

Efeito da hidratação com carboidratos na resposta glicêmica de diabéticos tipo 1 durante o exercício

Rudinei Andrade¹, Orlando Laitano² e Flávia Meyer²

RESUMO

Não está claro se a ingestão de carboidratos (CHO) através de bebidas esportivas pode manter a glicemia em diabéticos tipo 1. A finalidade deste estudo foi examinar a glicemia em adolescentes com diabetes tipo 1 que ingeriram bebidas esportivas com 6% de CHO durante e após o exercício. Dez adolescentes (5 meninas e 5 meninos, 15,3 ± 2,4 anos) com o diabetes controlado ($HbA_{1c} < 12\%$), e sem complicações da doença, exercitaram-se em um cicloergômetro a 55-60% do pico máximo de consumo de O_2 ($\dot{V}O_{2pico}$) durante 60 minutos em dois dias separados. Em ordem randomizada e desenho duplo-cego, os sujeitos ingeriram ($5\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ antes do exercício, e $2\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ a cada 15 minutos de exercício) bebida esportiva com 6% de CHO ou água com sabor sem CHO (placebo) com cor e sabor similares aos da bebida esportiva. Após uma hora de exercício, a glicemia não diminuiu significativamente quando foi ministrada bebida esportiva (CHO-6%) ($221,0 \pm 78$ para $200,5 \pm 111\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$, $p > 0,05$), e diminuiu significativamente na situação placebo ($282,9 \pm 85$ para $160,2 \pm 77\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$, $p < 0,05$) (9 vs. 43,2%). Após 30 minutos de recuperação, a glicemia foi de $177,2 \pm 107\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ com CHO e $149,1 \pm 69,6\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ com placebo, representando 20,1% e 47,3% dos níveis pré-exercício. Não foram encontradas diferenças significativas entre as situações na frequência cardíaca, taxa de percepção de esforço, na insulina e eletrólitos sanguíneos. Não foram encontradas alterações no hematócrito e hemoglobina durante o exercício, indicando que os sujeitos permaneceram euidratados. Em conclusão, o uso de bebidas contendo 6% de CHO atenuou a redução da glicemia induzida pelo exercício em adolescentes com diabetes tipo 1.

RESUMEN

Efecto de la hidratación con carbohidratos en la respuesta glicémica de diabéticos tipo 1 durante el ejercicio

No está claro se la ingestión de carbohidratos (CHO) a través de bebidas deportivas puede mantener la glicemia en diabéticos tipo 1. La finalidad de este estudio fué examinar la glicemia en adolescentes con diabetes tipo 1 que ingerirían bebidas deportivas con 6% de CHO durante y después del ejercicio. Diez adolescentes (5 chicas y 5 chicos, 15,3 ± 2,4 años) con la diabetes controlada ($HbA_{1c} < 12\%$), y sin complicaciones de patología, se ejercitaron en un cicloergómetro a 55-60 % de pico máximo de consumo de O_2 ($\dot{V}O_{2pico}$) durante 60 minutos en dos días separados. En orden randomizado y diseño doble-cego, los sujetos ingerirán ($5\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ antes del ejercicio, y $2\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ cada 15 minutos de ejercicio) bebida deportiva con 6% de CHO en agua con sabor sin CHO (placebo)

1. Centro Universitário La Salle.

2. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Recebido em 17/8/04. 2ª versão recebida em 10/1/05. Aceito em 25/1/05.

Endereço para correspondência: Flávia Meyer, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Laboratório de Pesquisa do Exercício – Lapex, Rua Felizardo, 750 – Jardim Botânico – 90690-200 – Porto Alegre, RS, Brasil. Tel.: (51) 3316-5861. E-mail: flaviameyer@uol.com.br

Palavras-chave: Diabetes. Bebidas esportivas. Hipoglicemia.

Palabras-clave: Diabetes. Bebidas deportivas. Hipoglicemia.

con color y sabor similar a bebida deportiva. Después de una hora de ejercicio, la glicemia no disminuyó significativamente cuando fue administrada la bebida deportiva (CHO-6%) ($221,0 \pm 78$ para $200,5 \pm 111\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$, $p > 0,05$), y disminuyó significativamente en la situación placebo ($282,9 \pm 85$ para $160,2 \pm 77\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$, $p < 0,05$) (9 vs 43,2%). Después de 30 minutos de recuperación, la glicemia fue de $177,2 \pm 107\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ con CHO y $149,1 \pm 69,6\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ con placebo, representando 20,1 % y 47,3% dos niveles pre-ejercicio. No fueron encontradas diferencias significativas entre las situaciones de la frecuencia cardíaca, tasa de percepción de esfuerzo, de la insulina y electrolitos de la sangre. No fueron encontradas alteraciones en el hematócrito y en la hemoglobina durante el ejercicio, indicando que los sujetos permanecieron euidratados. En conclusión, el uso de bebidas conteniendo 6% de CHO atenuó la reducción de la glicemia inducida por el ejercicio en adolescentes con diabetes tipo 1.

