

Physical activity in children with type 1 diabetes

Atividade física na criança com diabetes tipo 1

Cristiane P. Miculis¹, Luis P. Mascarenhas²,
Margaret C. S. Boguszewski³, Wagner de Campos⁴

Resumo

Objetivo: Abordar os aspectos práticos da realização segura de atividade física e esportes em crianças e adolescentes portadores de diabetes tipo 1.

Fontes dos dados: A pesquisa dos artigos foi conduzida em fontes de dados nacionais (SciELO) e internacionais (PubMed/MEDLINE), assim como nas próprias referências dos artigos encontrados, adotando como limites: artigos publicados nos últimos 10 anos, preferencialmente conduzidos em crianças e adolescentes com diabetes tipo 1, sendo em sua maioria estudos experimentais e meta-análises sobre atividade física.

Síntese dos dados: Com o metabolismo aeróbico, os músculos esqueléticos consomem maior quantidade de glicose para gerar energia, o que diminui a gliconeogênese hepática, levando a uma diminuição na glicemia e aumentando o risco de hipoglicemia. A reposição de carboidratos antes, durante e após o exercício em quantidade adequada e a redução da dose de insulina de ação rápida (pré-refeição) são os principais aliados da criança e adolescente com diabetes tipo 1 para evitar a ocorrência da hipoglicemia severa.

Conclusões: Para a reposição de carboidratos e a redução da dose de insulina, deve-se considerar o tipo, a duração e a intensidade da atividade física, bem como o horário de sua realização. A participação em diversos esportes, coletivos e individuais, e em atividades físicas de intensidades variadas é possível, sendo muito recomendado no tratamento do diabetes infantil.

J Pediatr (Rio J). 2010;86(4):271-278: Diabetes melito tipo 1, exercício, hipoglicemia, criança, adolescente.

Introdução

O diabetes tipo 1 (DM1) é uma doença autoimune caracterizada pela perda progressiva das células beta-pancreáticas que irá culminar com a interrupção da produção de insulina e consequentemente desequilíbrio metabólico grave^{1,2}. Estima-se que, no período de diagnóstico, apenas 10 a 20% das células beta-pancreáticas sejam funcionantes³.

Abstract

Objectives: To discuss the practical aspects of safe physical activity and sports participation in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus.

Sources: A literature search was conducted using national (SciELO) and international (PubMed/MEDLINE) databases and the reference lists of the articles found, adopting the following limits: articles on physical activity published in the last 10 years, preferably conducted in children and adolescents with type 1 diabetes. Most studies had an experimental design or were meta-analyses.

Summary of the findings: Skeletal muscle glucose uptake is greater during aerobic metabolism in order to generate energy for muscle contraction, which suppresses hepatic gluconeogenesis and thus promotes a decrease in blood glucose levels and increased risk of hypoglycemia. Adequate carbohydrate replacement before, during, and after exercise and reduction of preprandial rapid-acting insulin doses are the main allies in avoiding severe hypoglycemic events among diabetic children and adolescents.

Conclusions: Type, duration, and intensity of physical activity must be considered when planning carbohydrate replacement and insulin dose reduction, as must the timing of exercise. Nonetheless, physical activity and participation in many individual and team sports is possible and highly recommended in the treatment of type 1 diabetes in children and adolescents.

J Pediatr (Rio J). 2010;86(4):271-278: Type 1 diabetes mellitus, exercise, hypoglycemia, children, adolescents.

A prevalência do DM1 vem aumentando consideravelmente em todo o mundo, sendo mais acentuada nos países nórdicos e muito baixa nos países asiáticos⁴. No Brasil, não existem dados nacionais sobre a incidência/prevalência de DM1, mas, de acordo com estudos regionais, a incidência varia de 7,6 a 12/100.000 pessoas-ano⁵⁻⁷.

1. Mestre, Educação Física, Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR.

2. Doutorando, Saúde da Criança, Departamento de Pediatria, UFPR, Curitiba, PR.

3. Doutora. Professora associada, Departamento de Pediatria, Unidade de Endocrinologia Pediátrica, UFPR, Curitiba, PR.

4. Doutor. Professor titular, Departamento de Educação Física, UFPR, Curitiba, PR.

Este trabalho foi realizado na Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR.

Não foram declarados conflitos de interesse associados à publicação deste artigo.

Como citar este artigo: Miculis CP, Mascarenhas LP, Boguszewski MC, de Campos W. Physical activity in children with type 1 diabetes. *J Pediatr (Rio J)*. 2010;86(4):271-278.

Artigo submetido em 21.01.2010, aceito em 24.02.2010.

doi:10.2223/JPED.2003

As complicações microvasculares e macrovasculares são comumente encontradas em pacientes com DM1 com duração em torno de 15 a 20 anos⁸, sendo incomuns antes dos 10 anos de idade⁹. Porém, as doenças microvasculares como retinopatia e nefropatia diabéticas são altamente influenciadas pelo controle glicêmico e podem ser encontradas em adolescentes portadores de DM1^{10,11}.

