

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO

**ESTADO DE HIDRATAÇÃO, SUDORESE E REIDRATAÇÃO DURANTE UMA  
SESSÃO DE TREINO NO CALOR EM JOVENS PRATICANTES DE DIFERENTES  
ESPORTES**

Cláudia Altmayer Perrone

TESE DE DOUTORADO

Porto Alegre, Brasil  
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO

**ESTADO DE HIDRATAÇÃO, SUDORESE E REIDRATAÇÃO DURANTE UMA  
SESSÃO DE TREINO NO CALOR EM JOVENS PRATICANTES DE DIFERENTES  
ESPORTES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor. Orientadora Professora Doutora Flávia Meyer.

Porto Alegre, Brasil  
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
CURSO DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**AUTORA:** CLÁUDIA ALTMAYER PERRONE

**TÍTULO:** "ESTADO DE HIDRATAÇÃO, SUDORESE E REHIDRATAÇÃO DURANTE UMA SESSÃO DE TREINO NO CALOR EM JOVENS PRATICANTES DE DIFERENTES ESPORTES".

**ORIENTADORA:** PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. FLÁVIA MEYER

**DATA:** 25/08/2010

**HORÁRIO:** 14:00 horas

**LOCAL:** SALA DE SEMINÁRIOS DO LAPEX

PROF. DR. RONEI SILVEIRA PINTO (UFRGS)

A

PROF. DR. MARTINE ELISABETH KIENZLE HAGEN (UFCSPA)

A

PROF. DR. EMERSON SILAMI GARCIA (UFMG)

A

**CONCEITO FINAL**

A

## **AGRADECIMENTOS**

Ao término destes quatro anos de caminhada, é uma satisfação poder olhar para trás e ver o longo caminho percorrido. E é com muito carinho que eu gostaria de agradecer sinceramente e dividir a alegria de ter concluído essa importante etapa da minha vida acadêmica e profissional com todos os amigos e colegas que me ajudaram.

Meu especial agradecimento ao meu marido Ricardo e à minha amada filha Antonia, pelo apoio incondicional, companheirismo, incentivo e amor que expressaram por mim em todos os momentos. Aos meus pais e irmãos pelo apoio pessoal e emocional imprescindíveis e insubstituíveis.

À minha orientadora Profa. Dra. Flávia Meyer pela dedicação, incentivo, seu imenso conhecimento e por acreditar e confiar em mim.

Aos meus colegas e parceiros de coletas Jocelito Martins e Paulo Sehl disposição e ajuda fundamentais na realização deste trabalho.

Aos indivíduos que participaram voluntariamente da pesquisa, e também aos seus pais.

Ao departamento de tênis da Associação Leopoldina Juvenil, em especial ao Tuca, Testa e prof Alexandre. Ao prof Renan do Petrópole Tênis Clube, aos prof. Amaral e Henrique do Planet Ball e ao Prof Sérgio da ginástica artística da ESEF/UFRGS. Aos alunos da ESEF Marco Antonio Carvalho and Cristiano Ughini.

Aos funcionários do LAPEX, em especial ao Alex, Dani, Luciano, Rafael e Vanessa e pela paciência e disposição; aos colegas Giovani e André e professores por sua colaboração e atenção.

Aos funcionários do Curso de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano, André, Ana e Rosane pelo carinho e disposição em atender às solicitações.

À CAPES por me conceder uma bolsa de estudos. Ao CNPQ pela verba do Edital Universal.

À Ceres Oliveira pelo auxílio e conselhos na área da Estatística. À Márcia Dornelles, pela ajuda com o português.

Às minhas amigas Paula, Lisa, Carolina, Betina e Ana Paula que sempre me incentivaram e me ouviram nos momentos de reflexão e ansiedade.

# ESTADO DE HIDRATAÇÃO, SUDORESE E REIDRATAÇÃO DURANTE UMA SESSÃO DE TREINO NO CALOR EM JOVENS PRATICANTES DE DIFERENTES ESPORTES

## RESUMO

A prática de esportes, muito recomendada aos jovens, é muitas vezes realizada em dias de calor, o que pode comprometer a saúde e o desempenho, caso ocorra a desidratação. **OBJETIVO:** avaliar o estado de hidratação pré- e pós- sessão usual de treino, a ingesta hídrica e sudorese (volume e concentração eletrólitos) de jovens durante uma sessão de treino de futebol, futsal, tênis e ginástica artística no calor. **MÉTODOS:** participaram deste estudo 66 jovens pré-púberes (PP) e púberes (P) alunos de escolas extra classe de esportes praticados ao ar livre: futebol (FB, 13 PP (FBPP) e 8 P (FBP)) e tênis (TN, 5 PP (TNPP) e 8 P (TNP)); e esportes praticados em ginásio: futsal (FS, 14 PP (FSPP) e 12 P (FSP)) e ginástica artística (GA, 3PP (GAPP) e 3 P (GAP)). As avaliações ocorreram em dias de treino habitual sem alteração das rotinas de treino. Ao chegarem no treino, os jovens urinaram e uma amostra da urina foi coletada para a avaliação do estado inicial de hidratação através da gravidade específica da urina (GEU) e coloração. Após a pesagem corporal vestindo apenas shorts, cada sujeito recebeu sua garrafa individual contendo o líquido que usualmente ingeria, para beber o quanto quisessem, em intervalos durante os treinos. As garrafas eram pesadas antes e após a sessão de treino para determinar o volume total ingerido. Adesivos eram colocados na região peitoral e escapular e removidos no final da sessão de treino. As concentrações de sódio ( $[Na^+]$ ), cloro ( $[Cl^-]$ ) e potássio ( $[K^+]$ ) do suor foram analisadas por íon eletro-seletivo. Ao final do treino, os sujeitos eram secos com uma toalha, esvaziavam a bexiga e após eram pesados. Amostra de urina foi novamente separada para avaliação da GEU e coloração. O balanço hídrico foi calculado pela mudança da massa corporal. O volume de suor foi determinado pela diferença de massa corporal antes e depois do treino mais o volume de líquido ingerido. O volume de suor foi expresso pela unidade de tempo (em uma hora) e corrigido pela área de superfície corporal (ASC). **RESULTADOS:** A duração média dos treinos foi de FBPP 1-1,3 h e FBP 1,2-1,6 h; TNPP 1,4-2,25 h e TNP 2,03-2,19 h; FSPP 1-1,4h e FSP 1,2-1,3 h a GAPP e P tiveram tempo semelhante 3,3 h. As condições ambientais foram FB 23,1-27,2 °C e 55-85% UR, TN 31-35 °C e 41-47% UR, FS 28-33 °C e 30-69% UR e GA 34 °C e 58% UR. Os resultados de sudorese e hidratação estão descritos em 3 artigos originais. **CONCLUSÃO:** de acordo com os parâmetros urinários apenas as meninas da GA iniciaram o treino hidratadas, condição que foi agravada após o fim dos treinos. Os sujeitos do FB, TN, FS iniciaram os treinos hipo-hidratados segundo parâmetros urinários, mas não apresentaram uma perda de massa corporal importante que possa comprometer a saúde. No entanto, tanto a GAPP como a GAP apresentaram um grau de desidratação > 2% após o término dos treinos. Estes dados podem ajudar a esclarecer as recomendações de hidratação para jovens atletas.

## HYDRATION STATE, SWEAT RATE AND RE-HYDRATION DURING A TRAINING SESSION IN THE HEAT AMONG YOUNG PARTICIPANTS OF DIFFERENT SPORTS

### ABSTRACT

The practice of sports is greatly recommended for young people, but as it is often done in hot days it can impair children's health and performance if there is dehydration. **AIM:** To evaluate the hydration state pre- and post- usual training session, the volume of fluid intake, and sweating (volume and electrolyte concentration) in young people during a training session in soccer, futsal, tennis and artistic gymnastics in the heat. **METHODS:** The participants were 66 young pre-pubertal (PP) and pubertal (P) who attended out-of-schools of various outdoor sports, i.e., soccer (SC, 13 PP (SCPP) and 8 P (SCP)) and tennis (TN, 5 PP (TNPP) and 8 P (TNP)) and indoor sports, i.e., futsal (FS, 14 PP (FSPP) and 12 P (FSP)) and artistic gymnastics (AG, 3PP (AGPP) and 3 P (AGP)). The evaluations occurred on days of regular training without changes in the usual training routines. On arrival at the training, the participants voided and a sample of urine was collected for evaluating their baseline hydration state status through urine specific gravity (USG) and color. After body weighing with subjects wearing only shorts or biquini, each one received his/her own individual bottle of the liquid he/she was used to drinking and was allowed to drink *ad libitum* at regular intervals during the training sessions. The bottles were weighed before and after the sessions to determine the total volume ingested. Absorbing patches were attached on the chest and scapular area and removed at the end of the session. Sodium ( $[Na^+]$ ), chloride ( $[Cl^-]$ ) and potassium ( $[K^+]$ ) concentrations in sweat were measured by electro-selective ion. At the end of the training the subjects were dried with a towel, voided their bladders, and weighed. A urine sample was again separated for USG and color. The water balance was calculated by the change in body mass. The volume of sweat was determined through the difference in body mass before and after the training plus the volume of liquid ingested. Sweat volume was expressed per unit of time (in one hour) and corrected for the body surface area (BSA). **RESULTS:** The mean durations of the training sessions were as follows: SCPP 1-1.3 h and SCP 1.2-1.6 h; TNPP 1.4-2.25 h and TNP 2.03-2.19 h; FSPP 1-1.4h and FSP 1.2-1.3 h. AGPP and AGP had a similar length: 3.3 h. The environmental conditions were SC 23.1-27.2 °C and 55-85% RH, TN 31-35 °C and 41-47% RH, FS 28-33 °C and 30-69% RH, and AG 34 °C and 58% RH. The sweat and hydration results are shown in 3 original papers. **CONCLUSION:** According to the urinary parameters, only the girls in AG began to exercise in a hydrated state, and dehydration was aggravated at the end of the training. Although the subjects in the SC, TN, and FS groups were already dehydrated as they started to exercise, they did not had major weight losses that could endanger their health. However, both AGPP and AGP showed a dehydration degree > 2% following the training sessions. These findings can help to improve the recommendations of hydration for young athletes.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### QUADROS: Revisão de Literatura

**QUADRO 1.** Concentração de eletrólitos no suor de adultos no exercício em diferentes condições ambientais ..... 19

**QUADRO 2.** Efeitos da hipo-hidratação em adultos e crianças.....23

### **FIGURAS: Artigo – Estado de hidratação e balanço hídrico de jovens durante uma sessão de treino de tênis no calor**

**FIGURA 1.** Gravidade específica da urina (GEU) antes e após a sessão de treino conforme o grupo maturacional..... 71

**FIGURA 2.** Volume de líquido ingerido e volume de suor de cada atleta e médias de PP e P durante o treino.....72

**FIGURA 3.** Concentração de eletrólitos no suor em  $\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$  de cada atleta ..... 72

### **FIGURAS: Artigo – Balanço hídrico de atletas de ginástica artística durante uma sessão de treino no verão**

**FIGURA1.** Valores individuais de GEU pré- e pós treino..... 84

**FIGURA 2.** Volume ingerido e volume de suor individual das atletas da Ginástica Artística (ml). ..... 85

**FIGURA 3.** TPE e FC das atletas da GA durante o treino no calor..... 85

## LISTA DE TABELAS

### **TABELAS: Artigo Revisão – Avaliação do estado hidroeletrólítico de crianças praticantes de exercício físico e recomendação de hidratação**

**TABELA 1.** Concentração de eletrólitos, lactato e amônia (em  $\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) no suor de pré-púberes e púberes..... 36

**TABELA 2** Parâmetros para determinação do estado de hidratação de acordo com as alterações de massa corporal e com parâmetros urinários.....38

### **TABELAS: Artigo – Balanço hídrico e reidratação em meninos durante uma sessão de treino de futebol e futsal no calor**

**TABELA 1.** Características físicas dos meninos..... 54

**TABELA 2.** Condições ambientais e duração de cada sessão de treino do Futebol e Futsal ..... 55

**TABELA 3.** Volume de ingestão de água, de suor, taxa de sudorese e % hidratação por modalidade e grupo maturacional..... 57

**TABELA 4.** Concentração dos eletrólitos no suor expressas em  $\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$  ..... 58

**TABELA 5.** Coloração da urina e Gravidade Especifica da Urina (GEU) de acordo com a modalidade e o estágio maturacional..... 58

### **TABELAS: Artigo – Estado de hidratação e balanço hídrico de jovens durante uma sessão de treino de tênis no calor**

**TABELA 1.** Características físicas de cada atleta..... 68

**TABELA 2.** Condições Ambientais das sessões de treino..... 69



**TABELAS: Artigo – Balanço hídrico de atletas de ginástica artística durante uma sessão de treino no verão**

**TABELA 1.** Características físicas individuais..... 82

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Porcento
<	Menor
≤	Menor e igual
>	Maior
≥	Maior e igual
Σ	Somatório
°C	Grau Celsius
ACSM	American College of Sports Medicine (Colégio Americano de Medicina do Esporte)
bpm	Batimentos por Minuto
Ca <sup>+</sup>	Cálcio
Cl <sup>-</sup>	Cloro
CO <sub>2</sub>	Gás Carbônico
DP	Desvio Padrão
ESEF	Escola de Educação Física
FB	Futebol
FC	Frequência Cardíaca
Fe	Ferro
FS	Futsal
g	Gramas
GA	Ginástica Artística
h	Hora
HCO <sub>3</sub>	Bicarbonato
K <sup>+</sup>	Potássio
kcal	quilocalorias ou calorias
kg	Quilograma
l	Litros
l·h <sup>-1</sup>	Litros por hora
LAPEX	Laboratório de Pesquisa do Exercício
mEq·l <sup>-1</sup>	Miliequivalente por Litro

min	Minutos
ml	Mililitro
ml·h <sup>-1</sup>	Mililitro por hora
ml·kg·min <sup>-1</sup>	Mililitro por Quilograma de Peso por Minuto
ml·m <sup>2</sup> ·min <sup>-1</sup>	Mililitro por Metro Quadrado por Minuto
mm	Milímetro
mmol·l <sup>-1</sup>	Milimol por Litro
mOsm·l <sup>-1</sup>	Miliosmol por Litro
mOsm·kg <sup>-1</sup>	Miliosmol por quilo grama
Na <sup>+</sup>	Sódio
O <sub>2</sub>	Oxigênio
P	Púberes
PP	Pré-Púberes
rpm	Rotações por Minuto
seg	Segundos
TN	Tênis
TPE	Taxa de Percepção ao Esforço
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UR	Umidade Relativa do ar
VO <sub>2</sub>	Consumo de Oxigênio
VO <sub>2pico</sub>	Pico de Consumo de Oxigênio
VO <sub>2max</sub>	Consumo máximo de Oxigênio
w	Watts
Zn	Zinco

## SUMÁRIO

<b>I – INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>II – REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
2.1 – Sudorese e composição do suor.....	15
2.2 – Técnicas de coleta de suor .....	19
2.3 – Equilíbrio hidroeletrólítico.....	21
2.4 – Avaliação do estado hidroeletrólítico .....	24
2.5 – Referências .....	25
2.6 – Artigo de revisão – Avaliação do estado hidroeletrólítico de crianças praticantes de exercício físico e recomendação de hidratação .....	31
<b>III – METODOLOGIA</b> .....	46
3.1 – Delineamento .....	46
3.2 – Intervenções ou Fator de Estudo .....	46
3.3 – Desfecho Clínico .....	46
3.4 – População e Amostra .....	47
3.5 – Local de Origem .....	47
3.6 – Local de Realização .....	47
3.7 – Procedimentos de Avaliação .....	47
3.8 – Análise Estatística .....	49
<b>IV – ARTIGOS ORIGINAIS</b> .....	51
4.1 – Artigo – Balanço hídrico e rehidratação em meninos durante uma sessão de treino de futebol e futsal no calor .....	52
4.2 – Artigo – Estado de hidratação e balanço hídrico de jovens durante uma sessão de treino de tênis no calor .....	65
4.3 – Artigo – Balanço hídrico de atletas de ginástica artística durante uma sessão de treino no verão .....	79
<b>V – CONCLUSÃO GERAL</b> .....	90

## **ANEXOS**

A – Coloração de urina .....	92
B – Termo de Consentimento Informado .....	93
C – Carta do Comitê de Ética .....	95
D – Anamnese .....	96
E – Classificação do Estágio Maturacional .....	100
F – Documento do “2 <sup>nd</sup> Joint Meeting of the North American Society for Pediatric Exercise Medicine (NASPEM) and the European Group for Pediatric Work Physiology (PWP)” .....	101

## I - INTRODUÇÃO

O cuidado com o estado de hidratação de atletas – adultos ou crianças – durante a prática de exercícios físicos no calor tem sido apontado como uma forma de evitar prejuízos ao desempenho e à saúde (BAR-OR et al., 1980; WILK et al., 2002; AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007; DOUGHERTY et al., 2006). Para tanto, é importante conhecer o volume e a composição do suor produzido, bem como do líquido ingerido (MEYER et al., 1994).

