a prevenção e o tratamento da sarcopenia do idoso.

Há uma grande proporção das pessoas com diabetes que não pratica exercícios físicos regularmente. Nos Estados Unidos, estima-se que 39% dos adultos com diabetes sejam fisicamente ativos em comparação a 58% dos norte-americanos adultos sem diabetes; entre os que têm mais de 60 anos e diabetes, o percentual de ativos é de 28%.^{4,5} Por outro lado, tanto no *diabetes mellitus* tipo 1 (DM1) quanto no *diabetes mellitus* tipo 2 (DM2), o exercício físico pode requerer cuidados especiais. Assim, é papel de todo profissional de saúde encorajar, insistir, estimular e capacitar as pessoas com diabetes, de todas as idades, a praticar exercícios físicos regularmente, de maneira constante, progressiva e segura.

O objetivo desse posicionamento é discutir os principais aspectos práticos do exercício físico no diabetes e orientar os profissionais de saúde sobre os conceitos importantes relacionados a exercício físico e diabetes, nas diversas idades, e sobre as peculiaridades da avaliação pré-participação, do controle glicêmico e da prescrição de exercícios, além dos aspectos nutricionais associados.

Conceitos gerais relacionados à atividade física

Atividade física (AF): movimento corporal produzido pela contração da musculatura esquelética que requer gasto energético além do gasto energético de repouso.

Condicionamento físico: inclui preparo cardiovascular, além de condicionamento (massa) muscular e flexibilidade.

Condicionamento cardiorrespiratório (também chamado de condicionamento aeróbico ou condicionamento de *endurance*): habilidade do sistema respiratório de suprir oxigênio durante a atividade física sustentada. O padrão-ouro da medida do preparo cardiorrespiratório é o teste de consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), que consiste na calorimetria indireta, feita em um teste de esteira, que correlaciona a intensidade do exercício (pela velocidade e inclinação da esteira, além da frequência cardíaca) com o consumo de oxigênio (calorimetria indireta).

O $VO_{2máx}$ pode ser estimado com acurácia através de testes de esforço padrão na esteira sem a calorimetria indireta.⁶ (Tabela 1)

Tabela 1. CORRELAÇÃO ENTRE INTENSIDADES RELATIVAS

Intensidade	$VO_{2máx}$ (%)	$FC_{máx}$ (%)*	TEP(BORG)**	BORG(mod)***
Muito leve	<20	<35	<10	1-2
Leve	20-39	35-54	10-11	2-3
Moderada	40-59	55-69	12-13	4-5
Forte	60-84	70-89	14-16	6-7
Muito forte	>85	>90	17-19	8-9
Máxima	100	100	20	10

*Frequência Cardíaca Máxima (FC)=220-idade; **Escala de Percepção de esforço de Borg.
***Escala adaptada para o decimal, facilitando o uso na prática.
Adaptado de: Haskell e Pollock de "Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General"

Condicionamento muscular: refere-se à força (quantidade de força que o músculo pode exercer) e à *endurance* muscular (capacidade do músculo de continuar a realizar o exercício sem entrar em fadiga).

Exercício físico (EF): é um tipo de atividade física, um movimento corporal planejado, estruturado e repetitivo executado para melhorar ou manter um ou mais dos componentes do condicionamento físico. Neste texto os termos "Atividade Física" e "Exercício Físico" são utilizados com o mesmo significado.^{7,8} (Tabela 2)

Tabela 2. TIPOS DE EXERCÍCIO FÍSICO

Exercício aeróbico		
Definição e frequência recomendada/intensidade	Intensidade	Exemplos
Definição: Movimentos rítmicos, repetitivos e continuados de um mesmo grande grupo muscular, por pelo menos 10 minutos.	Moderada: 50-70% do $VO_{2máx}$	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclismo. • Caminhadas vigorosas. • Natação continuada. • Dança. • Hidroginástica.
Frequência recomendada: mínimo de 150 minutos por semana (intensidade moderada).	Vigorosa: >70% do $VO_{2máx}$	<ul style="list-style-type: none"> • Caminhadas vigorosas na subida. • Corrida. • Ginástica aeróbica. • Basquete. • Natação rápida. • Dança vigorosa/rápida.
Exercício de resistência		
Definição	Frequência recomendada: 3 vezes por semana	Exemplos
Exercício de curta duração com o uso de pesos, de aparelhos de musculação ou ainda bandas elásticas com o objetivo de aumentar a força e a resistência muscular.	<p>Iniciar com uma série com pesos que consiga realizar 15 a 20 repetições com boa execução.</p> <p>Progredir para duas séries, diminuindo-se o número de repetições para 10-15, com leve aumento na carga (peso). Caso não se consiga completar as repetições sugeridas com boa execução, reduzir o peso.</p> <p>Progredir para três séries de 8 repetições, com aumento da carga observando-se sempre a boa execução do exercício.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exercícios com pesos manuais. • Exercícios executados em máquinas de musculação.
Adaptado de: Sigal RJ, et al. <i>Can J Diabetes</i> 2013;37:S40-S44; Colberg SR, et al. <i>Diabetes Care</i> 2010;33:e147-e167.		

Exercício aeróbico: compõe-se de movimentos rítmicos, repetitivos e contínuos, do mesmo grande grupo muscular, feitos durante pelo menos 10 minutos por sessão. Caracteriza-se por baixos níveis de contrações musculares que, entretanto, são mais prolongadas em termos de duração e usam carboidratos, gorduras e alguma proteína para obter oxidação mitocondrial no músculo. O metabolismo aeróbico é a forma primária de produção de energia durante exercícios como corrida, ciclismo, natação e esportes de *endurance*. Alguns exemplos de exercício aeróbico: caminhada, ciclismo, corrida, natação e hidroginástica, entre outras modalidades esportivas. Se for praticado com intensidade e frequência suficientes, esse tipo de exercício melhora o condicionamento cardiorrespiratório.

Exercício de resistência: atividade que usa a força muscular para movimentar pesos ou trabalhar contra uma carga de resistência. Os exercícios anaeróbicos caracterizam-se pela alta intensidade das contrações musculares. Alguns exemplos: levantamento de peso, exercícios com máquinas de musculação e atividades isométricas. Se realizados com regularidade e intensidade moderadas ou altas, os exercícios de resistência melhoram o condicionamento muscular.

Flexibilidade: refere-se à capacidade de amplitude dos movimentos articulares.

Glicogenólise: é a quebra de glicogênio para a liberação de glicose.

Gliconeogênese ou neoglicogênese (“formação de novo açúcar”): é a produção de glicose a partir de compostos aglicanos (não açúcares ou não carboidratos); a maior parte desse processo se realiza no fígado (principalmente em condições de jejum), enquanto uma parte menor é feita no córtex dos rins. Entre os seres humanos, os principais precursores são: lactato, glicerol e aminoácidos, principalmente a alanina.

Glicólise: é um conjunto de reações nas quais a glicose é oxidada produzindo duas moléculas de piruvato, duas moléculas de ATP e dois equivalentes reduzidos de NADH+, que serão introduzidos na cadeia respiratória ou na fermentação. A glicólise é uma das principais rotas para geração de ATP nas células e está presente em todos os tipos de tecidos.

Intensidade do exercício aeróbico: considerada “moderada” quando está entre 40 e 70% do $VO_{2máx}$ (~50% a 75% da $FC_{máx}$) e “vigorosa” quando é maior que 70% do $VO_{2máx}$ (>75% da $FC_{máx}$).

