

Exercício Físico em Adolescentes com Diabetes Mellitus Tipo 1

Physical Exercise in Adolescents with Type 1 Diabetes

Ester Pereira, Silvia Neto, Pascoal Moleiro, Ester Gama
Serviço de Pediatria do Centro Hospitalar de Leiria, EPE, Leiria, Portugal

Acta Pediatr Port 2015;46:311-7

Resumo

Introdução: A diabetes mellitus tipo 1 associa-se a risco elevado de complicações relacionadas com aterosclerose. Pretendeu-se caracterizar o exercício físico realizado por adolescentes com diabetes mellitus tipo 1 e determinar o seu impacto no controlo metabólico.

Métodos: Aplicação de questionário escrito sobre exercício físico e adequação da monitorização das glicemias capilares, insulino-terapia e alimentação. Avaliação na data de preenchimento do questionário de peso, estatura, pressão arterial e hemoglobina A1c. Consulta do processo clínico para determinação de variáveis demográficas, duração da doença e perfil lipídico.

Resultados: Constituíram a amostra 51 adolescentes e praticavam exercício físico regular 51%. Monitorizavam as glicemias capilares sempre / muitas vezes 51% antes, 18% durante e 47% com maior frequência, após o exercício físico. Reforçavam com hidratos de carbono sempre / muitas vezes a refeição anterior 53% e as refeições posteriores 33%. Ajustavam sempre / muitas vezes a dose de análogo de insulina de ação rápida da refeição anterior 65% e a dose de análogo de insulina de ação lenta do mesmo dia 55%. A frequência e tipo de exercício físico não se relacionaram com fatores de risco de doença cardiovascular. O pior conhecimento teórico sobre atuação no exercício físico associou-se a hemoglobina A1c mais elevada e a maior frequência de dislipidemia.

Discussão: Quase metade dos adolescentes com diabetes mellitus tipo 1 não pratica exercício físico regular. A frequência e tipo de exercício físico não influenciaram o controlo metabólico. No entanto, o pior conhecimento teórico sobre atuação no exercício físico relacionou-se com pior controlo glicémico e maior frequência de dislipidemia.

Palavras-chave: Adolescente; Automonitorização da Glicemia; Complicações da Diabetes; Diabetes Mellitus Tipo 1; Exercício Físico

Abstract

Introduction: Type 1 diabetes is associated with an elevated risk of complications related to atherosclerosis. We aimed to characterize the physical exercise performed by adolescents with type 1 diabetes and to determine the impact of physical exercise on metabolic control.

Methods: Data on exercise and adjustment of glycaemic control, insulin administration and food intake were collected using a questionnaire applied to adolescents with type 1 diabetes. At the same time as the questionnaire was completed, weight, height, blood pressure and haemoglobin A1c were assessed. Medical records were reviewed for demographic variables, disease duration and lipid profile.

Results: Complete data were available for 51 adolescents, of whom 51% did regular exercise. Blood glucose levels were always or often measured more frequently by 51% before, 18% during and 47% after exercise. Meals were always or often supplemented with carbohydrates by 53% before and 33% after exercise. Dosage of rapid-acting insulin of the meal before exercise was always or often adjusted by 65%. Dosage of long-acting insulin for the day of the exercise was always or often

adjusted by 55%. Frequency and type of regular exercise did not correlate with cardiovascular risk factors. However, deficient knowledge of management according to blood glucose levels before exercise was associated with higher haemoglobin A1c values and more frequent dyslipidaemia.

Discussion: Almost half of the adolescents with type 1 diabetes did not perform regular exercise. Frequency and type of regular exercise did not influence metabolic control. However, deficient knowledge about management according to blood glucose levels before exercise was associated with worse glycaemic control and a higher frequency of dyslipidaemia.