Por outro lado, a ocorrência de doenças cardiovasculares (DCV) acontece principalmente na idade adulta¹², e a prevenção do desenvolvimento dessas comorbidades pode ser o maior benefício da prática regular de atividade física (AF).

A influência da AF sobre os níveis de hemoglobina glicada (HbA1c) de crianças portadoras de DM1 parece ser em favor de um melhor controle glicêmico, sendo que a maioria dos estudos encontrou uma diminuição significativa nos níveis de HbA1c após um programa de AF regular^{13,14}. Além disso, estudos experimentais comprovam a melhora significativa do perfil lipídico, da pressão arterial e da composição corporal, fatores de risco tradicionais para o desenvolvimento de DCV, em crianças e adolescentes com DM1^{15,16}.

Entretanto, mesmo com a comprovada ação preventiva da AF, seja ela recreativa ou esportiva^{14,17-20}, a maioria das crianças e adolescentes com DM1 permanece abaixo dos níveis de AF recomendada²¹⁻²³, aumentando ainda mais o risco de desenvolver precocemente doenças micro e macrovasculares.

O objetivo desta revisão foi abordar os aspectos práticos da realização segura de AF e esportes em crianças e adolescentes portadores de DM1, bem como o papel da hipoglicemia como barreira para um estilo de vida ativo fisicamente e quais as atividades e esportes indicados para essa população.

Por que fazer exercício físico?

Crianças e adolescentes portadores de DM1 apresentam maior risco para desenvolver doenças microvasculares (retinopatia, nefropatia e neuropatia diabéticas)^{10,24} e cardiovasculares^{12,25}. Estudos recentes mostram que é possível verificar a presença de sinais de doença arterial aterosclerótica^{26,27}, de retinopatia e de nefropatia diabéticas já na primeira infância²⁴.

Os principais fatores de risco para o desenvolvimento dessas doenças são a falta de um controle glicêmico adequado¹⁰ (Tabela 1), dislipidemia, obesidade, pressão arterial elevada e inatividade física²⁸⁻³². Tais fatores são passíveis de prevenção através de uma alimentação balanceada e própria para crianças e adolescentes com DM1, assiduidade na aplicação das doses de insulina e da mensuração da glicemia de ponta de dedo e manutenção de um estilo de vida ativo^{10,33}.

Apesar dos benefícios à saúde proporcionados pela AF regular, de intensidade moderada a vigorosa por 30 a 60 min^{34,35}, a maioria dos jovens não segue essa recomendação^{31,36}. Considerando que os níveis de AF e de aptidão cardiorrespiratória tendem a diminuir com a idade^{37,38}, incentivar e oferecer oportunidades para a prática de uma AF desde a infância poderá promover a manutenção de um estilo de vida ativo até a vida adulta³⁹, assim como melhorar os níveis de glicemia de jejum e de sensibilidade à insulina, principalmente em crianças e adolescentes que apresentam DM1^{16,40,41}.

A AF aeróbia utiliza como principais fontes de energia o glicogênio muscular e hepático, a glicose sanguínea e os ácidos graxos livres, dependendo da duração e intensidade da atividade⁴². Para que sejam alcançados os benefícios mencionados, a literatura recomenda que a AF aeróbia seja feita a uma intensidade moderada a vigorosa [40-85% do consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) ou 55-90% da frequência cardíaca amáxima (FCmáx)], com frequência de três a cinco vezes por semana, durante 20-60 min⁴³, preconizando de 5 a 10 min de atividades aeróbias de baixa intensidade para o aquecimento e 5 a 10 min de exercícios de flexibilidade após a atividade, podendo ser associada, ainda, a realização ao menos duas vezes por semana de exercício de fortalecimento muscular³⁴.

O medo da hipoglicemia

Um dos maiores problemas da realização da AF em crianças portadoras de DM1 é a ocorrência frequente de hipoglicemia durante ou até mesmo após várias horas do término do exercício^{44,45}, o que acaba desencorajando a realização de uma AF regular por essas crianças⁴⁴.

A hipoglicemia ocorre por hiperinsulinização exógena pré-exercício aeróbico, pela taxa inadequada de insulina/glu-

Tabela 1 - Controle glicêmico ideal por faixa etária

Idade	Glicemia sanguínea (mg/dL)		
	Pré-refeição	Pós-refeição	HbA1c
0-6 anos	100-180	110-200	< 8,5 e > 7,5%
6-12 anos	90-180	100-180	< 8%
13-19 anos	90-130	90-150	< 7,5%

HbA1c = hemoglobina glicada.

Fonte: American Diabetes Association (ADA)³³.

cagon ou pelo aumento da sensibilidade à insulina⁴⁵. Com o metabolismo aeróbico, os músculos esqueléticos consomem maior quantidade de glicose para gerar energia, o que diminui a gliconeogênese hepática⁴⁶, levando a uma diminuição na glicemia sanguínea.

O diabético, por consequência da utilização de insulina exógena, não apresenta parâmetros fisiológicos para inibição da ação insulínica, e a sensibilidade à sua ação perdura durante a realização de exercícios físicos⁴⁵. Já no indivíduo sem diabetes ocorreria uma supressão da produção e liberação de insulina pelo pâncreas durante o exercício físico, estimulando a liberação hepática de glicose pelo aumento do glucagon, gerando assim uma estabilidade glicêmica plasmática⁴⁶.