Intensidade do exercício de resistência: considerada alta se a resistência for maior que 75% do máximo que pode ser levantado de uma única vez ($\geq 75\%$ de uma repetição máxima [1 RM]) e moderada se a resistência for equivalente a 50%-74% de 1 RM.⁹

MET (equivalente metabólico): o MET é a unidade de intensidade de gasto energético equivalente ao gasto energético de repouso. Um (1) MET equivale ao gasto médio de um adulto sentado em repouso por metro quadrado de superfície corporal e corresponde a cerca de 3,5 mL/kg/min de oxigênio. A intensidade de um exercício pode ser medida por MET/h, considerando-se sua intensidade em MET e sua duração em horas.

VO_{2máx}: é a capacidade máxima de transportar e metabolizar oxigênio durante um exercício físico. Trata-se da variável fisiológica que reflete melhor a capacidade aeróbica de um indivíduo. A sigla deriva da expressão “volume de oxigênio (O₂) máximo”, e a variável expressa o fluxo em mililitros de oxigênio por minuto (mL/min).

Fisiologia do metabolismo energético durante o exercício

Em condições de elevada disponibilidade de lipídios, os músculos esqueléticos utilizam principalmente os ácidos graxos como substrato na síntese de ATP; por outro lado, quando há abundância de carboidratos, a glicose passa a ser mais utilizada.

Os carboidratos são uma fonte importante de energia, mas sua capacidade de estoque no organismo é limitada. A necessidade básica de glicose dos tecidos é da ordem de 300 g/dia, enquanto a capacidade de armazenamento na forma de glicogênio se limita a 100 g/dia. Já as reservas orgânicas de lipídios são bem maiores, constituindo, portanto, a fonte energética principal do organismo, especialmente em situações de jejum e em condições basais. A glicose fica, dessa forma, reservada aos órgãos mais nobres que dela dependem.

Assim, também durante o exercício físico de intensidade leve a moderada, os ácidos graxos são a fonte principal de energia, evitando-se a depleção dos estoques de glicogênio, o que comprometeria a performance. Por outro lado, no exercício de alta intensidade, há aumento da disponibilidade e da oxidação de glicose, com diminuição da oxidação de lipídios. No exercício de intensidade leve a moderada, os ácidos graxos são mobilizados do tecido adiposo (periférico e intramuscular) pela lipólise e utilizados pelo sistema musculoesquelético. Há, no exercício de alta intensidade, diminuição da lipólise e aumento da oxidação de glicose.^{10,11}

A produção endógena (hepática) de glicose aumenta bastante durante o exercício aeróbico. Isso ocorre de forma coordenada com o aumento, induzido pelo exercício, da captação de glicose pelo tecido muscular periférico. Essa regulação se liga intrinsecamente à ação da insulina e do glucagon. O exercício leve ou moderado estimula a secreção de glucagon, que eleva a glicogenólise e a gliconeogênese. O glucagon ainda estimula o metabolismo de aminoácidos e a oxidação de gorduras, fornecendo precursores e energia para a gliconeogênese. **(Tabela 3)**

A diminuição da insulina durante a atividade física é fundamental para a plena resposta glicogenolítica ao exercício; experimentalmente, quando a redução dos níveis de insulina é eliminada, o aumento da produção endógena de glicose diminui 50%.¹² Esse efeito sobre o glicogênio é importante para manter a glicose estável durante o exercício físico aeróbico, já que, aumentando-se a sensibilidade à insulina e o gasto energético, haveria tendência à hipoglicemia, o que na prática não ocorre pela ação dos hormônios contrarreguladores. No exercício de alta intensidade ($>80\% \text{VO}_{2\text{máx}}$), pelo contrário, os níveis de adrenalina e noradrenalina aumentam até 15 vezes em relação ao valor basal, e a produção de glicose se eleva até sete vezes durante o exercício anaeróbico. De forma compensatória, nos indivíduos sem diabetes, os níveis de insulina dobram logo após uma sessão de exercício físico de alta intensidade, fazendo com que a glicemia retorne ao normal em até 60 minutos. No indivíduo com DM1, no qual a insulina não aumenta, pode haver hiperglicemia após exercício de alta intensidade.¹³

Tabela 3. PAPEL DA INSULINA E DO GLUCAGON NO METABOLISMO DE CARBOIDRATOS E LIPÍDIOS

Insulina	Glucagon
• Efeito hipoglicemiante.	• Efeito hiperglicemiante.
• Períodos pós-absortivos.	• Jejum e atividade física leve a moderada.
Fígado	
• Estimula a síntese do glicogênio hepático.	• Aumenta a glicogenólise.
• Inibe a gliconeogênese.	• Estimula a neoglicogênese (gliconeogênese).
• Inibe a glicogenólise.	• Inibe a síntese de glicogênio.
	• Estimula a captação de ácidos graxos livres.
Tecido muscular	
• Aumenta captação de aminoácidos.	• Aumenta a glicogenólise.
• Aumenta a síntese proteica.	
Tecido adiposo	
• Inibe a lipólise.	• Favorece a lipólise.
• Favorece a lipogênese.	
<i>Resumo didático elaborado pelos autores.</i>	

Os indivíduos com DM2 que têm elevação de leve a moderada da glicose apresentam, em geral, queda dos níveis glicêmicos durante o exercício. Esses pacientes, quando tratados apenas com dieta ou o uso associado de sulfonilureia e apresentam glicemias pós-prandiais acima de 200 mg/dL, podem ter redução de até 50 mg/dL da glicose após uma sessão de exercícios de 45 minutos de duração.¹⁴

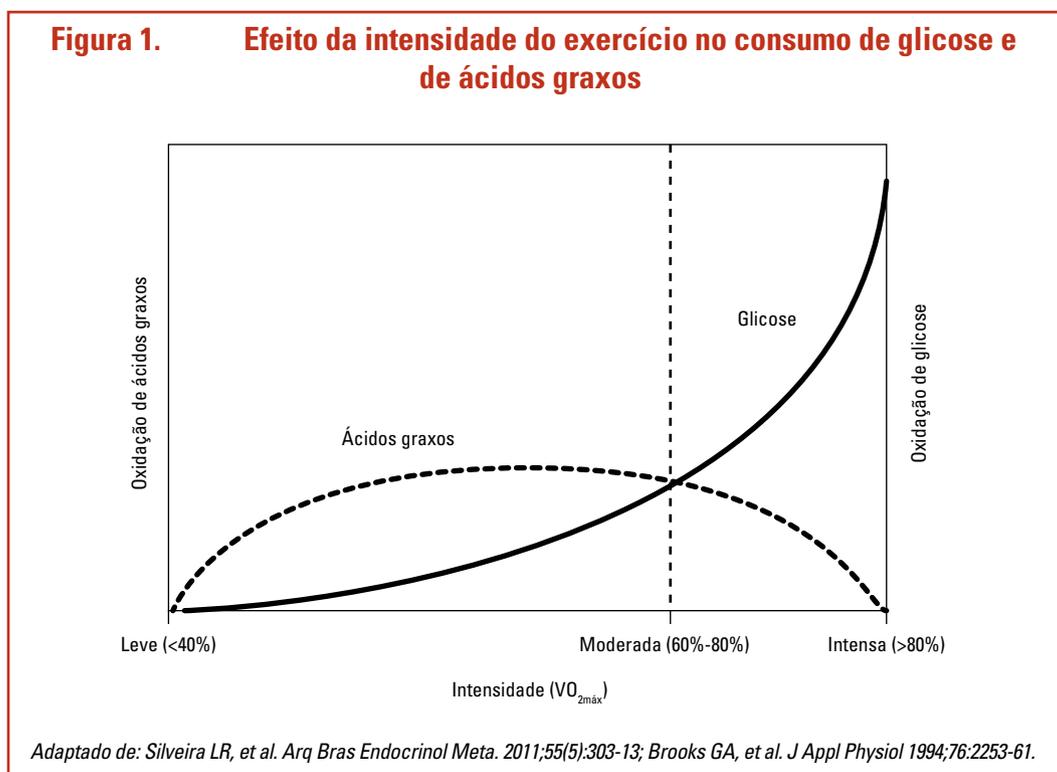
A ingestão de carboidratos é importante para melhorar o exercício de *endurance* devido ao aumento da disponibilidade de glicose para o músculo em trabalho.