INTRODUÇÃO

Um dos objetivos de controlar o diabetes melito (DM) é possibilitar que os indivíduos tenham melhor qualidade de vida, incluindo atividade física regular e participação em vários esportes, especialmente os com diabetes tipo 1 (diabetes melito insulino-dependente), que usualmente têm a doença manifestada durante a infância ou adolescência. O exercício físico é recomendado para indivíduos com diabetes porque o DM está associado com o aumento da circulação de lipoproteínas (LDL colesterol e triglicerídios), problemas vasculares, elevada pressão arterial e, conseqüentemente, problemas cardiovasculares⁽¹⁾.

O risco de hipoglicemia causada pelo exercício em indivíduos com diabetes tipo 1 é uma preocupação tanto para profissionais quanto para a família. Estudos são realizados para identificar fatores que diminuam o risco de hipoglicemia durante o exercício. Entre esses fatores, estão: a manutenção da glicemia, controle da dieta e local de aplicação de insulina⁽²⁾, tempo de aplicação em relação ao início do exercício⁽³⁾ e a taxa de absorção de acordo com a temperatura ambiente⁽⁴⁾. Uma vez que esses aspectos tenham sido controlados, uma importante via de prevenção da hipoglicemia durante o exercício é a adequada ingestão de CHO.

Recomendações específicas considerando a quantidade de suplementação com CHO durante o exercício variam entre pesquisadores⁽⁵⁻⁸⁾. Foi sugerido em uma revisão⁽⁹⁾ que a reposição pode ser calculada sobre o uso relativo de CHO no suprimento energético de cada atividade física. Por exemplo, em exercício de intensidade moderada, em torno de 50% do dispêndio energético ocorrem por oxidação de carboidratos. Dessa forma, para o dispêndio calórico de $12\text{Kcal}\cdot\text{min}^{-1}$, é necessário $1,5\text{g}$ de carboidratos por minuto. Isso seria necessário para repor 45g de carboidratos a cada 30 minutos.

Young⁽⁸⁾ sugere o consumo de um lanche contendo 40 a 69g de CHO antes de um exercício de intensidade moderada, enquanto Horton⁽⁵⁾ propõe a ingestão de 35-40g de CHO a cada 30 minutos. Wallberg-Henriksson⁽⁷⁾ sugere a diminuição da dose de insulina e o consumo suplementar de CHO para exercício moderado de 30 minutos para duas horas de ciclismo. Kemmer⁽⁶⁾ propõe um ajuste na dose de insulina e consumo de CHO de 15-30g a cada 30 minutos para exercícios prolongados. Entretanto, ajuste na dose de insulina pode não ser conveniente para crianças e adolescentes que apresentam um padrão de atividade física espontânea.

Para prevenir a hipoglicemia, o consumo de CHO deve ser igual à quantidade de CHO utilizada. Isso foi estudado por Riddell *et al.*⁽¹⁰⁾ em 20 adolescentes com diabetes tipo 1 que se exercitaram em cicloergômetro durante uma hora ingerindo água ou bebida com 6-8% de CHO. Na sessão contendo bebida com CHO, a glicemia não se reduziu significativamente e na sessão utilizando água em nove sujeitos o teste foi interrompido por risco de hipoglicemia. A quantificação individualizada de CHO necessita de calorimetria indireta; esse recurso é sofisticado e pode não ser acessível para uso rotineiro.

Como a manutenção da euidratação é essencial não apenas para a regulação térmica, *performance* e para o controle da glicemia⁽¹¹⁾, a reposição de CHO durante o exercício pode ser obtida e bem monitorada quando feita sob a forma de líquidos.

O objetivo deste estudo foi examinar a resposta glicêmica em adolescentes diabéticos tipo 1 após 60 minutos de exercício em cicloergômetro (55-60% do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$) e após 30 minutos de recuperação em duas situações: 1) com reposição de bebida esportiva contendo 6% de CHO, e 2) com reposição de água com o mesmo sabor da bebida esportiva, porém, livre de CHO e eletrólitos (placebo).