Sabe-se que, quando expostos ao calor, seja em ambiente controlado (MEYER et al., 1992, 1995, 2007) ou ao ar livre (BERGERON et al., 2009; RODRIGUEZ SANTANA et al., 1995; RIVERA-BROWN et al., 1999, 2006, 2008), os jovens apresentam variabilidade na sudorese, no grau de desidratação e na concentração de eletrólitos no suor (MEYER et al., 1992). Muitas vezes, eles já iniciam o treino desidratados (STOVER et al., 2005, KUTLU, 2006, DECHER et al., 2008 BERGERON et al., 2006). Os estudos que avaliaram o consumo voluntário de líquidos durante o exercício e utilizaram protocolos de exercício contínuo em laboratório revelaram que esse consumo voluntário foi insuficiente para promover uma reposição hidreletrolítica adequada e evitar a desidratação (BAR-OR et al., 1980; RODRIGUEZ SANTANA et al., 1995; WILK e BAR-OR, 1996). Contudo, crianças costumam praticar esportes intermitentes com uma possível mudança no padrão de consumo hídrico.

Existem modalidades esportivas que, por sua popularidade e condições em que são praticadas, podem induzir a sudorese e a desidratação. O futebol e o futsal são esportes muito procurados por meninos, seja na escola, em momentos de recreação, ou como atividade extraclasse, e praticados independentemente da sazonalidade. O tênis é um esporte geralmente praticado ao ar livre e dependente de condições ambientais; e a sua prática pode ser bastante prolongada. Na ginástica artística, há um rigoroso controle da massa corporal; portanto, normalmente as meninas fazem restrição alimentar e, possivelmente, hídrica também.

Até o presente momento, são escassos os estudos que avaliam o padrão de sudorese e a ingestão espontânea de líquidos em jovens ativos durante a sessão de treino. Assim, chegamos ao seguinte problema: como se caracterizam o estado de

hidratação, a sudorese e a concentração de eletrólitos no suor de jovens pré-púberes e púberes praticantes de esportes, em situação de treino tanto ao ar livre quanto dentro de ginásio?

O objetivo deste trabalho foi, pois, avaliar o estado de hidratação pré- e pós-sessão usual de treino, a ingesta hídrica e a sudorese (volume e concentração eletrólitos) de jovens durante uma sessão de treino no calor, nas modalidades de futebol, futsal, tênis e ginástica artística.

Esta tese está estruturada em cinco capítulos: Introdução, Revisão de Literatura, Metodologia, Artigos Originais e Conclusão Geral. A Revisão de Literatura está subdividida em características de sudorese (volume e eletrólitos) e equilíbrio hídrico, e um artigo de revisão intitulado “Avaliação do estado hidreletrolítico e recomendação de hidratação para crianças praticantes de exercício físico”. No capítulo IV – Artigos Originais –, são apresentados três artigos: o primeiro refere-se ao futebol e ao futsal; o segundo, ao tênis; e o último, à ginástica artística.

## **II - REVISÃO DE LITERATURA**

Nesse capítulo da tese é primeiro revisado aspectos da sudorese e estado hidroeletrolítico em geral. O subitem 1.6, Artigo de Revisão, é focado na população pediátrica nos aspectos: termorregulatórios, recursos de prevenção e de diagnóstico do déficit hidroeletrolítico no exercício.

### **2.1 SUDORESE E COMPOSIÇÃO DO SUOR**

A termorregulação é considerada o conjunto dos sistemas responsáveis pela regulação da temperatura corporal, tendo como função o equilíbrio entre a produção (termogênese) e a dissipação (termodispersão) do calor central, para manter a temperatura corporal interna em aproximadamente 36,5°C. O calor metabólico é gerado pela musculatura, de acordo com a intensidade e a duração da atividade muscular. Aproximadamente 75 a 80% da energia química usada para contração muscular são convertidos em calor. Assim, a função do sistema termorregulatório durante o exercício é a dissipação desse calor, a qual depende da capacidade de transferência do calor central do corpo para a pele (INOUE et al., 2004).

O calor é dissipado da pele através da condução, da convecção (gradiente de temperatura entre a pele e a temperatura ambiente) e da radiação (gradiente de temperatura entre a pele e os objetos ao redor) quando há um aumento da temperatura da pele. A medida que o estresse térmico aumenta, a eliminação do calor ocorre também por evaporação do suor.

A sudorese é a forma mais eficiente de dissipar o excesso de calor corporal causado pela ativação muscular (SATO et al., 1989; BURKE e HAWLEY, 1997). Quando a temperatura ambiente é superior à temperatura da pele, ocorre a sudorese, com um custo energético de 580 kcal para a evaporação de 1 litro de água em um ambiente com temperatura de 33°C. Como o tema desta tese é a sudorese, não serão abordados os outros mecanismos de termorregulação.

O aumento da sudorese pode resultar de um aumento do número de glândulas sudoríparas ativadas, um aumento da excreção de suor pelas glândulas ou uma combinação de ambos os fatores (KONDO et al., 2001). As glândulas sudoríparas écrinas têm seus tamanhos aumentados juntamente com o crescimento



corporal. Diferenças de tamanho também podem ser observadas entre os gêneros: homens têm glândulas maiores do que as das mulheres. Após os 2 anos de vida, o número total de glândulas parece estar determinado, podendo um indivíduo apresentar, em média, três milhões de glândulas sudoríparas (WOLFE et al., 1970). Durante o exercício físico, as glândulas são recrutadas principalmente nos primeiros minutos, e depois o número de glândulas ativadas mantém-se constante, podendo chegar a 1,7 milhões (BAR-OR e ROWLAND, 2004).

A ativação da sudorese pelo sistema nervoso autônomo pode suceder em resposta a um estímulo térmico ou não-térmico. A ativação do sistema nervoso central, através dos impulsos aferentes à área pré-óptica anterior do hipotálamo, ocorre quando a temperatura corporal aumenta. Esse aumento da temperatura corporal pode gerar um aumento da temperatura central de 1°C a cada 5 min, caso o calor não seja dissipado pela sudorese (NADEL et al., 1971a, 1971b). As respostas periféricas das glândulas sudoríparas são reguladas principalmente por estímulos colinérgicos, embora também possam responder de forma adrenérgica (SATO, 1977). As glândulas écrinas são inervadas por fibras nervosas simpáticas e estimuladas pelas células nervosas da coluna vertebral. Os segmentos T2-T8 estimulam a sudorese nos membros superiores; os T1-T4, face e pálpebras; os T4-T12, o tronco; e os segmentos T10-L2, membros inferiores (KREYDEN e SCHEIDEGGER, 2004). A aclimação ao calor gera mudanças estruturais nas glândulas sudoríparas, tais como hipertrofia e maior sensibilidade colinérgica, além de aumentar o número de glândulas ativas (SATO e SATO, 1983; NIELSEN, 1998).

A taxa de sudorese é considerada um índice da capacidade evaporativa da dissipação de calor em um determinado período, em qualquer condição ambiental. Essa taxa varia de acordo com a modalidade esportiva, período de treinamento ou competição. Em corredores, ela pode variar de 1 a 2,5 l/h em ambiente quente e úmido (SAWKA e MONTAIN, 2000); em atletas de basquete, de 1,0 a 1,6 l/h nos homens e de 0,7 a 1,0 nas mulheres; e em atletas de futebol, de 0,75 a 1,2 l/h em homens e de 0,75 a 0,8 l/h em mulheres (BROAD et al., 1996). A taxa de sudorese parece ser alta mesmo em baixas temperaturas. Durante 160 min de treinamento, com temperatura ambiente de 5°C e 80% UR, atletas de futebol apresentaram uma taxa de sudorese de 0,71 a 1,77 l/h (MAUGHAN et al., 2005).

A magnitude da taxa de sudorese depende do estágio de maturação; do condicionamento físico; de fatores ambientais, tais como pressão de vapor de água

no ar (a alta umidade atenua a evaporação), velocidade do vento (MAUGHAN et al., 2004; VON DUVILARD et al., 2004); além de outros fatores, como aclimação, hidratação, tipo de vestimenta adequada e pré-resfriamento do corpo (MAUGHAN e SHIRREFFS, 2004). A aclimação favorece o adiantamento e o aumento da taxa de sudorese para uma mesma temperatura central e a manutenção de uma maior taxa de sudorese por um período mais longo (KIRBY e CONVERTINO, 1986; MACHADO-MOREIRA et al., 2005).

O suor produzido para evaporação é secretado pelas glândulas sudoríparas écrinas. Essas glândulas são encontradas em praticamente toda a derme, em maior número na testa, nos membros superiores, seguidos pelo tronco e pelos membros inferiores. As glândulas écrinas são glândulas tubulosas enoveladas, com uma parte secretora, o túbulo secretor, e uma parte absorptiva, o ducto absorptivo (SHIBASAKI et al., 2006).

O suor é uma solução hipotônica em relação ao plasma sanguíneo e é composto por água; eletrólitos como sódio ( $\text{Na}^+$ ), cloro ( $\text{Cl}^-$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ); minerais-traço como ferro (Fe) e zinco (Zn); e outros solutos como lactato, amônia ( $\text{NH}_3$ ), aminoácidos, bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) e cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) (CAGE e DOBSON, 1965; DeRUISSEAU et al., 2002; KREYDEN e SCHEIDEGGER, 2004; MEYER et al., 2007). Em crianças e adolescentes, o suor é ainda mais hipotônico do que em adultos (BAR-OR e ROWLAND, 2004).

O suor é formado em duas etapas: a primeira ocorre na porção secretora da glândula, chamado primário, seguida por uma absorção parcial de  $\text{NaCl}$  e água no ducto absorptivo (CAGE e DOBSON, 1965; SATO, 1977). Acredita-se que a concentração de eletrólitos nessa primeira etapa do suor é similar ao plasma (140, 110 e 4  $\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$  de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{K}^+$ , respectivamente) (CAGE e DOBSON, 1965). Na porção secretora, o suor primário é formado pela secreção ativa de  $\text{Na}^+$  com uma difusão passiva de água pela membrana permeável. O  $\text{Na}^+$  entra na célula juntamente com o  $\text{Cl}^-$  que é bombeado para fora em troca com o  $\text{K}^+$  na membrana basolateral.

A reabsorção de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  em troca de  $\text{K}^+$  ocorre no ducto absorptivo, através da bomba  $\text{Na}^+\text{K}^+$ , ativada pela enzima  $\text{Na}^+\text{-K}^+$  ATPase (QUINTON e TORMEY, 1976). A aldosterona age no ducto estimulando a reabsorção de  $\text{Na}^+$  da mesma forma que nos rins (COLLINS, 1966; SATO e DOBSON, 1970). O transporte de água nos dutos

segue forças osmóticas, tornado o suor uma solução hipotônica se comparado com o plasma.

O  $\text{Na}^+$  é o cátion mais abundante do espaço extracelular, e a sua concentração plasmática exerce um papel fundamental no equilíbrio hídrico. Ele é o principal eletrólito perdido pelo plasma através do suor. O  $\text{Cl}^-$  é o ânion mais abundante também presente principalmente no meio extracelular.

As diferentes concentrações de solutos encontradas no suor devem-se a variações individuais tais como taxa de sudorese, estado de hidratação, maturação, treinamento físico e aclimatação. As perdas de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  pelo suor são maiores em indivíduos adultos do sexo masculino (MEYER et al., 1992), com taxa de sudorese e grau de desidratação maiores (MORGAN et al., 2004, BUONO et al., 2007), e são reduzidas depois de um período de aclimatação (KIRBY e CONVERTINO, 1986). O frio parece não afetar as perdas eletrolíticas. Maughan et al. (2005) sugerem que as perdas de suor e eletrólitos em baixa temperatura ( $5^\circ\text{C}$ ) são muito similares às que acontecem em climas quentes.

Grandes perdas de  $\text{Na}^+$  pelo suor parecem também estar relacionadas com câibras induzidas pelo calor. Segundo Stofan et al. (2005), indivíduos que apresentam câibras pelo calor perdem o dobro de sódio pelo suor comparados aos que não têm histórico de câibras.

Estudos com adultos seguindo diferentes protocolos de exercício e em diferentes condições ambientais foram desenvolvidos para determinação das perdas eletrolíticas pelo suor. As concentrações de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{K}^+$  no suor dos indivíduos desses estudos são apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1. Concentração de eletrólitos no suor de adultos no exercício em diferentes condições ambientais

Exercício	Duração e condições ambientais	[Na <sup>+</sup> ] (mmol·l <sup>-1</sup> )	[Cl <sup>-</sup> ] (mmol·l <sup>-1</sup> )	[K <sup>+</sup> ] (mmol·l <sup>-1</sup> )	Autores
Futebol americano (treino ao ar livre) (n= 5 sem e 5 com câibra)	150 min 22,7 – 26°C 72 – 93% UR	21,6 ± 7,6 55,6 ± 19,0 (câibra)	-	-	STOFAN et al., 2005
Homens não-atletas (n=8) (câmara ambiental)	120 min 38°C 60% UR	81,1 ± 5,9	68,5 ± 3,3	5,16 ± 0,43	MORGAN et al., 2004
Futebol (n=26) (treino ao ar livre)	90 min 32 ± 3°C 20 ± 5 UR	30,2 ± 18,8	-	3,58 ± 0,56	SHIRREFFS et al., 2005
Futebol (n=24) (treino ao ar livre)	90 min 26,6°C 55% UR	37 – 59	32 – 52	4,7 – 6,7	MAUGHAN et al., 2004
Futebol (n=17) (treino ao ar livre)	160 min 5,1 ± 0,7°C 81 ± 6% UR	42 ± 13	-	4,2 ± 1,0	MAUGHAN et al., 2005

Os outros solutos encontrados no suor são o lactato e a amônia (NH<sub>3</sub>). O lactato do suor é produzido no túbulo secretor da glândula écrina, como um produto da glicólise anaeróbica da glândula. Sua concentração varia de 11,5 a 20 mEq·l<sup>-1</sup> (SATO, 1977; MEYER et al., 2007). Green et al. (2001) verificaram que não existe diferença na concentração de lactato no suor de adultos jovens (25 anos) e de meia-idade (50 anos), durante exercício contínuo e intervalado no calor. A concentração de NH<sub>3</sub> no suor, que é originária da glândula sudorípara em si ou de difusão do plasma, varia de 2,7 a 6,5 mEq·l<sup>-1</sup>, o que é de 80 a 150 vezes superior ao plasma (SATO et al., 1989; MEYER et al., 2007).

## 2.2 TÉCNICAS DE COLETA DE SUOR

A análise da composição do suor de indivíduos que praticam atividade física é importante para determinar a perda e a posterior prescrição de reposição de eletrólitos e água. Diferentes métodos foram desenvolvidos para coleta de suor. Durante o exercício físico, as técnicas comumente mais utilizadas são a coleta de todo suor produzido pelo organismo em determinado tempo (“washdown”) e a coleta

do suor de uma região específica do corpo (SHIRREFFS e MAUGHAN, 1997; PALACIOS et al., 2003).

A técnica de “washdown” foi utilizada por Shirreffs e Maughan (1997). Nessa técnica, os participantes são lavados, bem como suas roupas e todos os equipamentos utilizados na pesquisa, com água deionizada. Após a lavagem, os indivíduos iniciam atividade física em bicicleta ergométrica dentro de uma cápsula de polietileno fechada e isenta de eletrólitos. Após o término de 1 h de exercício, a cápsula, a bicicleta, os indivíduos e suas roupas são novamente lavados com água deionizada. A solução contendo água deionizada em quantidade conhecida e suor produzido durante o exercício é então analisada.

A coleta de suor de diferentes locais do corpo humano também pode ser feita mediante a aplicação de adesivos absorventes ou de bolsas plásticas em determinadas regiões do corpo, como nas costas, nos braços e nas coxas.

O método que utiliza os adesivos absorventes vem sendo utilizado em diversos estudos (VERDE et al., 1982; PATTERSON et al., 2000; PALACIOS et al., 2003; MAUGHAN et al., 2004, 2005; SHIRREFFS et al., 2005; McDERMOTT et al., 2009). É um método de relativo baixo custo, prático e de fácil aplicação, e pode ser utilizado em diversas modalidades esportivas, já que pode ser aplicado em diferentes membros do corpo sem afetar o gesto desportivo e sem o risco de descolar. Conforme Patterson et al. (2000), esse método tem demonstrado uma boa acurácia para prever a perda total de eletrólitos via sudorese. Em seu estudo, a coleta de suor por meio de adesivos colados em 11 diferentes locais do corpo foi comparada com a técnica de coleta total de suor. Os autores concluíram que as concentrações de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  de todo o corpo podem ser preditas por coletas regionais, podendo-se coletar suor de apenas um local, como antebraço, coxa ou panturrilha, e que a inclusão de mais de quatro locais de coleta não aumenta o poder de predição das concentrações de eletrólitos do suor de todo o corpo.