A quantidade, a forma e o horário da administração da carga de carboidrato oral, assim como a intensidade e a duração do exercício, vão determinar a proporção adequada e o efeito dessa suplementação na manutenção dos níveis de glicose durante e após o exercício físico.

A ingestão de carboidratos diminui a mobilização de fontes de energia durante o exercício de longa duração (depleção de glicogênio).

A disponibilidade metabólica do carboidrato (CHO) ingerido depende de diversos fatores, o que torna difícil a determinação de sua eficiência exata; de qualquer maneira, uma estimativa razoável é a de que cerca de 40% de uma porção de 50 g de CHO ingerida no início do exercício moderado é metabolizada nos primeiros 60 minutos após a ingestão.¹⁵

No exercício de intensidade leve e moderada observa-se o predomínio dos ácidos graxos como fonte de energia, enquanto no de intensidade elevada a principal fonte passa a ser a glicose (>80% $VO_{2máx}$).^{11,16} (Figura 1)

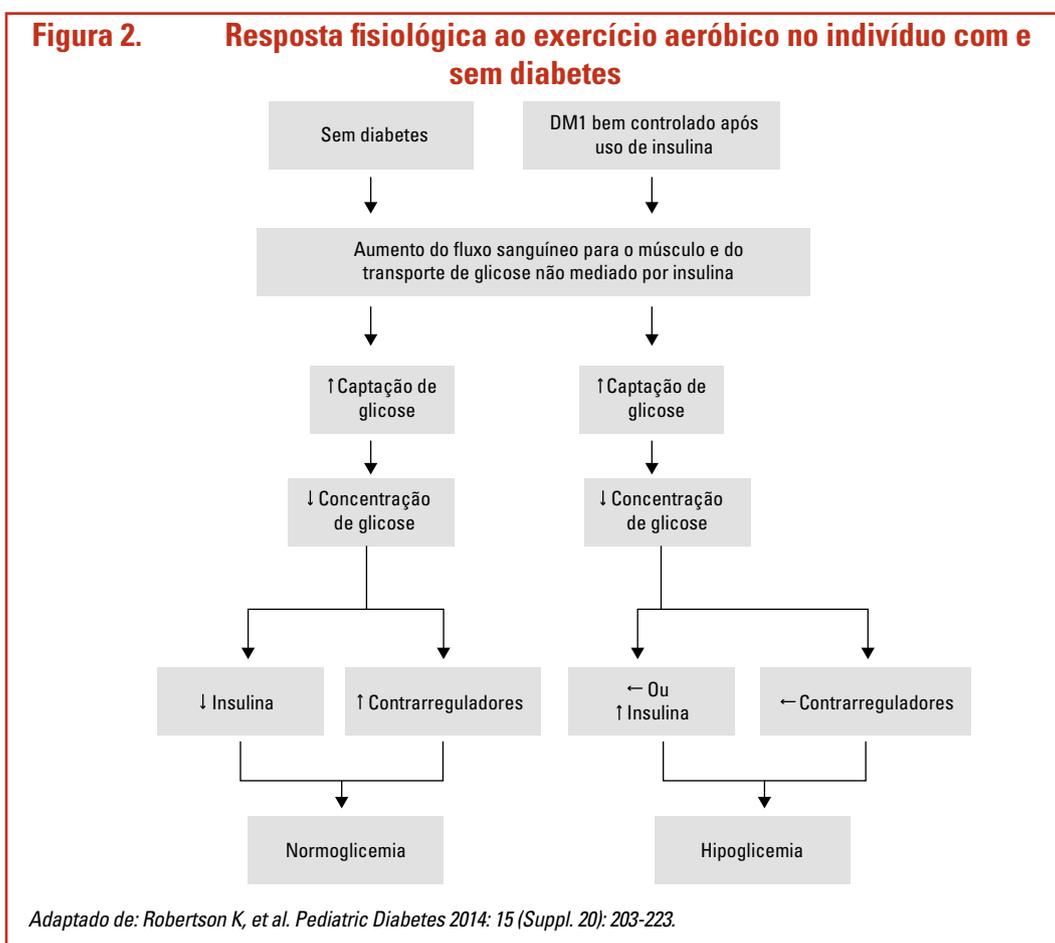


Metabolismo glicêmico pós-exercício

No músculo, o estímulo à captação de glicose continua mesmo bem depois do término do exercício. O CHO ingerido após o exercício será direcionado para a reposição de glicogênio muscular. No fígado, a reposição de CHO após o exercício, dada também a maior sensibilidade hepática à insulina nesse momento, leva à síntese de glicogênio hepático; a maior parte dessa glicose absorvida após o exercício será metabolizada de maneira não oxidativa.¹⁷

Impacto do exercício físico na glicemia em pessoas com diabetes

Devido à falência do mecanismo adaptativo na secreção de insulina diante dos exercícios aeróbicos e anaeróbicos, pode ocorrer hipoglicemia ou hiperglicemia. Durante o exercício aeróbico, a falha ou a impossibilidade da redução dos níveis de insulina circulante em indivíduos com DM1 limita a produção de glicose hepática, favorecendo a ocorrência de hipoglicemia. A exposição prévia a qualquer exercício aeróbico ou à hipoglicemia também bloqueia a produção de glicose durante o exercício subsequente pela diminuição da resposta contrarregulatória (glucagon e catecolaminas), favorecendo a exposição do indivíduo ativo à hipoglicemia.^{7,18} (Figura 2)



Em contraste, durante o exercício anaeróbico em indivíduos com DM1, o aumento de catecolaminas e a perda da regulação com a elevação compensatória de insulina no final do exercício vigoroso fazem crescer a produção hepática de glicose e limitam a disponibilização de glicose ao sistema musculoesquelético, o que provoca a tendência de aumento dos níveis de glicose circulante e o risco de ocorrência de hiperglicemia. É importante ressaltar que muitos exercícios mesclam ambas as características (aeróbicas e anaeróbicas).

Adaptações metabólicas resultantes da atividade física regular

As adaptações crônicas dependem dos parâmetros de exercício físico (intensidade, duração, frequência e tipo), assim como das características do indivíduo (condicionamento físico, doenças presentes, genética). O exercício de *endurance* (aeróbico de resistência, tipicamente de intensidade moderada e longa duração) proporciona ao músculo a capacidade de usar melhor o oxigênio e os combustíveis presentes no sangue, enquanto o exercício de resistência (musculação) leva à geração de força (como hipertrofia e força de contração). Em relação ao metabolismo da glicose, o treinamento físico causa a diminuição da secreção de insulina tanto basal quanto estimulada por glicose, enquanto, no sistema musculoesquelético, tanto o treinamento aeróbico quanto o de resistência leva ao aumento do GLUT4 muscular, com elevação da capacidade de transporte de glicose nos indivíduos treinados, o que melhora a sensibilidade periférica à insulina. O mecanismo pelo qual a atividade física aeróbica ou de resistência eleva a captação periférica de glicose é semelhante, embora o exercício de resistência tenha maior chance de induzir o aumento de massa muscular e, portanto, a capacidade de armazenamento muscular de glicose.^{19,20}

Importante

A atividade física é um dos pilares do tratamento do diabetes e da vida saudável. Todo profissional de saúde deve ter como uma de suas prioridades a promoção da prática regular de exercícios físicos e o combate ao sedentarismo.

