



RESPOSTAS DE CRIANÇAS AO EXERCÍCIO EM CLIMAS QUENTES: IMPLICAÇÕES PARA A PERFORMANCE E SAÚDE

Publicado: maio de 2006/Autor: **Oded Bar-Or, M.D.**/Tópicos: Saúde do Atleta, Hidratação e Termorregulação, Treino e Performance
Oded Bar-Or, M.D. | Professor em Pediatria | Diretor do Centro de Nutrição e Exercício Infantil | Universidade McMaster University & Hospital Chedoke McMaster | Hamilton, Ontário, Canada Membro da Diretoria de Revisão em Medicina Esportiva, Instituto Gatorade de Ciências do Esporte

- Em comparação com os adolescentes e adultos, as crianças produzem mais calor em relação à massa corporal durante atividades como a caminhada e a corrida, elas apresentam uma baixa capacidade de transpiração, e suas temperaturas corporais aumentam em uma taxa alta durante a desidratação.
- Estas diferenças não interferem na habilidade das crianças em manter a continuidade do exercício a não ser que o estresse térmico ambiental seja extremo.
- Não há comparações científicas adequadas da incidência de doenças relacionadas ao calor em crianças e adultos, mas certas doenças infantis aumentam o risco de doenças relacionadas ao calor.

LEITURA RECOMENDADA

Maio de 2018 SSE #180: Água Fria e Gelo na Redução da Temperatura Corporal durante Exercícios no Calor

Julho de 2018 SSE #181: O Conceito “Potência Crítica” e a Performance nos Exercícios de Alta Intensidade

Agosto de 2018 SSE #182: Estratégia de Ingestão de Líquidos para Hidratação Ideal e Performance: Planejamento de Ingestão de Líquidos vs. Ingestão na Sede

INTRODUÇÃO

As respostas fisiológicas das crianças aos exercícios são geralmente semelhantes às dos adultos, mas há diversas diferenças relacionadas à idade e maturação nas suas respostas. Por exemplo, as crianças respondem à combinação do estresse do exercício e calor climático de maneira diferente aos adultos (Tabela 1).

Enquanto algumas das características das respostas de crianças ao exercício realizado no calor (como baixa taxa de suor por glândula, altas concentrações de ácido láctico no suor e baixo débito cardíaco) são de interesse teórico, outros (como a alta produção de calor metabólico na locomoção, o tempo de tolerância mais curto ao exercício, a menor taxa de aclimatação, o rápido aumento na temperatura corporal durante a desidratação) são de importância

prática para a performance, bem-estar e saúde da criança. O objetivo deste artigo é focar nestas últimas características, destacando as implicações destes fatores na performance e saúde. Apesar de tais implicações serem importantes para todas as crianças, são de particular relevância para crianças com certas condições e doenças que as colocam em maior risco para doenças relacionadas ao calor.

REVISÃO DE PESQUISAS

Respostas Fisiológicas. Para uma análise detalhada das respostas de crianças à combinação do estresse do exercício e do calor climático, veja Bar-Or (1980; 1983; 1989). O seguinte conteúdo é um panorama dos principais resultados de inúmeros estudos que sugerem que, em

Tabela 1. RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DAS CRIANÇAS AO EXERCÍCIO NO CALOR: COMPARAÇÃO COM OS ADULTOS

Característica	Típico para Crianças, vs. Adultos
Calor metabólico na locomoção	Maior
Taxa de suor por m ² de pele	Menor
Taxa de suor por glândula	Muito menor
Limite de transpiração	Maior
Densidade da população de HASG ¹	Maior
Débito cardíaco/l de O ² captado	Menor
Fluxo sanguíneo na pele	Maior
Conteúdo de NaCl no suor	Menor
Lactato e H ⁺ no suor	Maior
Tempo de tolerância ao exercício	Mais curto
Aclimatação ao calor	Mais lenta
Aumento da temp. interna corporal na desidratação	Mais rápido

¹HASG = glândulas sudoríparas ativadas pelo calor

comparação com os adultos, as crianças estão de alguma forma em desvantagem quando se exercitam em ambientes de calor.

