

Orientações de Consenso da ISPAD de 2022 para a Prática Clínica

Exercício em crianças e adolescentes com diabetes

Peter Adolfsson^{1,2} | Craig E. Taplin^{3,4,5} | Dessi P. Zaharieva⁶ | John Pemberton⁷ |
Elizabeth A. Davis^{3,4,5} | Michael C. Riddell⁸ | Jonathan McGavock^{9,10,11,12} |
Othmar Moser^{13,14} | Agnieszka Szadkowska¹⁵ | Prudence Lopez^{16,17} |
Jeerunda Santiprabhob^{18,19} | Elena Frattolin²⁰ | Gavin Griffiths²¹ | Linda A. DiMeglio²²

¹Department of Pediatrics, Kungshälska Hospital, Sweden.

²Institute of Clinical Sciences, Sahlgrenska Academy, University of Gothenburg, Sweden.

³Department of Endocrinology and Diabetes, Perth Children's Hospital, Australia.

⁴Telethon Kids Institute, University of Western Australia, Australia.

⁵Centre for Child Health Research, University of Western Australia, Perth, Australia.

⁶Division of Endocrinology, Department of Pediatrics, Stanford University, School of Medicine, Stanford, CA, USA.

⁷Department of Endocrinology and Diabetes, Birmingham Women's and Children's Hospital, Birmingham, England.

⁸Muscle Health Research Centre, York University, Toronto, ON, Canada.

⁹Faculty of Kinesiology and Recreation Management, University of Manitoba, Winnipeg, MB, Canada.

¹⁰Diabetes Research Envisioned and Accomplished in Manitoba (DREAM) Theme, Children's Hospital Research Institute of Manitoba, Winnipeg, MB, Canada.

¹¹Department of Pediatrics and Child Health, Faculty of Health Sciences, University of Manitoba, Winnipeg, MB, Canada.

¹²Diabetes Action Canada SPOR Network, Toronto, ON, Canada.

¹³Division Exercise Physiology and Metabolism, Department of Sport Science, University of Bayreuth, Bayreuth, Germany

¹⁴Interdisciplinary Metabolic Medicine Trials Unit, Division of Endocrinology and Diabetology, Department of Internal Medicine, Medical University of Graz, Graz, Austria.

¹⁵Department of Pediatrics, Diabetology, Endocrinology & Nephrology
Medical University of Lodz, Lodz, Poland.

¹⁶Department of Paediatrics, John Hunter Children's Hospital, Newcastle, New South Wales, Australia.

¹⁷University of Newcastle, Newcastle, New South Wales, Australia.

¹⁸Siriraj Diabetes Center, Faculty of Medicine Siriraj Hospital Mahidol University, Bangkok, Thailand.

¹⁹Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Pediatrics, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok, Thailand.

²⁰Board of Diabete Italia, Vicepresident of Diabete Forum.

²¹Founder of DiAthlete & League of DiAthlete global programme.

²²Department of Pediatrics, Division of Pediatric Endocrinology and Diabetology, Indiana University School of Medicine, Riley Hospital for Children, Indianapolis, IN, USA.

Conflitos de interesses: PA recebeu honorários como palestrante da Dexcom, Eli Lilly, Insulet, Novo Nordisk, Sanofi e Tandem nos últimos 24 meses. Recebeu honorários de consultoria e/ou foi membro de conselhos científicos da Dexcom, Eli Lilly, Medtronic, Novo Nordisk e Roche.

CET recebeu honorários da Medtronic Diabetes Austrália, Insulet Austrália e Eli Lilly Austrália.

DPZ recebeu honorários como palestrante da Medtronic Diabetes, Ascensia Diabetes e Insulet Canadá; e apoios para investigação da Helmsley Charitable Trust e da ISPAD-JDRF Research Fellowship. Também faz parte do conselho científico da Dexcom.

JP trabalhou para a Medtronic entre 2011 e 2016 e participou em dois eventos de formação em SIGMA CGM patrocinados pela Dexcom em 2017 e 2019.

EAD recebeu honorários da Eli Lilly da Austrália nos últimos 24 meses.

MCR recebeu honorários como palestrante da Novo Nordisk, Eli Lilly, Dexcom e Roche in nos últimos 24 meses. Recebeu honorários de consultoria e/ou participação no conselho científico da Zealand Pharma, Zucara Therapeutics, Eli Lilly e Indigo Diabetes. JMcG, nenhum.

OM recebeu honorários como palestrante da Medtronic, Sanofi, Novo Nordisk e TAD Pharma. Apoios/fundos de investigação: Novo Nordisk, Sanofi, Abbott, Medtronic, Dexcom, Maisels, Horizon 2020 e EFSD.

AS recebeu honorários como palestrante da Medtronic Diabetes, Ascensia Diabetes, Abbott, Dexcom, Roche Diabetes, Novo Nordisk, Eli Lilly,

Sanofi, foi membro do conselho científico da Medtronic Diabetes, Ascensia Diabetes, Abbott, Dexcom, Roche Diabetes, Novo Nordisk e Eli Lilly, e recebeu um apoio para investigação da Roche Diabetes.

PL, nenhum.

JS recebeu honorários como palestrante da Sanofi, Novo Nordisk e Ferring e foi membro do conselho científico de liraglutida e Norditropin na Tailândia (Novo Nordisk).

EF, nenhum.

GG, nenhum.

1. O QUE É NOVO OU DIFERENTE

- Desde as orientações anteriores, foram feitos progressos no campo da gestão da diabetes e da atividade física (AF).¹ Foi publicado um e-book que inclui dez artigos sobre a AF e a diabetes tipo 1 (DM1)² e a evidência epidemiológica e as lacunas no conhecimento e na investigação deste livro foram recentemente revistas (secção 6).³ Foram apresentados: o impacto da idade, sexo e as respostas da glicose consoante a condição física à AF,⁴ e uma abordagem estruturada à consulta de exercício (secção 3).⁵ Por fim, os benefícios e limitações dos avanços tecnológicos no que diz respeito à AF foram descritos na mesma compilação.⁶ De notar que, muitos dos novos dados foram derivados de populações de adultos em vez de pediátricas.
- Esta orientação incorpora um novo tema focado em estratégias para a gestão da glicose em atletas a viverem com DM1, baseado em parte num ensaio clínico controlado, randomizado (ECR)⁷ acerca do impacto da hiperglicemia aguda. Foram descritas recomendações terapêuticas gerais para atletas⁸ e em seguida uma revisão acerca dos atletas de competição com DM1 (secções 5 e 8).⁹
- Desde as últimas orientações de 2018, foram incorporados vários desenvolvimentos tecnológicos nestas novas orientações (secção 7). Especificamente, um grupo internacional divulgou uma declaração de posição fornecendo abordagens práticas para a gestão da glicose antes, durante, e após o exercício apoiadas na monitorização contínua da glicose (MCG) em tempo real e de registo intermitente (secção 6).¹⁰ Os sistemas de circuito fechado também foram avaliados no contexto da AF e em ECRs, ilustrando os primeiros passos no sentido da glicemia ideal relativamente à AF (secção 7).¹¹⁻¹⁶

2. SUMÁRIO EXECUTIVO E RECOMENDAÇÕES

Esta é uma orientação prática destinada a ser aplicada tanto em contexto de recursos abundantes como em contexto de recursos limitados (esta última foi coberta de modo mais abrangente nas Orientações de Consenso da ISPAD de 2022, Capítulo 25, Gestão da diabetes em crianças e adolescentes em contexto de recursos limitados). É desafiante gerir a prática de exercício físico com a diabetes. As orientações propostas são, portanto, destinadas a serem um ponto de partida e devem ser adaptadas às necessidades únicas de cada criança e/ou adolescente.

- O exercício é uma pedra basilar na gestão e mitigação dos fatores de risco cardiometabólico em crianças e adolescentes com DM1 e diabetes tipo 2 (DM2). As crianças e adolescentes com DM1 e DM2

devem ser encorajadas e apoiadas para atingirem os 60 minutos recomendados de AF de intensidade moderada a vigorosa todos os dias. **B**

- Recomenda-se que o exercício seja discutido regularmente como parte dos cuidados de rotina da diabetes em crianças e adolescentes com DM1 e DM2. **E**
- Existe um risco aumentado de hipoglicemia durante, pouco depois e até 24 horas após o exercício, devido a um aumento da sensibilidade à insulina. **A**
- Uma história de hipoglicemia grave nas 24 horas anteriores constitui geralmente uma contra-indicação para o exercício. **A**
- Durante todas as formas de exercício físico devem estar disponíveis carboidratos de elevado índice glicémico para prevenir e tratar uma hipoglicemia. **E**
- O uso da automonitorização da glicose sanguínea (AMGS), de um MCG de registo intermitente ou MCG são essenciais para otimizar o tempo no intervalo-alvo e prevenir a hipoglicemia durante e após o exercício em todas as crianças e adolescentes com diabetes. **A**
- O uso de um MCG durante o exercício é fortemente recomendado em crianças e adolescentes com DM1 sendo o MCG a modalidade preferível para apoiar tanto o utilizador como o tutor, uma vez que os sintomas de hipoglicemia e hiperglicemia podem ser difíceis de detectar. **A**
- O MCG fica desfasado durante o exercício aeróbico prolongado. É recomendado que os níveis de glucose sejam confirmados através da determinação da glicose capilar se houver antecedentes recentes ou se for notada a presença de hipoglicemia. **A**
- Pode ser combinado um vasto leque de ajustes de insulina e estratégias nutricionais para manter o nível de glucose no intervalo para o exercício entre 5,0 e 15,0 mmol/l ou 90-270 mg/dl e prevenir a hipoglicemia induzida pelo exercício. **A**
- Geralmente, recomenda-se a determinação dos níveis de cetonas, idealmente no sangue em vez de na urina, em crianças e adolescentes com DM1 antes do exercício, se os valores de glucose indicarem uma possível deficiência de insulina, uma vez que níveis elevados de cetonas antes do exercício colocam um risco potencial. **D**
- O exercício em crianças e adolescentes com DM1 e DM2 está contra-indicado na presença de cetonas no sangue $\geq 1,5$ mmol/l ou cetonas na urina 2+ ou 4,0 mmol/l. Se os níveis de cetonas no sangue se situarem entre 0,6 e 1,4 mmol/l, o exercício deve ser adiado até que a causa dos níveis de cetonas elevados tenha sido avaliada e tenha sido administrada uma dose de bólus de insulina igual a metade de dose de correção individual habitual (ou 0,05 U/kg). **B**

- O tipo e a quantidade de carboidratos usados associados ao exercício devem ser adequados à atividade específica. **B**
- A atividade aeróbica de intensidade moderada, como caminhar e andar de bicicleta durante 15 a 45 minutos entre as refeições, diminui os níveis de glicose de modo seguro $>10,5$ mmol/l (190 mg/dl). **B**
- O consumo de álcool deve ser evitado antes e durante o exercício, uma vez que pode aumentar o risco de hipoglicemia, incluindo hipoglicemia noturna após o exercício e prejudicar o desempenho. **A**
- A insulina deve ser administrada em áreas não ativamente envolvidas na contração muscular. **B**
- Os ajustes na dose de insulina são necessários principalmente no exercício aeróbico, e é menos provável que sejam necessários durante o exercício muito intenso ou anaeróbico, que é mais comum ser associado a níveis de glicose elevados. Em tais circunstâncias, pode ser considerada uma dose de correção de insulina para a hiperglicemia após o exercício. **B**
- Avanços recentes na tecnologia, incluindo bombas de insulina para administração de insulina automatizada através de circuito fechado híbrido (CFH) fornecem benefícios em relação ao exercício em crianças e adolescentes com DM1. A utilização ótima durante o exercício continua a estar pouco definida, e quaisquer novos sistemas irão requerer abordagens individualizadas, mas os benefícios da redução da hipo e hiperglicemia após a AF e especificamente à noite, são claros. **B**
- Na presença de diabetes significativamente instável, complicações graves frequentes da diabetes (hipoglicemia grave, cetoacidose recorrente) ou complicações crônicas avançadas da doença, as crianças e adolescentes com DM1 e DM2 devem reduzir ou parar a prática de exercício vigoroso até que o controle metabólico tenha melhorado e tenha sido estabelecido um plano específico de gestão do exercício. O exercício de alta intensidade é geralmente contraindicado nos indivíduos com retinopatia mais avançada ou proliferativa. **C**
- Um episódio de hipoglicemia grave ou hipoglicemia prévia recorrente dentro das 24 horas anteriores constituem uma contra-indicação temporária para a AF, C tal como uma hiperglicemia $\geq 15,0$ mmol/l (≥ 270 mg/dl) com cetonemia/cetonúria concomitantes devido a uma deficiência de insulina, D lesões agudas ou infecção. **C**

De notar que, muitas das recomendações desta orientação são baseadas em dados derivados de estudos conduzidos em adultos com DM1. Por conseguinte, os profissionais e cuidadores de crianças e adolescentes devem aplicar a evidência e adaptá-la sempre que necessário, com base no contexto local. Além disso, muitos dos estudos foram conduzidos predominantemente em participantes do sexo masculino e a evidência não pode, portanto, ser aplicada universalmente ao sexo feminino. Adicionalmente, estas recomendações são gerais, e devemos esclarecer que as respostas fisiológicas ao exercício são individuais, pelo que a gestão ótima pode ser diferente de indivíduo para indivíduo, e de contexto para contexto, para a mesma pessoa. Estas incertezas encontram-se refletidas na classificação acima.

3. INTRODUÇÃO

A AF regular é uma das pedras basilares da gestão da diabetes.^{17,18} Apesar disto, ao longo dos anos, os níveis de AF das crianças têm vindo a diminuir em muitos países, com $<10\%$ da população global de jovens a cumprirem as atuais 24-Hour Movement Guidelines (orientações para 24 horas de movimento).¹⁹ Adicionalmente à AF reduzida, foram reportados em jovens com DM1 e DM2 um aumento do índice de massa corporal (IMC) e um declínio na capacidade de absorção de oxigénio (um indicador de forma física) conduzindo a um aumento do risco de doença cardiovascular.²⁰⁻²⁴ Consequentemente, estes resultados requerem algum tipo de ação, uma vez que o nível de AF é frequentemente transferido da infância para a idade adulta.^{25,26}

Existem benefícios claros na AF regular para a saúde física e mental de todos os jovens. Pelo que as atuais orientações da Organização Mundial de Saúde recomendam que:²⁷

- As crianças e adolescentes pratiquem pelo menos 60 minutos diários de AF de intensidade moderada a vigorosa, principalmente aeróbica, ao longo da semana.
- Atividades aeróbicas de intensidade vigorosa e atividades que fortaleçam os músculos e ossos devem ser incorporadas pelo menos três dias por semana.
- As crianças e adolescentes devem limitar a quantidade de tempo gasto em atividades sedentárias, particularmente a quantidade de tempo de ecrã para entretenimento.

Não é surpreendente que os benefícios da AF também tenham sido documentados em crianças com doenças crônicas.

Existem muitos benefícios de saúde física e mental na AF regular em jovens com DM1 e DM2, incluindo:²⁸⁻³⁵

- HbA1c inferior em aproximadamente 0,3-0,5% dependendo do nível inicial da HbA1c e da quantidade de AF, especificamente em crianças e adolescentes.
- Menor risco de mortalidade prematura por todas as causas, e cardiovascular.
- Aumento da saúde cardiovascular e cardiorrespiratória.
- Melhoria da massa muscular e da força.
- Redução da adiposidade.
- Aumento da densidade mineral óssea.
- Melhoria da sensibilidade à insulina.
- Melhoria do perfil de risco cardiovascular.
- Melhoria do sentimento de bem-estar geral.
- Pode prolongar o tempo de remissão em crianças com diabetes mellitus recém diagnosticado.

Apesar destes benefícios, muito poucos indivíduos com ou sem diabetes cumprem as recomendações para a AF. As crianças com DM1 com menos de 7 anos praticam menos AF diária do que as crianças sem DM1 com a mesma idade.³⁶ Muitos adolescentes com DM1,⁴⁵ e especialmente com DM2,⁴⁶ têm taxas elevadas de comportamentos sedentários e praticam menos AF moderada a vigorosa do que os jovens sem diabetes.³⁷ Assim, as crianças e adolescentes com diabetes podem ser, de um modo geral, menos ativas fisicamente do que os seus pares.^{37,38} Na população em geral, as razões são multifatoriais:

falta de tempo, baixa motivação, falta de acesso a instalações^{39,40} ou incapacidade.⁴¹ As barreiras para os jovens com diabetes são semelhantes, mas também há muitas barreiras específicas da doença para gerir. Estas incluem hipoglicemia recorrente e medo de hipoglicemia, HbA1c e/ou variabilidade glicêmica elevadas, questões relacionadas com a autoimagem, o planeamento necessário, a hesitação parental, determinantes sociais de saúde, e uma falta generalizada de conhecimentos no campo do exercício e da diabetes.^{42,43}

A incorporação do exercício regular e da AF nas vidas das crianças e adolescentes com diabetes é desafiadora uma vez que não existe uma abordagem de “tamanho único”. Os profissionais de saúde devem sentir-se confiantes para motivarem e aconselharem as crianças e adolescentes com diabetes e os seus cuidadores no sentido de adotarem e manterem um novo comportamento, terem os recursos necessários, e apoderarem os jovens para incluírem a AF e o exercício nas suas vidas diárias e nos seus planos de autogestão. Ainda existem muitas lacunas no conhecimento relacionado com a AF e a diabetes pediátrica. Estas incluem uma falta de ECRs e de grandes estudos prospetivos em coortes que usem determinações adequadas em série, conduzidos em indivíduos de diferentes idades e sexos, que possam ser elucidativos acerca das “doses” apropriadas de AF para resultados específicos da diabetes e resultados gerais relacionados com a saúde. À medida que aparecem novas tecnologias, também são necessários estudos para compreender o impacto de as incluir no exercício regular e nos comportamentos relacionados com a AF sobre os critérios cardiometabólicos e psicológicos. Por último, na era atual dos cuidados centrados na pessoa e da investigação orientada para a pessoa, será essencial envolver os indivíduos com diabetes, os seus parceiros e os seus cuidadores sempre que estiverem a ser planeados e conduzidos estudos acerca da AF e da diabetes.³

Estas orientações cobrem muitos aspetos gerais do exercício e da diabetes em crianças e adolescentes com DM1 e DM2. As recomendações foram concebidas para servirem como ponto de partida aos profissionais de saúde e permitir a progressão para uma personalização mais detalhada da gestão do exercício em cenários de exercício específicos e regimes de gestão da diabetes.

4. ABORDAGEM ÀS CONSULTAS E AO APOIO

A abordagem estruturada às consultas clínicas e ao planeamento do exercício em jovens com diabetes requer uma sequência de passos lógicos. Em primeiro lugar, o diálogo inicia-se com uma exploração dos objetivos pessoais da prática de AF e uma discussão acerca da fisiologia do exercício e das flutuações glicêmicas esperadas. O passo seguinte é desenvolver um enquadramento metódico que inclua a monitorização da glucose, a estratégia de doseamento da insulina e o plano de aporte energético, para garantir a segurança e prevenir a hipoglicemia nos jovens com DM1.⁵ Em crianças e adolescentes com DM2, explorar barreiras e o estadiamento da mudança para aumentar a AF regular pode ajudar a co-adequar planos individualizados para a alteração dos comportamentos.⁴⁴ As crianças e adolescentes com DM2 que requerem insulina irão precisar de discutir de que modo

podem incorporar o exercício de modo seguro nas suas estratégias de doseamento. Estes modelos podem então ser estratificados para considerar o exercício planeado vs. o não planeado. Este último está associado a uma diminuição da flexibilidade para ajustar a dose de insulina antes do exercício, sublinhando assim, necessariamente, a ingestão de nutrientes e uma monitorização vigilante da glucose. A evidência detalhada que apoia ajustes específicos na insulina, a nutrição/energia e a monitorização da glucose para orientar o exercício são discutidas nas secções relevantes abaixo.

Uma vez que muitas crianças com diabetes são sedentárias, é necessário um planeamento cuidadoso para iniciar com segurança e manter um estilo de vida ativo em tais situações. A seguinte abordagem pode ser usada tanto nos jovens habitualmente ativos como nos sedentários. A recomendação é trabalhar do centro para fora do “alvo” na discussão com o jovem com diabetes, de modo a desenvolver um plano individualizado (Figura 1).⁵

Figura 1. Abordagem estruturada às consultas de exercício (trabalho original de Chetty et al.)⁵. © 2019 Chetty, Shetty, Fournier, Adolfsen, Jones e Davis. Este é um artigo de acesso livre, distribuído ao abrigo dos termos da Creative Commons Attribution License (CC BY). A sua utilização, distribuição ou reprodução em outros fóruns são permitidas, desde que o(s) autor(es) original(is) e o(s) detentor(es) dos direitos autorais receba(m) os devidos créditos, e que a publicação original nesta revista seja citada, de acordo com a prática académica aceite. Não são permitidos o uso, distribuição ou reprodução que não estejam de acordo com estes termos.



4.1 Passo 1: Estabelecer e ajustar objetivos de atividade centrados na pessoa

Qualquer discussão clínica deve ser iniciada por uma abordagem centrada na pessoa relativamente aos objetivos do exercício e à motivação para o mesmo; os clínicos podem orientar esta discussão contribuindo com os fatores explorados específicos do indivíduo. Estes podem incluir um desejo de melhorar a forma física, melhorar

a composição corporal, a inclusão social como atividades entre pares ou desportos de equipa, melhorar a glicemia, ter um elevado nível de desempenho num desporto específico ou de alta competição e/ou desfrutar em geral.

Os jovens com DM1 tendem a ter excesso de peso^{45,46} e a maioria dos jovens com DM2 têm excesso de peso ou são obesos.⁴⁷⁻⁴⁹ Quando se procuram melhorias na composição corporal, uma estratégia construída em redor de uma redução da dose de insulina irá reduzir a necessidade de prevenir ou tratar a hipoglicemia com carboidratos extra. Deve prestar-se atenção adicional na consulta inicial para conhecer as barreiras gerais ao exercício,^{42,50-52} especialmente nos adolescentes, incluindo barreiras pessoais (automotivação, capacidades motoras, autoimagem), sociais, ambientais e fatores temporais.⁵³ Adicionalmente, devem ser incluídas uma avaliação psicossocial e aconselhamento nutricional. É importante considerar a forma física inicial; uma menor forma física inicial está associada a uma maior variabilidade glicêmica em jovens com DM1.⁵⁴ Os jovens com menor forma física irão usar preferencialmente as reservas musculares e de glicogénio hepático (como a maior proporção do gasto total de energia) em vez da oxidação da gordura. Adicionalmente, para a mesma quantidade de trabalho desenvolvido, as crianças com menor forma física irão necessariamente exercitar-se a um nível de intensidade mais elevado, o que está associado a riscos de hipoglicemia pós-exercício.⁵⁵ Para os atletas, a educação também deve incluir o planeamento da gestão tanto durante o treino como durante a competição. Um atleta com diabetes recém diagnosticada precisa de apoio para voltar à sua prática de exercício de rotina logo que possível. A informação deve então também ser fornecida ao seu coach/treinador.

Nas crianças e adolescentes com DM1 que praticam desportos de competição, em que o objetivo é um desempenho ótimo do exercício, é igualmente necessário um aumento energético para o trabalho desenvolvido juntamente com um aumento generalizado tanto da ingestão de carboidratos como de proteína ao longo do dia. Assim, as doses de insulina podem precisar de ajustes mínimos ou mesmo precisarem de ser aumentadas,⁵⁶ dependendo do equilíbrio entre o aumento da ingestão de nutrientes e a melhoria da sensibilidade à insulina provocada pela maior intensidade em geral ou do volume de trabalho desenvolvido. Os dietistas devem estar bastante envolvidos no planeamento da nutrição e das doses de insulina necessárias num plano de treino/exercícios para atletas crianças e adolescentes com DM1.

Para muitos jovens, o objetivo menos complicado é promover a participação e o desfrutar de um estilo de vida ativo. Sabe-se bem que a hipoglicemia está associada a uma redução da capacidade para o exercício. O impacto da hiperglicemia continua a ser menos claro; a maioria da evidência não apoia um desempenho fortemente negativo como resultado de uma hiperglicemia ligeira a moderada.⁷ Assim, a prevenção da hipoglicemia e a segurança em geral devem ter precedência como objetivo principal do plano de gestão. Nos casos em que a melhoria da forma física também é o objetivo de uma criança ou adolescente com DM1 que pratica desportos de competição, a pessoa, o pai/mãe e o responsável devem discutir as melhorias esperadas na sensibilidade à insulina que prováveis de ocorrer ao

longo de algumas semanas, e assim discutirem também as potenciais reduções da dose diária total de insulina que podem ser necessárias, independentemente do regime de insulina.