Avaliação do paciente antes da atividade física

As pessoas com diabetes podem necessitar de avaliação antes de iniciar um programa de exercícios físicos, especialmente na presença ou na suspeita de complicações relacionadas ao diabetes, como doença cardiovascular, hipertensão arterial, neuropatia ou comprometimento microvascular.

Para aqueles que querem começar uma caminhada, não há necessidade de avaliação com teste de esteira, já que não existe evidência de benefício e também porque essa medida pode tornar o acesso mais complexo, dificultando o combate ao sedentarismo, que é a prioridade.

Por outro lado, as pessoas com diabetes devem, antes de iniciar qualquer atividade física mais vigorosa que uma caminhada intensa, fazer uma avaliação, seja para prevenir oscilações excessivas da glicose, no caso de crianças e adultos jovens com DM1 ou DM2 que fazem uso de insulina ou de sulfonilureia, seja pelo risco cardiovascular, seja pela presença de condição que pode determinar cuidados específicos, como os casos de neuropatia autonômica ou periférica graves ou ainda de retinopatia pré-proliferativa ou proliferativa.²¹

Importante

Para as pessoas que pretendem começar a fazer exercícios físicos de baixa intensidade, como caminhadas, não há, de modo geral, necessidade de teste ergométrico de rotina, já que não existe evidência de benefício e essa exigência pode ser uma barreira para a participação.²⁰

Não há na literatura boas evidências do benefício do teste ergométrico antes do início de um programa de exercícios físicos. De maneira geral, recomenda-se o teste ergométrico nas seguintes condições:

- Idade acima de 40 anos.
- Idade acima de 30 anos e presença de um fator de risco CV adicional:
 - Diagnóstico de DM2 há mais de dez anos e de DM1 há 15 anos.
 - Hipertensão arterial.

- Dislipidemia.
- Tabagismo.
- Retinopatia proliferativa.
- Nefropatia (inclusive microalbuminúria).
- Doença vascular periférica.
- Neuropatia autonômica.
- Suspeita ou diagnóstico de doença cardiovascular.

Deve-se estar atento, entretanto, ao fato de que quanto menor o risco absoluto do indivíduo maior a chance de teste falso-positivo, o que pode levar a testes invasivos desnecessários.²² Por outro lado, o teste ergométrico traz outras vantagens além do rastreamento de doença isquêmica silenciosa, já que permite ainda:

- Estimar a frequência cardíaca máxima.
- Estimar a resposta pressórica ao exercício.
- Usá-lo como parâmetro do condicionamento físico inicial.
- Usá-lo como auxiliar do planejamento da evolução e do treinamento físico.
- Estabelecer as faixas de intensidade do treinamento.
- Avaliar a capacidade funcional e o prognóstico.

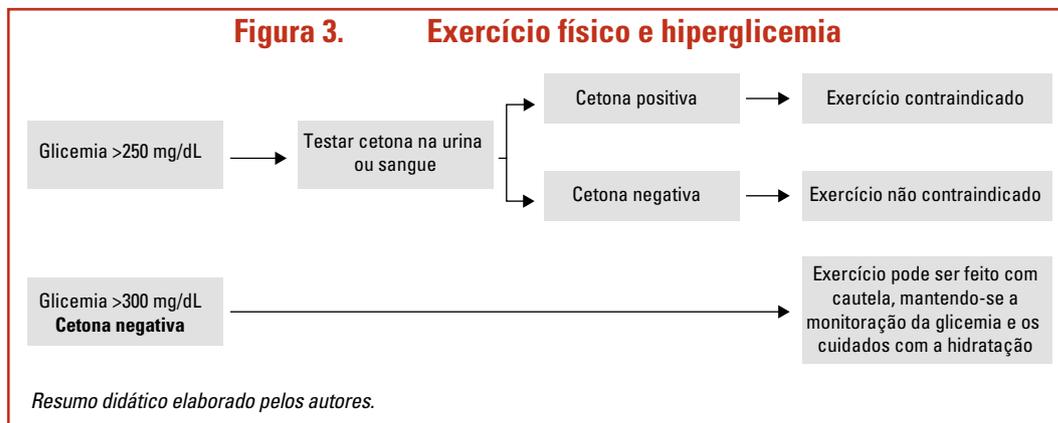
Assim como a percepção subjetiva de esforço (escala de Borg)²³ pode sofrer variação entre diferentes indivíduos em relação à mesma intensidade de exercício, de forma idêntica os mesmos indivíduos podem obter avaliações diferentes quando submetidos a exercícios diferentes, embora da mesma intensidade (corrida ou ciclismo em igual faixa de frequência), ou ao mesmo exercício, embora com diferentes protocolos de teste ergométrico.

Antes do programa de exercícios físicos (pré-participação), o teste ergométrico em esteira deve ser realizado em todo paciente com diabetes e risco CV em dez anos estimado pelo *UKPDS Risk Engine*²⁴ acima de 10%.

Cuidados com o exercício físico no diabetes

Hiperglicemia

Em pessoas com DM1 em privação de insulina por 12 a 48 horas ou que usam dose aquém do necessário (por exemplo, omissão de dose) e apresentam hiperglicemia e cetose, o exercício físico (EF) pode piorar a hiperglicemia, agravando a cetose e a desidratação. São recomendações tradicionais a suspensão do EF se, na presença de cetose, a glicemia estiver acima de 250 mg/dL ou nos casos em que, mesmo na ausência de cetose, a glicemia é superior a 300 mg/dL.²⁵ (Figura 3)



No caso, entretanto, dos pacientes bem insulinizados ou que apresentam boa reserva insulínica, naqueles com DM2, especialmente no período pós-prandial, o exercício de intensidade leve a moderada ajudará a diminuir o índice glicêmico. O paciente com DM2 não precisa adiar o EF por causa de hiperglicemia, desde que esteja se sentindo bem, preparado e apto a realizá-lo. A tendência é que com a atividade física a glicose caia e o paciente possa exercitar-se com segurança; deve estar atento, porém, à hidratação.¹⁹

No DM1, o aumento dos níveis de glicose após um EF de alta intensidade pode ser evitado com o uso de uma pequena dose adicional de insulina ultrarrápida no meio da atividade ou após o término. Deve-se atentar para o fato de que posteriormente esse exercício aumentará a sensibilidade à insulina e poderá favorecer a hipoglicemia tardia.

Hipoglicemia

A hipoglicemia é a complicação mais frequente e grave da insulinoterapia intensiva. Esse tratamento aumenta em duas a três vezes o risco dessa complicação, o qual também é maior em homens, adolescentes e nos pa-

cientes com histórico de hipoglicemia grave. A atividade física é um dos fatores precipitantes de hipoglicemia mais frequentes.

A queda de glicose ocorre por excesso de insulina circulante durante o EF, seja pelo aumento da absorção da insulina injetada no tecido subcutâneo, seja pela perda da capacidade endógena de redução dos níveis circulantes de insulina, o que prejudica a liberação hepática de glicose e predispõe o paciente à hipoglicemia em 20 a 60 minutos após o início do exercício.

Outro fator importante é a perda do mecanismo contrarregulatório devido a sessões prévias de EF, ou também a episódio hipoglicêmico recente. Portanto, atletas com DM1 que apresentaram hipoglicemia nos dias precedentes a uma competição estão em maior risco de hipoglicemia associada ao exercício.

Além disso, o EF melhora a sensibilidade à insulina na musculatura periférica, efeito que pode se manter por várias horas ou dias após o exercício. Por isso alguns atletas com DM1 apresentam um quadro chamado de hipoglicemia tardia relacionada ao exercício, que pode ocorrer durante o sono, determinando a necessidade de maior monitoração do paciente ou de lanches extras.²⁶

Os sinais e sintomas de hipoglicemia são apresentados na **tabela 4**.