Apesar do risco de hipoglicemia, a AF é recomendada para crianças com DM1^{47,48}. Segundo Hoffman⁴⁹, com um regime adequado de insulina e com um plano alimentar individualizado, crianças com DM1 podem usufruir dos benefícios físicos e psicossociais promovidos pelo exercício.

Assim, após definir qual tipo, intensidade e duração da AF a ser realizada, é necessário reduzir entre 25 a 75% a dose de insulina pré-refeição⁵⁰ e oferecer à criança reposição de carboidrato simples⁵¹. Entretanto, mesmo com todos esses cuidados, é possível ocorrer episódio de hipoglicemia.

Dessa forma, o seguinte procedimento deve ser realizado⁴⁹: ao observar sintomas de hipoglicemia (isto é, fraqueza, tontura, tremor, sonolência, sudorese, fome, confusão, agressividade), testar o nível glicêmico. Se for confirmada a hipoglicemia, oferecer 15 g de carboidrato simples, aguardar 15 min e repetir o teste de glicemia. Caso o nível de glicemia ainda não esteja normalizado, repetir o carboidrato. Contudo, quando a criança não é capaz de ingerir o carboidrato, deve-se aplicar glucagon (1 mg) intramuscular para realizar um atendimento emergencial⁵².

Os efeitos da AF sobre os fatores de risco cardiovasculares e metabólicos certamente superam a adversidade da possível hipoglicemia^{13,15}. Herbst et al.⁴⁷ relataram que a AF regular

é o fator que mais influencia o controle da glicemia sem, no entanto, aumentar o risco de hipoglicemia em crianças com DM1. Neste mesmo sentido, alguns estudos têm comprovado que a AF regular, seja ela contínua ou intermitente⁴¹, não eleva o risco de hipoglicemia em crianças e adolescentes¹³.

Como evitar a hipoglicemia durante uma atividade física

A literatura coloca que dois fatores são essenciais para prevenir a ocorrência de hipoglicemia no decorrer da prática de AF durante a infância e adolescência. Esses fatores são discutidos a seguir.

Reposição de carboidratos

O primeiro cuidado anterior à realização de qualquer AF fica a cargo da reposição de carboidratos (CHO), que deve ser realizada de acordo com a glicemia sanguínea avaliada pré-exercício (Tabela 2), podendo indicar se o exercício dever ser adiado ou até mesmo contraindicado⁵³⁻⁵⁵.

Quando a AF não for previamente programada, a reposição de CHO é a principal medida para evitar a ocorrência de hipoglicemia⁵¹. Contudo, essa reposição deve ser suficiente apenas para evitar essa complicação, pois se for em excesso pode levar ao ganho de peso, que seria indesejado e diminuiria os efeitos benéficos do exercício^{10,57}. Além disso, a quantidade de CHO que deve ser ingerida varia de acordo com a duração e intensidade da AF⁵¹.

Para atividades de intensidade leve (< 50% VO₂max) e com duração entre 30 e 60 min, a reposição de CHO deve ser feita de acordo com a glicemia sanguínea pré e pós-exercício. Já para atividades de intensidade moderada (50-75% VO₂max) ou alta (> 75% VO₂max), com duração ≥ 60 min, a reposição de CHO pode ser necessária antes, durante e após. Neste caso, deve-se repor de 1 a 1,5 g de CHO/kg de peso corporal/hora de AF e verificar a glicemia sempre antes de oferecer o carboidrato^{54,55}.

Tabela 2 - Reposição de carboidratos pré-exercício

Glicemia sanguínea	Carboidratos simples (CHO)
< 80 mg/dL	Não iniciar a atividade física + ingesta de 15 gramas de CHO (barra de cereal, fruta, mel em sachê, etc.).
80 a 140 mg/dL	Antes de iniciar: ingerir 1 a 2 g/kg de CHO.
> 140 mg/dL < 250 mg/dL	Faixa de segura; repor 15-30 g de CHO após a atividade física.
> 300 mg/dL e cetonúria -	Pode iniciar a atividade física, sem reposição de CHO.
> 300 mg/dL e cetonúria +	Adiar o início da atividade física até normalizar os níveis de cetonas e ingerir líquidos (água). Não precisa repor CHO.

CHO = carboidratos simples.

Fonte: Adaptado de Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD)⁵⁶.

Tabela 3 - Adequação da dose de insulina pré-refeição (ação rápida) de acordo com a intensidade da atividade física

Intensidade do exercício (%VO ₂ max)	Porcentagem da redução da dose de insulina	
	30 min de exercício	60 min de exercício
25	25%	50%
50	50%	75%
75	75%	-

%VO₂max = porcentagem de consumo máximo de oxigênio.
Fonte: Rabasa-Lhoret et al.⁵⁰.