4.2 Passo 2: Discussão do tipo de exercício.

O tipo e a duração do exercício irão impactar as flutuações glicêmicas agudas esperadas em crianças e adolescentes com DM1, conforme discutido noutra local deste capítulo.⁵⁷ As quedas previsíveis dos níveis de glicose sanguínea (GS) devem ser incorporadas num plano baseado na atividade aeróbica geral, com reduções proporcionais da dose de insulina pré-exercício e da exposição à insulina basal (sempre que possível e com tempo suficiente para que os ajustes se tornem efetivos) juntamente com uma estratégia de aporte de energia apropriada. O risco de hipoglicemia também aumenta com a duração do exercício. Mesmo de baixa intensidade, o exercício prolongado irá inevitavelmente requerer alguns ajustes tanto da insulina como da energia, que podem ser adicionais e progressivos à medida que a atividade se desenrola.⁵⁸ Inversamente, pode observar-se hiperglicemia aguda com exercício de muito alta intensidade, especialmente em estados de jejum. No entanto, a resposta glicêmica ao bólus de insulina e aos carboidratos ingeridos é muito menos previsível. As pessoas com diabetes devem receber educação neste sentido, de modo a anteciparem esta possibilidade. Esta hiperglicemia aguda pode ser gerida, quer através de doses de correção conservadoras⁵⁹ quer de segmentos de atividade aeróbica de baixa intensidade, que aumentam a eliminação da glicose sem aumentar a taxa de libertação da glicose, ou arrefecimentos que reduzam os níveis de lactato sérico⁶⁰ e de catecolaminas. É menos provável que estas flutuações agudas dos níveis de GS ocorram em adolescentes com DM2.

4.3 Passo 3: Discussão da hora do exercício e da ação da insulina

Nos jovens com DM1, e para alguns com DM2, o exercício ou AF geral ocorrem frequentemente com alguma insulina residual ativa de um bólus recente (“insulina remanescente”). Exemplos disto incluem desportos escolares, intervalos para almoço com recreio, desportos de equipa pós-escolares ou jogos espontâneos de um modo geral. Assim, discutir o tempo de ação da insulina com os jovens e os pais e o modo como isto impacta as respostas glicêmicas ao exercício é crucial. Os análogos de insulina de ação rápida atingem geralmente o seu pico de ação 60 a 100 minutos após a injeção, com uma duração total de até 5 horas. É ideal gerir os níveis de glicose em redor do exercício quando a insulina rápida ativa em circulação é mínima ou nenhuma. No entanto, este é um cenário incomum nos jovens, que comem frequentemente e que provavelmente não praticam exercício antes da sua primeira dose de insulina prandial do dia, ou o fazem várias horas após a sua última refeição ou lanche.

Quando se planeia fazer exercício 2 a 3 horas após uma refeição, devem ser considerados os ajustes apropriados à dose correspondente de insulina pré-exercício. Abaixo, nas Tabelas A e B, encontram-se sugestões gerais que foram delineadas com base na evidência obtida a partir de ensaios clínicos. Ainda assim, irão depender da possibilidade de se prever que a atividade cause uma queda nos níveis de GS (ver acima, passo 2) e da duração planeada, se for conhecida. Reduções

drásticas da insulina prandial mais de 90 minutos antes do exercício podem reduzir o risco de hipoglicemia durante ou imediatamente após o exercício, mas também podem estar associadas a hiperglicemia antes de começar o exercício. Do mesmo modo, estes possíveis resultados devem ser pesados e priorizados de acordo com os objetivos personalizados estabelecidos e combinados com a pessoa com diabetes, de acordo com o passo 1, acima.

Uma vez que o aporte energético para manter o objetivo de glicemia durante o exercício é necessariamente uma função da insulinemia prevalente, a ingestão de carboidratos (conforme detalhado mais adiante neste capítulo) pode ser ajustada; geralmente são necessários menos carboidratos (dentro do limite de 0,3 a 0,5 g/kg/hora) quando apenas está ativa a insulina basal. Pelo contrário, nos adultos pode ser necessário o dobro (ou mais) destas quantidades quando o exercício coincide com um pico de um análogo de insulina de ação rápida.⁵⁷ É importante discutir com a pessoa que 0,3 a 0,5 g/kg/hora podem evitar a hipoglicemia. Ainda assim, nos casos em que o objetivo desejado é o desempenho ótimo ou o exercício máximo, uma ingestão mais elevada de energia é o ideal. A abordagem encontrada discutida em detalhe, com recomendações específicas abaixo, e são fornecidos dados informativos adicionais por concentrações de glicose para ajustar a quantidade de energia necessária.

Ao construir um plano com os jovens e as famílias, estes mesmos princípios devem ser discutidos pela equipa da diabetes para a atividade planeada. A hora do dia pode ser discutida em detalhe, com evidência clara de vários estudos a demonstrar que o exercício de baixa e alta intensidade à tarde está associado a riscos mais significativos de hipoglicemia tardia noturna, frequentemente 7 a 11 horas mais tarde.⁶¹ Esta discussão pode então ser usada para formular o plano para quaisquer ajustes na dose de insulina da noite, como ajustes da taxa basal durante a noite⁶² ou a programação de modos de suspensão com previsão de glicose nos indivíduos a fazerem terapêutica com bomba, ou um ajuste da dose do análogo de insulina basal da noite em pessoas com diabetes a fazerem injeções de insulina, possivelmente dividindo a dose basal em duas doses por dia, em que uma redução da dose basal à noite não afeta um dia inteiro. Neste ponto, os indivíduos e os seus cuidadores devem ser recordados que o exercício de alta intensidade à tarde que causa hiperglicemia aguda está, ainda assim, associado a um risco de hipoglicemia noturna tardia. Pelo que o exercício logo no início do dia pode ser uma estratégia para reduzir o risco de hipoglicemia noturna. Há uma falta de evidência acerca do aconselhamento para as boas práticas relativamente à insulina em jovens com DM2 a praticarem atividade física à tarde.

4.4 Passo 4: Contextualização dos riscos de hipoglicemia e considerações de segurança

A hipoglicemia recente anterior ao exercício está associada a um aumento do risco de outra hipoglicemia (demonstrado em adultos)⁶³ devido a respostas contrarregulatórias atenuadas e à eliminação do glicogénio. Uma história de hipoglicemia grave nas 24 horas anteriores é geralmente uma contra-indicação para o exercício, enquanto um histórico de inconsciência da hipoglicemia precisa de ser explorado e incluído num plano de ação final, uma vez que isto pode aumentar ainda mais o risco de hipoglicemia após o exercício. Nestes indivíduos,

devem ser discutidas energia extra ou maiores reduções na insulina. Este risco pode ser especialmente pertinente à noite, durante o sono e está associado a uma redução da contrarregulação em jovens com DM1.⁶⁴

Estas discussões podem, logicamente, levar a uma discussão acerca da monitorização da glicose, que é central para a gestão ótima dos níveis de glicose durante e após o evento. Um MCG pode fornecer dados, incluindo alertas, para informar acerca da gestão incremental, especialmente de qualquer necessidade de ingerir carboidratos para manter níveis ótimos de glicose, conforme discutido em detalhe abaixo. Nos indivíduos que não estão a usar um MCG, a determinação dos níveis de GS deve ser efetuada tão frequentemente quanto necessário, seguindo as recomendações de gestão da Tabela 4 abaixo, baseadas em níveis de GS obtida por picada no dedo a cada 30 minutos.

4.5 Passo 5: Revisão dos resultados e ajustes adicionais ao plano

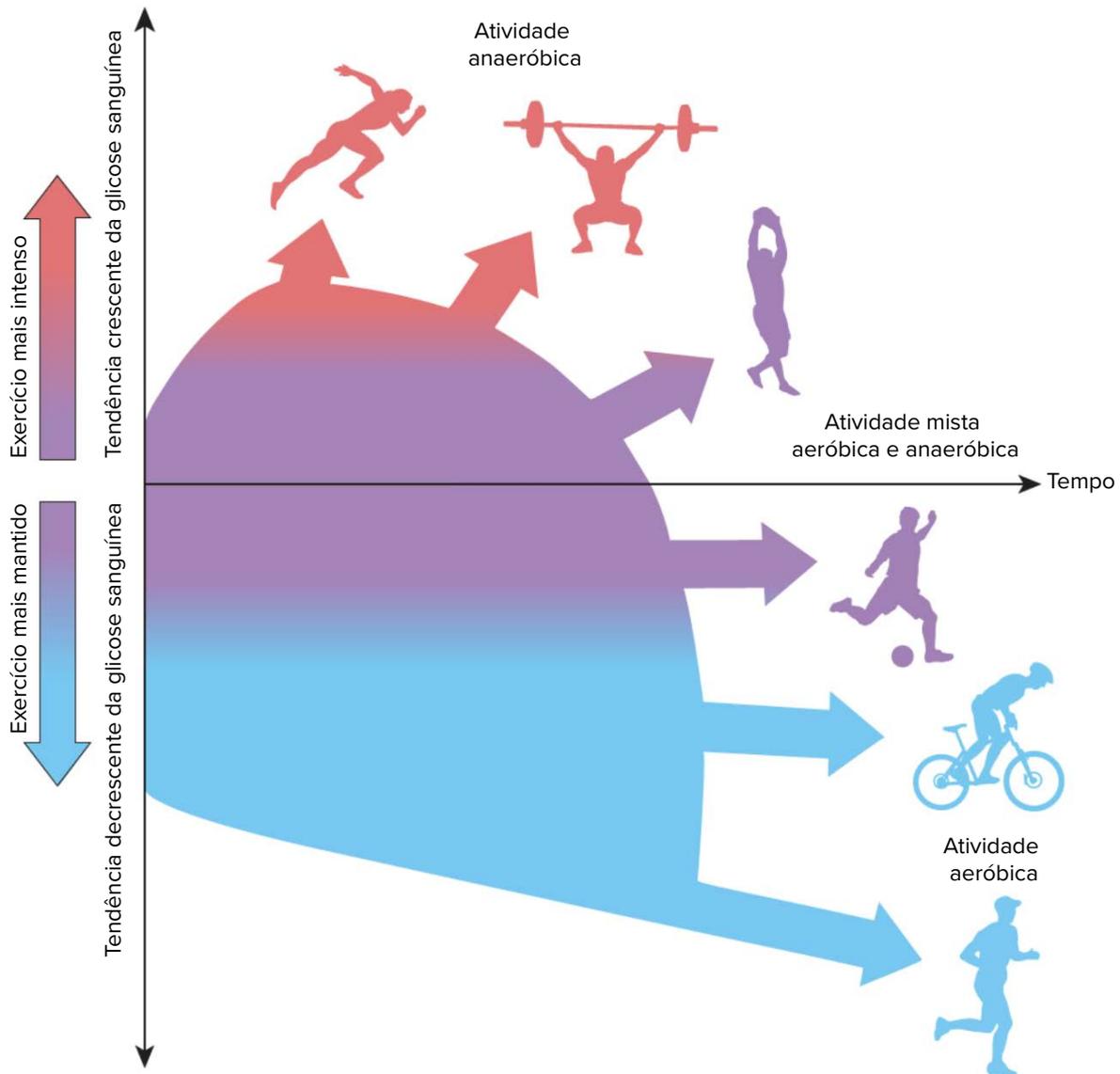
Deve ser marcada uma consulta de seguimento com as pessoas a viverem com a diabetes e as suas famílias. Idealmente, isto irá fornecer uma oportunidade para detalhar ainda mais a partilha de informação acerca da insulina, da ingestão energética e dos níveis de glicose antes, durante e após o exercício. Os dados descarregados das bombas e MCG modernos fazem com que esta informação preciosa seja facilmente acessível aos jovens com diabetes e aos prestadores de cuidados.

Conforme reconhecido nas recomendações e tabelas abaixo, qualquer estratégia de dose ou de aporte energético deve ser considerada um ponto de partida, uma vez que é baseada em consensos e respostas generalizadas de ensaios clínicos. As respostas individuais ao exercício variam largamente em redor destes meios,⁶⁵ e assim, os profissionais de saúde e as pessoas com diabetes devem estar preparados para modificar e rever um plano baseado na experiência prática, à medida que os objetivos se alteram (ver o passo 1), as crianças crescem, a condição física melhora ou a modalidade de substituição de insulina se altera. Por conseguinte, deve ocorrer um ciclo de revisão clínica incorporando todos estes fatores, conforme necessário, em contexto clínico ou mais frequentemente se necessário ou desejável.

5. FISIOLOGIA

O exercício é considerado uma forma estruturada de AF, que pode ser classificada como predominantemente aeróbica (metabolismo oxidativo) ou anaeróbica (metabolismo não oxidativo) devido aos principais sistemas energéticos usados e ao modo como a energia é metabolizada. Nas atividades aeróbicas como caminhar, correr e andar de bicicleta com uma intensidade ligeira a moderada, a frequência cardíaca e o consumo de oxigénio aumentam relativamente ao estado de descanso enquanto os lípidos (isto é, os ácidos gordos livres e os triglicéridos musculares) e os carboidratos (glicose sanguínea e glicogénio dos músculos) são oxidados.⁶⁶ Com atividades anaeróbicas curtas como fazer sprints e levantar pesos, os músculos esqueléticos geram energia a partir da glicólise anaeróbica, fosfocreatina e adenosina trifosfato livre.⁶⁶ A maioria das formas de exercício,

Figura 2. De um modo geral, o exercício aeróbico está associado a uma queda na glicemia, enquanto o anaeróbico e as formas mistas de exercício podem ser associados a uma queda menor ou mesmo uma subida da glicemia. As respostas individuais dependem de vários fatores adicionais, incluindo a duração e intensidade da atividade, as concentrações iniciais de glicose sanguínea, a forma física individual, a hora do dia da prática de exercício, as concentrações de insulina, glucagon e outras hormonas contrarregulatórias em circulação e o estado nutricional do indivíduo. Reproduzido com a autorização de Riddell MC. Management of exercise for children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. Publicado em UpToDate, Post TW (Ed), UpToDate, Waltham, MA. (Acesso em 02/08/2022). © 2018 UpToDate, Inc.



desporto, jogos e AF diária têm uma mistura de metabolismo aeróbico e anaeróbico. Conhecer a patofisiologia do exercício é valioso para os profissionais de saúde serem capazes de fornecer aconselhamento individualizado às pessoas a viverem com a diabetes, devido à complexidade do exercício e da diabetes.

O exercício aeróbico tende a fazer com que os níveis de glicose circulante caiam,⁶⁵ enquanto o anaeróbico ou as formas mistas de exercício são tipicamente associados a uma queda atenuada^{67,68} ou a um aumento na glicemia.⁶⁹ De um modo geral, as atividades mistas tendem a ter um efeito moderador. No entanto, pensa-se que vários fatores influenciam estas tendências gerais (Figura 2 e Tabela 1). Os

efeitos agudos do exercício anaeróbico sobre a glicemia nos jovens com DM2 não estão claros.

5.1 Exercício aeróbico

As principais determinantes da concentração da glicose na diabetes são a ingestão de nutrientes, a hora da refeição, as concentrações de insulina em circulação, a taxa de produção de glicose pelo fígado e a taxa de utilização da glicose pelos músculos esqueléticos e o sistema nervoso central.⁹ No estado de jejum, a glicose em circulação é predominantemente determinada pela quantidade de glicose libertada pelo fígado e a taxa de absorção da glicose pelos músculos

Tabela 1. Resposta esperada da glicose e características fisiológicas para pessoas com diabetes tipo 1, na prática de exercício aeróbico, misto e anaeróbico.

Tipo de exercício	Características fisiológicas	Efeito sobre o nível de glicose da pessoa com diabetes tipo 1 [†]		Exemplos
Aeróbico	Exercício contínuo de intensidade moderada, predominantemente abaixo do limite de lactato em que a absorção da glicose pelos músculos é superior à produção de glicose pelo fígado ^{65,70,71}	↘	↓	Correr, caminhar, fazer caminhadas, andar de bicicleta, remar, nadar
Misto com pequenos segmentos de anaeróbico	Atividade de intensidade moderada a vigorosa (aeróbica) intervalada com segmentos anaeróbicos mais curtos (5 a 30 segundos) ^{68,72}	↘	→	Basquetebol, futebol americano, futebol, cricket, andebol, artes marciais
Misto com longos segmentos de anaeróbico	Atividade de intensidade baixa a moderada (aeróbica) intervalada com segmentos anaeróbicos mais longos (10 a 180 segundos) ⁷³	↗	→	Treino de resistência, circuitos, ginástica, sprints (correr, nadar, remar, andar de bicicleta, etc.)
Anaeróbico	Exercício com máximo esforço até a fadiga (5 segundos a 10 minutos) com uma intensidade acima do limite do lactato, quando a produção de glicose pelo fígado é superior à absorção pelos músculos ^{67,69}	↗	↑	Remada de 500-2000 m, competição de 50-1500 m, trial de 1-2 km em bicicleta, levantamento de pesos
Dia de prova/ competição	É provável que a produção de glicose pelo fígado seja exagerada durante a competição, conduzindo a uma hiperglicemia acentuada, comparativamente aos dias de treino	↑		Corridas, jogo/prova de equipa ou individual

[†] Estas são tendências gerais que também são influenciadas por vários outros fatores, como a insulina remanescente (IR), a ingestão de macronutrientes, o nível de glicose pré-exercício, a exposição prévia a hipoglicemia, o nível de forma física, a hora do dia, a intensidade e duração do exercício, o estado do treino as condições ambientais. Dados de adultos do sexo masculino.⁷³ Dados de adultos do sexo masculino e feminino.^{68,69,72} Dados pediátricos do sexo masculino.⁶⁷ Dados pediátricos do sexo masculino e feminino.⁶⁵ Esta tabela foi criada considerando um nível baixo a moderado de IR em circulação.

esqueléticos e o cérebro.⁷⁴ Quanto mais baixas forem as concentrações de insulina em circulação e mais altos forem os níveis de hormonas contrarregulatórias da glicose, mais elevada será a taxa de glicose proveniente do fígado durante o exercício aeróbico.⁷⁴ O volume dos músculos esqueléticos envolvidos no exercício é a principal determinante da taxa de eliminação da glicose. Enquanto as ações contráteis do músculo esquelético aumentam a taxa de eliminação da glicose durante o exercício, através da translocação do GLUT4 para o sarcolema mediada pela contração, níveis elevados de catecolaminas limitam a absorção da glicose da circulação para ajudarem a prevenir a queda da glicemia e aumentarem a possibilidade de os músculos recorrerem às suas reservas de glicogénio em forma de energia.⁶⁶

A translocação da proteína transportadora do GLUT4 induzida pelas contrações, permite aos músculos esqueléticos fixarem e utilizarem a glicose sanguínea como energia mesmo quando as concentrações de insulina são extremamente baixas.⁷⁵ No entanto, baixas concentrações de insulina em circulação na DM1 aumentam a taxa de produção de glicose pelo fígado⁷⁶ e a produção de cetonas,⁷⁷ o que pode ser perigoso uma vez que pode causar hiperglicemia grave e cetoacidose por desidratação.

Devido à ação do exercício aeróbico na diminuição da glicose, os níveis de insulina exógena das crianças e adolescentes com DM1

devem idealmente ser baixos para ajudar a prevenir a hipoglicemia.⁵⁸ Infelizmente, não é possível baixar as concentrações de insulina rapidamente, mesmo com uma bomba de insulina, pelo que precisam de ser tomadas medidas mais proativas. Estas podem incluir uma redução na insulina prandial da refeição antes do exercício e/ou uma redução da administração de insulina basal pela bomba de insulina⁵⁸ (ver detalhes abaixo). Quando os ajustes de insulina não tiverem sido feitos, aumentar o consumo de carboidratos é a única opção para prevenir a hipoglicemia⁵⁸ (ver detalhes abaixo).

5.2 Exercício de muito alta intensidade e anaeróbico

As atividades anaeróbicas como os sprints e o levantamento de pesos podem fazer com que os níveis de glicose aumentem, particularmente se praticadas no início do dia com pouca ou nenhuma insulina prandial em circulação e se a atividade for praticada isoladamente (isto é, sem exercício aeróbico), como uma pista dos 100 m, um combate de judo ou uma corrida de remo.⁷⁸ Adicionalmente, o aumento das concentrações das hormonas do estresse em circulação associadas à competição e ao exercício anaeróbico intensivo podem acentuar a subida dos níveis de glicose, mesmo antes de o evento ocorrer. Por exemplo, Garry Hall Jr., que competiu nos Jogos olímpicos de Sydney em 2000 nos 50 metros livres de natação, elevou os seus níveis de GS para 300 mg/dl

durante a corrida para o recorde do mundo que durou 21 segundos.

Devido ao potencial de os níveis de glicose subirem com algumas formas de exercício anaeróbico, frequentemente são desaconselhadas as reduções na dose de insulina, e pode ser considerada uma correção da insulina pós-exercício em caso de hiperglicemia⁵⁸ (ver detalhes abaixo).

5.3 Exercício misto

Em muitos jovens, a maioria das formas de AF consiste em jogos espontâneos e/ou desportos de equipa e de campo. Estes contextos são frequentemente caracterizados por segmentos repetidos de atividade relativamente intensa, intercalados com atividade de intensidade baixa a moderada ou descanso.

Este tipo de atividade “intervalada” ou “mista” demonstrou resultar numa taxa menor de queda da glicemia em pessoas com DM1 comparativamente ao exercício contínuo de intensidade moderada, tanto durante como após o evento.⁷⁸ Portanto, formas de exercício misto podem não requerer ajustes na dose de insulina.

5.4 Razões para a disglícemia durante o exercício em jovens com DM1

As razões para a disglícemia com o exercício, na diabetes, são complexas e multifacetadas. Os principais fatores associados a maiores descidas na glicemia durante o exercício aeróbico são provavelmente os níveis de insulina em circulação e a intensidade e a duração da atividade.⁵⁸ Os níveis de hormonas contrarregulatórias da glicose (glucagon, catecolaminas, cortisol, hormona do crescimento) e o nível de glicose pré-exercício também podem impactar a alteração na glicose durante o exercício aeróbico.⁵⁸ Fatores adicionais, incluindo o tamanho físico, a massa muscular, a idade, o sexo, o nível de forma física, os níveis de estresse e a genética de um indivíduo, também podem impactar a alteração na glicose; no entanto, a magnitude destes efeitos é menos clara.

O exercício pode aumentar a taxa de absorção da insulina administrada por via subcutânea,⁷⁹ o que pode aumentar a ação da insulina logo após a administração do bólus. A insulina deve ser dada numa área que não esteja ativamente envolvida na contração muscular. Isto pode ser difícil em algumas atividades que envolvem o corpo inteiro, como a natação, ou quando os indivíduos têm um conjunto de infusão de insulina que não é facilmente removível para fazerem exercício. Adicionalmente, o impacto do exercício sobre a taxa de absorção da insulina basal de ação ultra-prolongada não está esclarecido. Ainda assim, um estudo conduzido em adultos com DM1 concluiu que a insulina detemir estava associada a menos hipoglicemia durante e após o exercício.⁸⁰

No caso dos jovens com DM2, existe pouca evidência da influência da duração, tipo ou intensidade do exercício sobre as flutuações glicêmicas agudas ou sobre o tempo no intervalo-alvo da glicose. Estudos cruzados sugerem que segmentos mais frequentes de AF estruturada,⁸¹ particularmente uma atividade estruturada de intensidade vigorosa,¹⁷ estão associados a uma melhoria da glicemia e dos fatores de risco cardiometabólico.

A natureza imprevisível da atividade nos jovens com DM1 pode fazer com que a gestão glicêmica seja desafiadora. Contudo,

podem ser implementadas várias estratégias para ajudar a limitar a disglícemia associada ao exercício (ver detalhes abaixo).

5.5 Hipoglicemia prévia

Níveis moderados ou mantidos de hipoglicemia nas 24 a 48 horas anteriores ao exercício parecem diminuir as respostas contrarregulatórias ao exercício e podem aumentar o risco de hipoglicemia induzida pelo exercício.⁸² A obesidade e o exercício com baixas temperaturas também podem diminuir algumas das hormonas contrarregulatórias (p. ex. hormona do crescimento, catecolaminas),^{83,84} o que pode aumentar o risco de hipoglicemia.