Keywords: Adolescent; Blood Glucose Self-Monitoring; Diabetes Complications; Diabetes Mellitus, Type 1; Exercise

Introdução

A diabetes mellitus tipo 1 (DM1) associa-se a um risco elevado de complicações precoces relacionadas com aterosclerose. Doentes com DM1 têm um risco de doença vascular coronária quatro a oito vezes superior ao da

população geral e um risco de morte por eventos cardio e cerebrovasculares entre os 20 e os 39 anos de idade cinco vezes maior comparativamente a indivíduos saudáveis.^{1,2} Constituem outros fatores de risco para doença cardiovascular a diabetes mellitus de longa duração, mau controlo glicémico, consumo de tabaco, hipertensão arterial, obesidade e dislipidemia.³⁻⁵

O exercício físico não é considerado um tratamento da DM1. No entanto, a sua prática regular associa-se a redução do risco de doença cardiovascular, apesar dos resultados serem contraditórios relativamente ao controlo glicémico.⁶ Por outro lado, é um importante fator de bem-estar e contribui para o desenvolvimento de competências sociais na infância e adolescência. A American Diabetes Association recomenda que as crianças e adolescentes com DM1 realizem pelo menos 30-60 minutos de exercício físico moderado diariamente.⁷ A International Diabetes Federation / International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes reforça que a prática regular de exercício físico em crianças e adolescentes com DM1 deve ser encorajada e fazer parte integrante da sua educação e seguimento.⁶

De facto, a educação assume um papel central na abordagem da DM1, sendo fundamental para uma intervenção de sucesso que, paralelamente, contribui para o controlo glicémico e para a redução de complicações.⁶ As crianças e adolescentes e suas famílias devem, assim, ser alvo de uma educação estruturada e a longo-prazo, que os capacite para os ajustes exigidos por diferentes contextos do dia-a-dia, relativamente à monitorização das glicemias, insulino-terapia e alimentação, tendo em conta a sua variabilidade individual.^{6,7} O exercício físico pode ser um contexto particularmente exigente, atendendo aos diversos fatores capazes de influenciar a glicemia (o tipo e a duração do exercício físico, o tempo decorrido desde a última refeição, a dose e o local de administração da insulina, a glicemia no início da atividade desportiva). Por outro lado, o receio da hipoglicemia pelo doente, que pode ocorrer durante o exercício físico ou até várias horas depois, limita a sua prática regular e consequentemente os seus benefícios.⁶ Assim, orientações claras relativamente à prática segura de exercício físico devem ser fornecidas às crianças e adolescentes e suas famílias, nomeadamente sobre a monitorização mais frequente das glicemias e os ajustes necessários da insulino-terapia e alimentação, dependendo do tipo e da duração do exercício, bem como do perfil glicémico individual.

O desenvolvimento de aterosclerose tem início na infância.^{7,8} Torna-se, assim, fundamental a identificação atempada de outros fatores de risco de doença cardiovascular na população pediátrica com DM1 e a imple-

mentação precoce de estratégias preventivas, como a prática regular de exercício físico. Pretendeu-se, com o presente trabalho, caracterizar o exercício físico realizado por adolescentes com DM1, avaliar a adequação das medidas adotadas para a sua prática segura (redução do risco de hipoglicemia) e determinar o impacto do exercício físico no controlo metabólico.

Métodos

Estudo transversal descritivo analítico, realizado entre 1 de janeiro de 2011 e 31 de agosto de 2012. Foram selecionados adolescentes com idades compreendidas entre 11 e 19 anos com o diagnóstico de DM1, com pelo menos três meses de evolução, seguidos na consulta de diabetologia de um hospital de nível dois, com periodicidade trimestral. O tratamento era efetuado, em todos os casos, com esquema de múltiplas administrações diárias de insulina.

Todos receberam, após o diagnóstico e regularmente durante o seguimento em ambulatório, as mesmas orientações relativamente à prática segura de exercício físico, de acordo com as orientações da International Diabetes Federation / International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes.⁶ A educação foi efetuada por uma equipa constituída por um pediatra e uma enfermeira com experiência em DM1.

Recolha de dados

Foi aplicado um questionário escrito, de preenchimento voluntário pelos adolescentes, sobre:

- Duração e tipo de exercício físico;
- Adequação da monitorização das glicemias capilares, insulino-terapia e alimentação à prática de exercício físico;
- Conhecimento teórico sobre a atuação no exercício físico de acordo com a glicemia capilar obtida previamente ao início da atividade.

Na data de preenchimento do questionário foram avaliados o peso, estatura, pressão arterial e hemoglobina glicada (A1c). O processo clínico individual foi consultado para obtenção de variáveis demográficas, duração da doença, determinações séricas de colesterol total, colesterol das lipoproteínas de alta densidade (HDL), colesterol das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e triglicéridos, até nove meses antes do preenchimento do questionário.