Tabela 4. SINAIS E SINTOMAS DE HIPOGLICEMIA

Autonômicos Surgem, em geral, no caso de níveis de glicose ≤ 70 mg/dL	Neurogênicos (neuroglicopênicos) Surgem com a queda mais acentuada da glicose
• Taquicardia.	• Visão turva.
• Sudorese.	• Fadiga.
• Fome.	• Dificuldade de raciocínio.
• Nervosismo.	• Perda de controle motor.
• Cefaleia.	• Agressividade.
• Tremores.	• Convulsão.
• Tonteira.	• Perda de consciência.
• Relacionados à liberação de adrenalina e acetilcolina.	• Relacionados ao sofrimento neuronal por privação de glicose.

Há diversas estratégias possíveis para a prevenção da hipoglicemia relacionada ao exercício, que em geral incluem suplementação de carboidratos (CHO), redução ou supressão de dose de insulina. **(Tabelas 5 e 6)** Para crianças e adolescentes com diabetes, a necessidade de carboidrato para prevenir a hipoglicemia é elevada, propondo-se a relação de 1 g de CHO/kg/h, que foi eficiente na prevenção de hipoglicemia após 1 hora de ciclismo em intensidade moderada.²⁷⁻²⁹

Tabela 5. REDUÇÃO DA DOSE DE INSULINA ULTRARRÁPIDA DA REFEIÇÃO PRÉ-EXERCÍCIO EM RELAÇÃO À DURAÇÃO E À INTENSIDADE DO EXERCÍCIO

Intensidade do exercício (% de VO _{2 máx})	Redução da dose de insulina (%)	
	30 minutos de exercício	60 minutos de exercício
25	25	50
50	50	75
75	75	Não aplicar

Adaptado de: Rabasa-Lhoret R, et al. Diabetes Care 2001;24: 625-630.

Tabela 6. ESTRATÉGIAS PARA PREVENIR HIPOGLICEMIAS

Estratégia	Conduta
Monitoração glicêmica (MG)	<ul style="list-style-type: none"> • Medir antes, durante e após o exercício físico (EF). • Se duração maior que 30-60 min. • Medir 2 a 3 vezes ANTES, em intervalos de 30 min (ver tendência antes de começar). • Se possível, medir a cada 30 min durante o EF. • Se EF em calor ou frio extremos ou que envolva maior risco: intensificar mais a MG. • Se histórico de hipo tardia: medir a cada 2-4h após EF. • Se hipo noturna, medir antes de dormir, 1 vez durante a madrugada e ao acordar.
Ingestão de carboidratos	<p>Antes: depende da glicemia, em geral necessária se glicemia <100 mg/dL.</p> <p>Durante:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Se sessão >60 minutos, especialmente se insulina prévia não foi reduzida pelo menos 50%. b. Se EF durante pico de ação da insulina, mais CHO pode ser necessário. <p>Após: programar lanche ou refeição após o treino.</p>

Tabela continua na página seguinte.

Ajuste de insulina <ul style="list-style-type: none">• (importante se a intensidade for de moderada a intensa/muito intensa em treinos por >30 min).• O médico deve determinar junto com o atleta a melhor estratégia a ser adotada.	1. Bomba de insulina <ul style="list-style-type: none">a. ↓ basal em 20-50% 1 a 2h antes do EF.b. ↓ <i>bolus</i> em até 50% na refeição anterior.c. Suspender ou desconectar a bomba no início do EF. Bombas não podem ser desconectadas ou suspensas no EF por >60 min sem insulina suplementar. 2. Múltiplas doses de insulina <p>Reduzir a dose de <i>bolus</i> em até 50% na refeição anterior.</p> 3. Hipoglicemia noturna <p>Reduzir a dose de <i>bolus</i> da refeição noturna em 50%.</p>
<p><i>Adaptado de: Riddell MC, et al. Can J Diabetes. 2006;30:63-71.</i></p>	

Do ponto de vista da modalidade do exercício, as alternativas para minimizar o risco de hipoglicemia são intercalar atividades de explosão (tiros curtos, por exemplo) ou antecipar o exercício resistido, realizando-o antes do treino aeróbico e minimizando o efeito hipoglicemiante deste último.³⁰

Outras estratégias para prevenir a hipoglicemia causada pela atividade física são:

- Ter sempre consigo opções de carboidratos.
- Aumentar de forma progressiva a intensidade e a duração da atividade.
- Horas antes, ingerir CHO de absorção lenta, repondo as reservas de glicogênio.
- Não injetar insulina nos locais próximos aos grupos musculares envolvidos no EF.
- Anotar os dados referentes aos treinos, ao uso de insulina e à alimentação, além das glicemias relacionadas, para possibilitar a individualização.
- Encorajar o uso de novas tecnologias, como sensores, monitores contínuos, aplicativos em *smartphones* e relógios monitores.
- Nas escolas e nos locais de treinamento, devem estar disponíveis alimentos que contêm carboidratos, glucagon injetável (Glucagen®) e orientações sobre o tratamento da hipoglicemia.

- Os monitores de glicemia contínua e as bombas de insulina com tecnologias de autossuspensão e manejo programado de hipoglicemia são úteis e podem beneficiar pacientes que usam essas tecnologias.
- Para a reposição de CHO no caso de atividade física não se deve esperar a queda dos níveis de glicose, quando a hipoglicemia já será inevitável. Com a avaliação prévia da necessidade, a reposição pode ser feita em porções divididas, prevenindo-se a hipoglicemia.
- Hipoglicemias noturnas são acentuadas quando a atividade física é feita à tarde ou à noite. A redução na basal noturna e/ou ingestão de 15 a 30 g de CHO no lanche da noite podem atenuar o risco.

Atividade física na presença de complicações crônicas

A presença de retinopatia restringe o tipo de exercício que pode ser praticado, já que esforços que causem grandes elevações de pressão arterial, especialmente contrações isométricas e manobra de Valsalva, podem ser contraindicados dependendo da presença de retinopatia.²¹ (Tabela 7)

A nefropatia diabética não implica em recomendações específicas, exceto a adequação do exercício à capacidade física do indivíduo. Já a neuropatia diabética tem implicação na prescrição do exercício, dependendo do quadro clínico.

Tabela 7. CUIDADOS DURANTE O EXERCÍCIO FÍSICO EM INDIVÍDUOS COM RETINOPATIA DIABÉTICA

Tipo de retinopatia diabética	Exercícios físicos aceitáveis	Exercícios físicos desaconselháveis	Reavaliação oftalmológica
Sem retinopatia.	Determinados pela avaliação clínica.	Determinados pela avaliação clínica.	12 meses.
Retinopatia não proliferativa leve.	Determinados pela avaliação clínica.	Determinados pela avaliação clínica.	6 a 12 meses.
Retinopatia não proliferativa moderada.	Determinados pela avaliação clínica.	Atividades que possam elevar a pressão arterial: <ul style="list-style-type: none"> • Levantamento de peso. • Manobra de Valsalva intensa. 	4 a 6 meses.
Retinopatia não proliferativa severa.	Determinados pela avaliação clínica.	Atividades que possam elevar a pressão arterial, incluindo esportes de competição intensa.	2 a 4 meses (pode requerer terapia com <i>laser</i>).

Tabela continua na página seguinte.

Continuação da Tabela 7.