5.6 Glicemia, saúde musculoesquelética e desempenho no exercício

Um episódio agudo de hiperglicemia ligeira a moderada não parece impactar o desempenho no exercício ou no desporto na DM1.⁷ No entanto, mesmo uma hipoglicemia ligeira impacta negativamente o tempo de reação e o desempenho desportivo de um modo geral.⁸⁵ Por outro lado, uma hiperglicemia mantida (dias, semanas) tem a probabilidade de impactar vários processos metabólicos e circulatórios que podem, pelo menos em teoria, impactar negativamente a capacidade para o exercício, incluindo uma perda aparente de massa muscular e de mitocôndrias do tecido muscular, reduzir a capilarização muscular e provocar uma desidratação generalizada.⁸⁶ A longo prazo, níveis elevados de HbA1c em jovens com DM1 podem impactar o crescimento e o desenvolvimento⁸⁷ e provavelmente afetar adversamente a saúde musculoesquelética.⁸⁸ Para os jovens com diabetes, fazerem AF regular, terem períodos prolongados de hiperglicemia causados pelo exercício, ou o medo de desenvolverem hipoglicemia devido ao exercício podem influenciar negativamente a sua capacidade para atingirem os objetivos gerais de gestão glicêmica. Contudo, de modo semelhante ao que se passa com os jovens com DM2,^{17,81} os dias com maior AF podem melhorar a probabilidade de os jovens com DM1 atingirem os objetivos glicêmicos, comparativamente aos dias com inatividade.⁸⁹ Atualmente não existem dados acerca do desempenho no exercício e a glicemia em jovens com DM2.

6. NUTRIÇÃO E EXERCÍCIO

6.1 As necessidades nutricionais e a qualidade dos alimentos

O aconselhamento acerca da nutrição desportiva para maximizar o desempenho irá incluir informação acerca do tipo e quantidade de alimentos, e o horário da ingestão. A quantidade de carboidratos e proteínas necessários às refeições irá variar com a idade, sexo e níveis de atividade. Para os jovens a praticarem atividades diárias associadas à saúde (isto é, 60 minutos de AF vigorosa diariamente), a ingestão de alimentos diária deve ser suficiente para suprir as necessidades da atividade, desde que as refeições sejam distribuídas de modo regular ao longo do dia. Em muitas partes do mundo, existem orientações específicas para cada país acerca da ingestão calórica e de macronutrientes, e, de um modo geral, níveis mais elevados de atividade estão ligados a um aumento das necessidades calóricas. Pode ser necessário calcular necessidades calóricas e de carboidratos adicionais para jovens muito ativos, e tabelas de compêndios de

AF específicas para jovens oferecem listas completas para ajudar a fazer os cálculos dos gastos calóricos.⁹⁰ O aconselhamento acerca de carboidratos suplementares para a prevenção da hipoglicemia deve ter por objetivo não aumentar a ingestão calórica total acima do gasto, e a utilização de lanches não deve diminuir a qualidade da dieta. A tabela nutricional (Tabela E) sugere as escolhas de carboidratos mais eficazes para a prevenção da hipoglicemia com o menor teor calórico total. A ingestão adequada de líquidos é essencial para reduzir o risco de desidratação.⁹¹ Na maioria das situações, água ou líquidos sem açúcar são os mais adequados para manter a hidratação. Poderá encontrar recomendações detalhadas acerca da nutrição para a saúde e exercício nas Orientações de Consenso da ISPAD de 2022, Capítulo 10, Gestão da nutrição em crianças e adolescentes com diabetes, juntamente com mais aconselhamento acerca de suplementos nutricionais.

6.2 Suplementos nutricionais e desportivos

A evidência existente acerca da utilização de proteínas ou outros suplementos nutricionais para apoiar a desempenho atlético em adolescentes é mínima. Os suplementos de proteína em atletas adolescentes podem não trazer benefícios adicionais ao desempenho no exercício,⁹² apesar de haver alguma evidência de que possam reduzir as respostas inflamatórias pós-exercício⁹² e terem benefícios agudos no anabolismo muscular pós-exercício; no entanto, não foram provadas com clareza alterações demonstráveis nas lesões e na recuperação muscular.⁹³ Por conseguinte, a suplementação com proteína não deve ser recomendada como rotina nos jovens que praticam AF regular.

Os adolescentes que praticam desportos de competição usam suplementos desportivos com frequência.^{94,95} No entanto, o estudo de revisão da International Society of Sports Nutrition acerca dos suplementos que melhoram o desempenho desportivo identificou uma escassez de dados de eficácia acerca da sua utilização em crianças com menos de 18 anos.⁹⁶ Por conseguinte, deve ser dada prioridade ao aconselhamento da utilização da alimentação para maximizar as adaptações ao treino. O aconselhamento acerca dos riscos da utilização de suplementos desportivos, que inclui a contaminação com substâncias proibidas que melhoram o desempenho, deve ser fornecido com a orientação acerca de anti-doping de acordo com o desporto e o nível de competição. Alguns desportos iniciam os procedimentos anti-doping antes dos 18 anos de idade. Estão disponíveis através de muitas organizações desportivas nacionais programas educacionais acerca de anti-doping no desporto. A informação acerca da isenção da insulina para uso terapêutico está disponível no site da autoridade mundial anti-doping (<https://www.wada-ama.org>).

6.3 Álcool

Os adolescentes e jovens adultos precisam de compreender o efeito do álcool na resposta ao exercício e na queda dos níveis de GS. Uma vez que alguns desportos estão associados a uma “cultura de bebida”, o aconselhamento acerca da utilização segura do álcool deve ser fornecido sem apoiar o seu consumo. De acordo com estudos conduzidos em adultos com diabetes, o álcool diminui a

contrarregulação da glicose inibindo a gluconeogénese hepática (mas não a glicogénólise) e aumenta o risco de hipoglicemia.⁹⁷⁻¹⁰⁰ O álcool deve ser evitado antes e durante o exercício, uma vez que pode aumentar o risco de hipoglicemia, incluindo hipoglicemia noturna após o exercício, e reduzir o desempenho. Se for consumido álcool após o exercício, pode ser necessário aconselhar reduções mais drásticas de insulina e maiores quantidades de carboidratos suplementares conforme mencionado nas tabelas de ajuste discutidas mais adiante neste capítulo (Tabelas A-E).

6.4 Dietas com baixo teor de carboidratos

Nenhuns estudos examinaram especificamente o desempenho no exercício em jovens com diabetes a usarem dietas com baixo teor de carboidratos. Uma revisão sistemática recente conduzida em adultos praticantes de desporto a título recreativo sem diabetes, não apresentou redução no desempenho aeróbico ou no tempo até à exaustão após a adaptação da sua dieta para um baixo teor de carboidratos.¹⁰¹ A única diferença foi uma utilização mais elevada dos AGL.¹⁰¹ No entanto, um ensaio clínico apresentou uma diminuição na economia do exercício e no desempenho quando atletas de endurance de elite consumiram uma dieta com baixo teor de carboidratos.¹⁰² O défice do desempenho ao nível dos atletas de elite foi recentemente replicado, e a redução foi atribuída a uma diminuição das taxas de oxidação dos carboidratos.¹⁰²

É questionável até que ponto esta investigação é relevante para as crianças com DM1 que estão a administrar insulina exógena. As pessoas com DM1 apresentam níveis de insulina periférica em circulação que são 2,5 vezes superiores aos das pessoas sem diabetes.¹⁰³ Um elevado nível de insulina periférica altera o metabolismo hepático e muscular.¹⁰⁴ Na inexistência de ensaios clínicos, é aconselhável não defender esta abordagem nutricional, especialmente para um desempenho ótimo no exercício. Se uma criança ou família insistirem numa dieta com baixo teor de carboidratos é essencial aconselhá-los acerca de fazerem exercício com segurança. É sensato começar por sugerir as estratégias de ajuste de insulina sugeridas nas Tabelas 2 e 3. No entanto, a quantidade de carboidratos suplementares necessária durante o exercício pode ser inferior à indicada nas Tabelas 4 e 5. Serão necessários uma avaliação individualizada e um processo de tentativa e erro com um plano em evolução.

6.5 Atletas de elite e de alta competição

As recomendações específicas acerca do aumento das necessidades nutricionais e das estratégias avançadas de ajuste de insulina necessárias para apoiar os atletas de alta competição com diabetes estão fora do âmbito deste capítulo. Os jovens que praticam desportos de elite devem ser referenciados para uma equipa com experiência multidisciplinar em exercício e gestão da DM1.

A secção sobre nutrição discute o cálculo das necessidades calóricas, de carboidratos e proteínas, com base no calendário de treino regular e de competição. Um artigo de revisão recente discutiu estratégias de ajuste de insulina personalizadas e o modo como planear protocolos de treino dinâmicos para diferentes modalidades e durações do exercício.^{9,70,105-108}

7. INTEGRAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DATERAPÊUTICA COM INSULINA E DE NUTRIÇÃO PARA A GESTÃO ESPECÍFICA DO EXERCÍCIO

As Tabelas 2 a 6 foram incluídas para ilustrar as recomendações abaixo, juntamente com explicações acerca da idade e sexo dos participantes do estudo.

7.1 Exercício planejado

O exercício planejado com uma duração de pelo menos 30 minutos requer estratégias de gestão da terapêutica antes, durante, após e depois durante a noite. Pode ser combinado um vasto leque de estratégias de ajuste de insulina e de nutrição para manter o nível de glicose durante a atividade num intervalo para o exercício de 5,0 a 15,0 mmol/l ou 90-270 mg/dl e prevenir a hipoglicemia induzida pelo exercício. É essencial que o profissional de saúde se assegure que o indivíduo com diabetes, e, se necessário, a sua família, estejam conscientes que pode ser necessário construir um plano por tentativa e erro, e que os planos devem ser adaptados com base nos resultados observados. As tabelas de ajuste para bomba de insulina ou infusão subcutânea contínua de insulina (ISCI – Tabela 2) e múltiplas injeções diárias (MID – Tabela 3) apresentam planos iniciais e protocolos de ajuste. As Tabelas 4 e 5 apresentam orientação acerca do modo como calcular os carboidratos para prevenir a hipoglicemia imediatamente antes e a cada 30 minutos, e 20 minutos durante o exercício, em pessoas a usarem AMCG e MCG, respectivamente. Na Tabela 6 podem ser encontradas ideias para refeições, lanches e carboidratos durante o exercício.

As recomendações das Tabelas 2-6 são baseadas em estudos com baixo número principalmente de adultos saudáveis e os seus desempenhos em passadeira ou ergómetros e não mimetizam os exercícios dos jovens na vida real. Por conseguinte, extrapolar esta informação para populações com menos massa magra, como jovens sedentários, com excesso de peso ou obesos, pode ser problemático. As considerações específicas para estas populações são discutidas nas secções e tabelas relevantes. Por fim, usar as tabelas não irá produzir resultados consistentes numa população devido à considerável variação inter e intraindividual nas respostas da glicose a um mesmo exercício. As pessoas que vão receber os planos construídos a partir das tabelas devem ser informadas acerca das suas limitações e que são meramente um ponto de partida que requer uma adaptação por tentativa e erro.

7.2 Antes do exercício planejado: estratégias de ajustes na insulina e de nutrição

O exercício após um bólus de insulina prandial não ajustado pode conduzir a hipoglicemia em jovens com DM1,^{65,70} mesmo quando foram consumidos 15 g de carboidratos durante o exercício.⁷¹ Reduções de 25 a 75% na insulina prandial pré-exercício provaram ter sucesso na prevenção da hipoglicemia em adultos a praticarem exercício aeróbico,^{72,73,109} misto,⁷³ e anaeróbico.⁷³ Nos adultos do sexo masculino, as reduções na insulina prandial introduzidas 1 a 2 horas antes do exercício^{109,110} limitaram a hiperglicemia pré-exercício

quando comparadas com as reduções efetuadas 2 a 4 horas antes do exercício.^{73,110} Ao extrapolar os dados dos adultos do sexo masculino para jovens, parece importante assegurar o intervalo entre a refeição e a atividade e aconselhar o objetivo de o manter idealmente em 90 minutos, ao reduzir a insulina do bólus de antes do exercício. Para prevenir problemas gastrointestinais em adultos do sexo masculino, uma refeição pobre em gorduras e rica em carboidratos com 1,0 a 1,5 gramas por quilo de peso (g/kg/P) provou ser eficaz e bem tolerada quando consumida 2 horas antes do início do exercício.^{109,110} Se o jovem tiver um índice de massa corporal (IMC) no percentil ≥ 91 usar o seu peso ideal (PI) a não ser que o percentil do IMC seja devido a elevada massa muscular. O método do IMC para o cálculo do PI em kg [IMC no percentil 50 para a idade x (altura em metros)²] foi validado em pediatria.¹¹¹

Quando o exercício está planejado para ser iniciado mais de 2 horas após a refeição, é aconselhável administrar a dose de insulina regular prandial para prevenir a hiperglicemia excessiva, observada quando as reduções são feitas 2 a 4 horas antes do exercício, em adultos do sexo masculino.⁷³ Reduções de 50 a 80% da taxa basal introduzidas na bomba de insulina reduziram o risco de hipoglicemia durante o exercício aeróbico na ausência de insulina prandial, quando as reduções foram ativadas 90 minutos antes do exercício.¹¹² No entanto, desconectar uma bomba de insulina no princípio do exercício geralmente não previne a hipoglicemia durante o mesmo.^{112,113} Se a refeição pré-exercício for para ser consumida 2 a 3 horas antes do exercício, manter o teor máximo de carboidratos de uma refeição em 2 g/kg/P irá prevenir o excesso de insulina em circulação no início do exercício. É preferível manter um intervalo de pelo menos 3 horas entre a hora da refeição e o exercício, para minimizar o bólus de insulina circulante¹¹⁴ e fornecer tempo suficiente para que os carboidratos sejam digeridos e assimilados, para serem usados durante o exercício.¹¹⁵ Se o intervalo for de mais de 3 horas, é recomendada uma refeição que contenha 1 a 3 g/kg/P de carboidratos que seja moderada a baixa em gordura para melhorar as reservas de glicogénio hepático e muscular.¹¹⁵ Os atletas de endurance com muitas horas de treino intensivo podem precisar de 4 g/kg/P.

7.3 Durante a atividade planejada: estratégias de ajustes na insulina e de nutrição

O pilar fundamental na gestão da glucose durante a atividade é o consumo de carboidratos extra. A investigação mostra que são necessários 0,5 a 1,0 g/kg/hora na presença de bólus de insulina elevados em circulação,⁷⁰ mas que apenas são necessários 0,3 a 0,5 g/kg/hora se tiverem passado mais de 2 horas desde a última insulina prandial.^{116,117} A tabela de necessidades de carboidratos para pessoas a usarem a AMGS oferece sugestões iniciais de carboidratos para antes e a cada 30 minutos durante o exercício (Tabela 4 & Apêndice 1 para sugestões por intervalo de peso). As sugestões são baseadas no nível de glicose e no peso da pessoa que está a praticar o exercício, e se se espera que o nível de glicose caia, se mantenha ou se eleve durante o exercício. A expectativa da alteração de glucose durante o exercício deve ser baseada no tipo de exercício, no bólus de insulina remanescente, nas alterações da insulina basal e na experiência prévia da pessoa nesse exercício.

Tabela 2. Ajustes de insulina na bomba de insulina e recomendações de nutrição para antes, imediatamente após e durante a noite na atividade aeróbica, mista e anaeróbica, com duração de pelo menos 30 minutos. A tabela sugere um plano inicial (primeira recomendação a fazer) que pode depois ser adaptada de modo personalizado (baseada na evidência de nível D). A tabela fornece orientação acerca do modo como adaptar os planos (primeira recomendação apresentada a cinzento) baseada na experiência do plano inicial. Apenas a estratégia anterior ou posterior que resulta em hiper ou hipoglicemia requer um ajuste, não o plano completo.

		Antes do exercício		Após o exercício		
		Insulina prandial	Taxa basal para exercício sem jejum	Insulina prandial pós-exercício	Escolher uma ou as duas opções, se o exercício for após as 16:00 e a duração do exercício for superior a 30 minutos	
Tipo de exercício	Execução do plano	Se a refeição for consumida mais de 2 horas antes do exercício, administrar uma dose de insulina prandial regular para prevenir a hiperglicemia. ⁷³ Se a refeição for consumida nas 2 horas anteriores ao exercício, ajustar a dose de insulina prandial usando estas sugestões. ^{72,109,110}	Se o exercício for mais de 120 minutos após a dose de insulina prandial, reduzir a insulina basal 90 min. antes ¹¹²	Redução da insulina prandial.	Alteração da taxa basal.	Se o nível de glicose for inferior a 10,0 mmol/l (180 mg/dl), fazer um lanche com carboidratos de baixo índice glicêmico sem bôlus de insulina ao deitar ¹²⁸ Se o nível de glicose for inferior a 7,0 mmol/l (126 mg/dl), juntar 15 g adicionais de proteína ¹²⁸
Aeróbico	>15,0 mmol/l (270 mg/dl) Usando o plano inicial	-25% ^{73,109}	-25%	-25%	Dose regular	0,2 g/kg/P†
	Plano inicial	-50% ^{72,73,109}	-50% ¹¹²	-50% ¹¹⁰	-20% durante 6 h ⁶²	0,4 g/kg/P† ^{72,110}
	<5,0 mmol/l (90 mg/dl) Usando o plano inicial	-75% ^{73,110}	-80% ¹¹²	-75%	-40% durante 6 h	0,6 g/kg/P†
Misto	>15,0 mmol/l (270 mg/dl) Usando o plano inicial	-25% ⁷³	Dose regular.	Dose regular. ^{72,73}	Dose regular	0,2 g/kg/P†
	Plano inicial	-50% ^{72,73}	-25%	-25%	-20% durante 6 h	0,4 g/kg/P† ⁷²
	<5,0 mmol/l (90 mg/dl) Usando o plano inicial	-75% ⁷³	-50%	-50%	-40% durante 6 h	0,6 g/kg/P†
Anaeróbico	>15,0 mmol/l (270 mg/dl) Usando o plano inicial	Dose regular	Dose regular e bôlus pequeno 15 minutos pré-exercício	Dose regular ⁷³	Dose regular	0,2 g/kg/P†
	Plano inicial	-25% ⁷³	Dose regular	-25%	-20% durante 6 h	0,4 g/kg/P†
	<5,0 mmol/l (90 mg/dl) Usando o plano inicial	-50% ⁷³	-25%	-50%	-40% durante 6 h	0,6 g/kg/P†

† P = Peso. Se o percentil do Índice de Massa Corporal for ≥ 91 , usar o P em $\text{kg} = [\text{IMC no percentil } 50 \text{ para a idade} \times (\text{altura em metros})^2]$ ¹¹¹, a não ser que o elevado percentil do IMC seja devido a uma massa muscular abundante. Considerar reduzir os carboidratos sugeridos em populações com menor massa magra do que adultos saudáveis do sexo masculino, como indivíduos do sexo feminino e indivíduos sedentários do sexo masculino. Dados de adultos do sexo masculino.^{73,109,110} Dados de adultos dos sexos masculino e feminino.^{72,112,128} Dados pediátricos dos sexos masculino e feminino.^{62,111}

Tabela 3. Ajustes de insulina em múltiplas injeções diárias e recomendações de nutrição para antes, imediatamente após e durante a noite na atividade aeróbica, mista e anaeróbica, com duração de pelo menos 30 minutos. A tabela sugere um plano inicial (primeira recomendação a fazer) baseada em evidência de nível D. Estas orientações servem como ponto de partida que requerem uma adaptação personalizada. A tabela fornece orientação acerca do modo como adaptar os planos (primeira recomendação apresentada a cinzento) baseada na experiência do plano inicial. Apenas a estratégia anterior ou posterior que resulta em hiper ou hipoglicemia requer ajuste, não o plano completo.

		Antes do exercício		Após o exercício	
		Insulina à refeição	Insulina prandial pós-exercício	Escolher uma ou as duas opções, se o exercício for após as 16:00 e a duração do exercício for superior a 30 minutos	
Tipo de exercício	Execução do plano	Se a refeição for consumida mais de 2 horas antes do exercício, administrar uma dose de insulina prandial regular para prevenir a hiperglicemia ⁷³ Se a refeição for consumida nas 2 horas anteriores ao exercício, ajustar a dose de insulina prandial usando estas sugestões ^{109,110}	Redução da insulina à refeição	Insulina basal da noite	Se o nível de glicose for inferior a 10,0 mmol/l (180 mg/dl), fazer um lanche com carboidratos de baixo índice glicêmico sem bôlus de insulina ao deitar ¹²⁸ Se o nível de glicose for inferior a 7,0 mmol/l (126 mg/dl), juntar 15 g adicionais de proteína ¹²⁸
Aeróbico	>15,0 mmol/l (270 mg/dl) Usando o plano inicial	-25% ¹⁰⁹	-25%	Dose regular ¹¹⁰	0,2 g/kg/P [†]
	Plano inicial	-50% ^{72,73,109}	-50% ¹¹⁰	-20% ¹¹⁰	0,4 g/kg/P ^{† 72,110}
	<5,0 mmol/l (90 mg/dl) Usando o plano inicial	-75% ^{73,110}	-75%	-40%	0,6 g/kg/P [†]
Misto	>15,0 mmol/l (270 mg/dl) Usando o plano inicial	-25% ⁷³	Dose regular ^{72,73}	Dose regular	0,2 g/kg/P [†]
	Plano inicial	-50% ^{72,73}	-25%	-20%	0,4 g/kg/P ^{† 72}
	<5,0 mmol/l (90 mg/dl) Usando o plano inicial	-75% ⁷³	-50%	-40%	0,6 g/kg/P [†]
Anaeróbico	>15,0 mmol/l (270 mg/dl) Usando o plano inicial	Dose habituelle	Dose regular ⁷³	Dose regular	0,2g/kg/P [†]
	Plano inicial	-25% ⁷³	-25%	-20%	0,4 g/kg/P [†]
	<5,0 mmol/l (90 mg/dl) Usando o plano inicial	-50% ⁷³	-50%	-40%	0,6 g/kg/P [†]

† P = Peso. Se o percentil do Índice de Massa Corporal for ≥ 91 , usar o P em kg = $[\text{IMC no percentil } 50 \text{ para a idade} \times (\text{altura em metros})^2]^{111}$, a não ser que o elevado percentil do IMC seja devido a uma massa muscular abundante. Considerar reduzir os carboidratos sugeridos em populações com menor massa magra, como indivíduos sedentários. Dados de adultos do sexo masculino.^{73,109,110} Dados de adultos dos sexos masculino e feminino.^{72,128} Dados pediátricos dos sexos masculino e feminino.¹¹¹

Tabela 4. Objetivos de glicose para dispositivos de medição de glicose por picada no dedo e necessidades de carboidratos em crianças e adolescentes com DM1, antes e a cada 30 minutos durante o exercício, com base em evidência de nível D.