MÉTODOS

Amostra – Dez indivíduos, cinco meninos e cinco meninas, voluntários, que participaram do estudo após ter sido informados sobre os procedimentos da pesquisa. Indivíduos maiores de 18 anos assinaram o termo de consentimento, ou o responsável, quando o indivíduo era menor de idade. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Os indivíduos foram recrutados no setor Enfermagem do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e por nota publicada em jornal local.

Os sujeitos apresentavam idade entre 12 e 19 anos, com o diagnóstico do diabetes tipo 1 entre um e dez anos (média = $4,9 \pm 3,21$ anos). As características físicas, duração da doença e valores de hemoglobina glicosilada (HbA_{1c}) são mostrados na tabela 1. Sujei-

tos com complicações do diabetes, como nefropatia, retinopatia, neuropatia autonômica, cardiopatia isquêmica e diabetes não controlado, foram excluídos do estudo.

Bebidas – A bebida esportiva com 6% de CHO apresentava composição isotônica contendo 4% de sacarose e 2% de frutose, Na^+ 18,5mEq·L⁻¹, Cl^- 15,5mEq·L⁻¹ e osmolaridade de 292mOsm·L⁻¹ (*Gatorade*, Quaker Oats). A bebida placebo (livre de CHO e eletrólitos) foi elaborada pelo laboratório da Quaker (São Paulo), que simulou o sabor e a cor da bebida comercial. As duas bebidas tinham o sabor e a cor de tangerina, para garantir o desenho duplo-cego do estudo. Um questionário de percepção de sabor⁽¹¹⁾ foi aplicado para as duas bebidas (placebo e CHO-6%) em todos os indivíduos para examinar a sua similaridade. O mesmo questionário foi aplicado em 35 voluntários não diabéticos. Não houve diferença significativa na percepção do sabor das duas bebidas no grupo de não diabéticos ($p = 0,0678$) e no grupo do estudo ($p = 0,512$).

Procedimentos – Todos os indivíduos foram primeiramente avaliados para triagem e participaram do teste de sabor; posteriormente, foram submetidos a duas sessões experimentais. A sessão de avaliação consistiu de verificação do estado de saúde e atividade física, peso (balança *Filizola*), estatura (estadiômetro de parede) e a medida de nove dobras cutâneas (bíceps, tríceps, subescapular, abdominal, supra-iliaca, coxa, panturrilha, peito e axilar média) usando o compasso de dobras cutâneas *Lange*.

Para a padronização da intensidade do exercício nas sessões experimentais, o pico de consumo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{pico}}$) foi determinado usando calorimetria indireta (*KBIC – Metabolic Analysis System Aeroport* – EUA). Utilizou-se um protocolo contínuo e progressivo⁽¹²⁾ em cicloergômetro *Cybox* (EUA), o mesmo utilizado nas sessões experimentais.

Para o teste de $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, os sujeitos foram instruídos a aplicar a insulina na região abdominal para evitar a rápida absorção em caso de aplicação na perna⁽⁸⁾. A glicemia foi monitorada utilizando *Accutrend* (Boehringer Mannheim GmbH – Alemanha), antes do teste, a cada 5 minutos de teste e após 30 minutos do teste. O critério para interrupção do teste foi: se a glicemia atingisse 60mg·dL⁻¹ ou taxa de redução maior do que 10mg·dL⁻¹ a cada estágio, em caso de valor absoluto menor do que 90mg·dL⁻¹⁽¹³⁾. Nessa sessão e nas sessões experimentais, os indivíduos foram instruídos a informar a sua percepção de glicemia (PG), antes de cada monitoração glicêmica. Estudos têm demonstrado boa correlação entre PG e glicemia⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

As duas sessões experimentais ocorreram no Laboratório de Pesquisa do Exercício (Lapex), mantendo a temperatura ambiente entre 20 e 22°C. Com exceção da bebida ingerida, as duas sessões foram idênticas, com intervalo de 4 a 7 dias entre elas. As sessões foram realizadas pela manhã, em torno de três horas após aplicação de insulina no abdômen. Os indivíduos foram instruídos a manter seus hábitos alimentares durante o período de realização dos procedimentos. Essas recomendações foram confirmadas na chegada do indivíduo ao laboratório.

Antes do exercício, a glicemia foi monitorada com *Accutrend* (Boehringer Mannheim GmbH – Alemanha) seguindo os mesmos critérios do teste de $\dot{V}O_{2\text{pico}}$. Em três sessões o teste foi interrompido; em duas delas, dois sujeitos apresentaram hipoglicemia (54mg·dL⁻¹ e 34mg·dL⁻¹, respectivamente); na outra, um sujeito apresentou hiperglicemia (glicemia > 400mg·dL⁻¹).