Em outro estudo (PALACIOS et al., 2003), foi comparada a perda de eletrólitos do suor de mulheres durante 24 h através dos métodos de “washdown” e de adesivos colocados em quatro diferentes locais do corpo. Nesse estudo, os autores concluíram que, quando usaram os adesivos, a perda de eletrólitos foi superestimada em comparação ao método “washdown”, possivelmente devido a uma mudança na temperatura e na umidade da pele nos locais dos adesivos. Esse é o único estudo em que os sujeitos passam 24 h com os adesivos colados no corpo.

## 2.3 EQUILÍBRIO HIDROELETROLÍTICO

O balanço hidroeletrólítico é necessário para a manutenção das funções vitais e da saúde. A água é o meio que promove as reações bioquímicas entre as células e os tecidos corporais; e é essencial para a manutenção adequada do volume sanguíneo e, conseqüentemente, a integridade do sistema cardiovascular.

O corpo humano é composto, em média, por 60% de água; e, deste total, aproximadamente 25% estão nos compartimentos extracelulares (interstício e plasma sanguíneo), e 75% nos compartimentos intracelulares. A massa livre de gordura é composta por aproximadamente 75% da água corporal; dessa forma, os indivíduos treinados que apresentam maior massa muscular e, conseqüentemente, maior quantidade de glicogênio muscular apresentam maior volume relativo de água devido à pressão osmótica que os grânulos de glicogênio exercem (SAWKA, 1992; VON DUVILLARD et al., 2004; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007).

O equilíbrio entre as perdas de água pela pele e pelos tratos respiratório, gastrintestinal e urinário, e o consumo de líquidos por meio das comidas e bebidas pode ser definido como estado de euhidratação; já o processo que provoca um déficit no consumo de água levando a um balanço hídrico negativo é denominado desidratação. Os graus do déficit e do excesso de consumo de água denominam-se hipo-hidratação e hiper-hidratação, respectivamente (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007).

Muitos atletas utilizam a perda de peso por desidratação como forma de melhorar a aparência física ou de alcançar o peso necessário, como acontece em alguns esportes em que a categoria é determinada pelo peso corporal. A desidratação pode ser provocada de forma voluntária ou involuntária. A desidratação voluntária decorre da restrição voluntária do consumo de líquidos ou o uso de medidas que promovam a desidratação, tais como o uso de diuréticos e laxantes, o uso de roupas plásticas ou de borracha, saunas, entre outras. A desidratação é considerada involuntária quando o indivíduo não repõe tudo que perde, mesmo tendo líquidos e bebidas à disposição. Ela se dá quando a sede não produz estímulo suficiente para que o indivíduo consuma a quantidade necessária de líquido durante uma situação de estresse fisiológico e psicológico como, por exemplo, o exercício físico (GREENLEAF, 1992; AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005).

A desidratação pode prejudicar o desempenho de atletas e, quando acentuada, levá-los a severos problemas de saúde, inclusive à morte. Por esse motivo, qualquer desequilíbrio hidroeletrólítico precisa ser corrigido (BURKE e HAWLEY, 1997). O comprometimento do desempenho causado pela desidrataação pode ocorrer por redução da força, do tempo de reação e da resistência aeróbica. Além de alterar o balanço eletrólítico podendo levar à acidose, a desidrataação também pode resultar em déficit temporário de aprendizagem, inabilidade de concentração, letargia e mudança de humor e do estado cognitivo (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005).

O excesso de sudorese sem reposição de líquidos causa uma diminuição do volume e do fluxo sanguíneo; um aumento da concentração de  $\text{Na}^+$  e da osmolalidade plasmática; e uma diminuição da sensibilidade da glândula sudorípara, afetando o controle da temperatura central e gerando hipertermia (SAWKA e MONTAIN, 2000). A redução de 1% da massa corporal já é suficiente para elevar a temperatura central. Esse aumento pode variar de 0,10 a 0,40°C para cada grau de hipo-hidratação, dependendo da temperatura ambiente e da intensidade do exercício (SAWKA, 1992), e prejudicar a dissipação de calor central por convecção (BAR-OR e ROWLAND, 2004).

O percentual de perda de massa corporal pode ser uma forma de classificar a hipo-hidratação em: leve (< 4%), moderada (5-8%) e severa (8-10%) (MEYER, 1993). Durante o exercício, o desempenho de indivíduos adultos ou crianças pode ser afetado dependendo do grau de hipo-hidratação, tendo como consequências os efeitos apresentados no Quadro 2.

QUADRO 2. Efeitos da hipo-hidratação em adultos e crianças

Adultos	Crianças
0-2% Hipo-hidratação Limiar de sede Prejuízo na regulação térmica podendo levar a uma redução de performance 2-3% Hipo-hidratação Redução da atividade reflexa Redução do $VO_{2máx}$ em 10% Redução da capacidade física Redução da força muscular Redução da resistência muscular Prejuízo na regulação térmica 4-6% Hipo-hidratação Redução do $VO_{2máx}$ em 27% Redução da capacidade física em 48% Maior redução de força muscular Redução do tempo de performance Prejuízo severo na regulação térmica Dor de cabeça, dificuldade de concentração, impaciência e sonolência > 8% Hipo-hidratação Cãibras causadas pelo calor Exaustão térmica Choque térmico	1% Hipo-hidratação Redução da capacidade aeróbica Aumento da temperatura central  * Não foram realizados estudos com maiores graus de desidratação durante o exercício.

Adaptado de American Academy of Pediatrics (2005) e Greenleaf (1992).

Segundo Sawka e Montain (2000), a sede não pode ser considerada um estímulo adequado para o consumo de líquidos e a prevenção da desidratação durante o exercício no calor. A sede pode não ser percebida até que o indivíduo apresente uma redução de aproximadamente 2% do peso corporal; dessa forma, é necessário que o consumo de líquidos seja planejado e lembrado, pois, se depender da sede, é provável que sempre ocorra desidratação durante o exercício no calor.

Maresh et al. (2004) avaliaram a percepção de sede e a ingestão de água *ad libitum* em indivíduos hidratados e desidratados (perda de 3% do peso corporal) em exercício no calor. Na sessão de exercício em que estavam desidratados, os sujeitos apresentaram maior sensação de sede e beberam mais água do que quando hidratados, mas a ingestão não foi suficiente para recuperar o peso pré-exercício.



## 2.4 AVALIAÇÃO DO ESTADO HIDROELETROLÍTICO

O estado de hidratação pode ser diagnosticado mediante a aferição de alterações do meio líquido corporal, tais como alterações da massa corporal (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007) e de marcadores sanguíneos (POPOWSKI et al., 2001) e urinários (ARMSTRONG, 2005).

Alterações agudas da massa corporal em função da atividade física indicam o estado de hidratação de um indivíduo. Uma forma prática de diagnóstico da desidratação é a avaliação da perda de peso durante o exercício. Esse método é fácil e barato, porém requer treino da pessoa que irá aferir a massa corporal. Alguns cuidados devem ser tomados antes da pesagem, tais como orientar que o indivíduo urine e evacue antes, que ele vista o mínimo de roupa possível e que não use calçado; e certificar-se de que a balança esteja aferida.

Segundo o American College of Sports Medicine (2007), se os devidos cuidados para aferição da massa corporal antes e depois do exercício forem tomados, a massa corporal pode ser uma forma sensível de estimativa aguda de alterações da quantidade de água corporal e determinar o estado de hidratação durante o exercício. Isso porque os efeitos da desidratação tanto na saúde quanto no desempenho já são notados a partir da perda de 1% da massa corporal; e, acima de 6%, pode levar o indivíduo à morte por choque térmico.

A hipo-hidratação induzida pela sudorese resulta em uma diminuição do volume plasmático e um aumento da osmolaridade (hipovolemia hiperosmótica), tornando o plasma hipertônico, o que pode causar riscos à saúde (QUINTON e TORMEY, 1976; SAWKA, 1992). Segundo Senay (1979), a osmolaridade plasmática entre 280-290 mOsm·l<sup>-1</sup> indica o estado de euhidratação. Francesconi et al. (1987) sugerem que, quando indivíduos apresentam perda rápida e aguda de peso corporal maior que 3%, devido à sudorese durante o exercício físico, as variáveis plasmáticas não são afetadas tão rapidamente, sendo o volume plasmático usado como defesa para que o organismo mantenha a estabilidade cardiovascular. No entanto, Popowski et al. (2001) consideram a osmolaridade plasmática um método acurado e sensível para avaliar modestas alterações agudas no estado de hidratação durante exercício no calor. Em seu estudo, apenas 40 min de exercício e 1% de perda de massa corporal já foram suficientes para causar um aumento significativo de 7 mOsm·l<sup>-1</sup> na osmolaridade plasmática dos atletas.

A desidratação pode ser indicada quando um indivíduo com função renal normal apresenta uma urina concentrada, escassa e com coloração mais escura; já a urina diluída, mais clara e excessiva indica que o indivíduo está hidratado (ARMSTRONG, 2005). Os rins regulam o balanço de água ajustando a eliminação de urina, que pode variar de 20 a 1000 ml por dia. Durante o exercício, e principalmente no calor, a produção urinária diminui parcialmente, compensada pelo suor. Essa redução é resultado da redução do fluxo plasmático renal e da taxa de filtração glomerular. A produção urinária é também reduzida pela desidratação devido a um aumento da atividade do hormônio antidiurético (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007).

A análise de amostras de urina tem sido utilizada como método de diagnóstico do estado de hidratação de atletas e indivíduos que praticam atividade física antes, durante e após o exercício. O estado de hidratação pode ser verificado por meio da osmolaridade, da gravidade específica da urina (GEU), da composição e da coloração da urina (ARMSTRONG, 2005; SHIRREFFS, 2003). Conforme Armstrong et al. (1994), a coloração, a GEU e a osmolaridade da urina são indicadores mais sensíveis de desidratação moderada que as medidas realizadas com sangue.

A osmolaridade é um indicador acurado para análise da concentração de solutos na urina, muito utilizado em estudos com atletas para determinação do estado de hidratação (ARMSTRONG et al., 1994; ARMSTRONG et al., 1998; ARMSTRONG, 2005; OPPLINGER et al., 2005; SHIRREFFS, 2003). O American College of Sports Medicine (2007) fixa o valor da osmolaridade da urina acima de  $700 \text{ mOsmol}\cdot\text{kg}^{-1}$  como ponto de corte para hipo-hidratação; já Armstrong (2005) sugere o intervalo de  $442 - 1052 \text{ mOsmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

A GEU determina a densidade (massa x volume) de uma amostra comparada com a água pura e pode ser usada como um método sensível para medir o estado de hidratação. A GEU pode ser aferida de maneira rápida e acurada por meio de refratômetro portátil, e pode ser utilizada alternativamente à osmolaridade da urina para determinar o estado de hidratação (ARMSTRONG et al., 1994, 1998; ARMSTRONG, 2005; OPPLINGER et al., 2005). Opplinger et al. (2005), Casa et al. (2000) e o American College of Sports Medicine (2007) sugerem que o valor de corte para a determinação do estado de desidratação pela GEU seja igual ou superior a 1.020; já Armstrong (2005) sugere 1.029.

Verificar a coloração da urina é um método prático e sem custo de avaliar a desidratação. Com esse objetivo, Armstrong et al. (1994) desenvolveram uma escala com oito níveis e cores para determinar o estado de hidratação de atletas. Nessa escala, os números e as cores variavam de 1 a 8, sendo o número 1 o amarelo claro (bem hidratado) e 8 o marrom esverdeado (severamente desidratado) (ANEXO A). Quando os indivíduos iniciam uma atividade física bem hidratados e, no final do exercício, mantêm uma coloração de urina entre 1 e 2, isso indica que não houve redução maior que 1% da massa corporal inicial.

Armstrong et al. (1994) validaram o uso da coloração da urina como método de análise do estado de hidratação em situação de campo. Nesse estudo, 54 atletas de ambos os sexos participaram de três diferentes situações, duas em laboratório e uma em campo, e concluíram que a coloração da urina tem uma forte correlação com a gravidade específica ( $r=0,80$ ,  $p< 0,001$ ) e com a osmolaridade da urina ( $r=0,82$ ,  $p< 0,001$ ). Outro estudo (ARMSTRONG et al., 1998) com ciclistas treinados sugere que, quando desidratados (4%), a coloração da urina reflete a perda de peso pós-exercício melhor que a gravidade específica e que a osmolaridade da urina.

## 2.5 REFERÊNCIAS

1. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, COMMITTEE ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS. **Promotion of healthy weight-control practices in young athletes.** Pediatrics 116 (6):1557-1564, 2005.
2. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: SAWKA M.N, BURKE L.M., EICHNER E.R., MAUGHAN R.J., MONTAIN S.J., STACHENFELD N.S. **American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement.** Medicine and Science in Sports and Exercise, 39, 377-390 2007.
3. ARMSTRONG, L.E. **Hydration Assessment techniques.** Nutrition Reviews II:S40-S54, 2005.
4. ARMSTRONG, L.E., HERERA SOTO, J.A., HACKER, F.T., Jr. CASA, D.J., KAVOURAS, S.A., MARESH, C.M. **Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration.** International Journal of Sport Nutrition, 8(4):345-55, 1998.
5. ARMSTRONG, L.E., MARESH, C.M., CASTELLANI, J.W., BERGERON, M.F., KENEFICK, R.W., LAGASSE, K.E., RIEBE, D. **Urinary indices of hydration status.** International Journal of Sport Nutrition, 4(3):265-79, 1994.

6. BAR-OR, O., ROWLAND, T.W. **Climate, body fluids, and the exercising child** In: Pediatric Exercise Medicine: From physiologic principles to health care application. Ed Human Kinetics, 2004.
7. BROAD, E.M., BURKE, L.M., COX, G.R., HEELEY, P., RILEY, M. **Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports**. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 6:307-320, 1996.
8. BUONO, M.J., BALL, K.D., KOLKHORST, F.W. **Effect of heat acclimation on the sweat sodium ion concentration vs. sweat rate relationship in humans**. Journal of Applied Physiology, 103(3):990-994, 2007.
9. BURKE, L., HAWLEY, J. A. **Fluid balance in team sports Guidelines for optimal practices**. Sports Medicine, 24(1): 38-54, 1997.
10. CAGE, G.W., DOBSON, R. **Sodium secretion and reabsorption in human eccrine sweat gland**. Journal of Clinical Investigation, 44:1270-1276, 1965.
11. CASA, D.J., ARMSTRONG, L.E., HILLMAN, S.K., MONTAIN, S.J., REIFF, R.V., RICH, B.S., ROBERTS, W.O., STONE, J. A. **National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes**. Journal of Athletic Training, 35(2):212-224, 2000.
12. COLLINS, K.J. **The action of exogenous aldosterone on the secretion and composition of drug-induced sweat**. Clinical Science, 30:207-221, 1966.
13. DeRUSSEAU, K.C., CHEUVRONT, S.N., HAYMES, E.M., SHARP, R.G. **Sweat iron and zinc losses during a prolonged exercise**. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 12:428-437, 2002.
14. FRANCESCONI, R.P., HUBBARD, R.W., SZLYK, P.C., SCHNAKENBERG, D., CARLSON, D., LEVA, N., SILS, I., HUBBARD, L., PEASE, V., YOUNG, J. **Urinary and hematologic indexes of hypohydration**. Journal of Applied Physiology, 62(3):1271-1276, 1987.
15. GREEN, J.M., BISHOP, P.A., MUIR, I.H., LOMAX, R.G. **Lactate-sweat relationships in younger and middle-aged men**. Journal of Aging and Physical Activity 9:67-77, 2001.
16. GREENLEAF, J.E. **Problem: Thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration**. Medicine and Science in Sports and Exercise, 24 (6):654-656, 1992.
17. INOUE, Y., KUWAHARA, T., ARAKI, T. J. **Maturation - and aging-related changes in heat loss effector function**. Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science 23(6):289-294, 2004.
18. KIRBY, C.R., CONVERTINO, V.A. **Plasma aldosterone and sweat sodium concentrations after exercise and heat acclimation**. Journal of Applied Physiology, 61(3):967-70, 1986.