Nível de glicose do sensor ou do sangue	Resposta esperada da glicose durante o exercício, baseada no tipo de exercício, na insulina remanescente, nos ajustes do bólus, ajustes basais e controle prévio da glicose	
	Espera-se que desça durante o exercício	Espera-se que mantenha a estabilidade ou suba durante o exercício
Superior a 15,0 mmol/l (270 mg/dl) & cetonas acima dos 0,6 mmol/l	Cetonas >1,5 mmol/l: Seguir o aconselhamento usual para as cetonas e evitar o exercício Cetonas 1,1-1,4 mmol/l: Dar ½ dose de correção com caneta e esperar 60 minutos para reavaliar Cetonas 0,6-1,0 mmol/l: Dar ½ dose de correção com caneta e esperar 15 minutos para praticar exercício	
Superior a 15,0 mmol/l (270 mg/dl) & cetonas abaixo dos 0,6 mmol/l	Considerar ½ do bólus de correção de insulina usual	
10,1-15,0 mmol/l (181-270 mg/dl)	Sem carboidratos	
Necessidades de carboidratos (g/kg/P/30 min. não exceder 60 kg)*		
Objetivo do exercício† 7,0-10,0 mmol/l (126-180 mg/dl)	0,2 – 0,5 ¹¹⁷	0
5,0-6,9 mmol/l (90-125 mg/dl)	0,5 ⁷⁰	0,2 ¹¹⁶
Adiar ou parar o exercício durante 20 minutos 4,0-4,9 mmol/l (70-89 mg/dl)	0,3 ¹⁹⁵	0,3 ¹⁹⁵
3,0-3,9 mmol/l (54-70 mg/dl)	Tratar a hipoglicemia e adiar o exercício até atingir valores superiores a 4,9 mmol/l (89 mg/dl)	
Menos de 3,0 mmol/l (54 mg/dl)	Tratar a hipoglicemia e não iniciar o exercício devido à diminuição da resposta hormonal contrarregulatória	

† Se o risco de hipoglicemia ou de inconsciência da hipoglicemia for médio ou elevado, aumentar o nível do objetivo para o exercício para 8,0 a 11,0 mmol/l (145 a 198 mg/dl) ou 9,0 a 12,0 mmol/l (162 a 216 mg/dl), respectivamente. ‡ Não exceder os 60 kg ao calcular as quantidades de carboidratos para impedir sugestões acima do pico de utilização dos carboidratos exógenos de 1,0 a 1,2 g por min.^{105-107,196} Além disso, se o percentil do Índice de Massa Corporal (IMC) for ≥91, usar o peso (P) em kg = [IMC no percentil 50 para a idade x (altura em metros)²],¹¹¹ a não ser que o percentil do IMC elevado seja devido a uma massa muscular abundante. Dados de adultos do sexo masculino.^{105-107,196} Dados de adultos dos sexos masculino e feminino.^{116,117} Dados pediátricos do sexo masculino.⁷⁰ Dados pediátricos dos sexos masculino e feminino.^{111,195}

Nos indivíduos com diabetes a usarem sistemas de MCG devem ser consideradas as tendências da glicose (direção das setas). Se a glicose do sensor estiver no limite o nível de GS deve ser determinado uma vez que a precisão do sensor diminui com o exercício. O MCG pode permitir ajustes nas quantidades dos carboidratos baseados nos níveis de glicose de tempo real e nas tendências apresentadas pelas setas. Ingerir quantidades mais pequenas de carboidratos suplementares a

cada 10 a 20 minutos com base no nível glicose, demonstrou eliminar a hipoglicemia clinicamente significativa (<3,0 mmol/l ou <54 mg/dl). A Tabela 5 (Apêndice 2 para sugestões por intervalo de peso) apresenta sugestões iniciais de carboidratos para serem consumidos antes do exercício e depois a cada 20 minutos, com base no valor de glicose e nas setas de tendências, de acordo com as recentes declarações de consenso da ISPAD/EASD (European Association for the Study of

Tabela 5. Objetivos de glicose para o MCG e necessidades de carboidratos baseadas em valores de glicose e setas de tendências em crianças e adolescentes com DM1 antes e a cada 20 minutos durante o exercício, com base em evidência de nível D.¹⁰

Nível de glicose do sensor ou do sangue	Setas de tendências	Reposta esperada da glicose durante o exercício, baseada no tipo de exercício, na insulina remanescente e nos ajustes do bólus, ajustes basais e controlo prévio da glicose	
		Espera-se que desça durante o exercício	Espera-se que mantenha a estabilidade ou suba durante o exercício
Superior a 15,0 mmol/l (270 mg/dl) & cetonas acima dos 0,6 mmol/l	Todas	Cetonas >1,5 mmol/l: Seguir o aconselhamento usual para as cetonas e evitar o exercício Cetonas 1,1-1,4 mmol/l: Dar ½ dose de correção com caneta e esperar 60 minutos para reavaliar Cetonas 0,6-1,0 mmol/l: Dar ½ dose de correção com caneta e esperar 15 minutos para praticar exercício	
	→ ↗↑	Considerar ½ do bólus de correção de insulina usual	
Superior a 15,0 mmol/l (270 mg/dl) & cetonas abaixo dos 0,6 mmol/l	↘↓	Sem carboidratos	
	Necessidades de carboidratos (g/kg/P/20 min. não exceder 60 kg)‡		
10,1-15,0 mmol/l (181-270 mg/dl)	↑	0	0
	↗	0	0
	→	0	0
	↘	0.1	0
	↓	0.2	0
Objetivo do exercício† 7,0-10,0 mmol/l (126-180 mg/dl)	↑	0	0
	↗	0.1	0
	→	0.2	0
	↘	0.3	0.1
	↓	0.4	0.2
5,0-6,9 mmol/l (90-125 mg/dl)	↑	0.1	0
	↗	0.2	0.1
	→	0.3	0.2
	↘	0.4	0.3
	↓ [§]	0.5	0.4
4,0-4,9 mmol/l (70-89 mg/dl)	↑	0.2	0.1
	↗	0.3	0.2
Adiar ou parar o exercício durante 20 minutos 4,0-4,9 mmol/l (70-89 mg/dl)	→	0.3	0.3
	↘ [§]	0.4	0.4
	↓ [§]	0.5	0.5
3,0-3,9 mmol/l (54-70 mg/dl)	Todas	Tratar a hipoglicemia e adiar o exercício até atingir valores superiores a 4,9 mmol/l (89 mg/dl)	
Menos de 3,0 mmol/l (54 mg/dl)	Todas	Tratar a hipoglicemia e não iniciar o exercício devido à diminuição da resposta hormonal contrarregulatória	

† Se o risco de hipoglicemia ou de inconsciência da hipoglicemia for médio ou elevado, aumentar o nível do objetivo para o exercício para 8,0 a 11,0 mmol/l (145 a 198 mg/dl) ou 9,0 a 12,0 mmol/l (162 a 216 mg/dl), respetivamente. ‡ Não exceder os 60 kg ao calcular as quantidades de carboidratos para impedir sugestões acima do pico de utilização dos carboidratos exógenos de 1,0 a 1,2 g por min.^{105-107,196} Além disso, se o percentil do Índice de Massa Corporal (IMC) for ≥91, usar o peso (P) em kg = [IMC no percentil 50 para a idade x (altura em metros)²],¹¹¹ a não ser que o percentil do IMC elevado seja devido a uma massa muscular abundante. § Considerar testar a glicose sanguínea uma vez que o valor do MCG pode estar desfasado. Dados de adultos do sexo masculino.^{105-107,196} Dados pediátricos dos sexos masculino e feminino.¹¹¹

Tabela 6. Exemplos de nutrição para antes, durante, imediatamente após e durante a noite na atividade aeróbica, mista e anaeróbica, com duração de pelo menos 30 minutos baseada em evidência de nível D.

Antes do exercício	Durante o exercício	Após o exercício	Ao deitar
<p>Aposte para uma refeição pelo menos 180 minutos antes do exercício para minimizar a insulina em circulação¹¹⁴ e maximizar as reservas de glicogénio¹¹⁵ de acordo com o teor de nutrientes da refeição após o exercício e exemplos.</p> <p>Se comer menos de 180 minutos antes do exercício, aposte para comer dentro de 60 a 90 min antes do exercício para reduzir o risco de hiperglicemia pré-exercício.^{109,110}</p>	<p>Escolhas de carboidratos com elevado índice glicêmico quando é possível testar frequentemente durante o exercício.</p> <p>Escolhas de carboidratos com médio índice glicêmico se testar com pouca frequência ou nunca durante o exercício.</p>	<p>Refeição 90 minutos após o exercício.</p> <p>Dar prioridade à inclusão de uma fonte de proteínas.</p>	<p>Exercício após as 16:00 e duração ≥30 min</p> <p>Nível de glicose <10 mmol/l (180 mg/dl)‡: CH¹²⁸</p> <p>Nível de glicose <7 mmol/l (126 mg/dl)‡: CH + proteína¹²⁸</p>
<p>Teor de nutrientes da refeição 60 a 90 min antes do exercício:</p> <p>CH: 1 a 1,5 g/kg/P*, Proteína: baixo, Gordura: baixo^{109,110}</p>	<p>Quantidade de carboidratos:</p> <p>Necessidade de carboidratos das Tabelas C e D.</p>	<p>Teor de nutrientes da refeição:</p> <p>CH: 1 a 4 g/kg/P*, proteína: ≥15 g, gordura: moderado¹¹⁵</p>	<p>Lanches:</p> <p>CH: 0,4 g/kg/P* índice glicêmico: baixo-médio,^{72,110} proteína: 15 g</p>
<p>Exemplos de pequenos-almoços 60 a 90 min antes do exercício:†</p> <p>Salada de fruta</p> <p>Tosta / marmita ou marmita vegetariana / fruta</p> <p>Cereais de desjejum / leite</p> <p>Barra de muesli com aveia</p> <p>Mini panquecas</p> <p>Pãozinho / queijo creme magro</p> <p>Panquecas</p>	<p>Opções de bebidas:†</p> <p>Opções à base de glicose (mais eficazes):</p> <p>Bebidas desportivas isotónicas 6 a 8% (6 a 8 g/100 ml)</p> <p>Bebidas energéticas com glicose 8 a 10% (8 a 10 g/100 ml)</p> <p>Shots de glicose 25% (25 g/100 ml)</p> <p>Géis desportivos de glicose 60 a 70% (60 a 70 g/100 ml)</p> <p>Opções com sacarose (glicose/frutose):</p> <p>Sumos de fruta 11% (11 g/100 ml)</p> <p>Bebidas adoçadas 8 a 10% (8 a 10 g/100 ml)</p>	<p>Exemplos de pequenos-almoços:†</p> <p>Salada de fruta / leite / frutos secos / iogurte</p> <p>Tosta / ovos / tomate / fruta</p> <p>Cereais de desjejum / leite</p> <p>Flocos de aveia / leite / frutos secos / fruta</p> <p>Tosta / abacate / ovos</p> <p>Panquecas / bacon / cogumelos / tomate</p> <p>Omelete / queijo / salada / pãozinho</p> <p>Crepes / frango / salada de ervilhas</p>	<p>Opções de carboidratos de baixo-médio índice glicêmico:†</p> <p>200 g leite (10 g)</p> <p>1 fatia de pão ou tosta multi-cereais (15 g)</p> <p>50 g de grão cozido (15 g)</p> <p>1 maçã grande ou banana média (15 g)</p> <p>200 g de iogurte natural (14 g)</p> <p>50 g de arroz cozido (15 g)</p> <p>30 g de cereais integrais (15-20 g)</p> <p>50 g de massa fina ou normal cozida (15 g)</p>
<p>Exemplos de almoços para refeição 60 a 90 minutos antes:†</p> <p>Sanduíche ou pãozinho / salada</p> <p>Galetes de arroz / marmita ou marmita vegetariana</p> <p>Wrap / carnes magras / salada</p> <p>Biscoitos de aveia / fruta</p> <p>Arroz / vegetais salteados</p> <p>Tosta / marmita ou marmita vegetariana / fruta</p>	<p>Opções de sólidos:†</p> <p>Opções à base de glicose (mais eficazes):</p> <p>Comprimidos de dextrose (3 g cada)</p> <p>Comprimidos de glicose (4 g cada)</p> <p>Opções com sacarose (glicose/frutose):</p> <p>Rebuçados/doces 75 a 90% (75 a 90 g/100 g)</p>	<p>Exemplos de almoços:†</p> <p>Sanduíche ou pãozinho / carne ou queijo magros / salada</p> <p>Tosta integral / manteiga de amendoim / banana</p> <p>Wrap / frango / salada / feijões estufados</p> <p>Biscoitos de aveia / queijo fresco magro / fruta</p> <p>Couscous / hummus / vegetais / fruta</p> <p>Massa / abacate / frango / vegetais / pesto</p> <p>Quesadillas / vegetais / queijo</p>	<p>Options de protéines† :</p> <p>50 g de mélange de fruits à coque hachés (8 g)</p> <p>2 œufs (14 g)</p> <p>70 g de poisson en conserve (15 g)</p> <p>150 g de fromage pauvre en matières grasses (15 g)</p> <p>200 ml de lait (7 g)</p> <p>200 g de yaourt nature (7 g)</p> <p>50 g de fromage à pâte dure (12 g)</p> <p>50 g de pois chiches cuits (3 g)</p>

Exemplos de jantares para refeição 60 a 90 minutos antes:†	Se não for possível monitorizar o nível de glicose frequentemente ou de todo, durante o exercício:‡	Exemplos de jantares:†
Arroz / vegetais / molho à base de tomate Sopa de vegetais / pãozinho Tortilha / vegetais / molho / guacamole / feijões Batata assada recheada / feijões estufados Massa / vegetais salteados	Antes ou durante o exercício, incluir: Banana (22 g /100 g) Barra de desjejum (67 g/100 g) Barra de muesli (53 g/100 g) Galletas de arroz (83 g/100 g) Bebida de proteína Up & Go (10 g/100 ml) Iogurte natural magro (7 g/100 g)	Massa / molho à base de tomate / carne picada / vegetais Arroz / peixe / vegetais / molho à base de tomate Pad Thai / carne ou peixe / salada Batata assada recheada / atum / maionese / salada Lasanha / pão de alho / vegetais Caril de frutos secos ou à base de lentilhas / chapatas / salada Estufado de vegetais com feijões / batata assada Purê de batata / salsichas magras / vegetais

† Os exemplos apresentados constituem estimativas que irão variar por país, pelo que o leitor deve rever as etiquetas nutricionais de cada produto individualmente e adaptar com base nos carboidratos por cada 100 ml ou 100 g. * P = peso. Se o percentil do IMC for ≥ 91 , usar o peso (P) em kg = $[\text{IMC no percentil } 50 \text{ para a idade} \times (\text{altura em metros})^2]$,¹¹¹ a não ser que o percentil do IMC elevado seja devido a uma massa muscular abundante, e usar o nível mais baixo dos intervalos de carboidratos para os indivíduos sedentários. ‡ Os níveis-alvo de glicose podem ser individualizados. Dados de adultos do sexo masculino.^{109,110,114} Dados de adultos dos sexos masculino e feminino.^{72,115,128} Dados pediátricos dos sexos masculino e feminino.¹¹¹

Tabela 7. Explicação acerca das setas de tendências dos MGC e MGCri mais usados, no seguimento das declarações de consenso da ISPAD/EASD de 2020.10

Dispositivo	Seta de tendência	Interpretação em 15 min.	Conformidade com a seta de tendência genérica mencionada na declaração de consenso
Dispositivos Abbott e Senseonics	↑	Vai aumentar >30 mg/dl (1,7 mmol/l)	↑
	↗	Vai aumentar 15 a 30 mg/dl (0,8-1,7 mmol/l)	↗
	→	Vai aumentar/diminuir <15 mg/dl (0,8 mmol/l)	→
	↘	Vai diminuir 15-30 mg/dl (0,8-1,7 mmol/l)	↘
	↓	Vai diminuir >30 mg/dl (1,7 mmol/l)	↓
Dispositivos Dexcom	↑↑	Vai aumentar >45 mg/dl (2,5 mmol/l)	↑
	↑	Vai aumentar 30 a 45 mg/dl (1,7-2,5 mmol/l)	
	↗	Vai aumentar 15 a 30 mg/dl (0,8-1,7 mmol/l)	↗
	→	Vai aumentar/diminuir <15 mg/dl (0,8 mmol/l)	→
	↘	Vai diminuir 15-30 mg/dl (0,8-1,7 mmol/l)	↘
	↓	Vai diminuir 30-45 mg/dl (1,7-2,5 mmol/l)	↓
	↓↓	Vai diminuir >45 mg/dl (2,5 mmol/l)	

Dispositivos Medtronic ¹	↑↑↑	Vai aumentar >45 mg/dl (2,5 mmol/l)	↑
	↑↑	Vai aumentar 30-45 mg/dl (1,7-2,5 mmol/l)	
	↑	Vai aumentar 15-30 mg/dl (0,8-1,7 mmol/l)	↗
		Vai aumentar/diminuir <15 mg/dl (0,8 mmol/l)	→
	↓	Vai diminuir 15-30 mg/dl (0,8-1,7 mmol/l)	↘
	↓↓	Vai diminuir 30-45 mg/dl (1,7-2,5 mmol/l)	↓
	↓↓↓	Vai diminuir >45 mg/dl (2,5 mmol/l)	

¹ Se o sistema de MCG da Medtronic não exibir nenhuma seta de tendência, quer dizer que a glicose lida pelo sensor se encontra estável, conforme detalhado abaixo.

Diabetes).¹⁰ Para uma interpretação adequada das setas de tendências nos diferentes dispositivos de MCG, é importante compreender o seu significado (Tabela 7). Para adquirir uma maior compreensão acerca da precisão do MCG durante o exercício e de que modo como mitigar as questões que possam surgir, o leitor deve consultar as declarações de consenso da EASD/ISPAD sendo que se apresenta um sumário das considerações das mesmas na Tabela 8.¹⁰

Tabela 8. Resumo da utilização do MCGri e do MCG durante o exercício na DM1 publicado na declaração de consenso da ISPAD/EASD de 2020.¹⁰

Rigor:
<ul style="list-style-type: none"> Aumentos na diferença relativa absoluta média (MARD) ~10% a 13,6% durante o exercício. Desfasamento do tempo entre a leitura da glicose sanguínea e a leitura de glicose do sensor aumentada entre ~5 min e 12-24 min. Quanto mais rápidas são as flutuações da glicose, maior o desfasamento entre a glicose sanguínea e a leitura de glicose do sensor.
Segurança:
<ul style="list-style-type: none"> Ajuste do alerta inferior mais acima do que o normal durante o exercício, p. ex. 5,6 mmol/l (100 mg/dl). Alterar o nível de glicose do sensor definido como alvo para o exercício, com base na experiência no exercício e no risco de hipoglicemia. Se a leitura de glicose do sensor cair abaixo dos 3,0 mmol/l (54 mg/dl), o exercício não deve ser reiniciado. Usar a leitura de glicose do sensor e as setas de tendências após o exercício para determinar se são necessários carboidratos para prevenção da hipoglicemia. Sempre que fizer sentido, encorajar os seguidores a darem o seu apoio durante e após o exercício, e durante a noite. No caso dos sistemas sem alertas e alarmes, encorajar a verificação periódica durante a noite.

O MCG tem um desfasamento de 12 ± 11 minutos durante o exercício aeróbico prolongado,¹¹⁸ pelo que é recomendado que os indivíduos confirmem os níveis de glicose através de determinações de glicose capilar, se for notada uma hipoglicemia iminente ou presente.¹¹⁸ São necessários ensaios clínicos acerca dos benefícios da tecnologia dos MCG na AMGS e comportamentos a adoptar durante o exercício em adolescentes com DM2.

O limite superior da absorção gastrointestinal da glicose é de cerca de 1,0 g/min. em adultos do sexo masculino.¹⁰⁵ Ao aplicar a literatura existente sobre adultos do sexo masculino aos jovens, os cálculos dos carboidratos usados nas Tabelas 4 e 5 (apêndices) foram limitados a 60 kg, de modo a impedir a sugestão de mais glicose do que aquela que pode ser absorvida para prevenir uma hiperglicemia tardia. Os produtos de elevado índice glicêmico de rápida absorção, como os comprimidos de dextrose, as bebidas com glicose e os géis de glicose serão os mais eficazes se testarmos a cada 20 minutos (Tabela 5). As bebidas desportivas com 8 a 10% de carboidratos são eficazes durante o exercício em adolescentes com DM1.¹¹⁹ Carboidratos de absorção mais lenta, como fruta, biscoitos/bolachas, chocolate e doces, irão provavelmente aumentar o risco de hipoglicemia durante o exercício e causar hiperglicemia a seguir, se consumidos a cada 20 minutos. No entanto, se os testes forem menos frequentes, carboidratos de absorção mais lenta como fruta, barras de cereais ou biscoitos com pouca gordura podem prevenir uma hiperglicemia inicial. Na Tabela 6 podem ser encontradas recomendações de nutrição práticas, com sugestões de refeições para antes, durante e após o exercício. A hiperglicemia pode ser retificada através da administração de metade da dose de correção usual se o nível de glicose se situar acima dos 15,0 mmol/l (270 mg/dl) com cetonas inferiores a 1,5 mmol/l.⁵⁹

7.4 Imediatamente após a atividade planeada: estratégias de ajustes na insulina e de nutrição

Reduções de 50% da insulina prandial pós-exercício provaram ser eficazes na prevenção da hipoglicemia em adultos do sexo masculino após o exercício aeróbico.¹¹⁰ No entanto, o nível de glicose pós-exercício permanece elevado após a prática de exercício misto,

quando comparado com o do exercício aeróbico,⁷² o que sugere que são necessárias menores reduções no bólus após o exercício misto e anaeróbico. Adicionalmente, nas 2 horas que se seguem ao exercício, as taxas de recuperação do glicogénio muscular e hepático e de síntese proteica muscular estão no seu ponto mais alto nos adultos do sexo masculino.¹²⁰ Por conseguinte, ao extrapolar para os jovens, parece prudente aproveitar esta janela anabólica recomendando refeições equilibradas após o exercício contendo 1 a 4 g/kg/P de carboidratos e 15 a 20 g de proteína.⁷² Apenas os atletas de endurance irão necessitar de 3 g/kg/P ou mais de carboidratos e deve ser usado o PI se o percentil de IMC for ≥ 91 .

Fazer sprints curtos imediatamente após terminar o exercício pode ajudar a prevenir uma hipoglicemia 120 minutos após o exercício.⁶⁷ No entanto, a praticabilidade de completar sprints extenuantes pode ser desafiadora após o exercício. Por conseguinte, pode ser melhor reservar esta estratégia para quando não se comer na janela pós-exercício, em que as reduções do bólus irão prevenir a hipoglicemia.

O nível de glicose pode subir a pique imediatamente após o exercício e há várias razões potenciais para que isto possa ocorrer.^{59,121,122} Em primeiro lugar, as pessoas do sexo masculino que praticam exercício com muitos componentes anaeróbicos irão acumular lactato e adrenalina na corrente sanguínea.⁷³ O lactato que não tiver sido eliminado dos músculos envolvidos no exercício é enviado para o fígado para ser convertido em glicose pelo ciclo de Cori e devolvido à circulação. Um nível elevado de adrenalina em circulação causa resistência à insulina e faz com que o fígado liberte o glicogénio armazenado.^{123,124} Fazer um arrefecimento durante 10 a 15 minutos pode baixar os níveis de lactato sérico, e dar 50% de uma dose de correção de insulina é uma sugestão comum.⁵⁹ No entanto, os arrefecimentos não foram testados de modo experimental e dar 100% e 150% de insulina de correção após um treino intervalado de alta intensidade foram mais eficazes do que 50%, e não aumentaram significativamente as taxas de hipoglicemia.¹²⁵ Se o desportista desligar a bomba de insulina para a atividade, haverá um nível de insulina em circulação inadequado quando parar o exercício, conduzindo a hiperglicemia.¹²⁶ Uma opção é dar um bólus de 50% da taxa basal em falta, antes ou durante a atividade. Por fim, vamos supor que os carboidratos consumidos durante o exercício excederam 1,0 g/min. e/ou são um tipo de carboidratos de absorção mais lenta, como biscoitos ou chocolate – nesse caso, haverá carboidratos residuais para serem digeridos imediatamente após o término do exercício sem que haja insulina de cobertura presente. O consumo de opções de elevado índice glicémico, como comprimidos de dextrose, bebidas desportivas e géis em menores quantidades de modo mais frequente, é o modo mais fácil de evitar esta causa de hiperglicemia pós-exercício. Poderá encontrar sugestões práticas na Tabela 6.

7.5 Durante a noite após a atividade física planeada: estratégias de ajustes na insulina e de nutrição

A seguir a um exercício com 45 minutos de duração, o risco de hipoglicemia dura cerca de 7 a 11 horas, o que aumenta o risco de hipoglicemia durante a noite no caso de atividades praticadas após as 4 da tarde.⁶¹ A redução da insulina de base em 20% em adultos a usarem regimes de MID provou ser eficaz¹¹⁰ e a redução das taxas de

insulina basal nos utilizadores de bomba de insulina em 20% durante 6 horas ao longo da noite vai mitigar a hipoglicemia em jovens com DM1.⁶² A eficácia de uma redução de 20% foi corroborada por um estudo de circuito fechado em que a insulina basal foi reduzida numa média de 20% ao longo da noite após uma sessão de exercício.¹²⁷ Se a redução da insulina não for desejável ou prática, consumir um lanche de 0,4 g/kg/P com carboidratos de baixo a médio IG ao deitar sem o bólus de insulina preveniu a hipoglicemia em adultos do sexo masculino.¹¹⁰

Adicionalmente, apenas é necessário um lanche se o nível de glicose ao deitar for inferior a 10,0 mmol/l (180 mg/dl) e incluir 15 g de proteína forneceu proteção extra com glicose inferior a 7,0 mmol/l (126 mg/dl) em adultos do sexo masculino.¹²⁸ É quase certo que serão necessários lanches mais reduzidos em crianças mais pequenas, especialmente nas que apresentam excesso de peso ou obesidade. Os objetivos destes lanches devem ser individualizados com base na resposta da glicose e nos níveis de atividade habituais.