Redução da dose de insulina

A alteração da dose de insulina deve ser vista com cuidado e seguir a orientação médica, uma vez que existem muitas contradições quanto à redução da dose de insulina, não havendo um consenso internacional ou nacional⁵⁸. Contudo, o que a maioria dos pesquisadores recomenda é uma redução individualizada, de acordo com a intensidade, duração e horário da AF, bem como do tipo de insulina ministrada pré-exercício⁵⁵.

Assim, a redução da dose de insulina regular deve ser feita quando o exercício é realizado de 2 a 3 horas após sua administração, enquanto se deve priorizar a redução da dose de insulina de ação rápida (pré-refeição) quando o exercício for conduzido após 1 hora de sua aplicação. Nos casos de AF no final da tarde, é a dose da insulina de ação rápida pré-refeição noturna que deverá ser reduzida^{48,55,59}.

A Sociedade Brasileira de Diabetes⁵⁶ aconselha a redução da dose de insulina de acordo com a intensidade e duração do exercício físico, baseado nos dados do estudo de Rabasa-Lhoret et al.⁵⁰ (ver Tabela 3).

Alterações glicêmicas durante o exercício

O comportamento da glicemia no decorrer da prática de exercícios físicos varia de acordo com o tipo da atividade e sua intensidade, portanto discutiremos sobre trabalhos aeróbio e anaeróbio.

Atividade física contínua moderada

A AF contínua moderada é eficaz na redução da glicemia sanguínea em pacientes com DM1 por aumentar o consumo de glicose pelos músculos esqueléticos⁴⁵. Nesses indivíduos, os mecanismos fisiológicos de contrarregulação hormonal são alterados^{45,60}. Normalmente, ao iniciar uma AF, a queda na glicemia sanguínea inibe a secreção pancreática de insulina para que ocorra um aumento da

produção hepática de glicose, equilibrando assim o consumo e a produção de glicose⁵⁴. Entretanto, em pacientes com DM1, como não há produção endógena de insulina, o organismo é incapaz de controlar sua disponibilidade, aumentando o risco de ocorrer hipoglicemia⁶⁰.

Além disso, o exercício aeróbio aumenta a sensibilidade à insulina, exacerbando sua ação quando administrada antes do início da AF⁶¹. Assim, nesse tipo de exercício, devem-se seguir com extrema atenção as recomendações para reposição de CHO e redução na dose de insulina⁶².

Atividade física contínua vigorosa

Ao contrário do exercício contínuo leve a moderado, no exercício de alta intensidade a ocorrência de hipoglicemia é menos comum⁴¹, pois em indivíduos com DM1 os mecanismos reguladores da glicemia independentes da insulina estão preservados. Logo, é a liberação de catecolaminas que irá controlar a produção hepática de glicose⁵⁴.

As catecolaminas (epinefrina, norepinefrina, dopamina) exibem efeitos excitatórios e inibitórios do sistema nervoso periférico e ações no sistema nervoso central (SNC), além da modulação da função endócrina, como a secreção de insulina e a taxa de glicogenólise⁶³.

Nesse tipo de exercício, a principal preocupação não é a hipoglicemia pós-exercício, mas sim a hiperglicemia, pois os mecanismos mediados pela insulina não estão presentes. Logo, a reposição de carboidrato extra ou redução na dose de insulina podem resultar na exacerbação da hiperglicemia pós-exercício de alta intensidade⁵⁴. Caso esse tipo de atividade seja o de escolha para a criança ou adolescente, talvez haja necessidade de aplicar uma dose de insulina logo após o término da AF⁶⁴.

Exercício intermitente moderado a vigoroso

Estudos recentes sugerem que esse tipo de exercício seja o ideal para crianças e adolescentes portadores de

DM1^{41,65-67}. Além de imitarem a maioria das atividades comuns às crianças, como futebol, vôlei, pega-pega, etc., esse tipo de exercício parece equilibrar a glicemia durante e após sua realização, de modo a reduzir a ocorrência hipoglicemia (AF de intensidade moderada) sem exacerbar a hiperglicemia (AF de intensidade alta)⁵⁴.

O exercício intenso intermitente gera menor declínio da glicose sanguínea por estimular respostas hormonais e metabólicas antagonistas à diminuição da glicemia. Esse tipo de AF eleva os níveis de lactato sanguíneo, o que pode contribuir para atenuar o declínio da glicemia por inibir a ação da insulina, seja ela endógena ou exógena, na recuperação da glicose pelos músculos periféricos⁶⁸ e por proporcionar a produção de glicose via gliconeogênese hepática⁶⁹.

Além disso, o aumento das catecolaminas em resposta ao exercício intenso intermitente estimula a produção hepática de glicose, ao mesmo tempo em que inibe o consumo da glicose mediado pela insulina⁷⁰.

Exercício resistido

Não só a prática regular de AF aeróbia é indicada para crianças e adolescentes com DM1, mas também é recomendada^{33,35} a realização de exercícios resistidos, duas a três vezes por semana, com objetivo de manter e/ou aumentar a força muscular, aumentar o gasto energético, reduzir o tecido adiposo visceral e melhorar a densidade óssea⁵⁴.