19. KONDO, N., SHIBASAKI, M., AOKI, K., KOGA, S., INOUE, Y., CRANDALL, C.G. **Function of human eccrine sweat glands during dynamic exercise and passive heat stress.** *Journal of Applied Physiology*, 90: 1877-1881, 2001.
20. KREYDEN, O.P., SCHEIDEGGER, E.P. **Anatomy of the sweat glands, pharmacology of butolinum toxin, and distinctive syndromes and associated with hyperidrosis.** *Clinics in Dermatology*, 22:40-44, 2004.
21. MACHADO-MOREIRA, C.A, MAGALHÃES, F.C., VIMIEIRO-GOMES, A.C., LIMA N.R.V., RODRIGUES, L.O.C. **Effects of heat acclimation on sweating during graded exercise until exhaustion.** *Journal of Thermal Biology* 30: 437-442, 2005.
22. MARESH, C.M., GABAREE-BOULANT, C.L., ARMSTRONG, L.E., JUDELSON, D.A., HOFFMAN, J.R., CASTELLANI, J.W., KENEFICK, R.W., BERGERON, M.F., CASA, D.J. **Effect of hydration status on thirst, drinking, and related hormonal responses during low-intensity exercise in the heat.** *Journal of Applied Physiology*, 97:39-44, 2004.
23. MAUGHAN, R.J., SHIRREFFS, S.M., MERSON, S.J., HORSWILL, C.A. **Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment.** *Journal of Sports Science*, 23(1):73-79, 2005
24. MAUGHAN, R.J., MERSON, S.J., BROAD, N.P., SHIRREFFS, S.M. **Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training.** *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14(3):333-346, 2004
25. MAUGHAN, R., SHIRREFFS, S. **Exercise in the heat: challenges and opportunities.** *Journal of Sports Science*, 22(10):917-927, 2004.
26. MCDERMOTT, B.P., CASA, D.J., YEARGIN, S.W., GANIO, M.S., LOPEZ, R.M., MOORADIAN, E.A. **Hydration status, sweat rates and rehydration education of youth football campers.** *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(4), 535-552, 2009.
27. MEYER, F., LAITANO, O., BAR-OR, O., MacDOUGALL, D., HEIGENHAUSER, G.J.F. **Effect of age and gender on sweat lactate and ammonia concentrations during exercise in the heat.** *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 40:135-143, 2007.
28. MEYER, F. **Water & electrolyte losses and replenishment in children during prolonged exercise in the heat: physiological and perceptual considerations.** McMaster University, 1993 (TESE de DOUTORADO)
29. MEYER, F., BAR-OR, O., MacDOUGALL, D., HEIGENHAUSER, G.J.F **Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: effects of gender and maturation.** *Medicine and Science in Sports Exercise*, 24(7): 776-781, 1992.

30. MORGAN, R.M., PATTERSON, M.J., NIMMO, M.A. **Acute effects of dehydration on sweat composition in men during prolonged exercise in the heat.** *Acta Physiologica Scandinavica* 182:37-43, 2004.
31. NADEL, E.R., BULLARD, R.W., STOLWIJK, J.A. **Importance of skin temperature in the regulation of sweating.** *Journal of Applied Physiology*, 31:80-87, 1971a.
32. NADEL, E.R. MITCHELL, J.W., SALTIN, B., STOLWIJK, J.A. **Peripheral modifications to the central drive for sweating.** *Journal of Applied Physiology*, 31:828-833, 1971b.
33. NIELSEN, B. **Heat acclimation-mechanisms of adaptation to exercise in the heat.** *International Journal of Sports Medicine*, 19(2):S154-156, 1998.
34. OPPLIGER, R.A., MAGNES, S.A., POPOWSKI, L.A., GISOLFI, C.V. **Accuracy of urine specific gravity and osmolality as indicators of hydration status.** *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15(3):236-51, 2005.
35. PALACIOS, C., WIGERTZ, K., WEAVER, C.M. **Comparison of 24-hour whole body versus patch test for estimating body surface electrolyte losses.** *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13:479-488, 2003.
36. PATTERSON, M.J., GALLOWAY, S.D.R., NIMMO, M.A. **Variations in regional sweat composition in normal humans males.** *Experimental Physiology*, 85(6):869-875, 2000.
37. POPOWSKI, L.A., OPPLINGER, R.A., LAMBERT, P.G., JOHNSON, R.F., JOHNSONS, A.K., GISOLFI, C.V. **Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration.** *Medicine and Science in Sports Exercise*, 33(5):747-753, 2001.
38. QUINTON, P.M., TORMEY, J.M. **Localization of Na/K-ATPase in the secretory and reabsorptive epithelia of perfused eccrine sweat glands: A question to the role of the enzyme in secretion.** *The Journal of Membrane Biology*, 29:383-399, 1976.
39. SATO, K, KANG, WH, SAGA, K, SATO, KT. **Biology of sweat glands and their disorders. I. Normal sweat gland function.** *Journal of the American Academy of Dermatology*, 20(4):537-63, 1989.
40. SATO, K., SATO, F. **Individual variations in structure and function of human eccrine sweat gland.** *American journal of physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 43:R203-208, 1983.
41. SATO, K. **The physiology, pharmacology, and biochemistry of the eccrine sweat gland.** *Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, 79:51-131, 1977.

42. SATO, K. DOBSON, R.L. **The effect of intracutaneous d-aldosterone and hydrocortisone on the human eccrine sweat gland function.** The Journal of Investigative Dermatology, 54:450-459, 1970.
43. SAWKA, M.N. **Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation.** Medicine and Science in Sports Exercise, 24 (6):657-670, 1992.
44. SAWKA, M.N., MONTAIN, S.J. **Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress.** American Journal of Clinical Nutrition, 72: 564-572, 2000.
45. SENAY, L.C. **Temperature regulation and hypohydration: a singular view.** Journal of Applied Physiology, 47:1-7, 1979.
46. SHIBASAKI, M., WILSON, T.E., CRANDALL, C.G. **Neural control and mechanisms of eccrine sweating during heat stress and exercise.** Journal of Applied Physiology, 100:1692-1701, 2006.
47. SHIRREFFS, S.M., ARAGON-VARGAS, L.F., CHAMORRO, M., MAUGHAN, R.J., SERRATOSA, L., ZACHWIEJA, J.J. **The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat.** International Journal of Sports Medicine, 26(2):90-95, 2005.
48. SHIRREFFS, S.M. **Markers of hydration status.** European Journal of Clinical Nutrition 57(2):S6-S9, 2003.
49. SHIRREFFS, S.M. MAUGHAN, R.J. **Whole body sweat collection in humans: as improved method with preliminary data on electrolyte content.** Journal of Applied Physiology, 82 (1):336-341, 1997.
50. STOFAN, J.R., ZACHWIEJA, J.J., HORSWILL, C.A., MURRAY, R., ANDERSON, S.A., EICHNER, E.R. **Sweat and sodium losses in NCAA football players: a precursor to heat cramps?** International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 15:641-652, 2005.
51. VERDE, T., SHEPHARD, R.J., COREY, P., MOORE, R. **Sweat composition in exercise in the heat.** Journal of Applied Physiology, 52:1540-1545, 1982.
52. VON DUVILLARD, S.P., BRAUN, W.A., MARKOFSKI, M., BENEKE, R., LEITHAUSER, R. **Fluids and hydration in prolonged endurance performance.** Nutrition 20:651-656, 2004.
53. WOLFE, S., CAGE, G., EPSTEIN, M., TICE, L., MILLER, H., GORDON, R.S. **Metabolic studies of isolated human eccrine sweat glands.** The Journal of Clinical Investigation 49:1880-1884, 1970.

## 2.6 ARTIGO DE REVISÃO

### **AVALIAÇÃO DO ESTADO HIDROELETROLÍTICO DE CRIANÇAS PRATICANTES DE EXERCÍCIO FÍSICO E RECOMENDAÇÃO DE HIDRATAÇÃO**

Claudia Perrone e Flavia Meyer

(artigo formatado e submetido à Revista Brasileira de Ciências do Esporte – ANEXO B)

#### **Resumo**

Este estudo aborda as características termorregulatórias, recursos de prevenção e de diagnóstico do déficit hidroeletrólítico e danos causados pela prática do exercício no calor em crianças. Exercitar-se no calor pode levar a um aumento da temperatura central, e comprometer o desempenho e a saúde das crianças. O sistema termorregulatório delas está em desenvolvimento; e a eliminação do calor, por evaporação do suor, fica prejudicada, já que as crianças apresentam menores taxa de sudorese e concentração de eletrólitos no suor do que os adultos. A avaliação do estado de hidratação pré-exercício pode ser importante para prevenir que a criança inicie o exercício desidratada. Além disso, considerando que muitas vezes elas não bebem a quantidade de líquido necessária pra evitar a desidratação durante o exercício, as crianças devem ser educadas a se hidratar antes, durante e após o exercício, especialmente no calor.

Palavras-chave: termorregulação; desidratação; suor; eletrólitos

THE ASSESSMENT OF HYDROELECTROLYTE STATUS AND HYDRATION RECOMMENDATIONS FOR EXERCISE CHILDREN

#### **Abstract**

This study addresses thermoregulatory characteristics, and provides resources for prevention and diagnosis of hydroelectrolyte deficit, and damage resulting from



exercise in the heat by children. Exercise in the heat can lead to an increase in core temperature, thus impairing children's performance and health. The thermoregulatory system is in development in childhood, and the elimination of the heat produced during physical, by sweat evaporation, is impaired in children, as they have lower sweat rate and electrolyte concentration in the heat than adults. The assessment of hydration status pre-exercise is important to avoid children to starts exercise dehydrate. As they often do not drink enough to avoid dehydration while exercising in the heat they should be educated to drink before, during and after exercise especially in the heat.

Keywords: thermoregulation; dehydration; sweat; electrolytes

## EVALUACIÓN DEL ESTADO HIDROELECTROLÍTICO DE NIÑOS PRACTICANTES DE EJERCICIO FÍSICO Y RECOMENDACIÓN DE HIDRATACIÓN

### **Resumen**

Este estudio aborda las características termorreguladoras y proporciona recursos de prevención y diagnóstico de déficit hidroelectrolítico y de los daños causados por el ejercicio en el calor en niños. La práctica de ejercicio en el calor puede llevar a un aumento de la temperatura central, comprometiendo los resultados y la salud de los niños. El sistema termorregulador de ellos está en desarrollo, y la eliminación del calor, por evaporación del sudor, resulta comprometida, dado que los niños presentan menor tasa de sudoresis y concentración de electrólitos en el sudor que los adultos. La evaluación del estado de hidratación antes del ejercicio puede ser importante para prevenir que el niño comience el ejercicio deshidratado y, como muchas veces no beben la cantidad de líquido necesaria para evitar la deshidratación durante el ejercicio, se les debe enseñar a hidratarse antes, durante y después del ejercicio en el calor.

Palabras clave: termorregulación; deshidratación; sudor; electrólitos

## INTRODUÇÃO

As altas temperaturas e umidade relativa do ar podem ser prejudiciais tanto à saúde quanto ao desempenho na prática de exercício, principalmente daquelas crianças que ficam expostas ao estresse térmico nas regiões tropicais ou durante os meses de verão nos países de clima temperado, e que participam de atividade física e esportes competitivos por períodos prolongados (BERGERON; WALLER; MARINIK, 2006, RIVERA-BROWN, et al., 2006).

A termorregulação é considerada o conjunto dos sistemas responsáveis pela regulação da temperatura corporal, e tem como função o equilíbrio entre a produção (termogênese) e a dissipação (termodispersão) do calor central, para manter a temperatura corporal interna em aproximadamente 36,5°C. A principal via de resfriamento do organismo durante o exercício no calor é a sudorese.

A determinação do volume e da composição do suor perdido é importante para posterior estimativa das necessidades de reposição de fluidos e eletrólitos de indivíduos que praticam atividades físicas prolongadas ou intensas e intermitentes. A maioria dos estudos que avaliam as perdas de água e eletrólitos durante o exercício é desenvolvida com adultos (MAUGHAN, et al., 2004 e 2005, PALACIOS; WIGERTZ; WEAVER, 2003, PATTERSON; GALLOWAY; NIMMO, 2000; SHIRREFFS, et al., 2005, VERDE, et al., 1982); e alguns poucos, com crianças. Nos estudos que investigam crianças, os protocolos envolvem situações em laboratório (MEYER, et al., 1992, MEYER; BAR-OR; WILK, 1995, MEYER, et al., 2006) ou ao ar livre (BERGERON; WALLER; MARINIK, 2006, BERGERON et al., 2009, RIVERA-BROWN et al., 1999, 2006 e 2008, RODRIGUEZ SANTANA et al., 1995, WILK; RIVERA-BROWN; RODRIGUEZ SANTANA, 2007); e as condições e sessões de exercício são padronizadas. Em laboratório, a temperatura ambiente e a umidade do ar são estabelecidas e controladas através de câmara ambiental. Nessas situações, as crianças exercitaram-se; e foram avaliados o grau de desidratação, a taxa de sudorese, o balanço hídrico e as respostas termorregulatórias. Nos estudos realizados em laboratórios, também foi avaliada a perda de eletrólitos no suor.

O maior volume de sudorese em relação à ingestão de líquidos durante o exercício causa a hipohidratação. Por isso, o cuidado com a hidratação durante o exercício físico e o esporte tem sido apontado como uma maneira de garantir um bom desempenho e evitar problemas com a saúde. O equilíbrio hidroeletrólítico

depende de fatores como a composição e a quantidade de suor durante o exercício; a composição e a quantidade de líquido ingerido; a duração e o tipo de exercício; a palatabilidade das bebidas; além de características individuais como a maturação e a aclimação (MEYER; BAR-OR, 1994).

Esta revisão aborda as respostas termorregulatórias ao exercício no calor, bem como métodos para prevenção e identificação de hipohidratação, déficit hidroeletrólítico e dos danos causados pela prática do exercício físico no calor em crianças.

## **TERMORREGULAÇÃO, SUDORESE E BALANÇO HIDROELETRÓLÍTICO NA CRIANÇA**

O calor absorvido do meio ambiente pelo organismo e o calor produzido pela contração muscular precisam ser eliminados do organismo para a manutenção da temperatura interna. O calor interno do organismo, que reflete a temperatura central, é transferido para a periferia (pele) através do fluxo sanguíneo. Na pele, o calor pode ser dissipado por condução, convecção, radiação, bem como por evaporação do suor (FALK, 1998, FALK; DOTAN, 2008, INOUE; KUWAHARA; ARAKI, 2004, ROWLAND, 2008). Quando a temperatura ambiente é superior à temperatura da pele, a perda de calor por radiação e convecção ficam prejudicadas, devendo ocorrer principalmente a evaporação do suor (KOVACS, 2006).

As crianças apresentam diferenças na magnitude de suas respostas termorregulatórias em relação aos adultos. Elas conseguem eliminar o calor por convecção de forma satisfatória; no entanto, podem transpirar até 2,5 vezes menos do que os adultos (MEYER et al., 2006).

O sistema termorregulatório de pré-púberes é distinto e está em desenvolvimento quando comparado com o de púberes e de adultos. As características físicas (estatura, massa corporal, adiposidade, relação superfície/massa corporal, glândulas sudoríparas), maturacionais, fisiológicas (metabolismo, circulação e mecanismo de suor) e hormonais de um indivíduo podem influenciar a capacidade do organismo de dissipar e proteger-se do calor (BAR-OR; ROWLAND, 2004, INBAR et al., 2004). A sudorese não está totalmente desenvolvida nos meninos pré-púberes, possivelmente, devido a ausência de maturação em função da falta de secreção dos hormônios masculinos, além disso,

as habilidades das glândulas sudoríparas não se desenvolvem de forma uniforme em todo o corpo durante o crescimento e a maturação (INOUE et al., 2004). Segundo Falk; Bar-Or e MacDougall (1992), o tamanho da glândula sudorípara parece estar relacionado com a idade e a altura do indivíduo; e, durante o crescimento e a maturação deste, o aumento do tamanho da glândula está associado ao aumento dos estímulos colinérgico e adrenérgico.

A taxa de sudorese, em qualquer condição ambiental ou intensidade de exercício, é significativamente menor em meninos pré-púberes do que em pós-púberes, quando corrigida pela superfície de massa corporal. No entanto, quando expressa por quilograma de massa corporal, é similar entre os grupos maturacionais (FALK; BAR-OR; MACDOUGALL, 1992). Em contraste, parece não haver diferenças na taxa de sudorese entre meninas e mulheres, durante o exercício em ambiente quente e úmido (DRINKWATER et al., 1977, RIVERA-BROWN et al., 2006). Ademais, parece não haver diferenças entre os gêneros na taxa de sudorese quando as crianças apresentam similares graus de atividade física e não são aclimatadas (MEYER et al., 1992).

Meninos pré-púberes, quando comparados com adultos, apresentam menor produção de suor relativa ao aumento da temperatura retal; menor taxa de sudorese por glândulas; maior perda de calor evaporado pelo suor quando normalizado pela massa corporal; e maior eficiência da sudorese (perda por evaporação/sudorese total) durante exercício no calor (INBAR et al., 2004). Assim como os púberes, eles também apresentam um menor acúmulo de calor quando comparados com pós-púberes (FALK; BAR-OR; MACDOUGALL, 1992). Possivelmente isso ocorra porque as crianças produzem gotas de suor menores e menos espaçadas, resultando em um maior resfriamento; e porque as gotas de suor dos adultos, por serem maiores, podem escorrer pela pele e não resfriar tão eficientemente (INBAR et al., 2004).