A glicemia foi monitorada 5 minutos antes do exercício; durante o exercício, nos 15, 30, 45 e 60 minutos; durante a recuperação, aos 10, 20 e 30 minutos. Os indivíduos relataram sua PG antes da monitoração da glicemia, valores que não eram informados para os sujeitos. O critério para interromper o teste foi o mesmo utilizado durante o teste de $\dot{V}O_{2\text{pico}}$.

Nas duas sessões os sujeitos exercitaram-se em cicloergômetro durante 60 minutos a 55-60% de seus $\dot{V}O_{2\text{pico}}$. A FC foi monitora-

TABELA 1
Características físicas, duração da doença e valores de hemoglobina glicosilada (HbA_{1c}) de cada sujeito (média \pm DP)

Sujeito	Gênero (M/F)	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	* Σ Dobras (mm)	Duração do diabetes (anos)	HbA_{1c} (%)
1	M	15	73,7	180,5	89	4	8,0
2	M	16	61,9	185,5	55	3	6,3
3	M	19	61,0	173,0	53	1	4,9
4	M	16	71,3	178,0	86	4	7,6
5	M	15	70,6	174,0	113	10	5,6
6	F	15	71,8	161,5	260	9	11,2
7	F	19	60,4	172,0	64	2	5,5
8	F	12	44,3	157,2	145	4	8,2
9	F	14	50,0	157,1	191	9	10,5
10	F	12	39,6	154,0	103	3	7,8
Média \pm		15,3	60,4	169,2	115,9	4,9	7,56
DP		$\pm 2,4$	$\pm 12,7$	$\pm 11,0$	$\pm 66,1$	$\pm 3,21$	$\pm 2,0$

* Σ Dobras = somatório das dobras cutâneas: bíceps, tríceps, subescapular, abdominal, supra-iliaca, coxa, panturrilha, peito e axilar média; M/F = masculino/feminino.

da continuamente por um freqüencímetro (*Polar Electro*, Finlândia) e a cada 15 minutos os indivíduos indicavam a taxa de percepção de esforço (TPE) através da escala de Borg⁽¹⁷⁾.

O volume de bebida ingerido foi o mesmo nas duas sessões e foi calculado de acordo com a taxa de sudorese para o grau de maturação⁽¹⁸⁾. Isso foi 5ml.kg⁻¹ antes do início do teste e 2ml.kg⁻¹ a cada 15 minutos de teste (tempos 15, 30, e 45 minutos). A temperatura da bebida foi de 8-10°C.

Coleta de sangue e análises bioquímicas – Sangue venoso foi coletado do antebraço 5 minutos antes e 5 minutos após as sessões de exercício. O sangue de um sujeito não pôde ser coletado em uma das duas sessões; o sangue de um segundo não pôde ser coletado, após o exercício, na segunda sessão.

O sangue foi mantido em tubos *vacutainers* com EDTA. A hemoglobina (Hb) e o hematócrito (Hct) foram analisados no mesmo dia da coleta. Para insulina e eletrólitos (Na⁺, Cl⁻, K⁺), o sangue foi centrifugado para a separação do plasma. Essas amostras foram congeladas a -70°C e todas foram analisadas após o final dos experimentos.

Os níveis plasmáticos de insulina foram analisados por radioimunoensaio (*Gamma Irradiation Counter, Gamma Count-DPC*) e glicose pré e pós-exercício, utilizando método enzimático, por hexoquinase glicose (*Glucose Merck Mega 107116*) e os eletrólitos Na⁺, Cl⁻ e K⁺ pelo método de potenciometria indireta (*Mega Merck, Merck*).

Htc e Hb foram analisados de acordo com o método de variação de impedância (*Cobas Argos 5 Diff, Roche*) e a hemoglobina glicosilada (HbA_{1c}), por cromatografia líquida de alta pressão (*HPLC – L9100, Merck-Hitachi*).

Análise estatística – Os dados são apresentados em média e desvio-padrão (DP). Os resultados foram analisados utilizando o teste *t* de Student independente e pareado, de acordo com a situação. Correlação linear simples (Pearson) foi usada para análise de PG e glicemia. O nível de significância foi de *p* < 0,05. Os dados foram processados em *Excel 97* e *Statistical Package for Social Science, SPSS V6.0*.

RESULTADOS

A figura 1 mostra os resultados de FC durante a sessão experimental nas duas situações CHO-6% e placebo. A resposta da FC durante o exercício não apresentou diferença significativa entre as situações em nenhum estágio. A diferença média da FC foi de 7bpm (*p* = 0,61) no tempo 0 (repouso) e os valores médios foram de 3 a 6bpm (*p* = 0,93 e 0,5) durante o exercício. Após 10 minutos de recuperação, a FC permaneceu similar (*p* = 0,85).