A necessidade de dissipar o calor do corpo é ampliada durante o esforço físico devido ao calor metabólico gerado durante a contração muscular. Por razões que não estão totalmente claras, a produção metabólica de calor nas crianças por kg de massa corporal é maior que em adultos durante a caminhada e a corrida (Astrand, 1952; MacDougall et al., 1983); isto impõe uma carga extra em seus sistemas termorregulatórios. Quanto menor a criança, maior é o excesso de calor produzido. Por exemplo, pode haver um excesso tão grande quanto 25-30% na produção de calor em uma criança com 8 anos de idade.

A taxa de troca de calor entre o corpo e o ambiente aumenta com uma maior área de superfície corporal. A proporção da área de superfície corporal em relação à massa corporal de uma criança é maior que em adultos e, como resultado, elas estão expostas a um influxo de calor mais rápido quando a temperatura ambiente excede a temperatura da pele.

Durante a prática de exercícios em climas quentes, a evaporação do suor é a via principal de dissipação de calor. Este é o único meio para resfriamento do corpo quando a temperatura ambiente excede a temperatura da pele. Crianças têm uma menor taxa de suor por glândula sudorípara do que adultos (Bar-Or, 1980; Falk et al., 1992a). Mesmo que o número de glândulas sudoríparas ativadas pelo calor por unidade de área da pele seja muito maior em crianças (Falk et al., 1992a; Inbar 1978), a taxa total de transpiração, mesmo quando calculada por unidade de superfície da pele, é menor em crianças (Araki et al., 1979; Falk et al., 1992a). Esta diferença pode resultar de uma menor rotatividade de energia aeróbica nas glândulas sudoríparas das crianças (Falk et al., 1991). Além disso, sob certas condições, o limiar de transpiração (ou seja, a temperatura interna corporal na qual a transpiração começa) é consideravelmente maior em crianças que em adultos (Araki et al., 1979). A transição do padrão de transpiração na infância para o padrão na fase adulta ocorre durante os estágios iniciais da puberdade (Falk et al., 1992a; 1992c).

A maneira mais eficiente de transportar o calor do interior do corpo para a pele é pela convecção de calor através do sangue. Para aumentar a taxa de convecção, o fluxo sanguíneo em direção à pele deve aumentar. Enquanto o percentual do débito cardíaco que vai para a pele pode ser maior em crianças que em adultos durante o exercício no calor (Drinkwater et al., 1977; Falk et al., 1992b), o débito cardíaco geral por unidade de oxigênio captado é de alguma forma menor em crianças (Bar-Or, 1983).

Outras diferenças entre crianças e adultos estão na composição do suor. Como mostrado por Meyer et al. (1992), as concentrações de Na⁺ e Cl⁻ são maiores em meninas e meninos pré e durante a puberdade que em jovens adultos do sexo feminino e masculino, respectivamente. Por outro lado, as concentrações de lactato, H⁺ e K⁺ no suor são maiores em crianças (Falk et al., 1992b; Meyer et al., 1992).

IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Implicações para a Performance Física.

As características fisiológicas das crianças descritas acima, impedem sua habilidade em realizar exercícios em condições estressoras de calor climático? Lamentavelmente, não há estudos suficientes que nos permitam responder esta questão definitivamente. Parece que quando as crianças são expostas a temperaturas amenas (Davies, 1981), ou mesmo a condições de calor seco moderado, 42 °C, 20% de umidade relativa do ar (Falk et al., 1992b), elas conseguem administrar a termorregulação de maneira efetiva. O estresse térmico moderado também não impede a realização de exercícios com curta duração e alta intensidade (Dotan & Bar-Or, 1980). Há, no entanto, observações em campo e em laboratório que sugerem que, quando o estresse térmico é

severo, o tempo de tolerância ao exercício das crianças é mais curto que em adultos (veja Bar-Or, 1980; 1989 para revisão).