Definições

Exercício físico regular: Realizado pelo menos uma vez por semana, com a duração mínima de 30 minutos, fora da escola. Para posterior análise, os adolescentes foram

divididos em três grupos consoante a frequência:

- 1 - Nenhum exercício físico regular;
- 2 - Um a dois períodos de pelo menos 30 minutos de exercício físico regular por semana;
- 3 - Três ou mais períodos de pelo menos 30 minutos de exercício físico regular por semana.

Tipo de exercício físico: De lazer ou de competição.

Excesso de peso: Índice de massa corporal (IMC) \geq percentil 85 e $<$ percentil 95 para a idade e sexo, utilizando os gráficos de percentis do Centers for Disease Control and Prevention.⁹

Obesidade: IMC \geq percentil 95 para a idade e sexo, utilizando os gráficos de percentis do Centers for Disease Control and Prevention.⁹

Pressão arterial elevada: Pressão arterial \geq percentil 90 para a idade, sexo e estatura utilizando as tabelas de percentis do Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents.¹⁰

Mau controlo glicémico: Hemoglobina A1c \geq 7.5%.⁶

Dislipidemia: Colesterol total $>$ 200 mg/dL e/ou colesterol HDL $<$ 35 mg/dL e/ou colesterol LDL $>$ 160 mg/dL e/ou triglicéridos $>$ 150 mg/dL.¹¹

Análise estatística

Para a análise dos dados foi utilizada a versão 19.0 do programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), Chicago, IL, EUA. Nas comparações entre grupos, baseadas em variáveis categóricas, foram utilizados os testes qui-quadrado de independência e análise de variância (ANOVA) e um limiar de significância $p < 0,05$.

Resultados

Constituíram a amostra deste estudo 51 adolescentes com DM1, com idade média de $15,3 \pm 2,7$ anos (mínimo 11,1 anos, máximo 19,9 anos) e duração média de doença de $4,6 \pm 2,9$ anos (mínimo 0,3 anos, máximo 13,5 anos). A hemoglobina A1c média foi de $8,3 \pm 1,2\%$ (mínimo 5,6%, máximo 11,8%).

A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra. Apresentavam excesso de peso / obesidade 24%, pressão arterial elevada 18%, mau controlo glicémico 78% e dislipidemia 33% dos adolescentes. Existia pelo menos um fator de risco de doença cardiovascular em 90% dos adolescentes com DM1.

Caracterização do exercício físico

Não praticavam exercício físico regular 49% dos adolescentes. Praticavam um a dois períodos por semana 20% e três ou mais períodos por semana 31%. Dos que

Tabela 1. Caracterização da população de doentes que integraram o estudo

Idade (anos)	$15,3 \pm 2,7$
Feminino (%)	47
Masculino (%)	53
IMC (kg/m ²)	$22,0 \pm 2,9$
PA sistólica (mmHg)	$118,0 \pm 7,2$
PA diastólica (mmHg)	$62,0 \pm 9,3$
Hemoglobina A1c (%)	$8,3 \pm 1,2$
Colesterol total (mg/dL)	$172,6 \pm 42,7$
Colesterol HDL (mg/dL)	$57,0 \pm 13,2$
Colesterol LDL (mg/dL)	$96,3 \pm 30,2$
Triglicéridos (mg/dL)	$110,8 \pm 79,6$

A1c - glicada; HDL - lipoproteínas de alta densidade; IMC - índice de massa corporal; LDL - lipoproteínas de baixa densidade; PA - pressão arterial.

praticavam exercício físico regular, a frequência média era de $2,5 \pm 1,4$ períodos por semana (máximo cinco períodos por semana), sendo que 77% realizavam exercício físico de lazer e 23% de competição. A idade e o sexo não apresentaram uma relação significativa com a frequência ou com o tipo de exercício físico ($p > 0,05$).

Medidas adotadas para a prática segura de exercício físico

Referiram monitorizar as glicemias capilares sempre / muitas vezes antes do exercício físico 51% dos doentes, durante o exercício físico 18%, após o exercício físico com maior frequência 47% e durante a noite seguinte 29%.

Reforçavam sempre / muitas vezes a refeição anterior ao exercício físico com hidratos de carbono 53% dos adolescentes; 33% reforçavam as refeições posteriores ao exercício físico ou realizavam lanches extra.