A análise da composição do suor de crianças que praticam atividade física no calor pode prever o risco de perdas de eletrólitos e ajudar na prescrição de reposição. Crianças pré-púberes, independentemente do gênero, apresentam uma menor concentração de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{K}^+$  quando comparadas com os púberes (MEYER et al., 1992) durante o exercício em cicloergômetro no calor, dentro de uma câmara ambiental. Ver Tabela 1.

A concentração de lactato no suor também depende do estado maturacional das crianças e da duração do exercício. Tal concentração é maior nas crianças pré-

púberes do que em púberes, pós-púberes e adultos (FALK et al., 1991, MEYER et al., 2006). Já a concentração de amônia não sofre diferença após duas sessões de 20 min de exercício (MEYER et al., 2006). Ver Tabela 1.

TABELA 1. Concentração de eletrólitos, lactato e amônia (em  $\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) no suor de pré-púberes e púberes.

	$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$	$\text{K}^+$	Lactato	Amônia
Pré-púberes	25 - 35	15 - 20	12	14 - 24	3,9 - 4,7
Púberes	35 - 40	35 - 40	10 - 15		

Adaptada de MEYER et al., 1992 e 2007.

## **AValiação DO ESTADO DE HIDRATAÇÃO**

A avaliação do estado de hidratação pré-treinamento ou competição é importante, principalmente para os jovens atletas que participam de modalidades esportivas em que a categoria de competição é determinada pelo peso corporal, já que estão propensos a iniciar a atividade desidratados. O diagnóstico do estado de hidratação pode ser feito mediante a avaliação clínica ou de alterações na massa corporal e nos marcadores sanguíneos e urinários.

A avaliação clínica por meio do reconhecimento de sinais e sintomas é outra forma de avaliar a desidratação durante o exercício no calor. Os primeiros sintomas de hipo-hidratação são sede e desconforto com o calor. Na hipo-hidratação leve a moderada, um indivíduo adulto pode apresentar como sinais e sintomas cansaço, cãibra, apatia e pele vermelha. Com um maior déficit de água, pode apresentar tontura, dor de cabeça, vômito, náuseas, sensação de calor na cabeça e no pescoço, tremores, redução de desempenho, dispneia, perda de apetite, sede, intolerância ao calor, e urina mais escura e em menor quantidade. Já com hipo-hidratação severa, o indivíduo pode apresentar dificuldade de engolir, perda de equilíbrio, pele seca e murcha, olhos afundados e visão fosca, dor para urinar, pele dormente, delírio e espasmos musculares (CASA et al., 2000, BAR-OR; ROWLAND, 2004).

Medidas de massa corporal podem ser uma forma sensível de determinar o estado de hidratação após o exercício, se os cuidados para sua aferição forem tomados antes e depois do exercício, tais como urinar e evacuar antes, usar o mínimo de roupa possível e nenhum calçado, e estar com o corpo seco (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007). A hipo-hidratação induzida pelo exercício pode ser classificada de acordo com o percentual de perda de peso em leve (< 4%), moderada (5-8%) e severa (8-10%) (MEYER, 1993).

A determinação do estado de hidratação por parâmetros sanguíneos, como a osmolaridade, é sensível e mais utilizada em pesquisa (QUINTON; TORMEY, 1976, SAWKA, 1992). Num estudo (POPOWSKI et al., 2001) com atletas adultos, a desidratação de 1% em 40 min de exercício foi suficiente para aumentar  $7 \text{ mOsm}\cdot\text{l}^{-1}$  na osmolaridade sanguínea.

Os marcadores urinários mais utilizados para a verificação do estado de hidratação são osmolaridade, gravidade específica da urina (GEU) e coloração (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007, ARMSTRONG et al., 1994, 1998 e 2005, CASA et al., 2000, OPPLINGER et al., 2005, SHIRREFFS, 2003).

A Tabela 2 apresenta a classificação do estado de hidratação baseado na alteração de massa corporal e de marcadores urinários.

TABELA 2. Parâmetros para determinação do estado de hidratação de acordo com as alterações de massa corporal e com parâmetros urinários.

Parâmetro	% Alteração de massa corporal	Osmolaridade de urina (mOsm·kg <sup>-1</sup> )	Gravidade específica da urina	Coloração da urina
Bem hidratado	+1 – -1	< 400	< 1.010	1 – 2
Hipo-hidratação leve	-1 – -3	400 – 700	1.010 – 1.020	3 – 4
Hipo-hidratação moderada	-4 – -5	700 – 1050	1.020 – 1.030	5 – 6
Hipo-hidratação severa	< -5	> 1050	> 1.030	> 6

Adaptada de ARMSTRONG et al., 1998 e CASA et al., 2000.

Utilizando parâmetros urinários (osmolaridade, condutividade, coloração e GEU), Kutlu e Guler (2006) avaliaram meninos atletas de taekwon-do e concluíram que, durante os 11 dias de concentração pré-competição, eles estavam hipohidratados pela manhã. Stover et al. (2006) também utilizaram parâmetros urinários para avaliar o estado de hidratação de jovens atletas de futebol americano. Durante uma semana, a gravidade específica da urina foi medida antes do treinamento da manhã; e, na semana seguinte, os atletas foram orientados sobre hidratação e receberam ~1200 ml de água ou bebida esportiva para serem consumidos à noite e pela manhã. Observou-se que, durante a semana em que não houve intervenção, pelo menos 60% dos atletas estavam hipohidratados, com a gravidade específica da urina acima de 1.020; e, após a orientação de hidratação, houve uma melhora significativa do seu estado de hidratação, com a redução da gravidade específica da urina de 1.021 para 1.016 ( $p < 0,01$ ).

## EQUILÍBRIO HÍDRICO

As crianças, mesmo quando lhes é oferecida água *ad libitum* durante o exercício, não bebem uma quantidade suficiente para repor suas perdas pelo suor, causando, assim, hipohidratação (BAR-OR et al., 1980, RODRIGUEZ SANTANA et al., 1995, WILK; BAR-OR, 1996). Mínimos graus de desidratação já são suficientes para afetar o tempo de tolerância à prática de exercício no calor; e a redução de 1% do peso corporal em crianças é suficiente para reduzir o volume sanguíneo e a capacidade aeróbica, e aumentar a temperatura central (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005, WILK et al., 2002). A perda de 2% do peso corporal sem o consumo de líquidos pode afetar habilidades específicas do basquete em jovens atletas (DOUGHERTY et al., 2006).

Muitas vezes, as práticas de hidratação adotadas por atletas jovens são inadequadas para manter seu estado de hidratação durante um treinamento ou uma competição. Nichols et al. (2005) sugerem que os atletas jovens, em momentos de treino ou competição, não aplicam os conhecimentos que adquiriram sobre práticas de hidratação.

A ingestão voluntária de água não é suficiente para manter o balanço hídrico nem o estado de euhidratação, mesmo de crianças cronicamente aclimatadas e que praticam exercício no calor, ao ar livre, na sombra ou no sol (RODRIGUEZ SANTANA et al., 1995); ou de jovens triatletas em provas simuladas de duatlon (IULIANO et al., 1998).

Quando são adicionados sabor, carboidrato (CHO) e eletrólitos à bebida, ocorre um aumento de 30 a 45% no seu consumo comparado com o da água, reduzindo a desidratação voluntária (WILK; BAR-OR, 1996) no entanto, não há alteração nas respostas termorregulatórias (RIVERA-BROWN et al., 1999). Além disso, o consumo de bebidas esportivas por crianças durante o exercício no calor não altera a intensidade da sede nem causa desconforto estomacal (MEYER; BAR-OR; WILK, 1995).

A reposição de líquidos durante o exercício ao ar livre no calor e suas respostas termorregulatórias foram estudadas em jovens tenistas durante 120 min de treinamento em quadra (BERGERON; WALLER; MARINIK, 2006). Nesse estudo, quando consumiram bebidas com CHO e eletrólitos, os atletas mantiveram a temperatura central significativamente mais baixa do que com o consumo de água.



Num estudo subsequente (BERGERON et al., 2009), não foram encontradas diferenças na temperatura central, na taxa de estresse térmico e no índice de dano fisiológico (relação temperatura central e frequência cardíaca) de jovens atletas após duas sessões seguidas de 80 min de exercício no calor (33°C e 48% UR), com um intervalo de 1 h entre elas. Os autores sugerem que o consumo de bebida com CHO e eletrólitos em um volume suficiente para mantê-los euhidratados durante o intervalo foi o responsável pelo retorno da temperatura central a valores basais (pré-sessão 1 de exercício).

## **RECOMENDAÇÃO DE HIDRATAÇÃO PARA CRIANÇAS**

Até o presente momento, não existe um consenso sobre recomendação de hidratação para crianças e adolescentes que praticam atividade física no calor. Estima-se que o balanço hídrico de crianças sedentárias seja de 1,6 l por dia (PETRIE; STOVER; HORSWILL, 2004). Sabe-se que, durante as sessões de treinamento ou competições, as crianças e os adolescentes sofrem um aumento das perdas hidroeletrólíticas pelo suor, aumentando a necessidade de consumo de líquido.

Com o objetivo de iniciar um treinamento ou uma competição euhidratado, cada atleta deve desenvolver e treinar uma rotina de hidratação. Recomenda-se iniciar o processo de hidratação 4 h antes do exercício, consumindo aproximadamente 5-7 ml/kg de peso corporal (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION; DIETITIANS OF CANADA; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

As bebidas oferecidas aos atletas devem estar acessíveis, em garrafas adequadas e de fácil alcance, e em baixa temperatura. Durante o exercício, recomenda-se que a ingestão de líquidos ocorra de forma sistemática e que o volume ingerido seja de acordo com a taxa de sudorese. A água é uma boa opção quando a duração do exercício for inferior a 60 min e as condições ambientais estiverem adequadas à prática do exercício.

Quando a duração do exercício ultrapassar 90 min e a intensidade do exercício for de moderada a alta (verificada pela taxa de percepção ao esforço ou pela frequência cardíaca), recomenda-se adicionar CHO (6-8%), eletrólitos (sódio

20-25 mEq/l) e sabor à bebida para promover uma maior absorção de água e aumentar a palatabilidade (MEYER; BAR-OR; WILK, 1995).

Após o exercício, água e sódio devem ser repostos caso haja perda significativa dos mesmos (SHIRREFFS, 2001). Segundo o American College of Sports Medicine (2007), 1,5% do peso perdido deve ser repostado. Recomenda-se também o consumo de lanches para aumentar a sede e ajudar na retenção de sódio e líquido pelo organismo.

## **CONCLUSÃO**

A prática de exercício físico deve ser sempre incentivada à criança; no entanto, alguns cuidados devem ser tomados para que essa prática seja segura quando no calor. As crianças, embora apresentem uma taxa de sudorese e uma perda de eletrólitos pelo suor menores que as dos adultos, estão propensas à desidratação e aos seus possíveis danos tanto ao desempenho quanto a saúde. A avaliação do estado de hidratação pré-exercício pode ser necessária, já que os jovens não repõem o que perdem durante o exercício e já iniciam a próxima sessão desidratados. Sendo assim, é importante educá-las para o consumo de líquidos antes, quando necessário durante, e após o exercício no calor.

## **REFERÊNCIAS**

1. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, Committee on Sports Medicine and Fitness. Promotion of healthy weight-control practices in young athletes. *Pediatrics*, v. 116, n. 4, p. 1557-64, 2005.
2. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: SAWKA, M.N. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 39, p. 377-90, 2007.
3. AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, DIETITIANS OF CANADA, AND AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Nutrition and Athletic Performance Medicine and Science in Sports Exercise, v. 41, n. 3, p. 709-31, 2009.
4. ARMSTRONG, L.E. Hydration Assessment Techniques. *Nutrition Reviews*, v. 63, p. 40-54, 2005.
5. ARMSTRONG, L.E. et al. Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. *International Journal of Sport Nutrition*, v. 8, n. 4, p. 345-55, 1998.

6. ARMSTRONG, L.E. et al. Urinary indices of hydration status. *International Journal of Sport Nutrition*, v. 4, n. 3, p. 265-79, 1994.
7. BAR-OR, O. & ROWLAND, T.W. Climate, body fluids, and the exercising child. In: *Pediatric Exercise Medicine: From physiologic principles to health care application*. Champaign, IL. United States of America: Human Kinetics, 2004, p. 69-101.
8. BAR-OR, O. et al. Voluntary hypohydration in 10- to 12-years-old boys. *Journal of Applied Physiology*, v. 48, p. 104-8, 1980.
9. BERGERON, M. et al. Repeated-bout exercise in the heat in young athletes: physiological strain and perceptual responses. *Journal of Applied Physiology*, v. 106, p. 476-85, 2009.
10. BERGERON, M.; WALLER, J.L.; MARINIK, E.L. Voluntary fluid intake and core temperature responses in adolescent tennis players: sports beverage versus water. *British Journal of Sports Medicine*, v. 40, p. 406-10, 2006.
11. CASA, D.J. et al. National Athletic Trainers Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *Journal of Athletic Training*, v. 35, n. 2, p. 212-24, 2000.
12. DOUGHERTY, K.A. et al. Two percent dehydration impairs and six percent carbohydrate drink improves boys basketball skills. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 38, p. 1650-8, 2006.
13. DRINKWATER, B.L. et al. Response of prepubertal girls and college women to work in the heat. *Journal of Applied Physiology*, v. 43, p. 1046-53, 1977.
14. FALK, B. & DOTAN, R. Children's thermoregulation during exercise in the heat: a revisit. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 33, n. 2, p. 420-7, 2008.
15. FALK, B. Effects of thermal stress during rest and exercise in the paediatric population. *Sports Medicine*, v. 25, p. 221-240, 1998.
16. FALK, B.; BAR-OR, O.; MACDOUGALL, J.D. Thermoregulatory responses of pre-, mid-, and late-pubertal boys to exercise in dry heat. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 24, p. 688-94, 1992.
17. FALK, B. et al. Sweat lactate in exercising children and adolescents of varying physical maturity. *Journal of Applied Physiology*, v. 71, p. 1735-40, 1991.
18. INBAR, O. et al. Comparison of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys, young adults and older males. *Experimental Physiology*, v. 89, p. 671-700, 2004.
19. INOUE, Y.; KUWAHARA, T.; ARAKI, T.J. Maturation - and aging-related changes in heat loss effector function. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, v. 23, p. 289-94, 2004.

20. IULIANO, S. et al. Examination of the self-selected fluid intake practices by junior athletes during a simulated duathlon event. *International Journal of Sport Nutrition*, v. 8, p. 10-23, 1998.
21. KOVACS, M.S. Hydration and temperature in tennis – a practical review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 5, p. 1-9, 2006.
22. KUTLU, M. & GULER, G. Assessment of hydration status by urinary analysis of elite junior taekwon-do athletes in preparing for competition. *Journal of Sports Sciences*, v. 24, p. 869-73, 2006.
23. MAUGHAN, R.J. et al. Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *Journal of Sports Sciences*, v. 23, p. 73-9, 2005.
24. MAUGHAN, R.J. et al. Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, v. 14, p. 333-46, 2004.
25. MEYER, F. et al. Effect of age and gender on sweat lactate and ammonia concentrations during exercise in the heat. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 40, p. 135-43, 2006.
26. MEYER, F.; BAR-OR, O.; WILK, B. Children's perceptual responses to ingesting drinks of different composition during and following exercise in the heat. *International Journal of Sport Nutrition*, v. 5, p. 13-24, 1995.
27. MEYER, F. & BAR-OR, O. Fluid and electrolyte loss during exercise: the pediatric angle. *Sports Medicine*, v. 18, p. 4-9, 1994.
28. MEYER, F. Water & electrolyte losses and replenishment in children during prolonged exercise in the heat: physiological and perceptual considerations. 1993. 171 f. Tese. (Doutorado). *Physiology and Pharmacology*. McMaster University, Hamilton, Ontário – Canadá. 1993.
29. MEYER, F. et al. Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: effects of gender and maturation. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 24, p. 776-81, 1992.
30. NICHOLS, P.E. et al. Knowledge, attitudes, and behaviors regarding hydration and fluid replacement of collegiate athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, v. 15, p. 515-527, 2005.
31. OPPLINGER, R.A. et al. Accuracy of urine specific gravity and osmolality as indicators of hydration status. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, v. 15, n. 3, p. 236-5, 2005.
32. PALACIOS, C.; WIGERTZ, K.; WEAVER, C.M. Comparison of 24-hour whole body versus patch test for estimating body surface electrolyte losses. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, v. 13, p. 479-88, 2003.