Na transição de um clima fresco para um mais quente, é normalmente necessário que diversas exposições ao novo clima aconteçam até que se atinja a aclimatação. Quando meninos com 8-10 anos de idade foram expostos em uma câmara climática a um ambiente quente e seco (80 min de exposições à 43°C, 21% umidade relativa, 3 vezes na semana), eles foram capazes de atingir a aclimatação. Contudo, a taxa de aclimatação foi consideravelmente menor em crianças que em jovens adultos (Bar-Or, 1980; Inbar, 1978): os adultos necessitaram de uma semana para atingir uma aclimatação razoável; as crianças necessitaram de duas semanas. Da mesma forma, meninos com idades entre 11-14 anos apresentaram aclimatação de maneira menos efetiva à 47,7-49°C, com 17% de umidade relativa do ar, que os adolescentes e jovens adultos (Wagner et al., 1972).

A implicação prática é que quando participantes em atividades esportivas muito jovens são confrontados com condições climáticas mais quentes, sua carga de treinamento deveria ser primeiro reduzida e depois aumentada em uma taxa mais gradual que as taxas para competidores mais maduros. Quando crianças não-treinadas são submetidas ao treino aeróbico (sessões de 60 min em 85% de umidade relativa máxima) em um ambiente termoneutro por duas semanas, o aumento médio em suas temperaturas internas corporais durante o exercício no calor foi atenuado após o treino de maneira semelhante ao observado após a aclimatação (Inbar et al., 1981). Isto sugere que o treinamento isoladamente pode reduzir o estresse fisiológico sofrido pelas crianças durante a prática de exercícios em climas quentes.

Implicações para a Saúde.

Ellis et al. (1976) declarou que durante ondas climáticas de calor, crianças pequenas (e pessoas idosas) estão em maior risco para doenças relacionadas ao calor. Além disso, Knochel (1975) declarou que as doenças relacionadas ao calor ficaram em segundo lugar como causa de mortes em jovens no ensino médio, depois apenas de lesões na cabeça. No entanto, apesar das deficiências aparentemente relativas nas respostas fisiológicas das crianças à combinação do estresse metabólico e térmico, não há dados epidemiológicos que documentam uma maior suscetibilidade às complicações relacionadas ao calor entre as crianças em comparação com os adultos.

Há, no entanto, certos grupos de crianças e adolescentes que particularmente apresentam alto risco para doenças relacionadas ao calor. As condições e doenças listadas na tabela do suplemento deste artigo são apresentadas em ordem alfabética e não em ordem de prevalência ou severidade. Um denominador comum entre diversas destas condições é que elas podem induzir a hipohidratação, ou pela perda excessiva de líquido, ou ingestão insuficiente de líquidos. As condições que podem induzir a perda excessiva de líquidos incluem: bulimia, cardiopatia congênita, diabetes mellitus, diabetes insipidus, gastroenterites, febre alta, obesidade e vômitos. A ingestão de líquidos insuficiente pode existir na anorexia nervosa, fibrose cística, retardo mental e insuficiência renal. Está além do escopo deste artigo descrever os mecanismos pelos quais a hipohidratação impede a habilidade da criança em dissipar calor. Deve-se notar, no entanto, que uma redução no volume plasmático consequente da hipohidratação

pode gerar uma redução na taxa de suor e no fluxo sanguíneo (e de calor) para a pele.

Por outro lado, há condições em que a taxa de suor é baixa, e isto pode impedir o resfriamento evaporativo da criança. Por exemplo, um jovem atleta não-aclimatado que se exercita em um ambiente quente apresenta alto risco para doenças relacionadas ao calor, incluindo a síncope induzida pelo calor, que pode ser fatal (Barcenas et al., 1976; Fox et al., 1966; Redfearn, 1969), presumidamente devido à baixa taxa de suor. Em adultos, o mau condicionamento físico acompanhado de uma taxa de suor relativamente baixa e alta temperatura interna corporal durante o exercício, é considerado um fator de risco para doenças relacionadas ao calor. Contudo, é controverso se o condicionamento físico aeróbico da criança afeta sua temperatura interna corporal (Araki et al., 1979; Docherty et al., 1986; Inbar et al., 1981; Matsushita & Araki, 1980) e, desta forma, seu bem-estar em climas quentes.