Segundo Andersen⁷¹, o exercício de resistência pode ser uma alternativa para o treinamento de pacientes com DM1 e portadores de complicações microvasculares em membros inferiores (neuropatia periférica, pé diabético) que não conseguem realizar exercícios com impacto articular.

Contudo, para esse tipo de atividade, ainda não existem recomendações específicas quanto à redução da dose de insulina e/ou reposição de CHO, nem sobre seus efeitos em pacientes com DM1⁴⁰. Mosher et al.¹⁴ demonstraram em crianças com DM1 que o exercício de resistência em combinação com exercício aeróbio foi capaz de melhorar a aptidão cardiorrespiratória, a força muscular, o perfil lipídico e o controle da glicemia. Além disso, nesse estudo apenas um indivíduo apresentou hipoglicemia. Por outro lado, no estudo de Ramalho et al.⁷², não se observaram efeitos do exercício de resistência sobre o perfil lipídico e o controle glicêmico.

O esporte e a criança com diabetes tipo 1

Os inúmeros benefícios promovidos pelo exercício físico regular superam o risco de ocorrer hipoglicemia durante sua realização^{13,15}. Seguindo-se corretamente as orientações sobre a redução da dose de insulina, a reposição de CHO e o tipo de atividade que será praticado, diminuem-se consideravelmente os episódios de hipoglicemia⁴⁹.

Herbst et al.⁴⁷ relataram que a AF regular é o fator que mais influencia o controle da glicemia sem, no entanto,

aumentar o risco de hipoglicemia em crianças com DM1. Da mesma forma, alguns estudos têm comprovado que a AF regular, seja ela contínua ou intermitente^{41,66,73}, não aumenta o risco de hipoglicemia¹³.

Nesta linha de raciocínio, os melhores tipos de AF seriam aquelas em que ocorre um aumento progressivo do esforço físico e por um tempo prolongado de estímulo⁷⁴. Sendo assim, diversos esportes coletivos (futebol, vôlei, basquete, handebol, natação, tênis de quadra) e individuais, como lutas marciais (judô, jiu-jitsu), surfe, corrida, caminhada e ciclismo, se enquadram dentro das recomendações para crianças e adolescentes diabéticos^{23,75}. A escolha da AF dependerá da habilidade de cada indivíduo, do objetivo que quer alcançar com o exercício e, principalmente, do seu gosto pela atividade em questão.

Da mesma forma, o tipo de AF e/ou esporte escolhido deve estar de acordo com a faixa etária da criança, de modo que a prática de esportes na primeira infância deve ter como objetivo principal a brincadeira, caminhada de curta distância, corrida, pular, nadar e dar cambalhotas. Entre os 6 e 9 anos, pode-se introduzir a competição com regras flexíveis e as atividades esportivas podem ser ginástica olímpica, natação, ciclismo, skate e esportes coletivos. A partir dos 10 ou 12 anos, esportes como futebol, natação, tênis, vôlei, ginástica artística, dança e esportes aquáticos podem ser introduzidos e direcionados para a competição, visando adquirir e aprimorar as habilidades individuais⁷⁶. Contudo, em alguns esportes, como corridas automotivas, paraquedismo, escalada, mergulho e alpinismo, a mensuração e a correção da glicemia sanguínea tornam-se difíceis e menos confiáveis, sendo desaconselhada a prática desse tipo de esporte⁵⁷.

Conclusão

Primeiramente, destaca-se que a atividade aeróbia, de intensidade moderada e intercalada com períodos de alta intensidade é eficaz na diminuição da ocorrência de hipoglicemia, e que a participação em esportes é possível e segura para crianças e adolescentes com diabetes tipo 1. Contudo, sugere-se cautela em seguir as recomendações vigentes sobre a redução das doses de insulina de ação rápida por causa dos diferentes tipos de insulina disponíveis no mercado. Além disso, por haver poucos estudos controlados, randomizados e duplo-cegos na população pediátrica, a adequação da dose de insulina deve ser individualizada e discutida com o médico endocrinologista.

Estimular a participação de pacientes portadores de DM1 em esporte recreativo ou de competição, seja individual ou coletivo, é essencial para o controle dos perfis metabólico e lipídico, da pressão arterial, bem como de outros fatores, como bem-estar, alta autoestima e autoconfiança. Desta forma, pode ser possível diminuir a morbimortalidade associada às complicações do diabetes, melhorando concomitantemente a qualidade de vida de nossos pacientes pediátricos portadores de DM1.