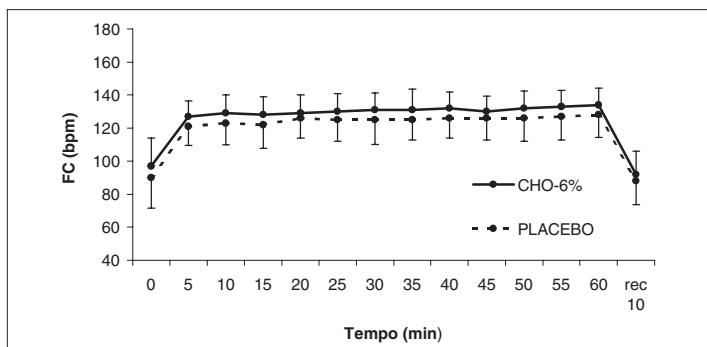


Fig. 1 – Frequência cardíaca (FC) nas situações CHO-6% e placebo (média ± DP)

A similaridade do esforço entre as duas situações pode também ser observada pela TPE (figura 2). Os valores de TPE foram similares nas duas situações, independente do tempo de exercício, mostrando valores de 12-13 (um pouco pesado) de acordo com a escala de Borg.

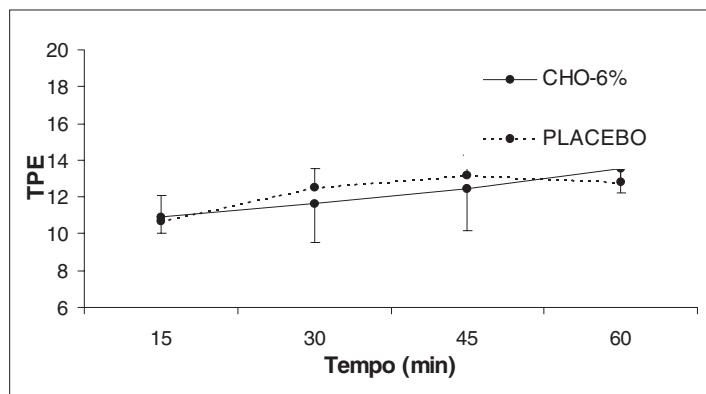


Fig. 2 – Taxa de percepção de esforço (TPE) nas situações CHO-6% e placebo (média ± DP)

A PG apresentou valores médios inferiores àqueles mensurados na glicemia. Em alguns intervalos, na situação placebo, a concordância foi maior do que na situação CHO-6%. Essa similaridade pode estar relacionada com os níveis de glicemia, visto que a PG mostrou-se mais precisa com baixa glicemia. A glicemia na situação placebo para 30 minutos de exercício na sessão experimental foi inferior à situação CHO-6%.

Glicemia e PG apresentaram baixa correlação em todos os intervalos (*p* = 0,248). Entretanto, alguns indivíduos apresentaram boa capacidade para perceber a glicemia. A concordância mostrou-se maior com valores de glicemia menores do que 150mg.dL⁻¹.

Após uma hora de exercício, a glicemia mensurada pelo método enzimático (hexoquinase glicose) na situação CHO-6% não diminuiu significativamente (221,0 ± 78 para 200,5 ± 111mg.dL⁻¹, *p* > 0,05); na situação placebo a glicemia diminuiu significativamente (282,9 ± 85 para 160,2 ± 77mg.dL⁻¹, *p* < 0,05) (9 vs. 43,2%).

Os resultados da glicemia mensurados pelo *Accutrend* antes, durante e nos 30 minutos de recuperação do exercício são mostrados na figura 3. Na situação placebo, existiu uma queda significativa (*p* < 0,05) na glicemia em comparação com a situação CHO-6%. Embora a média da glicemia pré-exercício na situação placebo tenha sido (~20%) elevada, esta diferença não foi estatisticamente significativa. Além disso, houve tendência de aumento de 13mg.dL⁻¹ na situação CHO-6% nos primeiros 15 minutos de exercício, enquanto que na situação placebo houve queda de 37mg.dL⁻¹. A redução na curva da glicemia foi mais acentuada na situação placebo, especialmente durante o exercício. A redução da glicemia do início do exercício, no final dos 60 minutos e na recuperação, foi significativa apenas na situação placebo. Entre as situações, a queda da glicemia ao final dos 60 minutos foi de 101,4mg.dL⁻¹ (*p* = 0,02) e nos 30 minutos de recuperação, de 89,2mg.dL⁻¹ (*p* = 0,05).