A obesidade é uma vantagem no frio, mas um risco em climas quentes. A maioria das informações disponíveis sobre este tópico são relacionadas aos adultos. Como mostrado por Haymes et al. (1975), a temperatura retal e a frequência cardíaca aumentaram mais rapidamente em meninos com obesidade leve (31,2% de gordura) que em controles mais magros durante o exercício intermitente de 70 minutos e repouso em 40-42°C, 25% de umidade relativa do ar. Possíveis razões para a relativa deficiência na habilidade de termorregulação em obesos são: 1) A gordura tem baixo calor específico, o que significa que relativamente pequena quantidade de calor é necessária para aumentar a temperatura de uma determinada massa de gordura. 2) A gordura tem um menor conteúdo de água que a maioria dos outros tecidos. Como resultado, qualquer determinado nível de hipohidratação denota um percentual de perda de água relativamente mais alto em obesos que em pessoas magras. 3) Crianças obesas, como um grupo, têm baixa capacidade aeróbica máxima. Logo, quando participam em exercícios com a mesma intensidade que seus pares não-obesos, seu esforço relativo é maior e, em média, o aumento da sua temperatura interna corporal é maior.

Desidratação Voluntária e sua Prevenção.

As crianças, como os adultos, não ingerem líquido o suficiente quando os líquidos são oferecidos à vontade durante o exercício no calor (Bar-Or et al., 1980; 1992). Contudo, uma diferença importante é que para qualquer determinado nível de hipohidratação, as temperaturas internas corporais das crianças aumentam mais rápido que nos adultos (Bar-Or et al., 1980). A conclusão é que se deve tentar prevenir, ou reduzir significativamente, a "desidratação voluntária" em crianças. Isto pode ser atingido instruindo e encorajando as crianças a consumirem líquidos além da sede em intervalos frequentes, como a cada 20 minutos (Bar-Or et al., 1980; 1992). Uma regra geral baseada na nossa experiência é que uma criança com 10 anos de idade, ou mais nova, deve consumir líquidos até que ele ou ela não sinta mais sede e deve então consumir um adicional de meio copo de líquidos (100-125 ml). Crianças mais velhas e adolescentes devem ingerir um adicional de um copo cheio. Quando relevante, os regulamentos para competições devem ser modificados para permitir que as crianças deixem o campo de jogo periodicamente para ingerir líquidos.

Para melhorar a vontade da criança em ingerir líquidos, bebidas devem ser saborosas e devem estimular adicionalmente a sensação de sede. Meninas e meninos na pré e início da puberdade preferem o

sabor de uva ao de maçã e sabores cítricos ao da água (Meyer et al., 1994). Esta preferência foi aparente no repouso, após teste aeróbico máximo, e durante o estágio de reidratação após exercício prolongado em ambiente quente e seco. Não está claro se o menor conteúdo de NaCl no suor das crianças (Meyer et al., 1992) justifica a utilização de bebidas mais diluídas para crianças que para adultos. Mais pesquisas são necessárias para identificar o conteúdo ideal de bebidas para as crianças praticando atividades físicas.

RESUMO

Há diversas características fisiológicas, principalmente relacionadas ao padrão de transpiração e produção de calor metabólico, que colocam as crianças em desvantagem termorregulatória em comparação aos adultos quando praticam exercícios em ambientes quentes e úmidos. Enquanto as crianças apresentam uma termorregulação efetiva durante exercícios em ambientes termoneutros ou moderadamente quentes, seu tempo de tolerância ao exercício é reduzido em comparação com os adultos quando o estresse térmico é extremo.

Não há evidências conclusivas de que a incidência e severidade de doenças relacionadas ao calor sejam maiores em crianças que em adolescentes e adultos. Há, no entanto, certas doenças que colocam os pacientes infantis em risco excessivo para complicações relacionadas ao calor. Devido tais consequências serem todas preveníveis, reconhecer como elas se originaram e identificar as crianças que apresentam um alto risco é de extrema importância. Atenção especial deve ser dada em garantir a ingestão adequada de líquidos durante o exercício prolongado no calor, porque a hipohidratação pode promover o surgimento de doenças relacionadas ao calor, incluindo a síncope induzida pelo estresse térmico, que pode ser fatal. Uma estratégia de ingestão de líquidos deve ser encorajada e reforçada na qual a criança consuma líquidos periodicamente, mais que os volumes direcionados pela sede isoladamente.