A insulinoaterapia era ajustada sempre / muitas vezes:

- Com análogo de ação rápida da refeição anterior ao exercício físico em 65%;
- Com análogo de ação rápida das refeições posteriores ao exercício físico em 27%;
- Com análogo de ação lenta do dia anterior ao exercício físico em 26%;
- Com análogo de ação lenta do mesmo dia do exercício físico em 55% dos adolescentes.

A maioria reduzia a dose de insulina em 5-10% da dose habitual.

No local de realização do exercício físico, existia sempre / muitas vezes açúcar e lanches extra facilmente disponíveis para 90% dos inquiridos e glucagon para administração intramuscular em 69%.

Conhecimentos teóricos sobre atuação no exercício físico

Quando questionados sobre a atitude imediata perante glicemia capilar determinada antes do exercício físico, responderam corretamente:

- Se glicemia capilar < 70 mg/dL ingestão de um ou dois pacotes de açúcar - 72%;
- Se glicemia capilar 70-120 mg/dL ingestão de hidratos de carbono de ação lenta - 63%;
- Se glicemia capilar 120-250 mg/dL realização de exercício físico - 51%;
- Se glicemia capilar > 250 mg/dL determinação de cetonúria / cetonemia e correção com insulina - 61%.

Responderam corretamente às quatro questões 21%, a três ou duas questões 63% e a uma ou nenhuma questão 16% dos inquiridos.

Controlo metabólico

A influência da frequência e tipo de exercício físico e do conhecimento teórico sobre atuação no exercício físico no controlo metabólico está representada na Tabela 2. A frequência e tipo de exercício físico não apresentaram

uma relação significativa com nenhum dos fatores de risco de doença cardiovascular, nomeadamente, o IMC, pressão arterial, hemoglobina A1c e perfil lipídico. Por seu lado, o pior conhecimento teórico sobre atuação no exercício físico associou-se a hemoglobina A1c mais elevada ($p = 0,046$) e a maior frequência de dislipidemia ($p = 0,046$). Apesar de não significativo, com o pior conhecimento teórico sobre atuação no exercício físico verificou-se ainda uma tendência para aumento do colesterol total, diminuição do colesterol HDL, aumento do colesterol LDL e aumento dos triglicéridos.

Discussão

A DM1, por si só, condiciona aterosclerose rapidamente progressiva.⁸ No estudo apresentado, constitui motivo de preocupação a elevada prevalência de outros fatores de risco cardiovascular. Existe pelo menos um fator de risco adicional de doença cardiovascular em 90%

Tabela 2. Controlo metabólico e frequência do exercício físico, tipo de exercício físico e conhecimento teórico sobre atuação no exercício físico

	Frequência do exercício Físico				Tipo de exercício físico			Conhecimento teórico			
	Nenhum (n = 25)	1 ou 2/ semana (n = 10)	≥3 / semana (n = 16)	p	Lazer (n = 20)	Competição (n = 6)	p	0 ou 1 resposta correta (n = 8)	2 ou 3 respostas corretas (n = 32)	4 respostas corretas (n = 11)	p
IMC (kg/m ²)	21,5 ± 2,4	21,4 ± 3,2	23,0 ± 3,4	0,204	22,4 ± 2,7	22,4 ± 5,4	0,544	22,6 ± 2,4	21,9 ± 3,1	21,6 ± 3,0	0,793
Excesso de peso / obesidade (%)	20,0	20,0	31,2	0,693	25,0	33,3	0,783	25,0	28,1	9,1	0,452
PA sistólica (mmHg)	117,2 ± 7,4	117,3 ± 7,1	119,8 ± 7,0	0,511	119,0 ± 6,2	118,2 ± 10,0	0,703	118,9 ± 6,0	117,8 ± 7,2	117,8 ± 8,4	0,935
PA diastólica (mmHg)	62,0 ± 10,4	59,8 ± 8,4	63,4 ± 8,1	0,631	61,9 ± 9,0	62,5 ± 5,9	0,991	60,9 ± 9,8	62,3 ± 10,1	62,1 ± 6,7	0,928
PA elevada (%)	20,0	10,0	18,8	0,785	15,0	16,7	0,912	12,5	21,9	9,1	0,594
Hemoglobina A1c (%)	8,2 ± 1,3	8,4 ± 1,5	8,4 ± 1,0	0,833	8,4 ± 1,3	8,4 ± 1,0	0,822	9,3 ± 1,2	8,2 ± 1,3	8,0 ± 0,8	0,046
Colesterol total (mg/dL)	168,5 ± 35,1	184,3 ± 62,5	171,4 ± 40,2	0,620	181,0 ± 49,2	160,7 ± 49,9	0,488	182,0 ± 46,1	171,3 ± 45,6	169,0 ± 32,2	0,791
Colesterol HDL (mg/dL)	53,0 ± 10,0	61,8 ± 13,4	60,1 ± 16,0	0,110	62,0 ± 14,2	56,5 ± 17,4	0,076	52,4 ± 13,5	56,4 ± 12,3	62,8 ± 14,9	0,228
Colesterol LDL (mg/dL)	97,5 ± 31,1	95,1 ± 35,2	95,3 ± 27,5	0,968	96,1 ± 29,4	92,3 ± 34,5	0,935	102,1 ± 37,7	97,4 ± 30,2	88,2 ± 24,9	0,600
Triglicéridos (mg/dL)	104,5 ± 51,6	157,0 ± 145,2	91,6 ± 45,8	0,106	131,6 ± 108,7	67,0 ± 27,4	0,190	157,1 ± 70,1	101,8 ± 86,4	102,9 ± 52,1	0,202
Dislipidemia (%)	28,0	50,0	31,2	0,502	40,0	33,3	0,763	62,5	21,9	45,4	0,046