Referências

- Silink M. *Childhood diabetes: a global perspective*. *Horm Res*. 2002;57 Suppl 1:1-5.
- Fernandes AP, Pace AE, Zanetti ML, Foss MC, Donadi EA. *Fatores imunogenéticos associados ao diabetes mellitus do tipo 1*. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2005;13:743-9.
- Knip M, Veijola R, Virtanen SM, Hyöty H, Vaarala O, Åkerblom HK. *Environmental triggers and determinants of type 1 diabetes*. *Diabetes*. 2005;54 Suppl 2:S125-36.
- Karvonen M, Viik-Kajander M, Moltchanova E, Libman I, LaPorte R, Tuomilehto J. *Incidence of childhood type 1 diabetes worldwide*. *Diabetes Mondiale (DiaMond) Project Group*. *Diabetes Care*. 2000;23:1516-26.
- Ferreira SR, Franco LJ, Vivolo MA, Negrato CA, Simoes AC, Venturelli CR. *Population-based incidence of IDDM in the state of São Paulo, Brazil*. *Diabetes Care*. 1993;16:701-4.
- Lisbôa HR, Graebin R, Butzke L, Rodrigues CS. *Incidence of type 1 diabetes mellitus in Passo Fundo, RS, Brazil*. *Braz J Med Biol Res*. 1998;31:1553-6.
- Negrato CA, Dias JP, Teixeira MF, Dias A, Salgado MH, Lauris JR, et al. *Temporal trends in incidence of type 1 diabetes between 1986 and 2006 in Brazil*. *J Endocrinol Invest*. 2009. [ahead of print]
- Effect of intensive diabetes treatment on carotid artery wall thickness in the epidemiology of diabetes interventions and complications. *Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications (EDIC) Research Group*. *Diabetes*. 1999;48:383-90.
- Asmal AC, Dayal B, Jialal I, Leary WP, Omar MA, Pillay NL, et al. *Non-insulin-dependent diabetes mellitus with early onset in Blacks and Indians*. *S Afr Med J*. 1981;60:93-6.
- The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *The Diabetes Control And Complications Trial Research Group*. *N Engl J Med*. 1993;329:977-86.
- The absence of a glycemic threshold for the development of long-term complications: the perspective of the Diabetes Control and Complications Trial. *Diabetes*. 1996;45:1289-98.
- Skrivarhaug T, Bangstad HJ, Stene LC, Sandvik L, Hanssen KF, Joner G. *Long-term mortality in a nationwide cohort of childhood-onset type 1 diabetic patients in Norway*. *Diabetologia*. 2006;49:298-305.
- Bernardini AL, Vanelli M, Chiari G, Iovane B, Gelmetti C, Vitale R, et al. *Adherence to physical activity in young people with type 1 diabetes*. *Acta Biomed*. 2004;75:153-7.
- Mosher PE, Nash MS, Perry AC, LaPerriere AR, Goldberg RB. *Aerobic circuit exercise training: effect on adolescents with well-controlled insulin-dependent diabetes mellitus*. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998;79:652-7.
- Khawali C, Andriolo A, Ferreira SR. *Benefícios da atividade física no perfil lipídico de pacientes com diabetes tipo 1*. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2003;47:49-54.
- Lehmann R, Kaplan V, Bingisser R, Bloch KE, Spinass GA. *Impact of physical activity on cardiovascular risk factors in IDDM*. *Diabetes Care*. 1997;20:1603-11.
- Heyman E, Toutain C, Delamarche P, Berthon P, Briard D, Youssef H, et al. *Exercise training and cardiovascular risk factors in type 1 diabetic adolescent girls*. *Pediatr Exerc Sci*. 2007;19:408-19.
- Laaksonen DE, Atalay M, Niskanen LK, Mustonen J, Sen CK, Lakka TA, et al. *Aerobic exercise and the lipid profile in type I diabetic men: a randomized controlled trial*. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:1541-8.
- Rigla M, Sánchez-Quesada JL, Ordóñez-Llanos J, Prat T, Caixàs A, Jorba O, et al. *Effect of physical exercise on lipoprotein(a) and low-density lipoprotein modifications in type 1 and type 2 diabetic patients*. *Metabolism*. 2000;49:640-7.
- Sideravičiūtė S, Gailiūniene A, Visagurskiene K, Vizbaraitė D. *The effect of long-term swimming program on body composition, aerobic capacity and blood lipids in 14-19-year aged healthy girls and girls with type 1 diabetes mellitus*. *Medicina (Kaunas)*. 2006;42:661-6.
- Herbst A, Kordonouri O, Schwab KO, Schmidt F, Holl RW; DPV Initiative of the German Working Group for Pediatric Diabetology Germany. *Impact of physical activity on cardiovascular risk factors in children with type 1 diabetes: a multicenter study of 23,251 patients*. *Diabetes Care*. 2007;30:2098-100.
- Margeisdottir HD, Larsen JR, Brunborg C, Overby NC, Dahl-Jørgensen K; Norwegian Study Group for Childhood Diabetes. *High prevalence of cardiovascular risk factors in children and adolescents with type 1 diabetes: a population-based study*. *Diabetologia*. 2008;51:554-61.
- Valerio G, Spagnuolo MI, Lombardi F, Spadaro R, Siano M, Franzese A. *Physical activity and sports participation in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus*. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2007;17:376-82.
- Majaliwa ES, Munubhi E, Ramaiya K, Mpembeni R, Sanywa A, Mohn A, et al. *Survey on acute and chronic complications in children and adolescents with type 1 diabetes at Muhimbili National Hospital in Dar es Salaam, Tanzania*. *Diabetes Care*. 2007;30:2187-92.
- Sellers EA, Yung G, Dean HJ. *Dyslipidemia and other cardiovascular risk factors in a Canadian First Nation pediatric population with type 2 diabetes mellitus*. *Pediatr Diabetes*. 2007;8:384-90.
- McGill HC Jr, McMahan AC, Malcom GT, Oalman MC, Strong JP. *Relation of glycohemoglobin and adiposity to atherosclerosis in youth*. *Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY) Research Group*. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 1995;15:431-40.
- McGill HC Jr, McMahan CA, Herderick EE, Malcom GT, Tracy RE, Strong JP. *Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence*. *Am J Clin Nutr*. 2000;72:1307S-15S.
- Bhatt DL, Steg PG, Ohman EM, Hirsch AT, Ikeda Y, Mas JL, et al. *International prevalence, recognition, and treatment of cardiovascular risk factors in outpatients with atherothrombosis*. *JAMA*. 2006;295:180-9.
- Grundy SM, Becker D, Clark LT, Cooper RS, Denke MA, Howard J, et al. *Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report*. *National Institutes of Health. National Heart, Lung, and Blood Institute. NIH Publication*, 2002.
- Hancox RJ, Milne BJ, Poulton R. *Association between child and adolescent television viewing and adult health: a longitudinal birth cohort study*. *Lancet*. 2004;364:257-62.
- Ribeiro RQ, Lotufo PA, Lamounier JA, Oliveira RG, Soares JF, Botter DA. *Fatores adicionais de risco cardiovascular associados ao excesso de peso em crianças e adolescentes*. *O Estudo do Coração de Belo Horizonte*. *Arq Bras Cardiol*. 2006;86:408-18.
- Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F, et al. *Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study*. *Lancet*. 2004;364:937-52.
- American Diabetes Association. *Standards of medical care in diabetes - 2008*. *Diabetes Care*. 2008;31:S12-54.
- Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. *Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association*. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:1423-34.
- Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. *American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health*. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:1985-96.