45 minutos de exercício praticados a meio do dia não têm o mesmo efeito indutor de hipoglicemia noturna e, portanto, não necessitam dos mesmos ajustes.¹²⁹ Isto é importante para crianças em idade escolar, uma vez que sugere que os ajustes na dose de insulina basal não são necessários após as aulas de desporto durante o dia ou as atividades durante a hora de almoço. As sugestões nutricionais da Tabela 6 apresentam sugestões práticas para lanches.

7.6 Regimes de insulina de duas vezes por dia

Para os indivíduos a usarem regimes de insulina de duas vezes por dia que combinam a insulina de ação prolongada e ação curta, o ajuste das doses mistas para o exercício pode ser problemático e a estratégia mais simples é consumir carboidratos adicionais para a prevenção da hipoglicemia. No entanto, o regime de insulina de duas vezes por dia não é recomendado. As Tabelas 4 e 5 apresentam sugestões de carboidratos suplementares para antes e durante o exercício. A prevenção da hipoglicemia noturna após a prática de exercício durante 30 minutos ou mais após as 4 da tarde pode ser conseguida consumindo um lanche adicional com base no nível de glicose (Tabelas 3 e 6).

7.7 Exercício não planeado

A maioria das atividades das crianças mais pequenas não são planeadas, uma vez que são de natureza esporádica e normalmente duram menos de um minuto.¹³⁰ Estas atividades são geridas como parte da rotina normal diária. Atividades oportunistas não planeadas como saltar no trampolim ou brincar durante o intervalo (recreio) escolar normalmente duram menos de 15 minutos e raramente causam hipoglicemia. No entanto, se estas atividades durarem mais do que 15 minutos, é provável que sejam necessários carboidratos de absorção rápida. Confirmando esta afirmação, um estudo conduzido em 50 jovens a andarem numa passadeira em quatro intervalos de 15 minutos obteve uma descida mínima da glicose após 15 minutos. Ainda assim, metade dos participantes experienciou uma queda superior a 2 mmol/l (36 mg/dl) entre os 15 e os 30 minutos.⁷¹ Por conseguinte, recomenda-se seguir as sugestões de carboidratos das Tabelas 4 e 5 no caso de exercício não planeado que dure 20 minutos. Estas tabelas também podem ser usadas para gerir as aulas de ginástica na escola e campos de

Tabela 9. Objetivos de exercício e ajustes para várias tecnologias de circuito fechado híbrido. * = As CamAPS estão aprovadas pela CE para uso na União Europeia e no Reino Unido, e atualmente apenas estão disponíveis na Europa. # = O Omnipod 5 foi aprovado pela FDA e apenas é comercializado nos Estados Unidos. I:CH = relação insulina:carboidratos; FSI = fator de sensibilidade à insulina; APS = sistema de pâncreas artificial.

Dispositivo	Tecnologia de sensor e bomba	Objetivo de glicose padrão	Objetivo de glicose para o exercício	Terminologia do objetivo do exercício	Informação adicional
MiniMed 670G/770G (Medtronic)	Sensor Guardian 3 e bomba 670G ou 770G	6,7 mmol/l (120 mg/dl)	8,3 mmol/l (150 mg/dl)	Temp target	Programar uma duração. Desativa automaticamente no final.
MiniMed 780G (Medtronic)	Sensor Guardian 3 e bomba 780G	5,5 mmol/l (100 mg/dl) 6,1 mmol/l (110 mg/dl) 6,7 mmol/l (120 mg/dl)	8,3 mmol/l (150 mg/dl)	Temp target	Programar uma duração. Desativa automaticamente no final.
Control-IQ (Tandem)	Sensor Dexcom G6 e bomba Tandem t-slim X2	6,2 a 8,9 mmol/l (112 a 160 mg/dl)	7,8 a 8,9 mmol/l (140 a 160 mg/dl)	Exercise (atividade) Podem ser criados até seis perfis personalizados com doses basais, relações I:CH e ISF personalizados, para utilização com o modo de exercício.	Início/fim manual. Não é possível programar uma duração. O modo de exercício suspende a administração de insulina com glicose prevista acima do modo padrão. Sobrepõe-se ao modo de sono, salvo se o modo de exercício estiver desligado.
CamAPS FX (CamDiab)*	Sensor Dexcom G6 e Dana RS e bomba Dana-i	5,8 mmol/l (105 mg/dl) (objetivo de glicose customizável)	Sem valor de glicose pré-estabelecido (customizável)	Ease-off ou Ease-off planeado	Programar uma duração. Desativa automaticamente no final.
Omnipod 5 (Insulet)#	Sensor Dexcom G6 e Omnipod 5 Pod	6,1, 6,7, 7,2, 7,8 e 8,3 mmol/l (110, 120, 130, 140, 150 mg/dl) (objetivo de glicose customizável)	8,3 mmol/l (150 mg/dl)	Modo Activity	Ativar durante 1 a 24 horas. Desativa automaticamente no final.
APS de auto-gestão (OpenAPS, AndroidAPS, Loop)	Vários sistemas	Customizável	Estabelecer objetivo conforme desejado (customizável)	Objetivo temporário, mudança de perfil, anulação, ou modo Activity	Programar uma duração ou pré-programar para uma hora específica. Desativa automaticamente no final.

atividades. As sugestões devem servir como ponto de partida e podem ser adaptadas com base na experiência.

O efeito do exercício de intensidade moderada na redução da glicose após a ingestão de alimentos foi estabelecido num reporte que combinou quatro conjuntos de dados (n=120) que apresentaram uma diminuição da glicose média de 4,2 mmol/l (76 mg/dl) após 45 minutos.⁶⁵ O factor de previsão mais sólido para a diminuição da glicose foi o nível de glicose pré-exercício: sujeitos com um nível de glicose inicial superior

a 10,5 mmol/l (190 mg/dl) apresentaram uma queda mediana (quartis) de 6,1 mmol/l (4,3, 8,9) ou 110 mg/dl (78, 160) com muito poucos episódios de hipoglicemia.⁶⁵ Este facto sugere que o uso da atividade moderada para tratar rapidamente a hiperglicemia entre refeições pode ser uma nova estratégia que vale a pena explorar em ensaios clínicos. Adicionalmente, para 100 jovens, a implementação da mnemónica “GAME”: intervalo-alvo desejado da Glicose, Alerta estabelecido para a hiperglicemia, Modo de atividade de intensidade moderada, Exercício

em caso de alerta de hiperglicemia entre refeições, se possível durante 10 a 40 minutos dependendo do valor da glicose e da seta de tendência, constituiu o fator de previsão mais forte do tempo no intervalo-alvo (3,9 a 10,0 mmol/l ou 70 a 180 mg/dl) 6 meses após receberem educação estruturada focada na gestão proativa do MCG.¹³¹ Uma estratégia como esta pode dar aos pais e crianças outra opção para melhorarem o tempo no intervalo-alvo baixando rapidamente a hiperglicemia entre refeições, desde que o nível de cetonas no sangue não esteja elevado. Usar o exercício desta maneira requer mais investigação, mas apresenta potencial para que a atividade melhore o tempo no intervalo-alvo.

8. ESTRATÉGIAS PARA O CIRCUITO FECHADO HÍBRIDO

8.1 Tecnologia de circuito fechado híbrido de hormona única (insulina isolada)

A disponibilidade dos CFHs no mercado varia em todo o mundo. Cada um dos sistemas de CFH disponíveis no mercado tem a opção de ativar um objetivo de glicose para um exercício ou atividade antecipadamente ao exercício ou AF. O propósito de um “objetivo para o exercício” é aumentar os níveis de glicose e manter uma GS mais elevada durante o exercício, ajustando o algoritmo de administração de insulina. A Tabela 9 apresenta algumas das diferenças entre os dispositivos disponíveis no mercado, incluindo os vários nomes usados para descrever uma atividade-alvo (p. ex. Temp target, Exercice, Ease-off) [there are no devices in PT so names showing in devices have been kept in English] e os vários objetivos de glicose durante o exercício por tipo de dispositivo.

8.2 Objetivos do exercício e suspensão da bomba na utilização de tecnologias de circuito fechado híbrido

Tipicamente, o exercício aeróbico de intensidade baixa a moderada, com uma duração superior a 30 minutos faz com que os níveis de glicose caiam e aumenta o risco de hipoglicemia.⁵⁸ As secções que se seguem descrevem estratégias que ajudam a reduzir o risco de hipoglicemia associada ao exercício em jovens a usarem tecnologia de CFH.

Independentemente do sistema de CFH utilizado, os objetivos do exercício deviam idealmente ser estabelecidos bastante antes do exercício aeróbico. De modo semelhante, os estudos existentes demonstraram que a utilização de um sistema de CFH e estabelecer um objetivo de exercício de 90 a 120 minutos antes do exercício aeróbico (40+ minutos) também reduz o risco de hipoglicemia.^{16,132} Nas situações em que o planeamento prévio do exercício não é possível, ainda vale a pena estabelecer um objetivo para o mesmo mais perto do horário da atividade, mesmo quando se tiver ultrapassado a janela dos 90 a 120 minutos, porque estabelecer um objetivo para o exercício irá parar a administração automática do bólus de correção (p. ex. nas bombas 770G/780G) e irá aumentar o intervalo-alvo da glicose de modo a que seja administrada menos insulina basal durante a atividade.

Para atividades que possam não causar diminuições drásticas na glicemia (p. ex. atividades de duração inferior a 30 minutos) e/ou alguns exercícios anaeróbicos de alta intensidade), e no caso do exercício em jejum, pode não ser necessário estabelecer um objetivo para o exercício. No entanto, Morrison et al.¹³² demonstraram recentemente

que utilizando o sistema de CFH MiniMed®, o estabelecimento de um objetivo para o exercício (p. ex. Temp target) 120 minutos antes do exercício de alta intensidade era eficaz na manutenção da glicose no intervalo-alvo. Para o exercício de maior duração nos jovens, o sistema Tandem Control-IQ® foi comparado a um sistema de bomba com sensor adjacente de monitorização remota durante um campo de ski de Inverno, tendo demonstrado uma melhoria do tempo percentual dentro do intervalo com o sistema de CFH.¹³ É necessária investigação adicional para compreendermos se um objetivo de exercício é necessário para várias intensidades e durações do mesmo.

Alternativamente, alguns utilizadores de CFH podem decidir suspender a administração de insulina (i.e., suspensão da bomba) em vez de estabelecer um objetivo de exercício para reduzir o risco de hipoglicemia durante o exercício aeróbico. No caso das atividades de alto impacto e certos desportos de contacto (p. ex. wrestling, artes marciais, futebol americano, andebol), a suspensão da bomba e/ou desligar a bomba pode ser preferível ou mesmo necessário. Esta pode ser uma estratégia mais eficaz para uma AF de duração mais curta.¹³³ No entanto, é essencial desligar o sistema de CFH; de outro modo, o algoritmo irá considerar que a insulina foi administrada. As suspensões da bomba durante mais de 90 minutos devem ser evitadas se não forem substituídas por insulina administrada, p. ex. de hora a hora, através da ligação da bomba ou utilizando uma caneta de insulina para este propósito.

8.3 Estratégias de ajuste do bólus antes e após o exercício com a utilização de tecnologia de circuito fechado híbrido

8.3.1 Pré-exercício:

Apesar de a investigação na avaliação das horas e estratégias específicas de ajuste do bólus de insulina ser limitada na tecnologia de CFH relativamente ao exercício, esta secção foi desenvolvida com base na literatura existente publicada¹⁵ e na opinião dos peritos. Mesmo com a tecnologia de CFH, podem ser necessárias reduções manuais do bólus de insulina à refeição antes do exercício porque o tempo de ação do bólus de insulina à refeição pode estender-se à sessão de exercício quando a sessão decorre 1 a 3 horas após uma refeição. Tal como acontece nos sistemas de circuito aberto de ISCI, as pessoas que usam sistemas de CFH devem considerar fazer uma redução de 25 a 75% do bólus na refeição anterior ao exercício. Num estudo recente conduzido por Tagougui et al.¹⁵ em adultos a usarem tecnologia de CFH, concluiu-se que a combinação de um objetivo de exercício estabelecido imediatamente antes do mesmo, juntamente com uma redução de 33% no bólus de insulina à refeição, conduziu a um intervalo de hipoglicemia menor ($2,0 \pm 6,2\%$ do tempo $<3,9$ mmol/l) comparativamente a um objetivo de exercício estabelecido isoladamente ($7,0 \pm 12,6\%$) ou nenhum objetivo estabelecido para o exercício com o bólus completo ($13,0 \pm 19,0\%$). Por conseguinte, no caso do exercício aeróbico e misto pouco depois de uma refeição, recomendamos um plano inicial de redução de 25% do bólus na refeição anterior ao exercício (Tabela 2). Uma importante consideração é que nem todos os sistemas disponíveis no mercado incluem uma função específica que permita uma redução do bólus. Como tal, uma estratégia é introduzir menos carboidratos no sistema de CFH do que aqueles que estão a ser consumidos. Alguns sistemas de CFH (p. ex. o Tandem Control-IQ) permitem que sejam

adicionados à bomba perfis múltiplos/adicionais. Utilizando esta abordagem, os indivíduos podem considerar a adição de outro perfil de “atividade” com um fator de sensibilidade à insulina (FSI) mais elevado e uma relação insulina:carboidratos (I:CH) menos rígida. Por sua vez, isto irá permitir que o sistema de CFH sugira uma quantidade de bólus de insulina menor. No entanto, atualmente não existem estudos que tenham avaliado estas estratégias específicas e, portanto, estas devem ser discutidas com os profissionais de saúde de modo individualizado, revistas e usadas com cuidado.

No caso do exercício anaeróbico mais intenso ou em contexto de competição, um plano inicial pode não incluir uma redução do bólus (isto é, da dose usual do bólus) na refeição que antecede o exercício. Também deve ser notado que, se a refeição antes do exercício tiver um elevado teor de carboidratos, uma redução no bólus de insulina pode causar uma subida da glicemia antes do início do exercício, o que irá aumentar a administração automática de insulina basal na maioria dos sistemas de CFH ou mesmo desencadear um bólus automático de correção imediatamente antes do exercício com o respetivo aumento do risco de hipoglicemia. Este risco pode ser minimizado escolhendo uma refeição com menor teor de carboidratos, sempre que possível, e ajustando o objetivo do exercício pouco após a refeição, de modo que a administração de insulina basal seja de algum modo restringida.

8.3.2 Pós-exercício:

As recomendações relacionadas com as reduções do bólus na refeição pós-exercício, de modo a reduzir o risco de hipoglicemia associada ao exercício, são justificadas. Uma vez que a orientação relativamente às reduções do bólus pós-exercício nos sistemas de CFH não foi até à data devidamente investigada, as sugestões desta secção baseiam-se na opinião dos peritos. O plano inicial (ver Tabela 2) para a insulina da refeição pós-exercício é de uma redução de 25% do bólus, independentemente do tipo de exercício.

8.4 Necessidade de carboidratos antes e durante o exercício na utilização da tecnologia de circuito fechado híbrido

Existem algumas diferenças significativas na orientação relativamente à ingestão de carboidratos para o exercício, nas pessoas a usarem sistemas de CFH. Em primeiro lugar, deve ser considerado o horário de ingestão dos carboidratos pré-exercício. A ingestão de carboidratos muito antes do exercício (20 minutos ou mais) tende a promover um aumento na glicemia e um aumento subsequente na administração de insulina pelo sistema de CFH. Isto pode causar hipoglicemia durante a atividade. Em segundo lugar, a quantidade de carboidratos consumidos pode precisar de ser inferior à do ajuste típico nos contextos em que o modo de exercício tenha sido ativado com muita antecedência relativamente à atividade e/ou tenha sido feita uma redução do bólus pré-exercício. O uso dos sistemas de MCG permite tomar decisões acerca da ingestão de carboidratos de modo a limitar a hipoglicemia durante várias formas de exercício com base na concentração de glicose e nas setas de tendência direcional do MCG.¹⁰

8.4.1 Pré-exercício:

Apesar de o consumo de lanches sem cobertura de insulina 30 minutos antes do exercício poder reduzir a hipoglicemia nos indivíduos do sexo

masculino a fazerem MID,¹³⁴ na tecnologia de CFH, o aumento dos níveis de glicose do sensor associado ao lanche não coberto irá provavelmente conduzir a um aumento subsequente na administração de insulina automatizada e, portanto, aumentar o risco de hipoglicemia durante a atividade. O consenso atual é que a ingestão de carboidratos pré-exercício deve ser limitada a 5 a 10 minutos antes do início do exercício, ou se o indivíduo desenvolver hipoglicemia antes da sessão de exercício. Nas situações em que a ingestão de carboidratos é necessária 1 a 2 horas antes do exercício, deve ser administrado um bólus de insulina reduzido em aproximadamente 25% (ver acima) e então o sistema de CFH deve ser colocado no modo “activity”.

8.4.2 Durante o exercício:

Os indivíduos devem usar a glicose determinada pelo seu MCG e as setas de tendências (sempre que aplicável) para tomar decisões acerca das suas necessidades de ingestão de carboidratos, de modo a prevenir a hipoglicemia durante o exercício¹⁰ (Tabela 5). Durante o exercício, a ingestão de carboidratos em quantidades mais pequenas também pode reduzir a probabilidade de hiperglicemia de rebound pós-exercício. Estratégias adicionais para reduzir a hipoglicemia incluem o exercício com pouco ou nenhum bólus de insulina em circulação, se possível, ou considerar adiar o exercício até ao estado pós-absorção (isto é, 3 ou mais horas após uma refeição com um bólus de insulina) de modo a permitir que os níveis de insulina prandial caiam antes do exercício, colocando o sistema de circuito fechado em modo de exercício. Se se desenvolver hipoglicemia durante o exercício, os indivíduos com sistemas de circuito fechado podem necessitar de fazer uma menor ingestão de carboidratos como tratamento (p. ex. 10 g); no entanto, isto também é altamente individualizado com base no tamanho do indivíduo e na quantidade de insulina e hormonas contrarregulatórias em circulação.

8.5 Hiperglicemia pós-exercício

Na maioria dos casos, os sistemas de CFH parecem gerir bem uma hiperglicemia ligeira pós-exercício, particularmente se o sistema tiver sido recolocado no modo automático de circuito fechado padrão (isto é, inatividade). Em alguns casos, pode ser necessário um pequeno bólus de correção (p. ex. 50% da dose de correção usual) em contextos de hiperglicemia extrema pós-exercício (isto é >15,0 mmol/l, 270 mg/dl).

8.6 Atividade planeada vs. atividade não planeada

Os profissionais de saúde devem discutir as várias opções da utilização dos sistemas de CFH para a preparação para o exercício ou a AF, com base no estilo de vida e objetivos da pessoa. Por exemplo, alguns jovens podem achar o pré-planeamento para o exercício preferível, ao mesmo tempo que outros podem achar o pré-planeamento difícil e, portanto, escolherem opções alternativas de exercício. Na secção seguinte, discutimos as várias opções do CFH para o exercício planeado vs. o exercício não planeado, para a redução do risco de disglucemia associado ao exercício

8.7 O exercício planeado com a tecnologia de circuito fechado híbrido

Sendo baseadas em investigação clínica limitada acerca das estratégias de utilização dos CFH relativamente ao exercício e no consenso dos

peritos, devem ser consideradas as seguintes opções nas situações em que os indivíduos têm tempo para se prepararem para o exercício:

Redução do bólus antes do exercício	<ul style="list-style-type: none"> Considerar uma redução de 25% do bólus da refeição antes do exercício (de outro modo, a glicose irá elevar-se e a administração de insulina automatizada irá aumentar antes do exercício, pelo que a insulina remanescente (IR) será mais elevada). A redução do bólus também irá diminuir a IR total no início do exercício.
Objetivo do exercício antes do exercício	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer 1 a 2 horas antes do exercício. Reiniciar no final do exercício. Se houver risco aumentado de hipoglicemia, manter um objetivo de exercício/atividade mais elevado para 1 a 2 horas de recuperação.
Redução do bólus e objetivo do exercício antes do exercício	<ul style="list-style-type: none"> Pode ser considerada uma redução de 25% do bólus com a refeição antes do exercício e estabelecer o objetivo do exercício 1 a 2 horas antes do exercício.
Menos IR antes do início do exercício	<ul style="list-style-type: none"> Consumir uma refeição principal pelo menos 3 horas antes do exercício.
Suspender ou desligar a bomba	<ul style="list-style-type: none"> Evitar uma suspensão prolongada (>120 minutos) da bomba – risco de hiperglicemia ou aumento das cetonas.

8.8 Exercício não planejado com a tecnologia de circuito fechado híbrido

Nas situações em que os indivíduos não têm tempo para se prepararem para o exercício, podem ser consideradas as seguintes opções:

Ingestão de carboidratos antes do exercício	<ul style="list-style-type: none"> Considerar o consumo de um lanche contendo carboidratos 5 a 10 minutos antes do exercício. A ingestão de carboidratos demasiado cedo pré-exercício irá conduzir a um aumento da glicose e da administração de insulina automatizada. Podem ser necessárias quantidades mais pequenas de carboidratos para o exercício, uma vez que a tecnologia de CFH pode diminuir a administração de insulina automatizada, se necessário, e administrar mais insulina se for necessário.
Ingestão de carboidratos durante o exercício	<ul style="list-style-type: none"> Considerar a ingestão de carboidratos aproximadamente a cada 30 minutos durante a atividade.
Redução do bólus após o exercício	<ul style="list-style-type: none"> Se a pessoa se encontra com risco aumentado de hipoglicemia ou de hipoglicemia pós-exercício, considerar uma redução de 25% do bólus da refeição pós-exercício como ponto de partida.

Menos IR antes do início do exercício	<ul style="list-style-type: none"> Consumir uma refeição principal pelo menos 3 horas antes do exercício.
Suspender ou desligar a bomba	<ul style="list-style-type: none"> Evitar uma suspensão prolongada (>120 minutos) da bomba - risco de hiperglicemia ou aumento das cetonas.

8.9 Considerações especiais

Nesta secção, particularmente nas situações em que as recomendações acima não pareçam apropriadas ou eficazes, evidenciamos algumas considerações especiais e dicas relacionadas com o exercício. Adicionalmente, esta secção também pretende abordar algumas diferenças únicas entre os sistemas de CFH relativamente ao exercício.

Mudar para o modo manual ou ISCI em circuito aberto como preparação para o exercício	<ul style="list-style-type: none"> Considerar 50 a 80% de redução da insulina basal 90 minutos pré-exercício até ao final do exercício.
Suspender ou desligar a bomba	<ul style="list-style-type: none"> Evitar uma suspensão prolongada (>120 minutos) da bomba – risco de hiperglicemia ou aumento das cetonas. Ajuste necessário apenas antes do exercício e, posteriormente, para prevenir uma deficiência de insulina durante o exercício, possivelmente adicionando pelo menos 50% da “insulina basal usual” de hora a hora.
Dicas para o exercício com a Tandem Control-IQ	<ul style="list-style-type: none"> Considerar o ajuste de um perfil de “activity” para o exercício. Iniciar um perfil de “activity” alternativo e personalizado 90 minutos antes do exercício com relações de I:CH e FSI basais ajustadas. Se for administrado um bólus de correção mínimo de 0,05 U antes da atividade, isto irá impedir a possibilidade de uma auto-correção pelo sistema. Lembrar de desativar o perfil de “exercise activity” de modo a evitar a hiperglicemia pós-exercício.
Dicas para o exercício com a CamAPS	<ul style="list-style-type: none"> Customizar o alvo de glicose dependendo das experiências prévias e usar o modo de exercício. Usar o modo de “Ease-Off” a seguir a uma possível hipoglicemia. Usar o modo de “Boost” durante uma hiperglicemia prolongada.