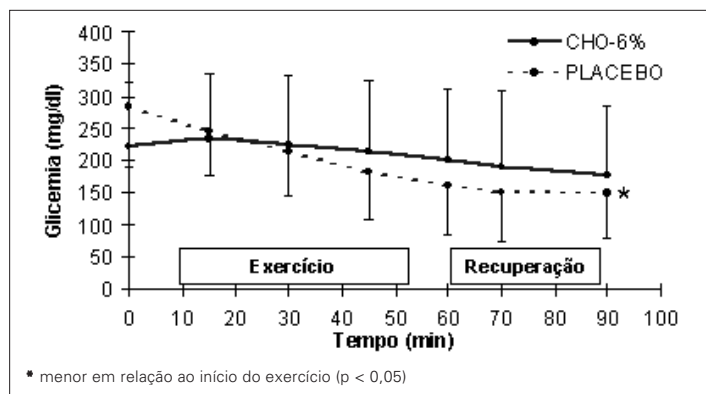


Fig. 3 – Glicemia nas situações CHO-6% e placebo durante o exercício e na recuperação (média ± DP)

A tabela 2 mostra os resultados das análises de sangue antes e após o exercício. Não houve alteração significativa nas concentrações de insulina, Hct, Hb e eletrólitos nas duas situações.

TABELA 2
Insulina plasmática, hematócrito, hemoglobina e eletrólitos (média ± DP), antes e após exercício nas situações CHO-6% e placebo

	CHO-6%		PLACEBO	
	Antes	Após	Antes	Após
Insulina ($\mu\text{UI} \cdot \text{ml}^{-1}$)	86 ± 58	82 ± 49	94 ± 48	94 ± 47
Hematócrito (%)	41 ± 2,8	41 ± 2,6	41 ± 2,9	43 ± 3,8
Hemoglobina ($\text{g} \cdot \text{dl}^{-1}$)	13,75 ± 1,3	13,61 ± 1,2	13,57 ± 1,1	14 ± 1,3
Na ⁺ ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)	138 ± 2,2	138 ± 2,2	137 ± 1,8	138 ± 1,5
K ⁺ ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)	4,4 ± 0,3	4,7 ± 0,3	4,5 ± 0,3	4,8 ± 0,4
Cl ⁻ ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)	90 ± 2,6	90 ± 2,3	91 ± 1,7	91 ± 1,3

DISCUSSÃO

Poucos estudos têm investigado de maneira controlada e duplo-cega o uso de suplementação de CHO líquido em quantidades individualizada de acordo com o peso corporal em diabéticos tipo 1 durante o exercício. Este estudo indica que, quando crianças e adolescentes com diabetes tipo 1, que estão bem controlados (com base em níveis de HbA_{1c}) e não apresentam complicações da doença, ingerem líquidos contendo 6% de CHO, a redução na glicemia é significativamente menor do que quando ingerem líquidos livres de CHO.

A quantidade média de CHO ingerida foi de 39,56 ± 8,08g durante os primeiros 45 minutos de exercício. Essa quantidade não necessariamente mantém a glicemia durante um período de 60 minutos de um exercício de intensidade moderada. Muitos sujeitos apresentaram algum grau de redução da glicemia inicial ao final do exercício e da recuperação, podendo indicar que indivíduos com diabetes tipo 1 podem necessitar de maior quantidade de CHO. O estudo de Riddell *et al.*⁽¹⁰⁾, em que se combinou a ingestão de glicose com CHO-total utilizando bebidas contendo 6-8% de glicose, observou que estas bebidas atenuaram a queda da glicemia em adolescentes diabéticos tipo 1. Em outro estudo⁽¹⁹⁾ foi verificado que a taxa de oxidação da glicose exógena foi reduzida durante exercício de intensidade moderada em meninos diabéticos tipo 1 comparados com não diabéticos, até mesmo com elevados níveis de insulina no plasma. Por isso, bebidas com elevada concentração de CHO podem ser necessárias para alguns indivíduos com diabetes tipo 1 que podem não utilizar grande quantidade da glicose exógena que é ingerida.

No presente estudo, observou-se que a redução da glicemia durante o exercício na situação CHO-6% pode ser clinicamente insignificante. A diminuição média da glicemia foi de 21mg·dL⁻¹ (9,5%). Em três dos 10 indivíduos, entretanto, houve leve aumento na glicemia, sem a caracterização significativa de efeito hiperglicemiante. Na situação placebo, todos os sujeitos apresentaram diminuição na glicemia durante o exercício, com média de 122mg·dL⁻¹ (43,2%), o que foi estatisticamente e potencialmente importante para o desenvolvimento do quadro clínico de hipoglicemia. Esses achados confirmam estudos prévios, os quais têm demonstrado o efeito do exercício sobre hipoglicemia em indivíduos diabéticos tipo 1 bem controlados que não suplementaram CHO^(10,20-22) e enfatizam a necessidade de suplementação de CHO durante exercício prolongado para diabéticos tipo 1.