Uve efeito significativo da idade no estoque de calor ou na temperatura interna corporal (Havenith et al., 1992).

REFERÊNCIAS

- Araki, T., Y. Toda, K. Matsushita, and A. Tsujino (1979). Age differences in sweating during muscular exercise. *Jap. J. Phys. Fitness Sports Med.* 28: 239-248.
- Astrand P.O. (1952). *Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age.* Copenhagen: Munksgaard.
- Barcenas, C., H.P. Hoeffler, and J.T. Lie (1976). Obesity, football, dog days and siriiasis: a deadly combination. *Am. Heart. J.* 92: 237-244.
- Bar-Or, O. (1980). Invited review climate and the exercising child. *Int. J. Sports Med.* 1: 53-65.
- Bar-Or, O. (1983). *Pediatric Sports Medicine for the Practitioner. From Physiologic Principles to Clinical Applications.* New York: Springer Verlag.
- Bar-Or, O. (1989). Temperature regulation during exercise in children and adolescents. In: C. Gisolfi and D.R. Lamb (eds.) *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. Vol 2: Youth, Exercise, and Sport.* Indianapolis: Benchmark Press, pp. 335-367.
- Bar-Or, O., C.J.R. Blimkie, J.A. Hay, J.D. MacDougall, D.S. Ward, and W.M. Wilson (1992). Voluntary dehydration and heat intolerance in patients with cystic fibrosis. *Lancet* 339: 696-699.
- Bar-Or, O., R. Dotan, O. Inbar, A. Rotshtein and H. Zonder (1980). Voluntary hypohydration in 10 to 12 year old boys. *J. Appl. Physiol.: Resp. Environ. Exerc. Physiol.* 48: 104-108.
- Davies, C.T.M. (1981). Thermal responses to exercise in children *Ergonomics* 24: 55-61.
- Docherty, D., J.D. Eckerson, and J.S. Hayward (1986). Physique and thermoregulation in pre-pubertal males during exercise in a warm, humid environment. *Am. J. Phys. Anthropol.* 70: 19-23.
- Dotan, R., and O. Bar-Or (1980). Climatic heat stress and performance in the Wingate Anaerobic Test. *Eur. J. Appl. Physiol.* 44: 237-243. Drinkwater B.L., I.C. Kuppert, J.E. Denton, J.L. Crist, and S.M. Horvath (1977). Responses of prepubertal girls and college women to work in the heat. *J. Appl. Physiol.* 43: 1046-1053.
- Ellis, F.P., A.N. Exton-Smith, K.G. Foster, and J.S. Weiner (1976). Eccrine sweating and mortality during heat waves in very young and very old persons. *Isr. J. Med. Sci.* 12: 815-817.
- Falk, B., O. Bar-Or, R. Calvert, and J.D. MacDougall (1992a). Sweat gland response to exercise in the heat among premidand late-pubertal boys. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24:313-319.
- Falk, B., O. Bar-Or, and J.D. MacDougall (1992b). Thermoregulatory responses of premidand late-pubertal boys to exercise in dry heat. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24:688-694.
- Falk, B., O. Bar-Or, J.D. MacDougall, C.H. Goldsmith, and L. McGillis (1992c). Longitudinal analysis of the sweating response of premidand late-pubertal boys during exercise in the heat. *Am. J. Human Biol.* 4:527-535
- Falk, B., O. Bar-Or, J.D. MacDougall, L. McGillis, R. Calvert, and F. Meyer (1991). Sweat lactate in exercising children and adolescents of varying physical maturity. *J. Appl. Physiol.* 71:1735-1740.
- Fox, E.L., D.K. Mathews, W.S. Kaufman, and R.W. Bowers (1966). Effects of football equipment on thermal balance and energy cost during exercise. *Res. Quart. Am. Assoc. Health Phys. Ed.* 37: 332-339.
- Haymes, E.M., R.J. McCormick, and E.R. Buskirk (1975). Heat tolerance of exercising lean and obese prepubertal boys. *J. Appl. Physiol.* 39: 457-461.
- Inbar, O. (1978). *Acclimatization to Dry and Hot Environment in Young Adults and Children 8-10 Years Old.* EdD dissertation, Columbia University.
- Inbar, O., O. Bar-Or, R. Dotan, and B. Gutin (1981). Conditioning vs. work-in-the-heat as methods for acclimatizing 8-10 year old boys to dry heat. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exerc. Physiol.* 50:406-411.
- Knochel, J.P. (1975). Dog days and siriiasis: how to kill a football player. *J. Am. Med. Assoc.* 233: 513-515.
- MacDougall, J.D., P.D. Roche, O. Bar-Or, and J.R. Moroz (1983). Maximal aerobic capacity of Canadian school children: prediction based on agerelated oxygen cost of running. *Int. J. Sports Med.* 4:194-198.
- Matsushita, K., and T. Araki (1980). The effect of physical training on thermoregulatory response of pre-adolescent boys to heat and cold. *Jap. J. Phys. Fit. Sports Med.* 29: 69-74.
- Meyer, F., O. Bar-Or, J.D. MacDougall, and J.F. Heigenhauser (1992). Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: effects of gender and maturation. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24:776-781.
- Meyer, F., O. Bar-Or, A. Salsberg, and D. Passe (1994). Hypohydration during exercise in children: Effect on thirst, drink preferences, and rehydration. *Int. J. Sports Nutr.* 1:22-35.
- Redfeam, J.A. Jr. (1969). History of heat stroke in a football trainee (question). *J. Am. Med. Assoc.* 208: 699.
- Wagner, J.A., S. Robinson, S.P. Tzankoff, and R.P. Marino (1972). Heat tolerance and acclimatization to work in the heat in relation to age. *J. Appl. Physiol.* 33: 616-622