9. ESPECIFICIDADES DOS JOVENS COM DIABETES TIPO 1

9.1 A glicemia e o desempenho no exercício

Entre jovens, foi demonstrado que apenas alguns efetuam as

adaptações planejadas antes e durante a AF, o que evidencia a necessidade de treino e palestras motivacionais.¹³⁵ Evitar a hipoglicemia aguda relacionada com o exercício constitui um importante objetivo de segurança para os jovens com DM1; adicionalmente, a hipoglicemia diminui o desempenho e pode aumentar a taxa de esforço percebida. No entanto, continua a não estar claro se, e até que ponto, é que a hiperglicemia aguda diminui a capacidade para o exercício. Um estudo recente⁷ conduzido em adolescentes ativos em lazer e jovens adultos com DM1, que comparou a euglicemia com a hiperglicemia, tanto no estado normal como em estado hipoinsulinêmico, concluiu que o valor de pico da VO2 foi apenas marginalmente inferior quando os participantes ficaram fixos nos 17,0 mmol/l (306 mg/dl) e o pico da energia de sprint em bicicleta foi, de facto, ligeiramente superior. O tempo de reação foi marginalmente impactado pela hiperglicemia do estado hipoinsulinêmico, mas não foram encontradas outras diferenças. A utilização das calorías, a cinética da VO2 e outros marcadores não foram avaliados neste estudo. Em adultos¹³⁶ com DM1, uma hiperglicemia ligeira (12,4 mmol/l, 223 mg/dl) não impactou a capacidade para o exercício ou o esforço percebido, ou a oxidação dos carboidratos.

Um nível de HbA1c elevado foi associado a uma redução da capacidade para o exercício em adultos com DM1,¹³⁷ mas uma glicemia rigorosamente controlada é associada à capacidade para o exercício a par com os adultos sem DM1. As respostas pulmonar, cardíaca e vascular ao exercício encontram-se diminuídas nas pessoas com DM1 controlada de modo subótimo, e a hiperglicemia crónica em modelos animais atenuou os efeitos benéficos do exercício¹³⁸ com uma diminuição da remodelação aeróbica dos músculos esqueléticos. Assim, é provavelmente necessário atingir um objetivo de controlo glicémico a longo prazo para uma forma cardiovascular e um desempenho no exercício ótimos.

9.2 Dia de competição

É comum a hiperglicemia aguda ser reportada pelos jovens com DM1 em relação ao exercício ou a atividades associadas à competição, mesmo que normalmente esteja associada a euglicemia ou hipoglicemia sob condições de treino ou não competitivas de baixo estresse. É provável que um estado adrenérgico elevado contribua para um aumento da produção de glicose hepática e, possivelmente, da resistência à insulina. Dada a escassez de ensaios clínicos que se debruce sobre esta situação, é favorecida uma abordagem prática, enfatizando um aumento do tempo de preparação para a competição planejada, a monitorização precoce da glicose para detetar hiperglicemia de estresse emergente e reduzir a possibilidade de um excesso energético antes da competição.

Para as pessoas a fazerem terapêutica com bomba de insulina, pode ser ajustado um aumento temporário da administração de insulina basal no início previsto (ou observado) da hiperglicemia; no entanto, é importante reduzir a taxa de volta ao início ou abaixo pouco antes do início da competição de modo a evitar a hipoglicemia resultante da resolução do estado adrenérgico durante ou pouco após a atividade de competição. No caso das pessoas que usam um sistema de CFH, adiar o uso do modo de exercício pode reduzir o risco de hiperglicemia relacionada com o estresse, permitindo um aumento

da administração de insulina basal e/ou a continuação das doses de correção automáticas.

A prática de uma rotina pré-jogo ou pré-corrida pode ser benéfica para as pessoas que experienciam com frequência hiperglicemia associada à competição. Isto pode incluir fazer um aquecimento aeróbico de baixa intensidade (caminhar ou fazer uma corrida ligeira) para reduzir as hormonas contrarregulatórias e facilitar a absorção da glicose, ou outras estratégias de preparação mental. Os dados acerca da eficácia destas estratégias são escassos. A hiperglicemia mediada pela excitação aguda ou pelo estresse irá provavelmente resolver-se rapidamente com a própria atividade. É provável que o risco de hipoglicemia retardada ou pós-exercício aumente com a correção drástica da excitação pré-competição ou com a hiperglicemia relacionada com o nervosismo.

9.3 Paragem da bomba por períodos prolongados

Por vezes é desejável desligar a bomba por períodos prolongados. No caso dos desportos aquáticos (natação, mergulho) ou na água (vela) existem razões para desligar alguns dispositivos. De igual modo, os dispositivos devem ser desligados para alguns desportos de contato (p. ex. wrestling, andebol, hóquei no gelo, futebol americano/australiano). Por vezes o racional para desligar a bomba é reduzir o risco de hipoglicemia. Nos jovens com DM1 a fazerem terapêutica com bomba de insulina, parar a infusão de insulina basal (isto é, suspender/desligar a bomba) no início da prática de exercício aeróbico moderado (cerca de 60 minutos de duração) ao final da tarde, pode reduzir o risco de hipoglicemia durante o período de exercício.¹³⁹ No entanto, a suspensão da bomba pode não ser tão eficaz como reduzir a insulina basal¹¹² (ou ajustar um objetivo mais elevado para o exercício) 90 a 120 minutos antes do exercício. Apesar de, de um modo geral serem pouco comuns, algumas preocupações relativamente à suspensão prolongada da bomba (>120 minutos), especialmente em crianças mais pequenas (4 aos 9 anos de idade),¹⁴¹ podem incluir um aumento potencial dos níveis de cetonas no sangue e a possibilidade de se esquecerem de voltar a ligar a administração de insulina pós-exercício. Se a bomba for desligada durante mais de 90 minutos, podem ser usadas diferentes estratégias para evitar a deficiência de insulina: voltar a ligar a bomba a cada 60 minutos e administrar um bólus correspondente a aproximadamente 50% da administração de insulina padrão por hora ou usar um regime híbrido de insulina injetada, conforme se descreve abaixo.

9.4 Considerações ambientais: natação oceânica/surf/vela, temperatura ambiente, altitude elevada e mergulho com garrafa

9.4.1 Natação oceânica/surf/vela

A natação oceânica/surf/vela expõem o corpo tanto à temperatura fria (ver abaixo) como à água. Pode ser necessário ter a bomba desligada por um período prolongado (ver acima) e/ou combinar o tratamento com bomba de insulina com o tratamento com caneta de insulina e o tipo de insulina selecionada, para se adaptar ao período de tempo em que a bomba estiver desligada. Um regime híbrido de insulina degludec injetável e terapêutica com bomba de insulina (desligada durante o exercício) demonstrou ser seguro e eficaz em adultos.¹⁴² A mesma abordagem com uma combinação de tratamento com

bomba de insulina e insulina glargina injetável em crianças também demonstrou que esta estratégia é possível e que pode reduzir o risco de hiperglicemia e cetoacidose durante a suspensão prolongada da bomba.¹⁴³

9.4.2 Temperatura ambiente

Uma temperatura ambiente elevada tende a aumentar a taxa de absorção da insulina e a temperatura ambiente baixa tem o efeito oposto.¹⁴⁴ Esta última pode ter um impacto durante a natação oceânica (mencionada acima) e o facto de usar um fato de mergulho pode proteger contra o frio. Uma temperatura ambiente elevada pode também resultar em estresse, resultando num maior gasto energético e aumentando assim o risco de os níveis de glicose diminuírem rapidamente.

A precisão dos medidores de glicose sanguínea pode ser afetada por vários fatores, incluindo a temperatura e a altitude (ver abaixo), e é recomendado conhecer os valores-limite que se aplicam ao uso do medidor. Adicionalmente, uma temperatura elevada pode resultar em desidratação que também pode afetar a precisão dos dispositivos de MCG. Por conseguinte, a hidratação é da maior importância, uma vez que a desidratação grave pode causar leituras de glicose imprecisas pelo sensor.

Pelo contrário, as baixas temperaturas também podem reduzir a precisão das determinações, ou fazer com que não seja obtido nenhum valor de glicose. Esta situação é bastante típica no caso dos medidores de glicose sanguínea mantidos a temperaturas abaixo dos 0°C (32°F). Assim, durante a AF em tais circunstâncias, um MCG é uma opção melhor.¹⁴⁵

9.4.3 Grande altitude

O ski em pista ou a escalada são exemplos de exercícios de grande altitude. A anorexia induzida pela grande altitude e o gasto energético aumentado podem causar disglucemia, e a hipoxia pode causar decisões erróneas. O exercício e o estresse nestas condições também afetam a resposta das hormonas contrarregulatórias. Assim, torna-se essencial obter uma glicemia ótima. Os medidores de glicose sanguínea podem ser pouco precisos a grande altitude; por conseguinte, os MCG podem ser recomendados para uma utilização combinada. Pode ser encontrada informação adicional acerca do exercício em condição de grande altitude num artigo de revisão.¹⁴⁶

9.4.4 Mergulho com garrafa

As orientações formais acerca do mergulho em pessoas com diabetes tratada com insulina foram publicadas no início dos anos 90. Foi então criado o consenso subsequente, após um workshop em 2005.¹⁴⁷

O mergulho concomitante com a diabetes tratada com insulina está atualmente aprovado com algumas reservas na maioria dos países em todo o mundo.^{148,149} No entanto, continua a ser necessária uma avaliação cuidadosa e periódica de modo a assegurar que a prática de atividades de mergulho é adequada. Juntamente com o mergulho, é, portanto, importante ter uma automonitorização cuidadosa, fazer ajustes bem pensados nas doses de insulina, e ingerir de carboidratos antes de cada mergulho.

Os níveis de glicose devem ser verificados aos 60, 30 e 10 minutos

antes de um mergulho e imediatamente após o mesmo. Durante este período, procura-se uma glicemia estável, sem valores ou tendências de queda, e níveis mantidos na zona segura dos 8,3 mmol/l (150 mg/dl) como valor mínimo antes do mergulho.¹⁵⁰

Há programas disponíveis aplicáveis aos jovens, que permitem o mergulho com garrafa em menor profundidade, mas em combinação com a diabetes também devem ser considerados outros aspetos além da idade. O indivíduo que inicia a atividade de mergulho deve, de um modo geral, estar em boa forma física para o mesmo, mas também deve ter uma personalidade adequada e uma glicemia bem controlada. No que diz respeito aos jovens, isto também significa que o indivíduo deve ter a capacidade para tomar a decisão certa em situações de urgência, incluindo uma capacidade para avaliar as consequências das suas decisões. Tendo isto por base, uma certificação como a Junior Open Water Diver apenas em casos raros poderá ser recomendada em jovens com DM1, enquanto o fator limitador na DM2 para a mesma faixa etária será, possivelmente, estar em boa forma para mergulhar.

10. CONTRA-INDICAÇÕES PARA O EXERCÍCIO E O DESPORTO

A DM1 não deve constituir uma contra-indicação para a prática de educação física nem para participar nas atividades desportivas de cada nível académico, em treinos e competições. O intervalo-alvo ótimo para os níveis de GS anteriores ao exercício situa-se entre 90 e 270 mg/dl (5,0 a 15 mmol/l). Nas pessoas com diabetes que usam sistemas de MCG, devem ser tidas em consideração as tendências da glicose. Os níveis de GS devem ser determinados se o sensor indicar que a glicose está borderline, uma vez que a precisão do sensor diminui com o exercício. As pessoas com diabetes com níveis de GS no intervalo ótimo podem normalmente proceder em segurança com o exercício, com a ingestão de carboidratos e com os ajustes das doses de insulina.

10.1 Contra-indicações temporárias para o exercício:

1. Episódio de hipoglicemia grave nas 24 horas anteriores (hipoglicemia associada a défice cognitivo grave com necessidade de assistência externa para a recuperação). Uma hipoglicemia grave prévia diminui a resposta contrarregulatória hormonal durante o exercício, aumentando assim o risco de hipoglicemia recorrente.¹⁵¹
2. Hiperglicemia $\geq 15,0$ mmol/l (270 mg/dl) com cetonemia/cetonúria concomitante devido à deficiência de insulina e não ao excesso de carboidratos. Uma cetonemia $\geq 1,5$ mmol/l constitui uma contra-indicação absoluta para iniciar e continuar o exercício físico. No caso de uma cetonemia de 1,0 a 1,4 mmol/l (cetonas na urina ++), o exercício deve ser adiado até que os níveis de cetonas normalizem após a administração de um bólus de insulina para correção.
3. Ferimentos e infeção aguda. Podem precipitar a hiperglicemia em pessoas com diabetes devido à sua tendência para aumentar as respostas da catecolamina e do cortisol.

Além das contraindicações temporárias para o exercício, devem ser consideradas as contraindicações para praticar desportos de competição. As pessoas com diabetes significativamente instável, complicações agudas, graves e frequentes da diabetes, e complicações crônicas avançadas da doença, não devem praticar desportos de competição até que o problema esteja estabilizado.

11. ESCOLAS E CAMPOS

É frequente as escolas oferecerem oportunidades de atividade física a muitos jovens. O ambiente escolar tem o potencial de encorajar a atividade física nos jovens através de aulas de educação física, atividades extracurriculares (atividade física estruturada), e recreios ou intervalos para o almoço (atividade física discricionária). Os estudantes com diabetes devem participar nas aulas de educação física por inteiro e em outras atividades físicas na escola, desde que não tenham contraindicações para o exercício. As aulas de educação física e outras partes ativas do dia escolar podem estar associadas a perturbações da glicemia. A boa comunicação e cooperação entre o estudante, o seu fornecedor de cuidados de saúde, os pais, a enfermeira escolar, o instrutor de educação física ou o treinador da equipa, e o estabelecimento de objetivos que incluam um regime bem desenhado de determinações da glicose, ajustes de insulina e nutrição, durante e após o exercício, são essenciais. Por conseguinte, a educação acerca da diabetes é essencial e estão disponíveis cursos virtuais sobre diabetes (p. ex. o T1D Learning Centre – Courses [Centro de Aprendizagem para a DM1 – Cursos], na Austrália). Para as aulas de educação física deve ser desenvolvido um plano de cuidados na diabetes, incluindo instruções detalhadas para os estudantes e os seus professores e treinadores. O principal objetivo é evitar a hipoglicemia durante e após o exercício. Para a maioria das atividades na escola, as orientações são semelhantes às apresentadas acima.

Os campos dedicados às crianças com DM1 fornecem uma excelente oportunidade para aprender capacidades adicionais para a gestão da atividade física. O aconselhamento acerca da nutrição e dos ajustes na insulina para o exercício podem diminuir os níveis de HbA1c.¹⁵² As crianças ganham experiência, que também podem partilhar com outras com diabetes. Além disso, os profissionais de saúde também podem beneficiar de tais experiências.¹⁵³

12. O EXERCÍCIO EM CRIANÇAS COM DIABETES A FAZEREM INSULINA, A VIVEREM EM CONTEXTO DE CUIDADOS LIMITADOS

Apesar de um regime intensivo com insulina (MID e ISCI) ser fortemente recomendado para o tratamento dos jovens com DM1, um número substancial de jovens com DM1 continua a usar os regimes convencionais de insulina.¹⁵⁴⁻¹⁵⁶

Em muitos países de baixo rendimento, as tiras de teste da glicose não estão cobertas pela apólice de seguro universal. Mesmo a AMGS ótima (pelo menos 4 vezes/dia) não é possível devido aos custos.¹⁵⁷ Mesmo quando os testes para determinação das cetonas no sangue

estão disponíveis, o custo é elevado e não é muito usado por muitas pessoas com diabetes. Para as crianças a fazerem regimes com insulina convencionais juntamente com uma AMGS limitada, é um desafio manter a normoglicemia durante o exercício.

12.1 Regime de insulina convencional

Nos regimes convencionais, são administradas ao desjejum e ao jantar uma combinação de insulina NPH e regular ou um análogo de insulina de ação rápida, ou insulina bifásica é administrada duas vezes por dia. No entanto, este tipo de regime não é recomendado.

Quando se faz exercício após uma refeição, a dose de insulina bifásica deve ser reduzida em aproximadamente 20 a 50%,¹⁵⁸ de modo a reduzir o risco de hipoglicemia durante o exercício, apesar de poder ocorrer hiperglicemia mais tarde durante o dia, devido ao facto de a quantidade da insulina de ação intermédia ter diminuído concomitantemente.

Se for praticado exercício dentro de 2 a 3 horas após a injeção com insulina e este for planeado, a dose de insulina de ação rápida ou de insulina regular pode ser reduzida. Se o exercício ocorrer perto do pico de ação da NPH (p. ex. ao meio-dia) ou se o exercício durar várias horas, então a dose de NPH deve ser reduzida. No entanto, em muitas circunstâncias, mesmo com a redução da dose de insulina, os indivíduos podem continuar a necessitar de ingerir carboidratos extra durante o exercício. Se o exercício não for planeado, recomenda-se a ingestão de carboidratos antes e durante o exercício.

13. A DIABETES TIPO 2 E O EXERCÍCIO

Muitas das partes acima das orientações também se aplicam na DM2 e esta secção fornece algumas considerações adicionais para os cuidados nos jovens com DM2. As comorbilidades encontram-se descritas nas Orientações de Consenso da ISPAD de 2022, Capítulo 3, Diabetes tipo 2 em crianças e adolescentes.

13.1 A atividade física melhora a saúde cardiovascular em adolescentes com DM2

A AF diária é uma pedra basilar na prevenção das complicações cardiometabólicas associadas à DM2 e um alvo clínico das orientações nacionais e internacionais nos cuidados na diabetes.^{1,159-162} As revisões sistemáticas revelam associações robustas dose-resposta entre a AF e vários resultados de saúde cardiometabólica em jovens com peso saudável e obesos.¹⁶³⁻¹⁶⁵ Estas associações foram replicadas em estudos experimentais em adolescentes a viverem com obesidade.¹⁶⁶⁻¹⁶⁹ É importante observar que os benefícios de saúde cardiometabólica associados à AF regular moderada a vigorosa são evidentes nos adolescentes a viverem com várias formas de doença crónica.^{170,171} Existe um corpo de investigação significativamente menor acerca do papel da AF na saúde cardiometabólica em adolescentes com DM2.

Até à data, apenas três estudos examinaram a associação entre a AF^{17,81,172} e os resultados de saúde cardiometabólica em adolescentes com DM2, e todos eles são cruzados. O maior estudo (n=588) foi baseado em questionários entregues durante as consultas clínicas e observou que adolescentes com DM2 que reportaram serem ativos em

três ou mais dias por semana, apresentavam níveis inferiores de HbA1c e colesterol-HDL mais elevado, comparativamente aos adolescentes menos ativos.⁸¹ Um estudo observacional recente conduzido no Canadá, observou que adolescentes fisicamente ativos com DM2 apresentavam menos 40% de probabilidade de terem albuminúria (aOR: 0,60; 95% IC: 0,19, 0,84) e 50% menos probabilidade de terem níveis de HbA1c acima dos 8,0% (>60 mmol/mol; aOR: 0,50; 95% IC: 0,26, 0,98).¹⁷ Nos adolescentes com DM2, que praticavam atividade de intensidade vigorosa regular também foi observada uma tendência relativamente a uma menor probabilidade de hipertensão noturna (aOR: 0,54; 95% IC: 0,27, 1,07). Coletivamente, estas observações fornecem alguma evidência de que a AF regular está associada a melhor saúde cardiometabólica em adolescentes com DM2. No entanto, são necessários ECRs para confirmar estas observações.

13.2 A presença de fatores psicossociais é comum e constitui um entrave às alterações comportamentais entre os adolescentes com DM2

Para muitos adolescentes com DM2, implementar comportamentos de estilo de vida saudável, incluindo AF diária, constitui um desafio.¹⁷³⁻¹⁷⁵ Isto é devido, em parte, à exposição a fatores psicossociais, incluindo experiências infantis adversas, pobreza^{176,177} e perturbações de saúde mental.¹⁷⁸⁻¹⁸⁴ As perturbações de saúde mental são comuns entre os adolescentes com DM2,^{185,186} reduzindo a qualidade de vida e a prontidão para praticar AF diariamente.⁴⁴ Por exemplo, a probabilidade de estar pronto a adotar novos comportamentos de saúde (incluindo praticar AF diária) reduzem ~14% por cada aumento unitário na ansiedade, depressão e angústia emocional entre adolescentes com DM2.⁴⁴ Pelo contrário, os adolescentes com DM2 que reportaram ter características de maior resiliência, particularmente uma ligação aos outros e um senso de autodomínio sobre as suas vidas, tiveram 5 a 10% maior probabilidade de entrarem em ação e manterem um estado de mudança.⁴⁴ Existe uma necessidade urgente de desenvolver intervenções de estilo de vida comportamental que especificamente abordem estes fatores de estresse e suportem os adolescentes com DM2 a aumentarem a sua AF diária.

13.3 As abordagens convencionais às alterações comportamentais são ineficazes em adolescentes a viverem com DM2

Alterar comportamentos entre adolescentes em risco de, ou a viverem com DM2 é desafiante, e a abordagem ótima para aumentar a AF entre adolescentes com DM2 continua a estar pouco definida. Revisões sistemáticas recentes¹⁸⁷⁻¹⁸⁹ sugerem que a eficácia das intervenções convencionais no estilo de vida a nível comportamental em adolescentes a viverem com obesidade é modesta e raramente mantida. Os efeitos modestos podem estar relacionados com a observação de que ~80% dos ECRs com intervenções no estilo de vida a nível comportamental prestavam apenas 30 minutos de apoio semanal, e apenas 2 das 35 intervenções abordaram fatores de ordem psicossocial.¹⁹⁰⁻¹⁹² O estudo Treatment Options for Type 2 Diabetes in Adolescents and Youth (TODAY) foi o único ensaio terapêutico que comparou uma intervenção no estilo de vida a nível comportamental que incluiu o aumento da AF diária como padrão de cuidados em adolescentes a viverem com DM2.¹⁹³ Esta intervenção intensiva no

estilo de vida que decorreu ao longo de 2 anos, foi baseada nos princípios da terapia cognitivo-comportamental (TCC) e forneceu um apoio extensivo aos adolescentes com DM2 na perda de peso e no aumento da AF.¹⁹³ Apesar dos rigorosos esforços empreendidos pela equipa comportamental, a intervenção intensiva no estilo de vida não teve sucesso na manutenção dos níveis-alvo de HbA1c (<8% ou <60 mmol/mol)⁴⁸ ou nos comportamentos de estilo de vida.¹⁹⁴ A falha na abordagem dos fatores psicossociais foi identificada como uma possível explicação para a baixa eficácia desta abordagem.¹⁹⁴ São necessários ECRs para determinar uma abordagem ótima que apoie a adoção e a manutenção da AF diária regular em adolescentes a viverem com DM2.