Retinopatia proliferativa.	Condicionamento cardiovascular de baixo impacto: <ul style="list-style-type: none"> • Natação. • Caminhada. • Exercícios aeróbicos de baixo impacto. • Bicicleta ergométrica (leve). • Exercícios de <i>endurance</i>. 	Atividades extenuantes, manobra de Valsalva, impacto, explosão, incluindo: <ul style="list-style-type: none"> • Levantamento de peso. • Corrida, aeróbicos de alto impacto. • Esportes com raquete. • Tocar trompete de maneira extenuante. 	1 a 2 meses (pode necessitar de terapia com <i>laser</i>).
<p><i>Adaptado de: American Diabetes Association Position Statement. Physical Activity/Exercise and Diabetes. Diabetes Care 2004;27 (Suppl. 1):S58-S62.</i></p>			

A presença de neuropatia periférica pode estar relacionada a perda de sensibilidade protetora nos pés. Havendo neuropatia periférica significativa, deve-se evitar exercícios com suporte de peso. O exercício repetitivo em pé com sensibilidade prejudicada pode levar à ulceração e a fraturas.²¹ (Tabela 8)

Tabela 8. EXERCÍCIOS PARA PACIENTES COM PERDA DE SENSIBILIDADE PROTETORA

Exercícios contraindicados	Exercícios recomendados
• Esteira.	• Natação, hidroginástica.
• Caminhada prolongada.	• Bicicleta.
• Corrida.	• Remo.
• Exercícios de <i>step</i> .	• Exercícios de cadeira.
	• Exercícios de braços.
	• Outros exercícios que não tenham que sustentar o peso do corpo.
<p><i>Adaptado de: American Diabetes Association Position Statement. Physical Activity/Exercise and Diabetes. Diabetes Care 2004;27 (Suppl. 1):S58-S62.</i></p>	

A avaliação da neuropatia pode ser feita por exame clínico dos pés, avaliação de reflexos tendinosos, sensibilidade vibratória e propriocepção. A sensibilidade ao toque pode ser mais bem avaliada com o uso de monofilamento; o de 10 g é sugerido com limiar de detecção, e a ausência de sensibilidade indica risco aumentado

de lesões futuras por perda de sensibilidade. A presença de neuropatia autonômica pode limitar a capacidade individual de exercício físico. A taquicardia em repouso (frequência cardíaca [FC] >100 bpm), assim como o ortostatismo (queda da pressão arterial acima de 20 mmHg com o paciente na posição em pé), pode ser sinal de neuropatia autonômica cardíaca. Outras disautonomias podem incluir manifestações na pele, nas pupilas, no sistema gastrointestinal e no geniturinário. A morte súbita e a isquemia miocárdica silenciosa podem ser atribuídas à neuropatia autonômica diabética.

Em caso de neuropatia autonômica, a cintilografia miocárdica está indicada para avaliar a presença e a extensão de doença cardiovascular nesses pacientes. A hipo e a hipertensão após exercício vigoroso ocorrem com mais frequência em pacientes com neuropatia diabética, especialmente quando iniciam um programa de EF. A neuropatia autonômica pode prejudicar a termorregulação, e esses pacientes devem ser orientados a evitar EF em temperatura ambiente extrema e a estar especialmente atentos à hidratação.

Cuidados especiais com o DM2 no idoso

No idoso, além da perda de função da célula beta, ocorre aumento da adiposidade central, com diminuição da massa magra e maior resistência à insulina. A resistência insulínica no idoso está relacionada também à diminuição do tecido muscular, que pode configurar a sarcopenia, que aumenta o risco de queda e fraturas, de eventos cardiovasculares e de perda da autossuficiência.

A sarcopenia é três vezes mais frequente na pessoa com diabetes. O risco de sarcopenia aumenta com o tempo de diagnóstico, o mau controle glicêmico e o sedentarismo.^{31,32}

Os idosos são uma população especial em termos de tratamento devido à tendência a características como maior risco de hipoglicemia, doenças associadas, uso de muitas medicações, inapetência, má absorção, disfunções renais e hepáticas, perda de controle de esfíncteres.

A ocorrência de hipoglicemia nessa população está relacionada a piora do declínio cognitivo e aumento de eventos cardiovasculares. A associação de sarcopenia, neuropatia periférica, disautonomia e diminuição da acuidade visual aumenta ainda mais o risco e a gravidade de quedas.

Nos idosos é ainda mais importante a associação de exercício resistido e aeróbico,³³ **(Tabela 9)** já que o ganho de massa magra é um objetivo do tratamento, pois melhora a sensibilidade à insulina e o controle glicêmico, combatendo a sarcopenia e a fragilidade.^{34,35}

Tabela 9. EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA IDOSOS COM DIABETES

GERAL
<ul style="list-style-type: none">• Os idosos com diabetes devem ser estimulados a serem tão ativos quanto a saúde deles permite.• O horário e o tipo de atividade física deve ser adequado ao tratamento e às peculiaridades de cada pessoa.
CATEGORIA 1 – FUNCIONALMENTE INDEPENDENTE
<ul style="list-style-type: none">• Deve-se encorajar os idosos com diabetes funcionalmente independentes a se exercitar adotando os mesmos alvos e objetivos do adulto em geral.
CATEGORIA 2 – FUNCIONALMENTE DEPENDENTE
<ul style="list-style-type: none">• Incentivar programas de exercícios de baixa intensidade, no domicílio, de modo a melhorar a performance física e manter as ABVD* e a mobilidade.• Se possível, avaliação com o fisioterapeuta para aqueles restritos ao domicílio, ou confinados ao leito, a fim de exercitar força e flexibilidade de membros superiores e inferiores.
Subcategoria A: Frágil
<ul style="list-style-type: none">• Treinos de equilíbrio e de resistência leves, para melhorar a performance física, a força de membros inferiores e manutenção do estado geral.
Subcategoria B: Demência
<ul style="list-style-type: none">• Orientar família e cuidadores nos exercícios de manutenção mais seguros, simples e eficazes, que podem ser feitos.
CATEGORIA 3 – CUIDADOS PALIATIVOS
<ul style="list-style-type: none">• Incentivar o tipo de EF coerente com a capacidade da pessoa e seu estado de saúde.
*ABVD: Atividades Básicas da Vida Diária.
<i>Adaptado de: International Diabetes Federation Managing Older People With Type 2 Diabetes. Global Guideline. Disponível em: http://www.idf.org/sites/default/files/IDF-Guideline-for-older-people-T2D.pdf (acessado em 20 de julho de 2015).</i>

Cuidados gerais na atividade física de pessoas com diabetes

- Toda pessoa com diabetes deve ser incentivada à prática regular de exercícios físicos. O jovem com bom controle metabólico pode fazer a maioria das atividades com segurança. No adulto o condicionamento cardiovascular é fundamental para a saúde, enquanto na fase de envelhecimento a manutenção da massa muscular e da funcionalidade passa a ser o foco central.
- Toda sessão de exercícios físicos deve incluir períodos de 5 a 10 minutos de aquecimento com exercício aeróbico de baixa intensidade. Após o aquecimento deve ser feito o alongamento por outros 5 a 10 minutos e, ao final do exercício, o mesmo período deve ser reservado ao resfriamento, para reconduzir à frequência cardíaca ao repouso.
- Cuidados com os pés na atividade física aeróbica são fundamentais para as pessoas com diabetes. Eles devem usar um tênis adequado, com palmilhas especiais se indicado, e meias apropriadas, sem costura interna a fim de manter os pés confortáveis e secos – especialmente no caso de neuropatia diabética. Devem ser sempre lembrados da importância do exame dos pés antes e depois dos exercícios, atentando-se para o surgimento de bolhas. Um bracelete de identificação deve ser usado pelo atleta, especialmente aquele que usa insulina, ou em risco de hipoglicemia.
- Exercício resistido de alta intensidade com peso pode ser feito por jovens com diabetes e sem complicações, mas não é adequado para indivíduos com mais idade ou muito tempo de diagnóstico. Treinos de musculação moderados, com pesos mais leves e muitas repetições, podem ser feitos para manter ou aumentar a força muscular por praticamente todas as pessoas com diabetes.