33. PATTERSON, M.J.; GALLOWAY, S.D.R.; NIMMO, M.A. Variations in regional sweat composition in normal human males. *Experimental Physiology*, v. 85, p. 869-75, 2000.
34. PETRIE, H.J.; STOVER, E.A.; HORSWILL, C.A. Nutritional concerns for the child and adolescent competitor. *Nutrition*, v. 20, p. 620-31, 2004.
35. POPOWSKI, L.A. et al. Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 33, n. 5, p. 747-53, 2001.
36. QUINTON, P.M. & TORMEY, J.M. Localization of Na/K-ATPase in the secretory and reabsorptive epithelia of perfused eccrine sweat glands: A question to the role of the enzyme in secretion. *The Journal of Membrane Biology*, v. 29, p. 383-99, 1976.
37. RIVERA-BROWN, A.M. et al. Voluntary drinking and hydration in trained, heat-acclimatized girls exercising in a hot and humid climate. *European Journal of Applied Physiology*, v. 103, p. 109–16, 2008.
38. RIVERA-BROWN, A.M. et al. Exercise tolerance in a hot and humid climate in heat-acclimatized girls and women. *International Journal of Sports Medicine*, v. 27, p. 943-50, 2006.
39. RIVERA-BROWN, A.M. et al. Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising trained, heat-acclimatized boys. *Journal of Applied Physiology*, v. 86, p. 78-84, 1999.
40. RODRÍGUEZ SANTANA, J.R. et al. Effect of drink pattern and solar radiation on thermoregulation and fluid balance during exercise in chronically heat acclimatized children. *American Journal of Human Biology*, v. 7, p. 643-50, 1995.
41. ROWLAND, T. Thermoregulation during exercise in the heat in children: old concepts revisited. *Journal of Applied Physiology*, v. 105, p. 718–724, 2008.
42. SAWKA, M.N. Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 24, n. 6, p. 657-70, 1992.
43. SHIRREFFS, S.M. et al. The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, v. 26, p. 90-5, 2005.
44. SHIRREFFS, S.M. Markers of hydration status. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 57, n. 2, p. 6-9, 2003.
45. SHIRREFFS, S.M. Restoration of fluid and electrolyte balance after exercise. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v. 26, p. 228-35, 2001.

46. STOVER, E.A. et al. Consistently high urine specific gravity in adolescent American football players and the impact of an acute drinking strategy. *International Journal of Sports Medicine*, v. 27, p. 330-5, 2006.
47. VERDE, T. et al. Sweat composition in exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology*, v. 52, p. 1540-5, 1982.
48. WILK, B.; RIVERA-BROWN, A.M.; BAR-OR, O. Voluntary drinking and hydration in non-acclimatized girls exercising in the heat. *European Journal of Applied Physiology*, v. 101, n. 6, p. 727-34, 2007.
49. WILK, B.; YOXIU, H.; BAR-OR, O. Effect of body hypohydration on aerobic performance of boys who exercise in the heat. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 34, n. 5, p. S48, 2002.
50. WILK, B. & BAR-Or, O. Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat. *Journal of Applied Physiology*, v. 80, p. 1112-7, 1996.

## **III - METODOLOGIA**

### **3.1 DELINEAMENTO**

Esta tese é um estudo de coorte e analítico que avaliou a associação entre o estado de hidratação, a sudorese e a concentração de eletrólitos no suor de jovens pré-púberes e púberes fisicamente ativos em situação de treino no calor.

### **3.2 INTERVENÇÃO OU FATOR EM ESTUDO**

Grau de maturação

Ambiente do exercício

Temperatura ambiental

### **3.3 DESFECHO CLÍNICO**

Variação de massa corporal, gravidade específica e coloração da urina

Eletrólitos no suor

Sudorese

### **3.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA**

A população consistiu de jovens de ambos os sexos, pré-púberes e púberes de acordo com os critérios de Tanner, praticantes de esportes ou ao ar livre (futebol e tênis) em ginásio (futsal e ginástica olímpica).

O cálculo da amostra foi realizado no programa PEPI (Programs for Epidemiologists) versão 4.0 e baseado no estudo de Meyer et al. (1992). Considerando um nível de significância de 5%, um poder de 80% e um tamanho de efeito  $\geq 1$  entre os pré-púberes e púberes obteve-se um tamanho amostral mínimo de 34 crianças, 17 por cada grupo maturacional por ambiente de exercício (ar livre ou ginásio) o que resulta em um total de 68 crianças.

Foram excluídas da amostra (critérios de exclusão) todas os sujeitos obesos (IMC  $\geq 30$ ) ou portadores de alguma doença como diabetes mellitus, asma, alergia, etc. ou que fizesse uso de alguma medicação.

Somente participaram do estudo os sujeitos que concordaram com todos os procedimentos e depois que um dos pais ou responsável assinasse o termo de consentimento informado (ANEXO B), que foi aprovado pela Comissão de Pesquisa e Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) número 2007808 (ANEXO C).

### **3.5 LOCAL DE ORIGEM**

A pesquisa tem origem na Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

### **3.6 LOCAL DE REALIZAÇÃO**

As coletas de dados ocorreram na ESEF e nos locais de treino.

Sessão de Avaliação

- Avaliação Antropométrica e Teste de Potência Aeróbica ( $VO_{2\text{pico}}$ ): Laboratórios de Fisiologia do Exercício do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) na ESEF da UFRGS.

Sessão Treino:

- Tênis: Associação Leopoldina Juvenil; Equipe juvenil de tênis
- Futebol: Escola de futebol Planet Ball;
- Futsal: Petrópole Tênis Clube; Escola de futsal
- Ginástica Artística: ESEF da UFRGS; Equipe de ginástica artística ESEF

### **3.7 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO**

Estes procedimentos ocorreram de forma semelhante e adaptada às quatro modalidades, e estão descritos detalhadamente nos respectivos artigos originais.

Sessão de Avaliação



Nesta sessão os atletas respondiam uma entrevista, em que foram verificados os dados pessoais, de saúde, do nível de atividade física e de nutrição (ANEXO D).

Na avaliação antropométrica foram medidos a massa corporal, estatura, dobras cutâneas.

O estágio maturacional foi autodeterminado de acordo com a classificação descrita por Tanner (1962), em que pré-púbere corresponde ao estágio I, púbere ao estágio II – IV e pós-púbere ao V (ANEXO E).

A determinação do  $VO_{2\text{pico}}$  foi feita em cicloergometro (Ergo Cycle 167, ENRAF NONIUS) , seguindo o protocolo da McMaster.

### Sessão Treino

Nesta sessão foram avaliados o grau de hidratação pré- e pós-treino, a sudorese, o balanço hídrico e a concentração de eletrólitos no suor.

Para a coleta de dados, tivemos dois cuidados especiais: o de manter um padrão de condições ambientais nos dias de coletas, para que todos se exercitassem sob mesmas condições ambientais e que favorecesse a sudorese; e de não interferir na rotina treino dos sujeitos.

Os testes foram realizados em dias de treino nos verões de 2009 e 2010, com temperatura ambiente entre 23 e 35 °C a umidade relativa do ar entre 30 e 85%.

A dinâmica dos treinos dos atletas foi previamente discutida com os treinadores e foi solicitado que eles não alterassem a rotina de treino que fossem realizadas as atividades comumente praticadas pelas crianças.

### **Análises e Cálculos**

As  $[Na^+]$ ,  $[Cl^-]$  e  $[K^+]$  do suor foram determinadas através do analisador de eletrólitos modelo AVL 9180 (ROCHE) do Laboratório de Bioquímica do LAPEX – ESEF/UFRGS.

A taxa de sudorese foi calculada conforme a fórmula (STOVER et. al 2006):

$$\text{Taxa de sudorese} = \frac{[(\text{peso inicial} - \text{peso final}) + \text{volume de liquido ingerido} - \text{volume de urina}]}{\text{tempo em horas}}$$

O grau de hidratação em relação a massa corporal inicial foi medida pela alteração da massa corporal que é calculado pela fórmula:

$$\% \text{ desidratação} = [( \text{peso inicial} - \text{peso final} ) \times 100] \div \text{peso inicial}$$

Balanço hídrico foi calculado pela diferença entre a perda hídrica e o consumo de líquidos durante o exercício.

$$\text{Balanço hídrico} = (\text{peso inicial} - \text{peso final})$$

Todos os procedimentos foram realizados por uma equipe previamente treinada, e cada um dos procedimentos foi realizado pelo mesmo membro da equipe. A execução correta dos protocolos padronizados foram conferidos pela doutoranda.

### 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a normalidade dos dados. Os dados nos artigos estão expressos em média  $\pm$  desvio padrão. A análise de variância ANOVA one-way com post-hoc de Tukey ou o teste  $t$  não-pareado foi usado para comparar as características físicas, de hidratação e de sudorese, bem como as concentrações de eletrólitos no suor entre as modalidades e o grau maturacional. Já o teste  $t$  pareado foi usado para comparar a massa corporal pré- e pós-treino; e, na urina, a gravidade específica, a coloração. A análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas com post-hoc de LSD (Least Significance Difference) foi aplicada para comparar a FC e TPE ao longo do tempo. A significância estatística considerada foi  $p < 0,05$ . As análises foram realizadas no programa SPSS (Statistical Package for the Social Science) versão 13.0.

## **IV – ARTIGOS ORIGINAIS**

**4.1 Artigo – Balanço hídrico e rehidratação em meninos durante uma sessão de treino de futebol e futsal no calor**

**4.2 – Artigo – Estado de hidratação e balanço hídrico de jovens durante uma sessão de treino de tênis no calor**

**4.3 Artigo – Balanço hídrico de atletas de ginástica artística durante uma sessão de treino no verão**

O resumo deste artigo foi aceito na forma de resumo para apresentação no “*2<sup>nd</sup> Joint Meeting of the North American Society for Pediatric Exercise Medicine (NASPEM) and the European Group for Pediatric Work Physiology (PWP)*”, a ser realizado nos dias 22 a 26 de setembro de 2010, Ontário, Canadá (ANEXO F).

#### 4.1 BALANÇO HÍDRICO E REIDRATAÇÃO EM MENINOS DURANTE UMA SESSÃO DE TREINO DE FUTEBOL E FUTSAL NO CALOR

Claudia Altmayer Perrone, Jocelito Bijoldo Martins, Paulo Sehl, Flavia Meyer

##### Resumo

Este estudo avaliou o volume de suor, o balanço hídrico e o estado de hidratação de meninos pré-púberes (PP) e púberes (P) em uma sessão de treino de futebol (FB) e de futsal (FS) em dias de calor (23°C – 85%UR a 33°C – 30%UR). Participaram deste estudo 21 meninos que frequentavam escolas extraclasse de futebol, 13 PP (FBPP) e 8 P (FBP); e 26 meninos que frequentavam escolas extraclasse de futsal, 14 PP (FSPP) e 12 P (FSP). Ao chegarem para o treino, os meninos eram orientados a urinar e, depois, eram pesados. Amostras de urina foram coletadas para análise de gravidade específica de urina (GEU) e coloração. Durante o treino (a cada 30 minutos) os meninos tinham acesso ao consumo de água de garrafas individuais, que foram pesadas antes e depois do treino para cálculo do volume ingerido. Os tempos médios das sessões de treino foram 1-1,4 h. A GEU e a coloração indicaram que os meninos iniciaram o treino hipo-hidratados. A taxa de sudorese em ml por hora (FBPP, 392 ± 219; FBP, 652 ± 340; FSPP, 423 ± 160; FSP, 494 ± 237) e os valores de balanço hídrico negativo (FBPP, - 0,67 ± 0,78; FBP, - 0,71 ± 0,58; FSPP, - 0,43 ± 0,69; FSP, - 0,54 ± 0,46%) foram similares entre as modalidades e os grupos maturacionais. No futebol, o volume de suor e de ingestão de água dos FBP foi significativamente maior do que o dos FBPP (852 ± 399 e 447 ± 259 ml; p=0,024 e p=0,033 respectivamente). Essa diferença maturacional, não foi observada no futsal, nem no volume de suor (FSPP, 503 ± 220; e FSP, 627 ± 282 ml) nem no volume de água ingerida (FSPP 342 ± 118; e FSP, 344 ± 194 ml). Concluímos que de acordo com marcadores urinários, os meninos já iniciaram o exercício hipo-hidratados, e o treino resultou em uma perda, embora mínima, de massa corporal.

FLUID BALANCE AND REHYDRATION IN BOYS DURING A TRAINING SESSION OF SOCCER AND FUTSAL IN THE HEAT

## **Abstract**

This study examined sweat volume, body fluid balance and hydration state in prepubertal (PB) and pubertal (P) boys in a training session of soccer (SC) or futsal (FS) in warm days (23 to 33°C and 30 to 85%RH). Participants were boys who attended out-of-school classes of soccer (n=21, 13PP (SCPP) and 8P (SCP)) and futsal (n=26 14PP (FSPP) and 12P (FSP)). On arrival and after training, athletes voided and their body mass was measured. Urine samples were taken for analyses of urine specific gravity (USG) and color. During training (every 30 min), athletes could drink water as desired from their individual bottles that were weighed before and after the training to calculate volume intake. Training sessions lasted from 1 to 1.4 h. USG and urine color indicated that most boys were hypohydrated at the beginning of the training. Sweat rate in ml per hour (SCPP 392±219, SCP 652±340, FSPP 423±160, FSP 494±237) and respective negative water balance in % (0.67±0.78, 0.71±0.58, 0.43±0.69 and 0.54±0.46) were similar across modalities and maturational groups. In soccer, sweat volume and water intake of the P were greater than those of PP in ml (852 ± 399 e 447 ± 259 ml; p=0,024 e p=0,033 respectively), while in futsal such maturational differences were not observed in the respective sweat volume and water intake between P (627±282 and 344±194ml) and PP (503±220, 342±118ml). In conclusion, urinary markers indicated that boys started the training in a hypohydrated state and sessions resulted in a consistent, although minimal, body water loss.

## **INTRODUÇÃO**

No Brasil, assim como em vários países, tanto o futebol como o futsal são modalidades muito populares entre os meninos. Por esse motivo, são incluídas na educação física escolar e também são escolhidas como atividades regulares extraclasse e recreativas, independentemente da sazonalidade. A partida de futsal tem menor duração (40 x 90 min) e menos jogadores (5 x 11) do que o futebol e é praticada dentro de ginásio; enquanto que o futebol é praticado ao ar livre. Mesmo assim, ambas as modalidades têm um padrão intermitente de esforço e sessões de treino semelhantes. A duração e a intensidade de treino podem causar sudorese expressiva em condições de calor e, conseqüentemente, desidratação.

A manutenção da hidratação corporal durante o exercício tem sido uma preocupação para profissionais envolvidos com jovens que praticam atividade física no calor. A evaporação do suor é a principal via de eliminação do calor produzido durante o exercício; e, caso a água perdida pelo suor não seja reposta, ocorre a desidratação. Um pequeno grau de 2% de desidratação pode afetar o desempenho (DOUGHERTY et al., 2006) e prejudicar a saúde (CASA et al., 2000; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007), inclusive em crianças (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005; BAR-OR et al., 1980).

Poucos estudos (McDERMOTT et al., 2009; BERGERON et al., 2009; RIVERA-BROWN et al., 1999; RODRIGUEZ SANTANA et al., 1995; e MEYER et al., 1995, 1992) avaliaram as perdas de água e de eletrólitos no suor em crianças durante sessões de treino no calor. Alguns desses estudos (MEYER et al., 1992 e 1995) foram realizados em laboratório, com protocolos em que a intensidade do exercício e a temperatura ambiental foram padronizadas e controladas. Outros estudos (BERGERON et al., 2009; RIVERA-BROWN et al., 1999; RODRIGUEZ SANTANA et al., 1995) ocorreram ao ar livre, mas com protocolos de exercício pré-estabelecidos. Três estudos (MAUGHAN et al., 2004; SHIRREFFS et al., 2005 e 2008) avaliaram o balanço hídrico em futebolistas adultos, nenhum com futsal; e um estudo (McDERMOTT et al., 2009), em meninos jogadores de futebol americano.

O objetivo deste estudo foi avaliar o volume de suor, o balanço hídrico e o estado de hidratação de meninos pré-púberes e púberes decorrente de uma sessão de treino de futebol e de futsal em dias de calor.

## **MÉTODOS**

*Sujeitos.* Vinte e um meninos participantes de escolinhas de futebol (FB) e 26 meninos participantes de escolinhas de futsal (FS), tanto pré-púberes (FBPP, n= 13 e FSPP, n=14) como púberes (FBP, n=8; e FSP, n= 12) participaram deste estudo. Todos os meninos forneceram o consentimento verbal, e um dos pais assinou o termo de consentimento após a explicação dos procedimentos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

*Sessão de avaliação física.* Os meninos compareceram ao laboratório para avaliação antropométrica e de capacidade aeróbica. As características dos meninos

estão descritas na Tabela 1 conforme a modalidade e a maturação. Apenas no FB, os meninos apresentaram diferenças de peso, estatura e área de superfície corporal (ASC). Eles não apresentavam qualquer doença crônica nem faziam uso de qualquer medicação, de acordo com as respostas a um questionário aplicado nesta sessão.