A1c - glicada; HDL - lipoproteínas de alta densidade; IMC - índice de massa corporal; LDL - lipoproteínas de baixa densidade; PA - pressão arterial.

dos adolescentes, aumentando ainda mais o risco de doença cardiovascular precoce. Num estudo que envolveu 27358 crianças, adolescentes e jovens adultos com DM1, realizado na Alemanha, 69% tinham um ou mais fatores de risco para doença cardiovascular,¹² prevalência inferior à identificada no presente estudo.

Constatou-se neste estudo que as recomendações da American Diabetes Association para a prática regular de exercício físico estão longe de serem cumpridas. Não praticavam qualquer exercício físico regular quase metade dos adolescentes, frequência semelhante à de um estudo multicêntrico que envolveu 23251 crianças e adolescentes com DM1 na Alemanha e na Áustria, onde essa frequência foi de 45%.¹³ Dos que praticavam exercício físico regular, a frequência média era de $2,5 \pm 1,4$ períodos por semana, bastante inferior à frequência diária recomendada.

Seria desejável que todos os adolescentes adequassem a monitorização das glicemias capilares à prática de exercício físico. No entanto, no presente estudo apenas 51% assumiram determinar a glicemia capilar sempre / muitas vezes antes de iniciar a atividade e 18% durante a mesma. Dados semelhantes foram reportados noutras séries internacionais.¹⁴ A monitorização insuficiente das glicemias capilares, associada ao facto de existir glaucon facilmente disponível sempre / muitas vezes em apenas 69% dos casos, comprometem a prática segura de exercício físico nestes doentes. Contudo, considera-se como resultado positivo o facto de a maioria dos adolescentes assumir realizar algum ajuste na dose de insulina e/ou na alimentação, como medida preventiva de hipoglicemia.

O aumento da hemoglobina A1c relaciona-se com o aparecimento de complicações micro e macrovasculares na DM1, constituindo o parâmetro habitualmente utilizado como medida de controlo glicémico crónico.⁶ No entanto, apresenta limitações ao consistir numa média da glicemia, não traduzindo a sua variabilidade ao longo do dia e podendo ser bastante variável no mesmo indivíduo ao longo de um ano. Diferentes estudos têm revelado resultados contraditórios quanto ao efeito do exercício físico na hemoglobina A1c, com alguns a demonstrarem uma associação positiva entre maior frequência de exercício físico e redução da hemoglobina A1c,^{13,15-20} e outros a falharem na demonstração de qualquer associação,²¹⁻²⁶ tal como o presente estudo. A discrepância de resultados poderá dever-se à utilização de metodologias diferentes e/ou de amostras reduzidas. Uma revisão sistemática de estudos randomizados e controlados sobre atividade física e sedentarismo em crianças e adolescentes com DM1 concluiu que a atividade física pode influenciar positivamente a hemoglo-

bina A1c.²⁷ No entanto, verifica-se insuficiência de dados relativamente às adaptações da insulino-terapia e da alimentação à atividade física, o que poderá limitar as conclusões retiradas. Outra metanálise demonstrou que apenas o exercício regular aeróbico é capaz de diminuir a hemoglobina A1c em doentes com DM1, em especial em indivíduos com pior controlo metabólico.²⁸