No presente estudo, observamos que diabéticos apresentam maior glicemia pré-exercício e que tiveram maior redução na glicemia em resposta ao exercício do que aqueles que iniciaram com valores mais baixos. Essa observação foi também encontrada por Stratton *et al.*⁽²¹⁾ e deve ser esclarecida.

Exercício antes ou depois da aplicação de insulina afeta a resposta glicêmica. Soo *et al.*⁽²³⁾ testaram o efeito da suplementação

de CHO simples ou complexo na resposta glicêmica de diabéticos tipo 1 durante exercício pela manhã, antes da aplicação de insulina. Nathan *et al.*⁽²⁴⁾ utilizaram a suplementação de 13g de suco de laranja e 13g de leite durante o exercício (45 minutos, 50% do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$) em cinco indivíduos com diabetes tipo 1. Os dois estudos^(23,24) mostraram aumento excessivo da glicemia, revelando o grande efeito da suplementação de CHO, do que aquele observado em nossa pesquisa. Isso é devido, provavelmente, aos baixos níveis plasmáticos de insulina nesses indivíduos, o que é comum pela manhã antes da aplicação de insulina. Em nosso estudo, a aplicação de insulina ocorreu três horas antes do início do exercício.

Comparando a PG com a glicemia, uma observação foi de que os sujeitos mostraram tendência a subestimar a PG. Isso também foi observado por McNiven-Temple *et al.*⁽²⁵⁾ e Nurick e Johnson⁽²⁶⁾. Uma observação em nosso estudo: os sujeitos apresentaram uma variação interindividual na capacidade de perceber a glicemia. Alguns indivíduos demonstraram precisão entre a glicemia e a percepção da glicemia.

Cox *et al.*⁽¹⁴⁾ testaram a glicemia de sujeitos diabéticos em duas situações: no hospital, com a manipulação artificial da glicemia, e em casa. Em seus achados, os sujeitos também apresentaram variação na capacidade de perceber a glicemia; a precisão foi maior em casa do que no hospital. Futuros estudos podem esclarecer a capacidade individual de percepção de glicemia em associação com a glicemia mensurada.

Durante o exercício, os valores da TPE (figura 2) foram similares nas duas situações, mesmo com a diferença na glicemia. Esse resultado confirma o estudo de Riddell *et al.*⁽²⁷⁾, que encontraram que o consumo de CHO não afetou a TPE em adolescentes diabéticos tipo 1. Em relação ao final de uma sessão de 30 minutos de exercício a 60% do pico de $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, os valores da TPE (14-15) mostrados nesse estudo foram um pouco maiores do que no presente estudo (12-13). Apesar da similaridade dos protocolos de exercício, no estudo de Riddell *et al.*⁽²⁷⁾ os sujeitos beberam muito menos líquidos por hora (213 ± 23ml) do que em nosso estudo (659,4 ± 134,8ml). Então, o estado de hidratação pode ter influenciado os resultados elevados de TPE.

Acreditamos que, no presente estudo, a quantidade total de fluido ingerido durante a sessão de exercício foi adequada para manter a hidratação nas duas situações com a temperatura ambiente entre 20 e 22°C. Isso refletiu-se na concentração sanguínea de eletrólitos, Hct, Hb, pois não apresentaram alterações nas duas situações (tabela 2). Uma vantagem da suplementação de CHO sob a forma de fluidos é que mantém a hidratação.

Em conclusão, este estudo mostrou que a ingestão de bebidas contendo CHO-6% atenuou a queda da glicemia induzida por uma hora de exercício de intensidade moderada em adolescentes diabéticos tipo 1.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao *Gatorade Sports Science Institute*, que apoiou este estudo.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

- American College of Sports Medicine and American Diabetes Association. Diabetes mellitus and exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:i-vi.
- Frid A, Östman J, Linde B. Hypoglycemia risk during exercise after intramuscular injection of insulin in thigh in IDDM. *Diabetes Care* 1990;13:473-7.
- Ruegger JJ, Squires RW, Marsh HM, Haymond MW, Cryer PE, Rizza RA, et al. Differences between prebreakfast and late afternoon glycaemic response to exercise in IDDM patients. *Diabetes Care* 1990;13:104-10.