Tabela 1. Características físicas dos meninos

Modalidade	Tanner	N	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Estatura (m)	$\sum$ 7 dobras cutâneas (mm)	ASC (m <sup>2</sup> )	VO <sub>2pico</sub> (ml/kg/min)
FBPP	1	8	9,5±1,06	37,36±7,17	1,37±0,40	131±72	1,86±0,10	40±8,5
FBP	2	7	13,1±2,1*	58,03±17,93*	1,59±0,12*	145±75	1,59±0,29*	45±9,5
FSP	1	10	9,3±1,25^	34,71±6,36^	1,36±0,66^	104±56	1,14±0,12^	34±9,2
FSP	2	6	11±1,41	41,62±11,75	1,47±0,91 <sup>+</sup>	122±80	1,29±0,21 <sup>+</sup>	37±986

\* p<0,001 entre FBPP e FBP; +p<0,05 entre FBP e FSP; ^p<0,001 ente FBP e FSP. FBPP; futebol pré-púberes, FBP; futebol púberes, FSP; futsal pré-púberes, FSP; futsal púberes.  $\sum$  dobras cutâneas: tríceps, bíceps, subescápula, suprailíaca, abdome, coxa e panturrilha. ASC = área de superfície corporal. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

A massa corporal foi determinada usando-se uma balança com precisão de 0,05 kg (G-TECH); e a estatura, um estadiômetro de parede (Seca, 0,01m). A ASC foi calculada aplicando-se a fórmula de DuBois & DuBois (1916) ( $ASC = 0,20247 \times estatura (m)^{0,725} \times massa\ corporal (kg)^{0,425}$ ). A adiposidade foi determinada pela soma de sete dobras cutâneas (tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaca, abdome, coxa e panturrilha), utilizando-se o compasso de Lange. O grau maturacional foi autodeterminado de acordo com a classificação de Tanner (1962), em que os PP correspondiam ao estágio 1; e os P, aos estágios 2-4.

O pico de consumo de oxigênio (VO<sub>2pico</sub>) foi avaliado adotando-se o protocolo da McMaster em um cicloergômetro (Ergo Fit 167, Spain). Esse protocolo consiste em incrementos progressivos a cada 2 min, com cargas de 15 a 25 W, dependendo da estatura. Os gases expiratórios dos meninos do futebol foram analisados usando-se calorimetria indireta de circuito aberto (*breath by breath*) (Medgraphics modelo CPX/D); e, nos meninos do futsal, foi feita a cada 10 seg (Medgraphics modelo VO 2000). O teste era interrompido quando algum dos critérios era alcançado: platô de VO<sub>2</sub>, frequência cardíaca >200 bpm (Polar S610, Polar Electro Oy, Finland), TPE >19 (BORG, 1982), inabilidade de manter a cadência de bicicleta em 60 rpm, ou exaustão mesmo com encorajamento verbal dos pesquisadores.

Sessão de Treino. Esta sessão ocorreu cerca de 7 a 10 dias de intervalo com a sessão de avaliação física, conforme o dia de treino dos meninos. As seis condições ambientais e de duração de treino estão descritas pela modalidade esportiva e pelo grupo maturacional na Tabela 2. Foram seis dias de avaliações; pois, tanto nos grupos de futebol como nos de futsal, as avaliações ocorreram em três dias de treinamento.

Tabela 2. Condições ambientais e duração de cada sessão de treino de futebol e futsal

Modalidade	Treino	Temperatura do ar (°C)	% Umidade	Duração (h)	
Futebol	1	27,2 ± 0,86	55,3 ± 3	PP	1,3 ± 0,4 (n=7)
	2	23,1 ± 0,56	85,7 ± 3,1	P	1,5 ± 0,1 (n=5)
				PP	1 ± 0,1 (n=6)
3	25,5 ± 2,36	84,7 ± 8,7	P	1,2 ± 0,4 (n=2)	
Futsal	1	28 ± 0,22	69 ± 1,83	P	1,6 (n=1)
	2	33	30	PP	1,4 ± 0,2 (n=5)
				P	1,3 ± 0,2 (n=9)
3	31	60	PP	1 ± 0,1 (n=6)	
				P	1,2 (n=3)
				P	1,2 (n=3)

Valores expressos em média ± desvio padrão.

Ao chegarem ao campo ou ao ginásio para o treino, os meninos eram orientados a urinar para esvaziar a bexiga e, depois, eram pesados (G-TECH, 0,05 kg) vestindo apenas calção. Uma amostra de urina foi separada para a análise da gravidade específica (GEU) (refratômetro, portátil, ATAGO) e da coloração, de acordo com a escala de Armstrong et al. (1998).

Cada menino recebeu sua garrafa individual contendo água para beber quanto quisesse, em intervalos a cada 30 min durante o treino, pois era esse o líquido que costumavam ingerir durante as sessões de treinamento. As garrafas eram pesadas antes e depois da sessão de treino para determinar o volume total ingerido.

Adesivos (curativos Tegaderm, 3M) eram colocados na região peitoral (~ 5 cm lateralmente ao esterno), escapular (sobre a espinha da escápula ~5 cm lateralmente à coluna vertebral), conforme descrito por Patterson et al. (2000). Primeiro, a pele era limpa com água deionizada, e depois eram colocados os



adesivos. Os adesivos eram removidos no final da sessão de treino, transferidos para uma seringa e, após, espremidos para se obter a amostra, que era colocada em um microtubo. Alguns adesivos foram perdidos durante o treino, e alguns não forneceram suor suficiente para análise (peito: FBPP, n=5; FBP, n=3; FSP, n=2; escápula: FBPP, n=3; FBP, n=1; FSP, n=2). Ao final do treino, os meninos eram secos com uma toalha, esvaziavam a bexiga e, após, eram pesados. Uma amostra de urina foi novamente separada para avaliação da coloração e da GEU.

O balanço hídrico foi calculado pela mudança da massa corporal. O volume de suor foi determinado pela diferença de massa corporal antes e depois do treino mais o volume de água consumido. O volume de suor foi expresso pela unidade de tempo (em 1 hora) e corrigido pela ASC para caracterizar a taxa de sudorese. As concentrações de sódio ( $[Na^+]$ ), cloro ( $[Cl^-]$ ) e potássio ( $[K^+]$ ) do suor foram analisadas utilizando-se o método de íon eletrosseletivo (AVL 9180 – ROCHE).

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

A distribuição dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Como todas as variáveis tiveram distribuição simétrica, os dados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão. A análise de variância ANOVA one-way foi aplicada para comparar as características físicas, de hidratação e de sudorese, bem como as concentrações de eletrólitos no suor entre as modalidades conforme o grau maturacional, com post-hoc de Tukey para identificar quais grupos diferiam quando a ANOVA era estatisticamente significativa. Já o teste-t pareado, para comparar a massa corporal pré- e pós-treinamento; e, na urina, a gravidade específica, a coloração. A significância estatística considerada foi  $p < 0.05$ . Foi utilizado para análise dos dados o pacote estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 13.0.

## **RESULTADOS**

No FB, seis meninos (1 PP e 5 P) e, no FS, nove (4 PP e 5 P) faltaram à primeira sessão. Mesmo assim, os dados da segunda sessão foram utilizados para avaliação das perdas hidroeletrolíticas.

Os resultados da sessão de treino estão apresentados de acordo com o grupo maturacional e a modalidade esportiva. Todos os meninos foram considerados

ativos, pois treinavam a respectiva modalidade no mínimo duas vezes por semana, além de na educação física escolar. Com exceção do volume e da intensidade prescritos em relação ao grupo maturacional, que tendem a ser maiores nos P, essas sessões foram similares nas duas modalidades e consistiram em aquecimento, trabalho técnico com bola em duplas, jogo e resfriamento.

No futsal, não houve diferença no volume de água ingerida nem no volume de suor entre os PP e P. No entanto, no futebol, os P apresentaram volume de ingestão de água e de suor significativamente maiores do que os dos PP;  $p=0,033$  e  $p=0,024$  respectivamente. Os PP do futsal apresentaram um volume de suor menor do que os P do futebol ( $p=0,044$ ). Nas duas modalidades, os valores de balanço hídrico negativos (não superiores a 1%) são despreocupantes.

A taxa de sudorese corrigida pelo tempo (h) e pela ASC foi similar entre as modalidades e os grupos maturacionais. A Tabela 3 mostra as características de hidratação e de sudorese: volume de água ingerido, volume de suor, taxa de sudorese e % hidratação.

Tabela 3. Volume de ingestão de água, de suor, taxa de sudorese e % hidratação por modalidade e grupo maturacional.

Modalidade	Volume ingerido (ml)	Volume suor (ml)	Taxa de sudorese (ml/h)	Taxa de sudorese (ml/m <sup>2</sup> /min)	% Hidratação
FBPP	207 ± 192	465 ± 287	392 ± 219	4,90 ± 3,58	-0,67 ± 0,78
FBP	447 ± 259*	852 ± 399*	652 ± 340	6,49 ± 3,17	- 0,71 ± 0,58
FSPP	342 ± 118	503 ± 220 <sup>+</sup>	423 ± 160	5,56 ± 2,42	- 0,43 ± 0,69
FSP	344 ± 194	627 ± 282	494 ± 237	6,73 ± 2,68	- 0,54 ± 0,46

FBPP, futebol pré-púberes; FBP, futebol púberes; FSPP, futsal pré-púberes; FSP, futsal púberes.

\*  $p<0,05$  entre pré-púberes e púberes da respectiva modalidade. <sup>+</sup>  $p<0,05$  entre FSPP e FBP. Valores expressos em média ± desvio padrão.

As  $[Na^+]$ ,  $[K^+]$  e  $[Cl^-]$  no suor por modalidade e grau maturacional estão descritas na Tabela 4. Houve diferença significativa na  $[Cl^-]$  no peito entre os FBPP e os FSPP ( $p=0,01$ ), e também na  $[Cl^-]$  na escápula entre os FSPP e os FBP ( $p=0,033$ ).

Tabela 4. Concentrações dos eletrólitos no suor expressas em mEq.l<sup>-1</sup>.

Modalidade	FBPP	FBP	FSP	FSP
[Na <sup>+</sup> ] peito	77,6 ± 24,1 (n=8)	73,0 ± 35,4 (n=5)	58,8 ± 15,5 (n=14)	72,3 ± 23,7 (n=10)
[K <sup>+</sup> ] peito	7,1 ± 2,03 (n=5)	7,8 ± 3,4 (n=4)	6,4 ± 1,3 (n=12)	5,9 ± 1,0 (n=8)
[Cl <sup>-</sup> ] peito	69,2 ± 28,9 (n=8)	67,4 ± 33,1 (n=5)	36,8 ± 12,2* (n=12)	52,7 ± 23,4 (n=10)
[Na <sup>+</sup> ] escápula	58,5 ± 24,5 (n=10)	65,0 ± 32,9 (n=7)	58,9 ± 9,1 (n=14)	65,1 ± 18,7 (n=10)
[K <sup>+</sup> ] escápula	7,5 ± 0,7 (n=2)	8,6 ± 4,2 (n=5)	6,2 ± 1,6 (n=10)	5,1 ± 0,3 (n=7)
[Cl <sup>-</sup> ] escápula	55,0 ± 23,3 (n=9)	64,1 ± 26,9 (n=7)	38,7 ± 11,0* (n=14)	45,3 ± 17,9 (n=10)

FBPP, futebol pré-púberes; FBP, futebol púberes; FSP, futsal pré-púberes; FSP, futsal púberes. n= número de amostras de suor analisadas em cada local \* p<0,05 [Cl<sup>-</sup>] peito FSP e FBPP; + p<0,05 [Cl<sup>-</sup>] escápula entre FSP e FBP. Valores expressos em média ± desvio padrão.

A coloração e a GEU pré- e pós-treino estão descritas na Tabela 5. Os FBP apresentaram um aumento significativo da coloração de urina (p=0,044); e os FSP, da GEU, após o término do treino (p=0,001).

Tabela 5. Coloração da urina e gravidade específica da urina (GEU) de acordo com a modalidade e o estágio maturacional

Modalidade	Coloração pré	Coloração pós	GEU pré	GEU pós
FBPP	4,09±0,94	4,18±0,98	1.021±0.002	1.023±0.003
FBP	4,16±1,72	4,33±1,50 <sup>+</sup>	1.021±0.002	1.024±0.008
FSP	3,78±1,47	4,21±1,18	1.021±0.009	1.022±0.007
FSP	4,33±1,23	4,91±1,08	1.021±0.006	1.025±0.004*

FBPP, futebol pré-púberes; FBP, futebol púberes; FSP, futsal pré-púberes; FSP, futsal púberes. GEU, gravidade específica da urina.\* p<0,05 FBP pré e pós; +p<0,05 FSP pré e pós. Valores expressos em média ± desvio padrão.

## DISCUSSÃO

Este estudo avaliou a sudorese e o balanço hídrico de meninos durante uma sessão de treino de futebol e futsal, sem a intenção de interferir na programação da prática. O principal diferencial deste estudo foi, pois, o fato de as coletas terem ocorrido em dias de treino usuais, sem intervenção na rotina de treinamento. No entanto, isso pode ter sido também um fator limitante para a coleta de suor. Acreditamos que o próprio movimento de jogo e a vestimenta podem ter favorecido a perda dos adesivos de alguns meninos.

O estudo aconteceu no verão do hemisfério sul, nos meses de dezembro e janeiro; assim, consideramos que os meninos estavam aclimatizados ao calor. Consideramos, também, que, entre os grupos maturacionais e a modalidade esportiva, os meninos apresentaram condicionamentos aeróbicos semelhantes de acordo com o  $VO_{2\text{pico}}$  obtido.

As condições térmicas eram semelhantes entre os treinos na mesma modalidade esportiva; e, apesar de um dos treinos de futebol ter ocorrido em um dia em que a temperatura ambiente estava relativamente mais baixa ( $23,1^{\circ}\text{C}$  e  $85,7\%$  UR), a UR do ar estava elevada, favorecendo a sudorese. A temperatura do ar no campo de futebol foi relativamente menor do que a temperatura no ginásio nos treinos de futsal. Acreditamos que essa diferença ocorreu provavelmente pela estrutura do ginásio, favorável à retenção do calor.

Tanto no treino do futebol quanto no de futsal, os treinadores fizeram intervalo a cada 30 min de treino para hidratação dos meninos. No presente estudo, não houve diferença entre os volumes de água consumidos no ginásio e ao ar livre. O maior consumo foi o do FBP ( $447 \pm 259$  ml), volume inferior ao descrito em alguns estudos (RODRIGUEZ SANTANA et al., 1995; e RIVERA-BROWN et al., 1999).

A exposição solar pode determinar o volume ingerido. Rodriguez Santana et al. (1995) compararam os consumos voluntários de água no exercício praticado na sombra e no sol e encontraram um menor consumo na sombra do que com a exposição solar ( $\sim 450$  e  $900$  ml, respectivamente). Rivera-Brown et al. (1999) descreveram um consumo de água de aproximadamente  $1500$  ml por jovem atleta em exercício ao ar livre sob radiação solar. Nos dois estudos descritos, o volume de água consumido foi aproximadamente 2 a 4 vezes o consumido no presente estudo.

Acreditamos que tal diferença deva-se à duração de 3 h de protocolo *versus* 1-2 h de treinamento e também à não exposição solar dos meninos do presente estudo.

Durante o exercício, o volume ingerido reflete a disponibilidade e acesso livre à bebida. É possível que o volume consumido seja aumentado quando há presença de sabor, carboidratos e eletrólitos (WILK et al., 1996; HORSWILL et al., 2005). No estudo de Rivera-Brown et al. (1999), o consumo de bebida com carboidrato e eletrólitos foi 500 ml a mais do que o de água pura, volume suficiente para manter os meninos euhidratados.

Apesar de não ter sido quantificado o consumo no período de recuperação por não ser o objetivo deste estudo, observamos que os meninos consumiam bebidas com sabor e com CHO após o exercício, o que pode ter favorecido a recuperação hídrica (MEYER et al., 1995).

Com exceção de dois PP (um do futebol e outro do futsal), todos os meninos mantiveram-se hidratados, mantendo uma perda hídrica inferior a 1%. Mesmo não havendo diferença entre as modalidades, os meninos do futebol, que se exercitaram ao ar livre, tiveram uma perda de massa corporal acima da dos meninos do futsal. No entanto, esse pequeno déficit hídrico não atingiu o déficit de cerca de 1% daqueles meninos estudados por Rivera-Brown et al. (1999), que pedalaram no calor, com exposição solar por 180 min, ou dos atletas púberes que praticaram tênis por 120 min ao ar livre (BERGERON et al., 2006), provavelmente pela diferença de tempo que, no presente estudo, foi de 60 a 92 min.