Referências bibliográficas:

1. Adolffson P, Riddell MC, Taplin CE, et al. ISPAD clinical practice consensus guidelines 2018: Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2018;19 Suppl 27:205-226.
2. Jendle JH, Riddell MC, Jones TW. *Physical Activity and Type 1 Diabetes*. In: Lausanne: Frontiers Media SA; 2020.
3. Klappat N, MacIntosh A, McGavock JM. Gaps in Knowledge and the Need for Patient-Partners in Research Related to Physical Activity and Type 1 Diabetes: A Narrative Review. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2019;10:42.
4. Yardley JE, Brockman NK, Bracken RM. Could Age, Sex and Physical Fitness Affect Blood Glucose Responses to Exercise in Type 1 Diabetes? *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2018;9:674.
5. Chetty T, Shetty V, Fournier PA, Adolffson P, Jones TW, Davis EA. Exercise Management for Young People With Type 1 Diabetes: A Structured Approach to the Exercise Consultation. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2019;10:326.
6. Tagougui S, Taleb N, Rabasa-Lhoret R, JFie. *The benefits and limits of technological advances in glucose management around physical activity in patients type 1 diabetes*. 2019;9:818.
7. Rothacker KM, Armstrong S, Smith GJ, et al. Acute hyperglycaemia does not have a consistent adverse effect on exercise performance in recreationally active young people with type 1 diabetes: a randomised crossover in-clinic study. *Diabetologia*. 2021;64(8):1737-1748.
8. Yardley JE. The Athlete with Type 1 Diabetes: Transition from Case Reports to General Therapy Recommendations. *Open Access J Sports Med*. 2019;10:199-207.
9. Riddell MC, Scott SN, Fournier PA, et al. The competitive athlete with type 1 diabetes. *Diabetologia*. 2020.
10. Moser O, Riddell MC, Eckstein ML, et al. Glucose management for exercise using continuous glucose monitoring (CGM) and intermittently scanned CGM (isCGM) systems in type 1 diabetes: position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and of the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) endorsed by JDRF and supported by the American Diabetes Association (ADA). *Pediatr Diabetes*. 2020;21(8):1375-1393.
11. Petruzelkova L, Soupal J, Plasova V, et al. Excellent Glycemic Control Maintained by Open-Source Hybrid Closed-Loop AndroidAPS During and After Sustained Physical Activity. *Diabetes technology & therapeutics*. 2018;20(11):744-750.
12. Renard E, Tubiana-Rufi N, Bonnemaïson-Gilbert E, et al. Closed-loop driven by control-to-range algorithm outperforms threshold-low-glucose-suspend insulin delivery on glucose control albeit not on nocturnal hypoglycaemia in prepubertal patients with type 1 diabetes in a supervised hotel setting. *Diabetes Obes Metab*. 2019;21(1):183-187.
13. Ekhlaspour L, Forlenza GP, Chernavsky D, et al. Closed loop control in adolescents and children during winter sports: Use of the Tandem Control-IQ AP system. *Pediatr Diabetes*. 2019;20(6):759-768.
14. Dovc K, Piona C, Yesiltepe Mutlu G, et al. Faster Compared With Standard Insulin Aspart During Day-and-Night Fully Closed-Loop Insulin Therapy in Type 1 Diabetes: A Double-Blind Randomized Crossover Trial. *Diabetes Care*. 2020;43(1):29-36.
15. Tagougui S, Taleb N, Legault L, et al. A single-blind, randomised, crossover study to reduce hypoglycaemia risk during postprandial exercise with closed-loop insulin delivery in adults with type 1 diabetes: announced (with or without bolus reduction) vs unannounced exercise strategies. *Diabetologia*. 2020;63(11):2282-2291.
16. Paldus B, Morrison D, Zaharieva DP, et al. A Randomized Crossover Trial Comparing Glucose Control During Moderate-Intensity, High-Intensity, and Resistance Exercise With Hybrid Closed-Loop Insulin Delivery While Profiling Potential Additional Signals in Adults With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*. 2022;45(1):194-203.
17. Slaughter JL, Wicklow BA, Dart AB, et al. Physical activity and cardiometabolic health in adolescents with type 2 diabetes: a cross-sectional study. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2021;9(1).
18. Absil H, Baudet L, Robert A, Lysy PA. Benefits of physical activity in children and adolescents with type 1 diabetes: A systematic review. *Diabetes research and clinical practice*. 2019;156:107810.
19. Tapia-Serrano MA, Sevil-Serrano J, Sanchez-Miguel PA, Lopez-Gil JF, Tremblay MS, Garcia-Hermoso A. Prevalence of meeting 24-Hour Movement Guidelines from pre-school to adolescence: A systematic review and meta-analysis including 387,437 participants and 23 countries. *J Sport Health Sci*. 2022;11(4):427-437.
20. Lagestad P, van den Tillaar R, Mamen A. Longitudinal Changes in Physical Activity Level, Body Mass Index, and Oxygen Uptake Among Norwegian Adolescents. *Front Public Health*. 2018;6:97.
21. Nadeau KJ, Regensteiner JG, Bauer TA, et al. Insulin resistance in adolescents with type 1 diabetes and its relationship to cardiovascular function. *J Clin Endocrinol Metab*. 2010;95(2):513-521.
22. Wittmeier KD, Wicklow BA, MacIntosh AC, et al. Hepatic steatosis and low cardiorespiratory fitness in youth with type 2 diabetes. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;20(5):1034-1040.
23. Bjornstad P, Cree-Green M, Baumgartner A, et al. Achieving ADA/ISPAD clinical guideline goals is associated with higher insulin sensitivity and cardiopulmonary fitness in adolescents with type 1 diabetes: Results from RESistance to Insulin in Type 1 AND Type 2 diabetes (RESISTANT) and Effects of METformin on Cardiovascular Function in Adolescents with Type 1 Diabetes (EMERALD) Studies. *Pediatr Diabetes*. 2018;19(3):436-442.
24. Bjornstad P, Truong U, Dorosz JL, et al. Cardiopulmonary Dysfunction and Adiponectin in Adolescents With Type 2 Diabetes. *J Am Heart Assoc*. 2016;5(3):e002804.
25. Biddle SJ, Pearson N, Braithwaite R. Tracking of sedentary behaviours of young people: a systematic review. *Prev Med*. 2010;51(5):345-351.
26. Jones RA, Hinkley T, Okely AD, Salmon J. Tracking physical activity and sedentary behavior in childhood: a systematic review. *Am J Prev Med*. 2013;44(6):651-658.
27. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020;54(24):1451-1462.
28. Miculis CP, De Campos W, da Silva Boguszewski MC. Correlation between glycemic control and physical activity level in adolescents and children with type 1 diabetes. *J Phys Act Health*. 2015;12(2):232-237.
29. Beraki A, Magnuson A, Sarnblad S, Aman J, Samuelsson U. Increase in physical activity is associated with lower HbA1c levels in children and adolescents with type 1 diabetes: results from a cross-sectional study based on the Swedish pediatric diabetes quality registry (SWEDIABKIDS). *Diabetes research and clinical practice*. 2014;105(1):119-125.
30. Quirk H, Blake H, Tennyson R, Randell TL, Glazebrook C. Physical activity interventions in children and young people with Type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Diabet Med*. 2014;31(10):1163-1173.
31. Tikkanen-Dolenc H, Wadén J, Forsblom C, et al. Physical Activity Reduces Risk of Premature Mortality in Patients With Type 1 Diabetes With and Without Kidney Disease. *Diabetes Care*. 2017;40(12):1727-1732.
32. Chimen M, Kennedy A, Nirantharakumar K, Pang TT, Andrews R, Narendran P. What are the health benefits of physical activity in type 1 diabetes mellitus? A literature review. *Diabetologia*. 2012;55(3):542-551.
33. Maggio AB, Rizzoli RR, Marchand LM, Ferrari S, Beghetti M, Farpour-Lambert NJ. Physical activity increases bone mineral density in children with type 1 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(7):1206-1211.
34. Pivovarov JA, Taplin CE, Riddell MC. Current perspectives on physical activity and exercise for youth with diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2015;16(4):242-255.
35. Jamiolkowska-Sztabkowska M, Glowinska-Olszewska B, Luczynski W, Konstanynowicz J, Bossowski A. Regular physical activity as a physiological factor contributing to extend partial remission time in children with new onset diabetes mellitus-Two years observation. *Pediatr Diabetes*. 2020;21(5):800-807.
36. Sundberg F, Forsander G, Fasth A, Ekelund U. Children younger than 7 years with type 1 diabetes are less physically active than healthy controls. *Acta Paediatr*. 2012;101(11):1164-1169.
37. Elmesari R, Reilly JJ, Martin A, Paton JY. Accelerometer measured levels of moderate-to-vigorous intensity physical activity and sedentary time in children and adolescents with chronic disease: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(6):e0179429.
38. de Lima VA, Mascarenhas LPG, Decimo JP, et al. Physical Activity Levels of Adolescents with Type 1 Diabetes Physical Activity in T1D. *Pediatr Exerc Sci*. 2017;29(2):213-219.
39. Ziebland S, Thorogood M, Yudkin P, Jones L, Coulter A. Lack of willpower

- or lack of wherewithal? “Internal” and “external” barriers to changing diet and exercise in a three year follow-up of participants in a health check. *Soc Sci Med*. 1998;46(4-5):461-465.
40. Trost SG, Saunders R, Ward DS. Determinants of physical activity in middle school children. *Am J Health Behav*. 2002;26(2):95-102.
 41. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25 Suppl 3:1-72.
 42. Jabbour G, Henderson M, Mathieu ME. Barriers to Active Lifestyles in Children with Type 1 Diabetes. *Can J Diabetes*. 2016;40(2):170-172.
 43. Lascar N, Kennedy A, Hancock B, et al. Attitudes and barriers to exercise in adults with type 1 diabetes (T1DM) and how best to address them: a qualitative study. *PLoS One*. 2014;9(9):e108019.
 44. McGavock J, Durksen A, Wicklow B, et al. Determinants of Readiness for Adopting Healthy Lifestyle Behaviors Among Indigenous Adolescents with Type 2 Diabetes in Manitoba, Canada: A Cross-Sectional Study. *Obesity (Silver Spring)*. 2018;26(5):910-915.
 45. Michalak A, Gawrecki A, Galczyński S, et al. Assessment of Exercise Capacity in Children with Type 1 Diabetes in the Cooper Running Test. *International journal of sports medicine*. 2019;40(2):110-115.
 46. Liu LL, Lawrence JM, Davis C, et al. Prevalence of overweight and obesity in youth with diabetes in USA: the SEARCH for Diabetes in Youth study. *Pediatric diabetes*. 2010;11(1):4-11.
 47. Bjornstad P, Drews K, Zeitler PS. Long-Term Complications in Youth-Onset Type 2 Diabetes. Reply. *N Engl J Med*. 2021;385(21):2016.
 48. Group TS, Zeitler P, Hirst K, et al. A clinical trial to maintain glycemic control in youth with type 2 diabetes. *N Engl J Med*. 2012;366(24):2247-2256.
 49. Carino M, Elia Y, Sellers E, et al. Comparison of Clinical and Social Characteristics of Canadian Youth Living With Type 1 and Type 2 Diabetes. *Can J Diabetes*. 2021;45(5):428-435.
 50. Livny R, Said W, Shilo S, et al. Identifying sources of support and barriers to physical activity in pediatric type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2020;21(1):128-134.
 51. Yardley JE, Sigal RJ. Exercise strategies for hypoglycemia prevention in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Spectr*. 2015;28(1):32-38.
 52. Roberts AJ, Taplin CE, Isom S, et al. Association between fear of hypoglycemia and physical activity in youth with type 1 diabetes: The SEARCH for diabetes in youth study. *Pediatr Diabetes*. 2020;21(7):1277-1284.
 53. Martins J, Costa J, Sarmiento H, et al. Adolescents' Perspectives on the Barriers and Facilitators of Physical Activity: An Updated Systematic Review of Qualitative Studies. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(9).
 54. Singhvi A, Tansey MJ, Janz K, Zimmerman MB, Tsalikian E. Aerobic fitness and glycemic variability in adolescents with type 1 diabetes. *Endocr Pract*. 2014;20(6):566-570.
 55. Jagers JR, King KM, Watson SE, Wintergerst KA. Predicting Nocturnal Hypoglycemia with Measures of Physical Activity Intensity in Adolescent Athletes with Type 1 Diabetes. *Diabetes technology & therapeutics*. 2019;21(7):406-408.
 56. Adolfsson P, Mattsson S, Jendle J. Evaluation of glucose control when a new strategy of increased carbohydrate supply is implemented during prolonged physical exercise in type 1 diabetes. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115(12):2599-2607.
 57. Shetty VB, Fournier PA, Davey RJ, et al. Effect of exercise intensity on glucose requirements to maintain euglycemia during exercise in type 1 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2016;101(3):972-980.
 58. Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, et al. Exercise management in type 1 diabetes: A consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2017;5(5):377-390.
 59. Zaharieva DP, Riddell MC. Prevention of exercise-associated dysglycemia: a case study-based approach. *Diabetes Spectr*. 2015;28(1):55-62.
 60. Van Hooren B, Peake JM. Do We Need a Cool-Down After Exercise? A Narrative Review of the Psychophysiological Effects and the Effects on Performance, Injuries and the Long-Term Adaptive Response. *Sports Med*. 2018;48(7):1575-1595.
 61. McMahon SK, Ferreira LD, Ratnam N, et al. Glucose requirements to maintain euglycemia after moderate-intensity afternoon exercise in adolescents with type 1 diabetes are increased in a biphasic manner. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2007;92(3):963-968.
 62. Taplin CE, Cobry E, Messer L, McFann K, Chase HP, Fiallo-Scharer R. Preventing post-exercise nocturnal hypoglycemia in children with type 1 diabetes. *J Pediatr*. 2010;157(5):784-788.
 63. Dagogo-Jack SE, Craft S, Cryer PE. Hypoglycemia-associated autonomic failure in insulin-dependent diabetes mellitus. Recent antecedent hypoglycemia reduces autonomic responses to, symptoms of, and defense against subsequent hypoglycemia. *The Journal of clinical investigation*. 1993;91(3):819-828.
 64. Diabetes Research in Children Network Study G. Impaired overnight counterregulatory hormone responses to spontaneous hypoglycemia in children with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2007;8(4):199-205.
 65. Riddell MC, Zaharieva DP, Tansey M, et al. Individual glucose responses to prolonged moderate intensity aerobic exercise in adolescents with type 1 diabetes: The higher they start, the harder they fall. *Pediatr Diabetes*. 2019;20(1):99-106.
 66. Hargreaves M, Spriet LL. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nat Metab*. 2020;2(9):817-828.
 67. Bussau VA, Ferreira LD, Jones TW, Fournier PA. The 10-s maximal sprint: a novel approach to counter an exercise-mediated fall in glycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes care*. 2006;29(3):601-606.
 68. Guelfi KJ, Ratnam N, Smythe GA, Jones TW, Fournier PA. Effect of intermittent high-intensity compared with continuous moderate exercise on glucose production and utilization in individuals with type 1 diabetes. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2007;292(3):E865-870.
 69. Justice TD, Hammer GL, Davey RJ, et al. Effect of antecedent moderate-intensity exercise on the glycemia-increasing effect of a 30-sec maximal sprint: a sex comparison. *Physiol Rep*. 2015;3(5).
 70. Riddell MC, Bar-Or O, Hollidge-Horvat M, Schwarcz HP, Heigenhauser GJ. Glucose ingestion and substrate utilization during exercise in boys with IDDM. *J Appl Physiol*. 2000;88(4):1239-1246.
 71. Tansey MJ, Tsalikian E, Beck RW, et al. The effects of aerobic exercise on glucose and counterregulatory hormone concentrations in children with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2006;29(1):20-25.
 72. Iscoe KE, Riddell MC. Continuous moderate-intensity exercise with or without intermittent high-intensity work: Effects on acute and late glycaemia in athletes with Type 1 diabetes mellitus. *Diabetic Medicine*. 2011;28(7):824-832.
 73. Moser O, Tschakert G, Mueller A, et al. Effects of high-intensity interval exercise versus moderate continuous exercise on glucose homeostasis and hormone response in patients with type 1 diabetes mellitus using novel ultra-long-acting insulin. *PLoS One*. 2015;10(8):e0136489.
 74. Brooks GA. The Precious Few Grams of Glucose During Exercise. *Int J Mol Sci*. 2020;21(16).
 75. Sylow L, Kleinert M, Richter EA, Jensen TE. Exercise-stimulated glucose uptake - regulation and implications for glycaemic control. *Nat Rev Endocrinol*. 2017;13(3):133-148.
 76. Muller MJ, Acheson KJ, Burger AG, Jequier E. Evidence that hyperglycaemia per se does not inhibit hepatic glucose production in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1990;60(4):293-299.
 77. Avogaro A, Gnudi L, Valerio A, et al. Effects of different plasma glucose concentrations on lipolytic and ketogenic responsiveness to epinephrine in type 1 (insulin-dependent) diabetic subjects. *J Clin Endocrinol Metab*. 1993;76(4):845-850.
 78. Guelfi KJ, Jones TW, Fournier PA. New insights into managing the risk of hypoglycaemia associated with intermittent high-intensity exercise in individuals with type 1 diabetes mellitus: implications for existing guidelines. *Sports Med*. 2007;37(11):937-946.
 79. Pitt JP, McCarthy OM, Hoeg-Jensen T, Wellman BM, Bracken RM. Factors Influencing Insulin Absorption Around Exercise in Type 1 Diabetes. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020;11:573275.
 80. Arutchev V, Heise T, Dellweg S, Elbroend B, Minns I, Home PD. Plasma glucose and hypoglycaemia following exercise in people with Type 1 diabetes: a comparison of three basal insulins. *Diabet Med*. 2009;26(10):1027-1032.
 81. Herbst A, Kapellen T, Schober E, et al. Impact of regular physical activity on blood glucose control and cardiovascular risk factors in adolescents with type 2 diabetes mellitus—a multicenter study of 578 patients from 225 centres. *Pediatr Diabetes*. 2015;16(3):204-210.
 82. Ertl AC, Davis SN. Evidence for a vicious cycle of exercise and hypoglycemia

- in type 1 diabetes mellitus. *Diabetes Metab Res Rev.* 2004;20(2):124-130.
83. Oliver SR, Rosa JS, Minh TD, et al. Dose-dependent relationship between severity of pediatric obesity and blunting of the growth hormone response to exercise. *J Appl Physiol (1985).* 2010;108(1):21-27.
 84. Eliakim A, Nemet D, Zaldivar F, et al. Reduced exercise-associated response of the GH-IGF-I axis and catecholamines in obese children and adolescents. *J Appl Physiol (1985).* 2006;100(5):1630-1637.
 85. Kelly D, Hamilton JK, Riddell MC. Blood glucose levels and performance in a sports cAMP for adolescents with type 1 diabetes mellitus: a field study. *Int J Pediatr.* 2010;2010.
 86. Galassetti P, Riddell MC. Exercise and type 1 diabetes (T1DM). *Compr Physiol.* 2013;3(3):1309-1336.
 87. Wise JE, Kolb EL, Sauder SE. Effect of glycemic control on growth velocity in children with IDDM. *Diabetes Care.* 1992;15(7):826-830.
 88. Monaco CMF, Perry CGR, Hawke TJ. Diabetic Myopathy: current molecular understanding of this novel neuromuscular disorder. *Curr Opin Neurol.* 2017;30(5):545-552.
 89. Gal JJ, Li Z, Willi SM, Riddell MC. Association Between High Levels of Physical Activity and Improved Glucose Control on Active Days in Youth with Type 1 Diabetes. *Pediatr Diabetes.* 2022.
 90. Butte NF, Watson KB, Ridley K, et al. A Youth Compendium of Physical Activities: Activity Codes and Metabolic Intensities. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(2):246-256.
 91. Wilk B, Timmons BW, Bar-Or O. Voluntary fluid intake, hydration status, and aerobic performance of adolescent athletes in the heat. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010;35(6):834-841.
 92. McKinlay BJ, Theocharidis A, Adebero T, et al. Effects of Post-Exercise Whey Protein Consumption on Recovery Indices in Adolescent Swimmers. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(21).
 93. Pasiakos SM, Lieberman HR, McLellan TM. Effects of protein supplements on muscle damage, soreness and recovery of muscle function and physical performance: a systematic review. *Sports Med.* 2014;44(5):655-670.
 94. Nieper A. Nutritional supplement practices in UK junior national track and field athletes. *Br J Sports Med.* 2005;39(9):645-649.
 95. Wiens K, Erdman KA, Stadnyk M, Parnell JA. Dietary supplement usage, motivation, and education in young, Canadian athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2014;24(6):613-622.
 96. Kerkick CM, Wilborn CD, Roberts MD, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15(1):38.
 97. Plougmann S, Hejlesen O, Turner B, Kerr D, Cavan D. The effect of alcohol on blood glucose in Type 1 diabetes--metabolic modelling and integration in a decision support system. *Int J Med Inform.* 2003;70(2-3):337-344.
 98. Turner BC, Jenkins E, Kerr D, Sherwin RS, Cavan DA. The effect of evening alcohol consumption on next-morning glucose control in type 1 diabetes. *Diabetes Care.* 2001;24(11):1888-1893.
 99. Siler SQ, Neese RA, Christiansen MP, Hellerstein MK. The inhibition of gluconeogenesis following alcohol in humans. *Am J Physiol.* 1998;275(5):E897-907.
 100. Avogaro A, Beltramello P, Gnudi L, et al. Alcohol intake impairs glucose counterregulation during acute insulin-induced hypoglycemia in IDDM patients. Evidence for a critical role of free fatty acids. *Diabetes.* 1993;42(11):1626-1634.
 101. Cao J, Lei S, Wang X, Cheng S. The Effect of a Ketogenic Low-Carbohydrate, High-Fat Diet on Aerobic Capacity and Exercise Performance in Endurance Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2021;13(8).
 102. Burke LM, Whitfield J, Heikura IA, et al. Adaptation to a low carbohydrate high fat diet is rapid but impairs endurance exercise metabolism and performance despite enhanced glycogen availability. *J Physiol.* 2021;599(3):771-790.
 103. Gregory JM, Smith TJ, Slaughter JC, et al. Iatrogenic Hyperinsulinemia, Not Hyperglycemia, Drives Insulin Resistance in Type 1 Diabetes as Revealed by Comparison With GCK-MODY (MODY2). *Diabetes.* 2019;68(8):1565-1576.
 104. Cree-Green M, Stuppy JJ, Thurston J, et al. Youth With Type 1 Diabetes Have Adipose, Hepatic, and Peripheral Insulin Resistance. *J Clin Endocrinol Metab.* 2018;103(10):3647-3657.
 105. Roberts JD, Tarpey MD, Kass LS, Tarpey RJ, Roberts MG. Assessing a commercially available sports drink on exogenous carbohydrate oxidation, fluid delivery and sustained exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014;11(1):8.
 106. Trommelen J, Fuchs CJ, Beelen M, et al. Fructose and Sucrose Intake Increase Exogenous Carbohydrate Oxidation during Exercise. *Nutrients.* 2017;9(2).
 107. Jentjens RL, Achten J, Jeukendrup AE. High oxidation rates from combined carbohydrates ingested during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(9):1551-1558.
 108. Rowlands DS, Thorburn MS, Thorp RM, Broadbent S, Shi X. Effect of graded fructose coingestion with maltodextrin on exogenous 14C-fructose and 13C-glucose oxidation efficiency and high-intensity cycling performance. *J Appl Physiol (1985).* 2008;104(6):1709-1719.
 109. 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(4):625-630.
 110. Campbell MD, Walker M, Bracken RM, et al. Insulin therapy and dietary adjustments to normalize glycemia and prevent nocturnal hypoglycemia after evening exercise in type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *BMJ Open Diabetes Res Care.* 2015;3(1):e000085.
 111. Kang K, Absher R, Farrington E, Ackley R, So TY. Evaluation of Different Methods Used to Calculate Ideal Body Weight in the Pediatric Population. *J Pediatr Pharmacol Ther.* 2019;24(5):421-430.
 112. Zaharieva DP, McGaugh S, Pooni R, Vienneau T, Ly T, Riddell MC. Improved Open-Loop Glucose Control With Basal Insulin Reduction 90 Minutes Before Aerobic Exercise in Patients With Type 1 Diabetes on Continuous Subcutaneous Insulin Infusion. *Diabetes Care.* 2019;42(5):824-831.
 113. Zaharieva D, Yavelberg L, Jamnik V, Cinar A, Turksoy K, Riddell M. The effects of basal insulin suspension at the start of exercise on blood glucose levels during continuous versus circuit-based exercise in individuals with type 1 diabetes on continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabetes technology & therapeutics.* 2017;19(6):370-378.
 114. Tuominen JA, Karonen SL, Melamies L, Bolli G, Koivisto VA. Exercise-induced hypoglycaemia in IDDM patients treated with a short-acting insulin analogue. *Diabetologia.* 1995;38(1):106-111.
 115. Kerkick CM, Arent S, Schoenfeld BJ, et al. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14:33.
 116. McGaugh SM, Zaharieva DP, Pooni R, et al. Carbohydrate Requirements for Prolonged, Fasted Exercise With and Without Basal Rate Reductions in Adults With Type 1 Diabetes on Continuous Subcutaneous Insulin Infusion. *Diabetes Care.* 2021;44(2):610-613.
 117. Moser O, Eckstein ML, Mueller A, et al. Pre-Exercise Blood Glucose Levels Determine the Amount of Orally Administered Carbohydrates during Physical Exercise in Individuals with Type 1 Diabetes-A Randomized Cross-Over Trial. *Nutrients.* 2019;11(6).
 118. Zaharieva DP, Turksoy K, McGaugh SM, et al. Lag time remains with newer real-time continuous glucose monitoring technology during aerobic exercise in adults living with type 1 diabetes. *Diabetes technology & therapeutics.* 2019;21(6):313-321.
 119. Perrone C, Laitano O, Meyer F. Effect of carbohydrate ingestion on the glycemic response of type 1 diabetic adolescents during exercise. *Diabetes Care.* 2005;28(10):2537-2538.
 120. Berardi JM, Price TB, Noreen EE, Lemon PW. Postexercise muscle glycogen recovery enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(6):1106-1113.
 121. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, et al. Resistance versus aerobic exercise: Acute effects on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care.* 2013;36(3):537-542.
 122. Yardley JE, Iscoe KE, Sigal RJ, Kenny GP, Perkins BA, Riddell MC. Insulin pump therapy is associated with less post-exercise hyperglycemia than multiple daily injections: an observational study of physically active type 1 diabetes patients. *Diabetes technology & therapeutics.* 2013;15(1):84-88.
 123. Sigal RJ, Fisher S, Halter JB, Vranic M, Marliss EB. The roles of catecholamines in gluco-regulation in intense exercise as defined by the islet cell clamp technique. *Diabetes.* 1996;45(2):148-156.
 124. Marliss EB, Simantirakis E, Miles PD, et al. Glucoregulatory and hormonal responses to repeated bouts of intense exercise in normal male subjects. *J Appl Physiol (1985).* 1991;71(3):924-933.
 125. Aronson R, Brown RE, Li A, Riddell MCJDC. *Optimal insulin correction factor in post-high-intensity exercise hyperglycemia in adults with type 1 diabetes: the FIT study.* 2019;42(1):10-16.
 126. Admon G, Weinstein Y, Falk B, et al. Exercise with and without an insulin