Recomendações gerais de exercícios físicos:

- Crianças e adolescentes:
 - 60 minutos de atividade aeróbica por dia (recreativa) e três vezes por semana uma sessão de atividades vigorosas.
- Adultos:
 - a) 150 min/semana de exercício aeróbico moderado, ou 75 min/semana de exercício aeróbico intenso, ou uma combinação das duas intensidades;
 - b) exercícios de fortalecimento muscular no mínimo duas vezes por semana.

Aspectos nutricionais e suplementação na atividade física

Carboidratos

Caso haja depleção das reservas de glicogênio hepático, não será mais possível manter a intensidade do exercício, o que levará à queda do rendimento, que pode ser prevenida com a reposição de CHO mesmo sem risco de hipoglicemia. A recomendação de uso diário de carboidratos nos esportes de *endurance* é de 6 a 10 gramas de carboidrato por quilo de peso ou mais para atletas de *ultraendurance*. Nas atividades não *endurance*, recomendam-se de 5 a 6 gramas de carboidrato por quilo de peso ao dia. Para um indivíduo de 70 kg, por exemplo, seriam necessários 350 gramas de carboidrato ao dia para atividades não *endurance* e de 400 a 700 gramas de carboidrato ao dia para atletas de *endurance* ou de *ultraendurance*. A ingestão de carboidratos nas atividades físicas de mais de 1 hora de duração é crítica para a performance: quanto mais longa a duração do esporte e mais alta a intensidade do exercício, maior a necessidade de carboidrato.

O tratamento da hipoglicemia deve, de maneira geral, ser realizado com 15 gramas de carboidrato para glicemias de 50 a 70 mg/dL ou com 30 gramas de carboidrato para glicemias abaixo de 50 mg/dL. Algumas opções de 15 g de CHO: uma colher de sopa de açúcar, 150 mL de suco de laranja ou três balas moles.

Proteínas

A oferta de proteína em quantidades apropriadas é fundamental para o desenvolvimento e a manutenção da massa muscular, uma vez que a ingestão proteica insuficiente pode produzir catabolismo muscular, intolerância ao treinamento e retardo do processo de recuperação. **(Tabela 10)**

O aumento da necessidade proteica nos atletas ocorre devido à elevação da taxa de oxidação endógena de aminoácidos durante o exercício, à necessidade de maior substrato para reparar o tecido muscular danificado e ao aumento da massa muscular total, o que demanda maior síntese de proteínas para sua manutenção. O consumo de proteínas pós-exercício é a estratégia mais eficaz para induzir incrementos da síntese proteica muscular (SPM) e promover ganhos de massa muscular.

Entre os atletas sem diabetes, o incremento da SPM é estimulado ao máximo com uma dose de aproximadamente 25 g de proteínas ou de 10 g de aminoácidos essenciais (AAE), mas não há benefícios com doses superiores. As proteínas de alta qualidade (ricas em AAE, como a leucina) e de absorção rápida, como a proteína do soro do leite (*whey protein*), são boas opções para estimular a SPM e promover a hipertrofia muscular. As

necessidades de proteína variam de acordo com a intensidade do exercício físico, e especialmente nas pessoas com diabetes a função renal deve ser avaliada para determinação da cota proteica.

Tabela 10. NECESSIDADES PROTEICAS DE ACORDO COM A PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS

Quotas proteicas para adultos de acordo com a atividade física	
Grupos	Ingestão proteica (g/kg/dia)
Adultos sedentários.	De 0,8 a 1,0.
Atletas de <i>endurance</i> (elite).	1,6.
Atletas de <i>endurance</i> (intensidade moderada).	De 1,2 a 1,4.
Atletas de <i>endurance</i> (recreação).	De 0,8 a 1,0.
Esportes de força (explosão).	De 1,4 a 1,7.
Exercício de resistência (fase inicial de treinos).	De 1,5 a 1,7.
Exercício de resistência (fase de manutenção).	De 1,0 a 1,2.
Atletas do sexo feminino.	Demanda 15% menor que no sexo masculino.
<i>Resumo didático elaborado pelos autores.</i>	

Após a atividade física, para melhor recuperação dos músculos e diminuição dos episódios de hipoglicemia, o consumo de carboidrato associado à proteína é crucial, na proporção de 1 a 1,5 g de CHO por quilo e na relação 4:1 (carboidrato:proteína).

Possível papel dos suplementos na atividade física do atleta com diabetes

Há poucos estudos que demonstram claras evidências de benefício do uso de suplementos para o atleta com diabetes.

Creatina: trata-se de um aminoácido não essencial presente na carne bovina, no atum e no salmão. Funciona como um sistema de ressíntese de ATP de curto prazo e é capaz de aumentar a concentração de ATP na mio-

fibrila ao mesmo tempo em que eleva o nível de ADP dentro da mitocôndria (balanceamento da relação ATP/ADP intracelular).

Em pessoas sem diabetes, o uso da creatina produz aumento da capacidade de realizar treinos mais intensos e ganho de massa muscular de 1 a 2,5 kg após 12 semanas de uso em comparação ao placebo. Em estudo de curto prazo em pessoas com diabetes, a suplementação de creatina resultou em aumento da massa muscular e da captação de glicose sem repercussão sobre a função renal.³⁶

Proteína do soro do leite (*whey protein*): “a proteína do soro do leite (*whey protein*) é uma mistura de proteínas isoladas a partir do soro do leite”. Compõe-se de lactoglobulinas, imunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidase e albumina, entre outras proteínas, e é rica em AAE, aminoácidos de cadeia ramificada e cisteína. Existem três tipos de apresentação de *whey protein*: a concentrada, que apresenta quantidades variáveis de proteína (até 85%), além de carboidratos e gordura; a isolada, que geralmente tem mais de 90% de proteína, com remoção quase total de gorduras e CHO; e a hidrolisada, forma de concentração de proteínas igual ou maior que a isolada, porém com as proteínas já parcialmente pré-digeridas e hidrolisadas, visando absorção mais rápida. Entre os não diabéticos, o uso de *whey protein* está associado a ganho de massa muscular, diminuição de microlesões e recuperação muscular pós-treino.

Em estudos clínicos, seu uso retardou o esvaziamento gástrico, aumentou a secreção de GLP-1 e diminuiu a glicemia pós-prandial em pacientes com diabetes. Não há trabalhos de avaliação específica do ganho de massa muscular em atletas com diabetes com o uso de *whey protein*, mas estudos de curto prazo sugerem diminuição da resistência insulínica em indivíduos obesos.^{37,38}

Cafeína: a cafeína tem sido utilizada como estimulante, pois diminui a sensação de fadiga, além de ter ação termogênica. Em estudo feito em 13 pacientes com DM1, o uso de cafeína na dose de 6 mg/kg, ingerida 45 minutos antes de exercício físico aeróbico de alta intensidade ($VO_{2máx}$ acima de 60%), resultou em menor risco de hipoglicemia durante e imediatamente após a atividade física, embora tenha aumentado o risco de hipoglicemia tardia.³⁹