36. Center for Disease Control. US Department Of Health And Human Services. Physical activity and good nutrition: essential elements to prevent chronic diseases and obesity. Atlanta (GA): National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. <http://www.cdc.gov/nccdphp/publications/aag/pdf/dnpa.pdf>. Acesso: 21/02/2008.
37. Kimm SY, Glynn NW, Kriska AM, Barton BA, Kronsberg SS, Daniels SR, et al. Decline in physical activity in black and white girls during adolescence. *N Engl J Med*. 2002;347:709-15.
38. Twisk JW, Kemper HC, van Mechelen W. Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:1455-61.
39. Yang X, Telama R, Viikari J, Raitakari OT. Risk of obesity in relation to physical activity tracking from youth to adulthood. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:919-25.
40. de Angelis K, da Pureza DY, Flores LJ, Rodrigues B, Melo KF, Schaan BD, et al. Efeitos fisiológicos do treinamento físico em pacientes portadores de diabetes tipo 1. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2006;50:1005-13.
41. Guelfi KJ, Jones TW, Fournier PA. The decline in blood glucose levels is less with intermittent high-intensity compared with moderate exercise in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2005;28:1289-94.
42. Corigliano G, Iazzetta N, Corigliano M, Strollo F. Blood glucose changes in diabetic children and adolescents engaged in most common sports activities. *Acta Biomed*. 2006;77:26-33.
43. Zinman B, Ruderman N, Campaigne BN, Devlin JT, Schneider SH. American Diabetes Association. Physical activity/exercise and diabetes. *Diabetes Care*. 2004;27:S13-54.
44. Tsalikian E, Mauras N, Beck RW, Tamborlane WV, Janz KF, Chase HP, et al. Impact of exercise on overnight glycemic control in children with type 1 mellitus. *J Pediatr*. 2005;147:528-34.
45. Giannini C, Mohn A, Chiarelli F. Physical exercise and diabetes during childhood. *Acta Biomed*. 2006;77:18-25.
46. Wojtaszewski JF, Hansen BF, Gade J, Kiens B, Markuns JF, Goodyear LJ, et al. Insulin signaling and insulin sensitivity after exercise in human skeletal muscle. *Diabetes*. 2000;49:325-31.
47. Herbst A, Bachran R, Kapellen T, Holl RW. Effects of regular physical activity on control of glycemia in pediatric patients with type 1 diabetes mellitus. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2006;160:573-7.
48. Toni S, Reali MF, Barni F, Lenzi L, Festini F. Managing insulin therapy during exercise in type 1 diabetes mellitus. *Acta Biomed*. 2006;77:34-40.
49. Hoffman RP. Practical management of type 1 diabetes mellitus in adolescent patients: challenges and goals. *Treat Endocrinol*. 2004;3:27-39.
50. Rabasa-Lhoret R, Bourque J, Ducros F, Chiasson JL. Guidelines for premeal insulin dose reduction for postprandial exercise of different intensities and durations in type 1 diabetic subjects treated intensively with a basal-bolus insulin regimen (ultralente-lispro). *Diabetes Care*. 2001;24:625-30.
51. Grimm JJ, Ybarra J, Berné C, Muchnick S, Golay A. A new table for prevention of hypoglycaemia during physical activity in type 1 diabetic patients. *Diabetes Metab*. 2004;30:465-70.
52. Chiarelli F, Verrotti A, Catino M, Sabatino G, Pinelli L. Hypoglycaemia in children with type 1 diabetes mellitus. *Acta Paediatr Suppl*. 1999;88:31-4.
53. De Feo P, Di Loreto C, Ranchelli A, Fatone C, Gambelunghe G, Lucidi P, et al. Exercise and diabetes. *Acta Biomed*. 2006;77:14-7.
54. Gulve EA. Exercise and glycemic control in diabetes: benefits, challenges, and adjustments to pharmacotherapy. *Phys Ther*. 2008;88:1297-321.
55. Robertson K, Adolfsson P, Riddell MC, Scheiner G, Hanas R. Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatric Diabetes*. 2008;9:65-77.
56. Sociedade Brasileira de Diabetes. Protocolo hiper/hipoglicemias x corrida para atletas com diabetes. <http://www.diabetes.org.br/protocolos/protativfis.php>. Acesso: 13/03/2009.