- pump among children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Pediatrics*. 2005;116(3):e348-355.
127. Sherr JL, Cengiz E, Palerm CC, et al. Reduced hypoglycemia and increased time in target using closed-loop insulin delivery during nights with or without antecedent afternoon exercise in type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2013;36(10):2909-2914.
 128. Kalergis M, Schiffrin A, Gougeon R, Jones PJ, Yale JF. Impact of bedtime snack composition on prevention of nocturnal hypoglycemia in adults with type 1 diabetes undergoing intensive insulin management using lispro insulin before meals: a randomized, placebo-controlled, crossover trial. *Diabetes Care*. 2003;26(1):9-15.
 129. Davey RJ, Howe W, Paramalingam N, et al. The effect of midday moderate-intensity exercise on postexercise hypoglycemia risk in individuals with type 1 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98(7):2908-2914.
 130. Bailey RC, Olson J, Pepper SL, Porszasz J, Barstow TJ, Cooper DM. The level and tempo of children's physical activities: an observational study. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27(7):1033-1041.
 131. 1Pemberton JS, Barrett TG, Dias RP, Kershaw M, Krone R, Uday S. An effective and cost-saving structured education program teaching dynamic glucose management strategies to a socio-economically deprived cohort with type 1 diabetes in a VIRTUAL setting. *Pediatr Diabetes*. 2022.
 132. Morrison D, Zaharieva DP, Lee MH, et al. Comparable Glucose Control with Fast-Acting Insulin Aspart Versus Insulin Aspart Using a Second-Generation Hybrid Closed-Loop System During Exercise. *Diabetes technology & therapeutics*. 2021.
 133. Zaharieva DP, Cinar A, Yavelberg L, Jamnik V, Riddell MC. No Disadvantage to Insulin Pump Off vs Pump On During Intermittent High-Intensity Exercise in Adults With Type 1 Diabetes. *Can J Diabetes*. 2020;44(2):162-168.
 134. West DJ, Stephens JW, Bain SC, et al. A combined insulin reduction and carbohydrate feeding strategy 30 min before running best preserves blood glucose concentration after exercise through improved fuel oxidation in type 1 diabetes mellitus. *J Sports Sci*. 2011;29(3):279-289.
 135. Neyman A, Woerner S, Russ M, Yarbrough A, DiMeglio LA. Strategies That Adolescents With Type 1 Diabetes Use in Relation to Exercise. *Clin Diabetes*. 2020;38(3):266-272.
 136. Stettler C, Jenni S, Allemann S, et al. Exercise capacity in subjects with type 1 diabetes mellitus in eu- and hyperglycaemia. *Diabetes Metab Res Rev*. 2006;22(4):300-306.
 137. Cho JH, Kim HO, Surh CD, Sprent J. T cell receptor-dependent regulation of lipid rafts controls naive CD8+ T cell homeostasis. *Immunity*. 2010;32(2):214-226.
 138. MacDonald TL, Pattamaprapanont P, Pathak P, et al. Hyperglycaemia is associated with impaired muscle signalling and aerobic adaptation to exercise. *Nat Metab*. 2020;2(9):902-917.
 139. Diabetes Research in Children Network Study G, Tsalikian E, Kollman C, et al. Prevention of hypoglycemia during exercise in children with type 1 diabetes by suspending basal insulin. *Diabetes Care*. 2006;29(10):2200-2204.
 140. Beck RW, Raghinaru D, Wadwa RP, et al. Frequency of morning ketosis after overnight insulin suspension using an automated nocturnal predictive low glucose suspend system. *Diabetes Care*. 2014;37(5):1224-1229.
 141. Wadwa RP, Chase HP, Raghinaru D, et al. Ketone production in children with type 1 diabetes, ages 4-14 years, with and without nocturnal insulin pump suspension. *Pediatr Diabetes*. 2017;18(6):422-427.
 142. Aronson R, Li A, Brown RE, McGaugh S, Riddell MC. Flexible insulin therapy with a hybrid regimen of insulin degludec and continuous subcutaneous insulin infusion with pump suspension before exercise in physically active adults with type 1 diabetes (FIT Untethered): a single-centre, open-label, proof-of-concept, randomised crossover trial. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2020;8(6):511-523.
 143. Alemzadeh R, Parton EA, Holzum MK. Feasibility of continuous subcutaneous insulin infusion and daily supplemental insulin glargine injection in children with type 1 diabetes. *Diabetes technology & therapeutics*. 2009;11(8):481-486.
 144. Berger M, Cuppers HJ, Hegner H, Jorgens V, Berchtold P. Absorption kinetics and biologic effects of subcutaneously injected insulin preparations. *Diabetes Care*. 1982;5(2):77-91.
 145. Deakin S, Steele D, Clarke S, et al. Cook and Chill: Effect of Temperature on the Performance of Nonequibrated Blood Glucose Meters. *J Diabetes Sci Technol*. 2015;9(6):1260-1269.
 146. Mohajeri S, Perkins BA, Brubaker PL, Riddell MC. Diabetes, trekking and high altitude: recognizing and preparing for the risks. *Diabet Med*. 2015;32(11):1425-1437.
 147. Dear Gde L, Pollock NW, Ugucioni DM, Dovenbarger J, Feinglos MN, Moon RE. Plasma glucose responses in recreational divers with insulin-requiring diabetes. *Undersea Hyperb Med*. 2004;31(3):291-301.
 148. Jendle JH, Adolffson P, Pollock NW. Recreational diving in persons with type 1 and type 2 diabetes: Advancing capabilities and recommendations. *Diving and hyperbaric medicine*. 2020;50(2):135-143.
 149. Jendle J, Adolffson P. Continuous Glucose Monitoring Diving and Diabetes: An Update of the Swedish Recommendations. *J Diabetes Sci Technol*. 2020;14(1):170-173.
 150. Pollock NW, Ugucioni DM, Dear Gde L. Diabetes and recreational diving: guidelines for the future. Proceedings of the UHMS/DAN 2005 June 19 Workshop. 2005; <https://dan.org/health-medicine/health-resource/health-safety-guidelines/guidelines-for-diabetes-and-recreational-diving/>, 2022.
 151. Galassetti P, Tate D, Neill RA, Morrey S, Wasserman DH, Davis SN. Effect of antecedent hypoglycemia on counterregulatory responses to subsequent euglycemic exercise in type 1 diabetes. *Diabetes*. 2003;52(7):1761-1769.
 152. Hasan I, Chowdhury A, Haque MI, Patterson CC. Changes in glycated hemoglobin, diabetes knowledge, quality of life, and anxiety in children and adolescents with type 1 diabetes attending summer camps: A systematic review and meta-analysis. *Pediatr Diabetes*. 2021;22(2):124-131.
 153. American Diabetes A. Diabetes management at camps for children with diabetes. *Diabetes Care*. 2012;35 Suppl 1:S72-75.
 154. Tsadik AG, Gidey MT, Assefa BT, et al. Insulin injection practices among youngsters with diabetes in Tikur Anbesa Specialized Hospital, Ethiopia. *J Diabetes Metab Disord*. 2020;19(2):805-812.
 155. Dejkhamron P, Santiprabhob J, Likitmaskul S, et al. Type 1 diabetes management and outcomes: A multicenter study in Thailand. *J Diabetes Investig*. 2021;12(4):516-526.
 156. Amutha A, Praveen PA, Hockett CW, et al. Treatment regimens and glycosylated hemoglobin levels in youth with Type 1 and Type 2 diabetes: Data from SEARCH (United States) and YDR (India) registries. *Pediatr Diabetes*. 2021;22(1):31-39.
 157. Klatman EL, McKee M, Ogle GD. Documenting and visualising progress towards Universal Health Coverage of insulin and blood glucose test strips for people with diabetes. *Diabetes research and clinical practice*. 2019;157:107859.
 158. 1Smith D, Connacher A, Newton R, Thompson C. *Exercise and Sport in Diabetes*. 2nd Edition ed: Wiley; 2006.
 159. DiMeglio LA, Acerini CL, Codner E, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Glycemic control targets and glucose monitoring for children, adolescents, and young adults with diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2018;19(Suppl 27):105-114.
 160. Diabetes Canada Clinical Practice Guidelines Expert C, Sigal RJ, Armstrong MJ, et al. Physical Activity and Diabetes. *Can J Diabetes*. 2018;42 Suppl 1:S54-S63.
 161. DiMeglio LA, Acerini CL, Codner E, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Glycemic control targets and glucose monitoring for children, adolescents, and young adults with diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2018;19 Suppl 27:105-114.
 162. Adolffson P, Riddell MC, Taplin CE, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2018;19 Suppl 27:205-226.
 163. Skrede T, Steene-Johannessen J, Anderssen SA, Resaland GK, Ekelund U. The prospective association between objectively measured sedentary time, moderate-to-vigorous physical activity and cardiometabolic risk factors in youth: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2019;20(1):55-74.
 164. Ekelund U, Luan J, Sherar LB, et al. Moderate to vigorous physical activity and sedentary time and cardiometabolic risk factors in children and adolescents. *JAMA*. 2012;307(7):704-712.
 165. Verswijveren S, Lamb KE, Bell LA, Timperio A, Salmon J, Ridgers ND. Associations between activity patterns and cardio-metabolic risk factors in children and adolescents: A systematic review. *PLoS One*. 2018;13(8):e0201947.
 166. Hay J, Wittmeier K, MacIntosh A, et al. Physical activity intensity and type

- 2 diabetes risk in overweight youth: a randomized trial. *Int J Obes (Lond)*. 2016;40(4):607-614.
167. Davis CL, Pollock NK, Waller JL, et al. Exercise dose and diabetes risk in overweight and obese children: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2012;308(11):1103-1112.
 168. Ingul CB, Dias KA, Tjonna AE, et al. Effect of High Intensity Interval Training on Cardiac Function in Children with Obesity: A Randomised Controlled Trial. *Prog Cardiovasc Dis*. 2018;61(2):214-221.
 169. Dias KA, Ingul CB, Tjonna AE, et al. Effect of High-Intensity Interval Training on Fitness, Fat Mass and Cardiometabolic Biomarkers in Children with Obesity: A Randomised Controlled Trial. *Sports Med*. 2018;48(3):733-746.
 170. McPhee PG, Singh S, Morrison KM. Childhood Obesity and Cardiovascular Disease Risk: Working Toward Solutions. *Can J Cardiol*. 2020;36(9):1352-1361.
 171. Torrance B, McGuire KA, Lewanczuk R, McGavock J. Overweight, physical activity and high blood pressure in children: a review of the literature. *Vasc Health Risk Manag*. 2007;3(1):139-149.
 172. Wittekind SG, Edwards NM, Khoury PR, et al. Association of Habitual Physical Activity With Cardiovascular Risk Factors and Target Organ Damage in Adolescents and Young Adults. *J Phys Act Health*. 2018;15(3):176-182.
 173. Cardel MI, Atkinson MA, Taveras EM, Holm JC, Kelly AS. Obesity Treatment Among Adolescents: A Review of Current Evidence and Future Directions. *JAMA Pediatr*. 2020;174(6):609-617.
 174. Reinehr T. Lifestyle intervention in childhood obesity: changes and challenges. *Nat Rev Endocrinol*. 2013;9(10):607-614.
 175. Cardel MI, Atkinson MA, Taveras EM, Holm JC, Kelly AS. Obesity Treatment Among Adolescents: A Review of Current Evidence and Future Directions. *JAMA Pediatr*. 2020.
 176. McGavock J, Wicklow B, Dart AB. Type 2 diabetes in youth is a disease of poverty. *Lancet*. 2017;390(10105):1829.
 177. Protudjer JL, Dumontet J, McGavock JM. My voice: a grounded theory analysis of the lived experience of type 2 diabetes in adolescence. *Can J Diabetes*. 2014;38(4):229-236.
 178. Gardner R, Feely A, Layte R, Williams J, McGavock J. Adverse childhood experiences are associated with an increased risk of obesity in early adolescence: a population-based prospective cohort study. *Pediatr Res*. 2019;86(4):522-528.
 179. Hagger MS, Panetta G, Leung CM, et al. Chronic inhibition, self-control and eating behavior: test of a 'resource depletion' model. *PLoS One*. 2013;8(10):e76888.
 180. Vohs KD, Baumeister RF, Schmeichel BJ, Twenge JM, Nelson NM, Tice DM. Making choices impairs subsequent self-control: a limited-resource account of decision making, self-regulation, and active initiative. *J Pers Soc Psychol*. 2008;94(5):883-898.
 181. Sheinbein DH, Stein RI, Hayes JF, et al. Factors associated with depression and anxiety symptoms among children seeking treatment for obesity: A social-ecological approach. *Pediatr Obes*. 2019;14(8):e12518.
 182. Vila G, Zipper E, Dabbas M, et al. Mental disorders in obese children and adolescents. *Psychosom Med*. 2004;66(3):387-394.
 183. Lu Y, Pearce A, Li L. Distinct patterns of socio-economic disparities in child-to-adolescent BMI trajectories across UK ethnic groups: A prospective longitudinal study. *Pediatr Obes*. 2020;15(4):e12598.
 184. Gardner R, Feely A, Layte R, Williams J, McGavock J. Adverse childhood experiences are associated with an increased risk of obesity in early adolescence: a population-based prospective cohort study. *Pediatr Res*. 2019;86(4):522-528.
 185. Sellers EAC, McLeod L, Prior HJ, Dragan R, Wicklow BA, Ruth C. Mental health comorbidity is common in children with type 2 diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2022.
 186. McVoy M, Hardin H, Fulchiero E, et al. Mental health comorbidity and youth onset type 2 diabetes: A systematic review of the literature. *Int J Psychiatry Med*. 2022;912174211067335.
 187. McGavock J, Chauhan BF, Rabbani R, et al. Layperson-Led vs Professional-Led Behavioral Interventions for Weight Loss in Pediatric Obesity: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2020;3(7):e2010364.
 188. Force USPST, Grossman DC, Bibbins-Domingo K, et al. Screening for Obesity in Children and Adolescents: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA*. 2017;317(23):2417-2426.
 189. O'Connor EA, Evans CV, Burda BU, Walsh ES, Eder M, Lozano P. Screening for Obesity and Intervention for Weight Management in Children and Adolescents: Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force. *JAMA*. 2017;317(23):2427-2444.
 190. DeBar LL, Stevens VJ, Perrin N, et al. A primary care-based, multicomponent lifestyle intervention for overweight adolescent females. *Pediatrics*. 2012;129(3):e611-620.
 191. Savoye M, Shaw M, Dziura J, et al. Effects of a weight management program on body composition and metabolic parameters in overweight children: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2007;297(24):2697-2704.
 192. Savoye M, Shaw M, Dziura J, et al. Effects of a weight management program on body composition and metabolic parameters in overweight children: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2007;297:2697-2704.
 193. Group TS. Design of a family-based lifestyle intervention for youth with type 2 diabetes: the TODAY study. *Int J Obes (Lond)*. 2010;34(2):217-226.
 194. Kaar JL, Schmiege SJ, Drews K, et al. Evaluation of the longitudinal change in health behavior profiles across treatment groups in the TODAY clinical trial. *Pediatr Diabetes*. 2020;21(2):224-232.
 195. McTavish L, Wiltshire E. Effective treatment of hypoglycemia in children with type 1 diabetes: a randomized controlled clinical trial. *Pediatr Diabetes*. 2011;12(4 Pt 2):381-387.
 196. Wagenmakers AJ, Brouns F, Saris WH, Halliday D. Oxidation rates of orally ingested carbohydrates during prolonged exercise in men. *J Appl Physiol (1985)*. 1993;75(6):2774-2780.

Apêndice 1. Objetivos de glicose para os dispositivos de determinação da glicose capilar e necessidades de carboidratos em jovens com DM1 antes e a cada 30 minutos durante o exercício, com base em evidência de nível D.

Nível de glicose do sensor ou do sangue	Reposta esperada da glicose durante o exercício, baseada no tipo de exercício, na insulina remanescente e nos ajustes do bôlus, ajustes basais e resposta prévia ao exercício					
	Carboidratos por 30 minutos, por peso em kg‡					
	Espera-se que desça durante o exercício (change to non-verbal headings)			Espera-se que mantenha a estabilidade, ou suba durante o exercício		
Superior a 15,0 mmol/l (270 mg/dl) & cetonas acima dos 0,6 mmol/l	Cetonas >1,5 mmol/l: Seguir o aconselhamento usual para as cetonas e evitar o exercício Cetonas 1,1-1,4 mmol/l: Dar ½ dose de correção com caneta e esperar 60 minutos para reavaliar Cetonas 0,6-1,0 mmol/l: Dar ½ dose de correção com caneta e esperar 15 minutos para praticar exercício					
Superior a 15,0 mmol/l (270 mg/dl) & cetonas abaixo dos 0,6 mmol/l	Considerar ½ do bôlus de correção de insulina usual					
10,1-15,0 mmol/l (181-270 mg/dl)	Sem carboidratos					
Peso (kg)‡	10-30 kg	30-50 kg	>50 kg	10-30 kg	30-50 kg	>50 kg
Objetivo do exercício† 7,0-10,0 mmol/l (126-180 mg/dl)	2-12 g ¹¹⁷	6-25 g ¹¹⁷	12-24 g ¹¹⁷	0 g	0 g	0 g
5,0-6,9 mmol/l (90-125 mg/dl)	5-15 g ⁷⁰	15-25 g ⁷⁰	30 g ⁷⁰	2-6 g ¹¹⁶	6-10 g ¹¹⁶	12 g ¹¹⁶
Adiar ou parar o exercício durante 20 minutos 4,0-4,9 mmol/l (70-89 mg/dl)	3-9 g ¹⁹⁵	9-15 g ¹⁹⁵	18 g ¹⁹⁵	3-9 g ¹⁹⁵	9-18 g ¹⁹⁵	18 g ¹⁹⁵
3,0-3,9 mmol/l (54-70 mg/dl)	Tratar a hipoglicemia e adiar o exercício até atingir valores superiores a 4,9 mmol/l (89 mg/dl)					
Menos de 3,0 mmol/l (54 mg/dl)	Tratar a hipoglicemia e não iniciar o exercício devido à diminuição da resposta hormonal contrarregulatória					

† Se o risco de hipoglicemia ou de inconsciência da hipoglicemia for médio ou elevado, aumentar o nível do objetivo para o exercício para 8,0 a 11,0 mmol/l (145 a 198 mg/dl) ou 9,0 a 12,0 mmol/l (162 a 216 mg/dl), respectivamente. ‡ Se o percentil do Índice de Massa Corporal (IMC) for ≥ 91 , usar o peso (P) em kg = $[\text{IMC no percentil } 50 \text{ para a idade } \times (\text{altura em metros})^2]$,¹¹¹ a não ser que o percentil do IMC elevado seja devido a uma massa muscular abundante. Dados de adultos do sexo masculino.^{105-107,196} Dados de adultos dos sexos masculino e feminino.^{116,117} Dados pediátricos do sexo masculino.⁷⁰ Dados pediátricos dos sexos masculino e feminino.^{111,195}

Apêndice 2. Objetivos de glicose para o MCG e necessidades de carboidratos com base nos valores de glicose e nas setas de tendências em jovens com DM1 antes e a cada 20 minutos durante o exercício, com base em evidência de nível D.

Nível do sensor ou nível de glicose sanguínea	Seta de tendência	Reposta esperada da glicose durante o exercício, baseada no tipo de exercício, na insulina remanescente e nos ajustes do bólus, ajustes basais e controlo prévio da glicose					
		Espera-se que desça durante o exercício.			Espera-se que mantenha a estabilidade, ou suba durante o exercício.		
Superior a 15,0 mmol/l (270 mg/dl) & cetonas acima de 0,6mmol/l	Todas	Cetonas >1,5 mmol/l: Seguir o aconselhamento usual para as cetonas e evitar o exercício Cetonas 1,1-1,4 mmol/l: Dar ½ dose de correção com caneta e esperar 60 minutos para reavaliar Cetonas 0,6-1,0 mmol/l: Dar ½ dose de correção com caneta e esperar 15 minutos para praticar exercício					
Superior a 15,0 mmol/l (270 mg/dl) & cetonas abaixo de 0,6mmol/l	→↗↑	Considerar ½ do bólus de correção de insulina usual					
	↘↑	Sem carboidratos					
Peso (kg)‡		10-30 kg	30-50 kg	>50 kg	10-30 kg	30-50 kg	>50 kg
10,1-15,0 mmol/l (181-270 mg/dl)	↑						
	↗						
	→						
	↘	1-3g	3-5g	6g			
	↓	2-6g	6-10g	12g			
Intervalo-alvo do exercício† 7,0-10,0 mmol/l (126-180 mg/dl)	↑						
	↗	1-3g	3-5g	6g			
	→	2-6g	6-10g	12g			
	↘	3-9g	9-15g	18g	2-6g	6-10g	12g
	↓	4-12g	12-20g	24g	3-9g	9-15g	18g
5,0-6,9 mmol/l (90-125 mg/dl)	↑	1-3g	3-5g	6g			
	↗	2-6g	6-10g	12g	1-3g	3-5g	6g
	→	3-9g	9-15g	18g	2-6g	6-10g	18g
	↘	4-12g	12-20g	24g	3-9g	12-20g	18g
	↓§	5-15g	15-25g	30g	4-12g	12-20g	24g
4,0-4,9 mmol/l (70-89 mg/dl)	↑	2-6g	6-10g	12g	1-3g	3-5g	6g
	↗	3-9g	9-15g	18g	2-6g	6-10g	18g
Adiar ou parar o exercício em 20 minutos 4,0-4,9 mmol/l (70-89 mg/dl)	→	3-9g	9-15g	18g	3-9g	9-15g	18g
	↘§	4-12g	12-20g	24g	4-12g	12-20g	24g
	↓§	5-15g	15-25g	30g	5-15g	15-25g	30g
3,0-3,9 mmol/l (54-70 mg/dl)	Todas	Tratar a hipoglicemia e adiar o exercício até atingir valores superiores a 4,9 mmol/l (89 mg/dl)					
Menos de 3,0 mmol/l (54 mg/dl)	Todas	Tratar a hipoglicemia e não iniciar o exercício devido à diminuição da resposta hormonal contrarregulatória					

† Se o risco de hipoglicemia ou de inconsciência da hipoglicemia for médio ou elevado, aumentar o nível do objetivo para o exercício para 8,0 a 11,0 mmol/l (145 a 198 mg/dl) ou 9,0 a 12,0 mmol/l (162 a 216 mg/dl), respetivamente. ‡ Se o percentil do Índice de Massa Corporal (IMC) for ≥91, usar o peso (P) em kg = $[(\text{IMC no percentil } 50 \text{ para a idade } \times (\text{altura em metros})^2)]^{111}$ a não ser que o percentil do IMC elevado seja devido a uma massa muscular abundante. § Considerar testar a glicose sanguínea uma vez que o valor do MCG pode estar desfasado. Dados pediátricos dos sexos masculino e feminino.¹¹¹