Por outro lado, também não se conseguiu demonstrar neste estudo repercussão da frequência e tipo de exercício físico no IMC, pressão arterial ou perfil lipídico, apesar da forte evidência de associação entre sedentarismo e obesidade, aumento da pressão arterial sistólica e dislipidemia.⁸ A não associação entre exercício físico regular e controlo metabólico poderá dever-se, em parte, à inadequação dos ajustes na dose de insulina (redução excessiva) e/ou alimentação (ingestão excessiva) por receio de hipoglicemia. Por outro lado, o incentivo e consequentemente a prática regular de exercício físico poderá ser maior nos adolescentes com outros fatores de risco para doença cardiovascular (como a presença de obesidade), constituindo dessa forma um possível viés que poderá ter limitado a avaliação dos seus benefícios.

Constatou-se que o pior conhecimento teórico sobre atuação no exercício físico se relacionou com um pior controlo glicémico (hemoglobina A1c mais alta) e maior frequência de dislipidemia, demonstrando o importante papel que a educação poderá ter na DM1. Adolescentes com melhor conhecimento teórico sobre atuação no exercício físico poderão ser mais aptos na monitorização das glicemias capilares e na adequação das doses de insulina e/ou alimentação ao exercício físico. Por outro lado, poderão ter melhores conhecimentos teóricos globais sobre a doença, estando mais capacitados na gestão de outros problemas relacionados com a sua DM1, com tradução no controlo metabólico.

São limitações deste estudo reconhecidas pelos autores, o tamanho reduzido da amostra, a utilização de um questionário não validado, dados auto reportados e não supervisionados com risco de sobre-estimativa dos comportamentos, controlo metabólico avaliado de forma transversal num único momento e ausência de dados sobre a frequência de hipoglicemias, bem como a não consideração de critérios de exclusão, como por exemplo, a exclusão de doentes em remissão, cuja hemoglobina A1c é espetavelmente muito inferior à dos indivíduos com doença estabelecida.

Em conclusão, quase metade dos adolescentes com DM1 não pratica exercício físico regular e as recomendações para a sua prática segura não são universalmente adotadas. Desta forma, torna-se necessário reforçar regularmente a importância da prática regular e segura de exercício físico nas consultas de seguimento destes

doentes. Neste estudo, a frequência e tipo de exercício físico não influenciaram o controlo metabólico. No entanto, o pior conhecimento teórico sobre atuação no exercício físico relacionou-se com pior controlo glicémico e maior frequência de dislipidemia. Reafirma-se, assim, o papel crucial da educação das crianças e adolescentes e suas famílias no âmbito da intervenção na DM1.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse na realização do presente trabalho.

Fontes de Financiamento

Não existiram fontes externas de financiamento para a realização deste artigo.

Proteção de Pessoas e Animais

Os autores declaram que os procedimentos seguidos estavam de acordo com os regulamentos estabelecidos pelos responsáveis da Comissão de Investigação Clínica e Ética e de acordo com a Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial.

Confidencialidade dos Dados

Os autores declaram ter seguido os protocolos do seu centro de trabalho acerca da publicação dos dados de doentes.