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nocon M, Hiemann T, Muller-Riemenschneider F, Thalau F, Roll S, Willich SN. Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2008;15:239-246.
2. Riddell MC, Perkins BA. Type 1 diabetes and vigorous exercise: applications of exercise physiology to patient management. *Can J Diabetes.* 2006;30:63-71.
3. Roberts L, Jones TW, Fournier PA. Exercise training and glycemic control in adolescents with poorly controlled type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr Endocrinol.* 2002;15:621-627.
4. Zhao G, Earl SF, Li C, Balluz LS. Physical Activity in U.S. Older Adults with Diabetes Mellitus: Prevalence and Correlates of Meeting Physical Activity Recommendations. *JAGS.* 2011;59(1):132-137.
5. Morrato EH, Hill JO, Wyatt HR, Ghushchyan V, Sullivan PW. Physical activity in U.S. Adults with diabetes and at risk for developing diabetes, 2003. *Diabetes Care.* 2007;30(2):203-9.
6. U.S. Department of Health and Human Services: Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General. Atlanta, GA, U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996. Disponível em: <http://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/pdf/sgrfull.pdf> (acessado em 01 de julho de 2015).
7. Sigal RJ, Armstrong MJ, Colby P, Kenny GP, Plotnikoff RC, Reichert SM, Riddell MC. Physical Activity and Diabetes. Clinical Practice Guidelines. Canadian Diabetes Association Clinical Practice Guidelines Expert Committee. *Can J Diabetes.* 2013;37:S40-S44.
8. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, Chasan-Taber L, Albright AL, Braun B. Exercise and Type 2 Diabetes. The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care.* 2010;33:e147-e167.
9. Pollock ML, Foster C, Schmidt D, Hellman C, Linnerud AC, Ward A: Comparative analysis of physiologic responses to three different maximal graded exercise test protocols in healthy women. *Am Heart J.* 1982;103:363-373.
10. Spriet LL. Regulation of skeletal muscle fat oxidation during exercise in humans. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:1477-84.
11. Silveira LR, Pinheiro CHJ, Zoppi CC, Hirabara SM, Vitzel KF et al. Regulação do metabolismo de glicose e ácido graxo no músculo esquelético durante exercício físico. *Arq Bras Endocrinol Meta.* 2011;55(5):303-13.
12. Wasserman DH, Cherrington AD: Regulation of extramuscular fuel sources during exercise. In Handbook of Physiology. Rowell LB, Shepherd JT, Eds. Columbia, MD, Bermedica Production, 1996

13. Sigal RJ, Purdon C, Fisher SJ, Halter JB, Vranic M, Marliss EB: Hyperinsulinemia prevents prolonged hyperglycemia after intense exercise in insulin-dependent diabetic subjects. *J Clin Endocrinol Metab.* 1994;79:1049-1057.
14. Minuk HL, Vranic M, Hanna AK, Albisser AM, Zinman B. Glucoregulatory and metabolic response to exercise in obese noninsulin-dependent diabetes. *Am J Physiol.* 1981;240:E458-E464.
15. Adopo E, Peronnet F, Massicotte D, Brisson GR, Hillaire-Marcel C. Respective of oxidation of exogenous glucose and fructose given in the same drink during exercise. *J Appl Physiol.* 1994;76:1014-1019.
16. Brooks GA, Mercier J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *J Appl Physiol.* 1994;76:2253-61.
17. Pencek RR, James FD, Lacy DB, Jabbour K, Williams PE, Fueger PT, Wasserman DH. Interaction of insulin and prior exercise in control of hepatic metabolism of a glucose load. *Diabetes.* 2003;52:1897-1903.
18. Robertson K, Riddell MC, Guinhouya BC, Adolfsson P, Hanas R. Exercise in children and adolescents with diabetes. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2014 Compendium. *Pediatric Diabetes.* 2014;15 (Suppl. 20):203-223.
19. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical Activity/Exercise and Type 2 Diabetes. *Diabetes Care.* 2004;27(10):2518-2539.
20. Schrauwen P, Aggel-Leijssen DPv, Hul G, Wagenmakers AJ, Vidal H, Saris WH, Baak MA. The effect of a 3-month low intensity endurance training program on fat oxidation and acetyl-CoA carboxylase-2 expression. *Diabetes.* 2002;51:2220-2226.
21. American Diabetes Association Position Statement. Physical Activity/Exercise and Diabetes. *Diabetes Care.* 2004;27 (Suppl. 1):S58-S62.
22. US Preventive Services Task Force: Screening for coronary heart disease: recommendation statement. *Ann Intern Med.* 2004;140:569-572.
23. Borg GA: Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14:377-381.
24. <https://www.dtu.ox.ac.uk/riskengine/> (acessado em 20 de julho de 2015).
25. Zinman B, Ruderman N, Campaigne BN, Devlin JT, Schneider SH. Physical activity/exercise and diabetes mellitus (Position Statement). *Diabetes Care.* 2003;26 (Suppl1):S73-S77.
26. MacDonald MJ. Postexercise late-onset hypoglycemia in insulin-dependent diabetic patients. *Diabetes Care.* 1987;10:584-588.
27. Riddell MC, Bar-Or O, Ayub BV, Calvert RE, Heigenhauser GJ. Glucose ingestion matched with total carbohydrate utilization attenuates hypoglycemia during exercise in adolescents with IDDM. *Int J Sport Nutr.* 1999;9:24-34.

28. Rabasa-Lhoret R, Bourque J, Ducros F, Chiasson JL. Guidelines for premeal insulin dose reduction for postprandial exercise of different intensities and durations in type 1 diabetic subjects treated intensively with a basal-bolus insulin regimen (ultralente-lispro). *Diabetes Care*. 2001;24:625-630.
29. Riddell MC, Perkins BA. Type 1 diabetes and exercise, part I: applications of exercise physiology to patient management during vigorous activity. *Can J Diabetes*. 2006;30:63-71.
30. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, Riddell MC, Malcolm J, Boulay P, Khandwala F, Sigal RJ. Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2012;35(4):669-75.
31. Park SW, Goodpaster B, Strotmeyer E et al. Accelerated Loss of Skeletal Muscle Strength in Older Adults With Type 2 Diabetes. The Health, Aging, and Body Composition Study. *Diabetes Care*. 2007;30(6):1507-1512.
32. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M. European Working Group on Sarcopenia in Older People: Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European working group on Sarcopenia in older people. *Age Ageing*. 2010;39:412-423.
33. International Diabetes Federation Managing Older People With Type 2 Diabetes. Global Guideline. Disponível em: <http://www.idf.org/sites/default/files/IDF-Guideline-for-older-people-T2D.pdf> (acessado em 20 de julho de 2015).
34. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN et al. Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007;116(9):1094-1105.
35. Mavros Y, Kay S, Anderberg KA, Baker MK, Wang Y et al. Changes in Insulin Resistance and HbA1c Are Related to Exercise-Mediated Changes in Body Composition in Older Adults With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2013;36(8):2372-2379.
36. Gualano B, DE Salles, Painei V et al. Creatine in type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(5):770-8.
37. Pal S, Ellis V, Dhaliwal S. Effects of whey protein isolate on body composition, lipids, insulin and glucose in overweight and obese individuals. *Br J Nutr*. 2010;104(5):716-723.
38. Graf S, Egert S, Heer M. Effects of whey protein supplements on metabolism: evidence from human intervention studies. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2011;14(6):569-580.
39. Zaharieva DP, Miadovnik LA, Rowan CP, Gumieniak RJ, Jamnik VK, Riddell MC. Effects of acute caffeine supplementation on reducing exercise-associated hypoglycaemia in individuals with Type 1 diabetes mellitus. *Diabet Med*. 2015(14). doi: 10.1111/dme.12857. Epub ahead of print.



SBD
SOCIEDADE
BRASILEIRA DE
DIABETES



SBD
SOCIEDADE
BRASILEIRA DE
DIABETES

© Copyright. 2015 - Direitos exclusivos da Sociedade Brasileira de Diabetes.

www.diabetes.org.br