57. Ferriss JB, Webb D, Chaturvedi N, Fuller JH, Idzior-Walus B. EURODIAB Prospective Complications Group. Weight gain is associated with improved glycaemic control but with adverse changes in plasma lipids and blood pressure in Type 1 diabetes. *Diabet Med*. 2006;23:557-64.
58. Ramalho AC, Soares S. O papel do exercício no tratamento do diabetes melito tipo 1. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2008;52:260-7.
59. 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;38:106-11.
60. Tansey MJ, Tsalikian E, Beck RW, Mauras N, Buckingham BA, Weinzimer SA, et al. The effects of aerobic exercise on glucose and counterregulatory hormone concentrations in children with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2006;29:20-5.
61. Goulet ED, Mélançon MO, Aubertin-Leheudre M, Dionne IJ. Aerobic training improves insulin sensitivity 72-120 h after the last exercise session in younger but not in older women. *Eur J Appl Physiol*. 2005;95:146-52.
62. Sociedade Brasileira de Diabetes. Tratamento e acompanhamento do diabetes mellitus: diretrizes da sociedade brasileira de diabetes, 2007. <http://www.diabetes.org.br/educacao/livrosonline.php>. Acesso: 23/06/2008.
63. Purdon C, Brousson M, Nyveen SL, Miles PD, Halter JB, Vranic M, et al. The roles of insulin and catecholamines in the glucoregulatory response during intense exercise and early recovery in insulin-dependent diabetic and control subjects. *J Clin Endocrinol Metab*. 1993;76:566-73.
64. Marliss EB, Vranic M. Intense exercise has unique effects on both insulin release and its roles in glucoregulation: implications for diabetes. *Diabetes*. 2002;51:S271-83.
65. 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;29:601-6.
66. Guelfi KJ, Jones TW, Fournier PA. Intermittent high-intensity exercise does not increase the risk of early postexercise hypoglycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2005;28:416-8.
67. 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:E865-70.
68. Vettor R, Lombardi AM, Fabris R, Pagano C, Cusin I, Rohner-Jeanrenaud F, et al. Lactate infusion in anesthetized rats produces insulin resistance in heart and skeletal muscles. *Metabolism*. 1997;46:684-90.
69. Miller BF, Fattor JA, Jacobs KA, Horning MA, Navazio F, Lindinger MI, et al. Lactate and glucose interactions during rest and exercise in men: effect of exogenous lactate infusion. *J Physiol*. 2002;544:963-75.
70. Kreisman SH, Halter JB, Vranic M, Marliss EB. Combined infusion of epinephrine and norepinephrine during moderate exercise reproduces the glucoregulatory response of intense exercise. *Diabetes*. 2003;52:1347-54.
71. Andersen H. Muscular endurance in long-term IDDM patients. *Diabetes Care*. 1998;21:604-9.
72. Ramalho AC, de Lourdes Lima M, Nunes F, Cambuí Z, Barbosa C, Andrade A, et al. The effect of resistance versus aerobic training on metabolic control in patients with type-1 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract*. 2006;72:271-6.

73. Ruzic L, Sporis G, Matkovic BR. [High volume-low intensity exercise camp and glycemic control in diabetic children](#). *J Paediatr Child Health*. 2008;44:122-8.
74. Dorchy H, Poortmans J. [Sport and the diabetic child](#). *Sports Med*. 1989;7:248-62.
75. Gallen I. [Exercise in Type 1 diabetes](#). *Diabet Med*. 2003; 20:2-5.
76. Green L, Adeyanju M. Exercise and fitness guidelines for elementary and middle school children. *The Elementary School Journal*. 1991;91:437-44.

Correspondência:
Cristiane Petra Miculis
Centro de Estudos no Esporte e Exercício
Departamento de Educação Física
Universidade Federal do Paraná
Rua Coração de Maria, 92
BR 116, Km 95 - Curitiba, PR
Tel.: (41) 3360.4336
Fax: (41) 3360.4336
E-mail: crispetra@uol.com.br