Correspondência

Ester Pereira
esterpmpereira@gmail.com

Recebido: 13/01/2015

Aceite: 24/05/2015

Referências

1. Swerdlow AJ, Jones ME. Mortality during 25 years of follow-up of a cohort with diabetes. *Int J Epidemiol* 1996;25:1250-61.
2. Laing SP, Swerdlow AJ, Slater SD, Botha JL, Burden AC, Waugh NR, et al. The British Diabetic Association Cohort Study, II: Cause-specific mortality in patients with insulin-treated diabetes mellitus. *Diabet Med* 1999;16:466-71.
3. Zieske AW, Malcolm GT, Strong JP. Natural history and risk factors of atherosclerosis in children and youth: The PDAY study. *Pediatr Pathol Mol Med* 2002;21:213-37.
4. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1993;329:977-86.
5. Soedamah-Muthu SS, Chaturvedi N, Toeller M, Ferriss B, Reboldi P, Michel G, et al. Risk factors for coronary heart disease in type 1 diabetic patients in Europe: The EURODIAB prospective complications study. *Diabetes Care* 2004;27:530-7.
6. International Diabetes Federation. The global IDF/ISPAD guideline for diabetes in childhood and adolescence [consultado em 7 de novembro de 2014]. Disponível em: <http://www.idf.org/sites/default/files/Diabetes-in-Childhood-and-Adolescence-Guidelines.pdf>
7. Silverstein J, Klingensmith G, Copeland K, Plotnick L, Kaufman F, Laffel L, et al. Care of children and adolescents with type 1 diabetes: A statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2005;28:186-212.
8. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents, National Heart, Lung and Blood Institute. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: Summary report. *Pediatrics* 2011;128:S213-56.
9. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. 2000 CDC growth charts for the United States: Methods and development. *Vital Health Stat* 2002;11:1-190.
10. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment on high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004;114:555-76.
11. American Diabetes Association. Management of dyslipidemia in children and adolescents with diabetes. *Diabetes Care* 2003;26:2194-7.
12. Schwab KO, Doerfer J, Hecker W, Grulich-Henn J, Wiemann D, Kordonouri O, et al. Spectrum and prevalence of atherogenic risk factors in 27,358 children, adolescents, and young adults with type 1 diabetes: Cross-sectional data from the German diabetes documentation and quality management system (DPV). *Diabetes Care* 2006;29:218-25.
13. Herbst A1, 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.
14. Vanelli M, Corchia M, Iovane B, Bernardini A, Mele A, Chiari G. Self-monitoring adherence to physical activity in children and adolescents with type 1 diabetes. *Acta Biomed* 2006;77:47-50.
15. Salem MA, Aboelasar MA, Elbarbary NS, Elhilaly RA, Refaat YM. Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. *Diabetol Metab Syndr* 2010; 2:47.
16. Zoppini G, Carlini M, Muggeo M. Self-reported exercise and quality of life in young type 1 diabetic subjects. *Diabetes Nutr Metab* 2003;16:77-80.
17. Schweiger B, Klingensmith G, Snell-Bergeon JK. Physical activity in adolescent females with type 1 diabetes. *Int J Pediatr* 2010;2010:328318.

18. 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.
19. 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.
20. Beraki Å, Magnuson A, Särnblad S, Åman 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 Res Clin Pract* 2014;105:119-25.
21. Harmer AR, Chisholm DJ, McKenna MJ, Morris NR, Thom JM, Bennett G, et al. High-intensity training improves plasma glucose and acid-base regulation during intermittent maximal exercise in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2007;30:1269-71.
22. Giannini C, de Giorgis T, Mohn A, Chiarelli F. Role of physical exercise in children and adolescents with diabetes mellitus. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2007;20:173-84.
23. Roberts L, Jones TW, Fournier PA. Exercise training and glycemic control in adolescents with poorly controlled type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2002;15:621-7.
24. Zinman B, Zuniga-Guajardo S, Kelly D. Comparison of the acute and long-term effects of exercise on glucose control in type I diabetes. *Diabetes Care* 1984;7:515-9.
25. Ramalho AC, de Lourdes LM, Nunes F, Cambui 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.
26. Aman JI, Skinner TC, de Beaufort CE, Swift PG, Aanstoot HJ, Cameron F. Associations between physical activity, sedentary behavior, and glycemic control in a large cohort of adolescents with type 1 diabetes: The Hvidoere Study Group on childhood diabetes. *Pediatr Diabetes* 2009;10:234-9.
27. MacMillan F, Kirk A, Mutrie N, Matthews L, Robertson K, Saunders DH. A systematic review of physical activity and sedentary behavior intervention studies in youth with type 1 diabetes: Study characteristics, intervention design, and efficacy. *Pediatr Diabetes* 2014;15:175-89.
28. Tonoli C, Heyman E, Roelands B, Buyse L, Cheung SS, Berthoin S, et al. Effects of different types of acute and chronic (training) exercise on glycaemic control in type 1 diabetes mellitus: A meta-analysis. *Sports Med* 2012;42:1059-80.