DOENÇAS E CONDIÇÕES QUE PREDISPÕE A CRIANÇA EM EXERCÍCIO A DOENÇAS RELACIONADAS AO CALOR

Contexto Introdutório

Pesquisas recentes identificaram diversas diferenças nas respostas fisiológicas das crianças, adolescentes e adultos em relação à combinação do exercício e calor climático. Notoriamente, as crianças têm uma capacidade de transpiração menos desenvolvida, mesmo que sua produção de suor durante a maioria das modalidades de atividade física seja maior que a dos adultos. Além disso, devido à maior proporção de área da superfície corporal em relação à massa corporal, elas tendem a ganhar calor mais rapidamente que os adultos quando a temperatura do ar excede a temperatura da pele.

Implicações e Conclusões

As diferenças acima colocam as crianças em relativa desvantagem, em comparação com adolescentes e adultos, quando elas realizam exercício prolongado no calor. Enquanto não há evidências sólidas para dizer se as crianças estão em maior risco de complicações relacionadas ao calor que os adultos, há diversas doenças que expõe a criança a um risco excessivo. Pelo entendimento de como os casos de doenças relacionadas ao calor se originam, treinadores, técnicos e médicos podem prevenir tais condições com sucesso. Atenção especial deve ser dada ao processo de aclimação completo da criança na transição para um ambiente mais quente e na garantia da reposição adequada de líquidos para prevenir a desidratação.

Doenças e Condições que Apresentam Predisposição à Complicações Relacionadas ao Calor para a Criança que Pratica Atividade Física POSSÍVEIS MECANISMOS						
Doença ou Condição	Ingestão de Líquidos Insuficiente	Transpiração Excessiva	Transpiração Insuficiente	Possível Hipohidratação	Convecção Insuficiente de Calor para a Pele	Outros
Anorexia Nervosa	X			X	X	Insuficiência Termorregulatória
Bulimia	X			X	X	
Cardiopatia Congênita (cianótica)		X		X		Perda de Sal Excessiva
Fibrose Cística	X	X		X		Diurese
Diabetes (mellitus e insípida)	X			X		
Diarreia e Vômitos				X	X	
Febre		X		X	X	Insuficiência Termorregulatória
Falta de Aclimação			X			
Baixo Condicionamento Físico			X			
Deficiência Mental	X			X		
Obesidade		X				Baixo Calor Específico, Alta Produção de Calor
Subnutrição	X		X	X		Insuficiência Termorregulatória