4. Rönnemaa T, Marniemi J, Leino A, Karanko H, Puukka P, Koivisto V. Hormone response of diabetic patients to exercise at cool and warm temperatures. *Eur J Appl Physiol* 1991;62:109-15.
5. Horton ES. Role and management of exercise in diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1988;11:201-11.
6. Kemmer FW, Berger M. Exercise and diabetes mellitus: physical activity as a part of daily life and its role in the treatment of diabetic patients. *Int J Sports Med* 1983;4:77-88.
7. Wallberg-Henriksson H. Acute exercise: fuel homeostasis and glucose transport in insulin-dependent diabetes mellitus. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:356-61.
8. Young JC. Exercise prescription for individuals with metabolic disorders. *Sports Med* 1995;19:43-54.
9. Wasserman DH, Abunrad NN. Physiological bases for the treatment of the physically active individuals with diabetes. *Sports Med* 1989;7:376-92.
10. Riddell MC, Bar-Or O, Ayub BV, Calvert RE, Heigenhauser GJF. Glucose ingestion matched with total carbohydrate utilization attenuates hypoglycemia during exercise in adolescents with IDDM. *Int J Sport Nutr* 1999;9:24-34.
11. Meyer F, Bar-Or O, Passe D, Salberg A. Hypohydration during exercise in children. Effect on thirst, drink preferences and rehydration. *Int J Sports Nutr* 1994; 4:22-35.
12. Bar-Or O. Pediatric sports medicine for the practitioner: from physiologic principles to clinical applications. New York: Springer-Verlag, 1983.
13. Fremion AS, Marrero DG, Golden MP. Maximum oxygen uptake determination in insulin-dependent diabetes mellitus. *Phys Sportsmed* 1987;15:119-26.
14. Cox DJ, Clarke WL, Gonder-Frederick L, Pohl S, Hoover C, Snyder AL, et al. Accuracy of perceiving blood glucose in IDDM. *Diabetes Care* 1985;8:529-36.
15. Freund A, Johnson SB, Rosenbloom A, Alexander B, Hansen CA. Subjective symptoms, blood glucose estimation, and blood glucose concentrations in adolescents with diabetes. *Diabetes Care* 1986;9:236-43.
16. Wing RR, Epstein LH, Lamparski D, Hagg SA, Nowalk MP, Scott N. Accuracy in estimating fasting blood glucose levels by patients with diabetes. *Diabetes Care* 1984;7:476-8.
17. Borg GA. Perceived exertion: a note on history and methods. *Med Sci Sports Exerc* 1972;5:90-3.
18. Meyer F, Bar-Or O. Fluid and electrolyte loss during exercise: the pediatric angle. *Sports Med* 1994;18:4-9.
19. Riddell MC, Bar-Or O, Hollidge-Horvat M, Schwarcz HP, Heigenhauser GJF. Glucose ingestion and substrate utilization in boys with IDDM. *J Appl Physiol* 2000; 88:1239-46.
20. Ramires PR, Forjaz CLM, Silva MER, Diamant J, Nicolau W, Liberman B, et al. Exercise tolerance is lower in type I diabetics compared with normal young men. *Metabolism* 1993;42:191-5.
21. Stratton R, Wilson DP, Endres RK. Acute glycemic effects of exercise in adolescents with insulin-dependent diabetes mellitus. *Phys Sportsmed* 1988;16:150-7.
22. Rowland TW, Swadba LA, Biggs DE, Burke EJ, Reiter EO. Glycemic control with physical training in insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Dis Child* 1985; 139:307-10.
23. Soo K, Furler SM, Samaras K, Jenkins AB, Campbell LV, Chisholm DJ. Glycemic responses to exercise in IDDM after simple and complex carbohydrate supplementation. *Diabetes Care* 1996;19:575-9.
24. Nathan MD, Madnek S, Delanhanty L. Programming pre-exercise snacks to prevent post-exercise hypoglycemia in intensively treated insulin-dependent diabetics. *Ann Intern Med* 1985;102:483-6.
25. McNiven-Temple MY, Bar-Or O, Riddell MC. The reliability and repeatability of the blood glucose response to prolonged exercise in adolescent boys with IDDM. *Diabetes Care* 1995;18:326-32.
26. Nurick MA, Johnson SB. Enhancing blood glucose awareness in adolescents and young adults with IDDM. *Diabetes Care* 1991;14:1-7.
27. Riddell MC, Bar-Or O, Gerstein HC, Heigenhauser GJF. Perceived exertion with glucose ingestion in adolescent males with IDDM. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:167-73.