Assim como descrito por outros autores (MEYER et al., 1992; FALK et al., 1992), neste estudo também observamos uma tendência a uma menor taxa de sudorese nos pré-púberes (FB, 40%; e FS, 15%) do que nos púberes. As taxas de sudorese foram semelhantes nos dois locais de treinamento (ginásio vs ar livre). As médias do presente estudo são similares às encontradas por Rodriguez Santana et al. (1995), quando comparam meninos ativos e aclimatados em exercício com exposição solar (500 ml/h) e na sombra (400 ml/h), com ingestão voluntária de água.

Nos estudos de Meyer et al. (1992) e Falk et al. (1992) com meninos pré-púberes e púberes, e de Imbar et al. (2004) com pré-púberes em exercício em câmara ambiental (40-42°C) e consumo de água *ad libitum*, os meninos apresentaram taxas de sudorese menores do que as do presente estudo. Acreditamos que a razão para essa diferença seja o fato de os meninos deste estudo estarem aclimatizados, diferentemente dos outros meninos.

Dois estudos (MEYER et al., 1992; e McDERMOTT et al., 2009) avaliaram a concentração de eletrólitos no suor de crianças durante a prática de exercício físico. O primeiro deles testou crianças não-aclimatizadas pedalando em cicloergômetro dentro de uma câmara ambiental (40-42°C, 18-20% UR); e o segundo, meninos atletas de futebol americano durante o treino com temperatura ambiente de 25°C e 70% UR. Os valores descritos por Meyer et al. para  $[Na^+]$ , coletado da escápula, foram 40% inferiores aos encontrados no presente estudo, tanto para pré-púberes como para púberes; já os de McDermott et al. no braço de púberes foram 50% inferiores. A diferença na  $[Cl^-]$  foi ainda maior, variando de 51 a 67%, entre púberes e pré-púberes. Acreditamos que essas diferenças devam-se ao fato de as outras crianças não estarem aclimatizadas e, possivelmente, por terem sido utilizadas outras técnicas tanto de coleta de suor (MEYER et al., 1992) quanto de análise dos eletrólitos (McDERMOTT et al., 2009).

Um achado importante deste estudo, também descrito por outros autores (STOVER et al., 2006; BERGERON et al., 2006), é que os meninos já iniciam o treino desidratados. Tanto a GEU como a coloração da urina indicaram, no presente estudo, que eles iniciaram o treino com uma hipo-hidratação leve e mantiveram ou agravaram os marcadores urinários para hipo-hidratação moderada. Não houve diferença significativa entre as modalidades nem entre os graus maturacionais.

## CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que os meninos, de acordo com marcadores urinários, já iniciaram o exercício hipo-hidratados e apesar, de não apresentarem uma perda de massa corporal que pudesse comprometer o desempenho e/ou a saúde, eles não beberam uma quantidade de água suficiente para melhorar essa condição. Por isso, cabe ressaltar a importância de se fazerem intervalos seguidos e incentivar que essas crianças bebam durante o exercício no calor.

## REFERÊNCIAS

1. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, COMMITTEE ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS. **Promotion of healthy weight-control practices in young athletes.** Pediatrics, 116:1557-64, 2005.

2. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: SAWKA MN, BURKE LM, EICHNER ER, MAUGHAN RJ, MONTAIN SJ, STACHENFELD NS. **American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement.** *Medicine and Science in Sports Exercise*, 39:377-90, 2007.
3. ARMSTRONG, L.E., HERERA SOTO, J.A., HACKER, F.T., Jr. CASA, D.J., KAVOURAS, S.A., MARESH, C.M. **Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration.** *International Journal of Sport Nutrition*, 8(4):345-55, 1998.
4. BAR-OR, O., DOTAN, R., INBAR, O., ROTSHTEIN, A., ZONDER, H. **Voluntary hypohydration in 10-12-year-old boys.** *Journal of Applied Physiology*, 48:104-108, 1980.
5. BERGERON, M., LAIRD, M.D., MARINIK, E.L., BRENNER, J.S., WALLER, J.L. **Repeated-bout exercise in the heat in young athletes: physiological strain and perceptual responses.** *Journal of Applied Physiology*, 106:476-485, 2009.
6. BERGERON, M., WALLER, J.L., MARINIK, E.L. **Voluntary fluid intake and core temperature responses in adolescent tennis players: sports beverage versus water.** *British Journal of Sports Medicine*, 40:406-410, 2006.
7. BORG, G.A.V. **Psychophysical bases of perceived exertion.** *Medicine and Science in Sports Exercise*, 14(5):377-381, 1982.
8. CASA, D.J., ARMSTRONG, L.E., HILLMAN, S.K., MONTAIN, S.J., REIFF, R.V., RICH, B.S., Roberts, W.O., Stone, J.A. **National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes.** *Journal of Athletic Training*, 35(2):212-24, 2000.
9. DOUGHERTY, K.A., BAKER, L.B., CHOW, M. AND KENNEY, W.L. **Two percent dehydration impairs and six percent carbohydrate drink improves boys basketball skills.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38:1650-1658, 2006.
10. DUBOIS, D., DUBOIS, E.F. **Clinical calorimetry: a formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known.** *Archives of Internal Medicine*, 17:863-871, 1916.
11. FALK, B., BAR-OR, O., MACDOUGALL, J.D. **Thermoregulatory responses of pre-, mid-, and late-pubertal boys to exercise in dry heat.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24:688-94, 1992.
12. HORSWILL, C.A., PASSE, D.H., STOFAN, J.R., HORN, M.K., MURRAY, R. **Adequacy of fluid ingestion in adolescents and adults during moderate-intensity exercise.** *Pediatric Exercise Science*, 17:41-50, 2005.
13. IMBAR, O., MORRIS, N., EPSTEIN, Y., GASS, G. **Comparison of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepuberal**

- boys, young adults and older males.** *Experimental Physiology*, 89:671-700, 2004.
14. MAUGHAN, R.J., MERSON, S.J., BROAD, N.P., SHIRREFFS, S.M. **Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training.** *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14(3):333-346, 2004
  15. MCDERMOTT, B.P., CASA, D.J., YEARGIN, S.W., GANIO, M.S., LOPEZ, R.M., MOORADIAN, E.A. **Hydration status, sweat rates and rehydration education of youth football campers.** *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(4): 535-552, 2009.
  16. MEYER, F., BAR-OR, O., WILK, B. **Children's perceptual responses to ingesting drinks of different composition during and following exercise in the heat.** *International Journal of Sports Nutrition*, 5:13-24, 1995.
  17. MEYER, F., BAR-OR, O., MACDOUGALL, D., HEIGENHAUSER, G.J.F **Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: effects of gender and maturation.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24:776-81, 1992.
  18. PATTERSON, M.J., GALLOWAY, S.D.R., NIMMO, M.A. **Variations in regional sweat composition in normal human males.** *Experimental Physiology*, 85(6):869-875, 2000.
  19. RIVERA BROWN, A.M., Gutierrez, R., Gutierrez, J.C., Frontera, W.R., Bar-Or, O. **Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising trained, heat-acclimatized boys.** *Journal of Applied Physiology*, 86:78-84, 1999.
  20. RODRIGUEZ, S., RIVEIRA-BROWN, A.M., FRONTERA, W.R, RIVERA, M.A., MAYOL, P.M., AND BAR-OR, O. **Effect of drink pattern and solar radiation on thermoregulation and fluid balance during exercise in chronically heat acclimatized children.** *American Journal of Human Biology*, 7:643-650, 1995.
  21. SHIRREFFS, S.M., MAUGHAN, R.J. **Water and salt balance in young male football players in training during the holy month of Ramadan.** *Journal of Sports Science*. 26(3):S47-54, 2008.
  22. SHIRREFFS, S.M., ARAGON-VARGAS, L.F., CHAMORRO, M., MAUGHAN, R.J., SERRATOSA, L., ZACHWIEJA, J.J. **The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat.** *International Journal of Sports Medicine*, 26(2):90-95, 2005.
  23. STOVER, E.A., ZACHWIEJA, J., STOFAN, J., MURRAY, R., HORSWILL, C.A. **Consistently high urine specific gravity in adolescent American football players and the impact of an acute drinking strategy.** *International Journal of Sports Medicine*, 27:330-335, 2006.
  24. TANNER J.M. **Growth at adolescence.** (2<sup>a</sup> ed.) Oxford: Black-well Scientific Publications. 1962.



25. WILK, B., BAR-OR, O. **Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat.** *Journal of Applied Physiology*, 80:1112-1117, 1996.

## 4.2 ARTIGO – ESTADO DE HIDRATAÇÃO E BALANÇO HÍDRICO DE JOVENS DURANTE UMA SESSÃO DE TREINO DE TÊNIS NO CALOR

### Resumo

Este estudo avaliou o estado de hidratação no início de uma sessão de treino, e a sudorese (volume e eletrólitos) e o balanço hídrico de jovens atletas provocados pelo treino de tênis. Treze atletas, cinco pré-púberes (PP),  $11,5 \pm 0,7$  anos;  $52,7$  kg e  $1,49$  m; e oito púberes (P),  $13 \pm 1$  anos,  $64,1$  kg e  $1,68$  m, participaram do estudo. A duração do treino variou de  $1,4$  a  $2,25$  h em um calor de  $31-35^{\circ}\text{C}$  e  $42-47\%$  UR. Dez atletas (77%) iniciaram a sessão hipo-hidratados, de acordo com a gravidade específica da urina. Nos P, esta ainda aumentou significativamente após o treino. Durante a sessão de treino, os atletas ingeriram água e/ou bebida esportiva, conforme estavam habituados. O volume total de líquido ingerido foi maior nos P do que nos PP ( $1350 \pm 429$  vs.  $751,8 \pm 435$  ml;  $p=0,03$ ) e provocou um pequeno déficit hídrico nos PP de  $0,09 \pm 0,4\%$  e nos P de  $0,50 \pm 0,9\%$ . Isso porque a sudorese (em ml) foi maior nos P ( $1656 \pm 424$ ) comparada com a dos PP ( $801,8 \pm 509$ ;  $p=0,007$ ), mesmo quando corrigida pelo tempo ( $850 \pm 275$  vs.  $430 \pm 164$  ml/h;  $p=0,01$ ). No suor, a concentração de  $\text{Na}^+$  nas costas e no peito dos PP foi de  $55,6 \pm 20$  e  $55,8 \pm 27$   $\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$ , e nos P foi de  $45,4 \pm 14$  e  $47,1 \pm 22$   $\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$ , respectivamente. Já a concentração de  $\text{Cl}^-$  nas costas e no peito dos PP foi de  $45 \pm 23$  e  $44,2 \pm 15$   $\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$ , e nos P foi de  $33,1 \pm 25$  e  $31,7 \pm 16$   $\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$ , respectivamente. Concluímos que os tenistas tiveram a oportunidade de consumir líquidos e evitar uma perda importante de massa corporal; no entanto, deve-se observar que eles já iniciaram o treino hipo-hidratados.

### HYDRATION STATE AND WATER BALANCE OF YOUNG PEOPLE DURING A SESSION OF TENNIS TRAINING IN THE HEAT

#### Abstract

This study evaluated the hydration state at the beginning of a training session, as well as sweating (volume and electrolytes) and fluid balance in young athletes resulting from a tennis training session. Five pre-pubertal (PP,  $11.5 \pm 0.7$  years;  $52.7\text{kg}$  and  $1.49\text{m}$ ), and 8 pubertal (P,  $13 \pm 1$  years,  $64.1\text{kg}$  and  $1.68\text{m}$ ) athletes

participated in this study. The duration of the training sessions ranged from 1.4 to 2.25h, the temperature from 31 to 35°C, and the relative humidity (RH) from 42 to 47%. Ten athletes (77%) began the session in a dehydrated state, according to urine specific gravity. In P, dehydration was significantly aggravated following the training. During the training session, the athletes drank water and/or a sports drink that they were used to drinking. The total volume of fluid ingested was greater in P than in PP ( $1350 \pm 429$  vs.  $751.8 \pm 435$  ml;  $p=0.03$ ) and caused a small water deficit of  $0.09 \pm 0.4\%$  in PP and of  $0.50 \pm 0.9\%$  in P. This is because sweating (in ml) was greater in P ( $1656 \pm 424$ ) than in PP ( $801.8 \pm 509$ ;  $p=0.007$ ), even if corrected for time ( $850 \pm 275$  vs.  $430 \pm 164$  ml/h;  $p=0.01$ ). In the sweat,  $\text{Na}^+$  concentration in back and chest of PP was  $55.6 \pm 20$  and  $55.8 \pm 27$   $\text{mEq}\cdot\text{L}^{-1}$ , and of P it was  $45.4 \pm 14$  and  $47.1 \pm 22$   $\text{mEq}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectively. And,  $\text{Cl}^-$  concentration in back and chest of PP was  $45 \pm 23$  and  $44.2 \pm 15$   $\text{mEq}\cdot\text{L}^{-1}$ , and of P it was  $33.1 \pm 25$  e  $31.7 \pm 16$   $\text{mEq}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectively. We concluded that the tennis players had the opportunity to consume liquids and avoid a major weight loss; however, it must be noted that they were already hipo-hydrated as they started the training.

## INTRODUÇÃO

O tênis é um esporte normalmente praticado ao ar livre, em ambiente quente; e os praticantes podem desidratar quando a prática é prolongada e acompanhada de sudorese intensa. A partida de tênis é caracterizada por pontos que podem ter uma duração inferior a 10 segundos, seguidos de intervalos entre *games* ou *sets*. Essa sequência pode durar algumas horas e envolve uma complexa gama de habilidades físicas e mentais que podem ser afetadas pelo estado de hidratação do atleta.

Além da perda de água pelo suor ocasionada pelo esforço no calor, crianças e adolescentes nem sempre ingerem a quantidade suficiente de líquidos durante o exercício (BAR-OR et al., 1980; RODRIGUEZ SANTANA et al., 1995; WILK e BAR-OR, 1996). A manutenção do equilíbrio hidreletrolítico depende de diversos fatores, tais como taxa de sudorese, composição do suor, volume e composição da urina (MEYER et al., 1994).

A desidratação acima de 2% durante o exercício pode comprometer a saúde, o desempenho e habilidades de jovens atletas (BAR-OR et al., 1980; WILK et al.,

2002; AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005; DOUGHERTY et al., 2006), inclusive no tênis (MAGAL et al., 2003). Alguns estudos mostram, por meio de parâmetros urinários e de perda de peso, que os atletas jovens (de futebol americano, taekwon-do e esportes em geral) já iniciam o treino hipo-hidratados e que assim se mantêm durante uma semana de treino (STOVER et al., 2005; KUTLU, 2006; DECHER et al., 2008). A medida da gravidade específica da urina (GEU) de tenistas profissionais antes de campeonatos internacionais indica que eles iniciam as partidas hipo-hidratados (GEU 1.022) (HORNERY et al., 2007), assim como os jovens tenistas iniciam o treino (GEU ~ 1.025) (BERGERON et al., 2006).

A análise da composição do suor ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) de atletas jovens durante a prática de exercício no calor pode ser importante para sua posterior reposição. Desconhecemos qualquer estudo que tenha examinado as concentrações de eletrólitos no suor de jovens tenistas durante sessões de treino no calor.

O principal objetivo deste estudo foi avaliar o estado de hidratação (parâmetros urinários) prévio e após o treino, a sudorese (volume e eletrólitos), o grau de hidratação e o balanço hídrico de atletas jovens de tênis durante uma sessão de treino em quadra no calor.

## MÉTODOS

Sujeitos. Doze meninos, quatro pré-púberes (PP) e oito púberes (P), e uma menina (PP) participaram deste estudo (ID 4, na Tabela 1). Os PP treinavam há  $5,0 \pm 2,8$  anos, cerca de 3-4 vezes por semana; e os P treinavam há  $6,1 \pm 2$  anos, 2-4 vezes por semana; e todos participavam de campeonatos em alguns finais de semana. Os atletas consentiram verbalmente em participar do estudo, e um dos pais assinou o Termo de Consentimento após a explicação dos procedimentos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Sessão de avaliação física. Foram realizadas avaliação antropométrica e de condicionamento aeróbico. As características individuais estão descritas na Tabela 1. Os atletas não apresentavam qualquer doença crônica nem faziam uso de qualquer medicação, de acordo com a sua resposta a um questionário. A média de idade dos PP foi  $11,5 \pm 0,7$ ; e dos P,  $13 \pm 1$  anos. Os P eram mais altos que os PP.

Tabela 1. Características físicas de cada atleta

ID	Grau maturacional	Massa Corporal (kg)	Estatura (m)	$\Sigma$ Dobras cutâneas (mm)	ASC (m <sup>2</sup> )	VO <sub>2</sub> pico (ml·kg·min <sup>-1</sup> )
1	1	53,5	1,48	219	1,464	44,0
2	1	67,7	1,50	186	1,455	44,3
3	1	ND	ND	ND	ND	ND
4	1	ND	ND	ND	ND	ND
5	1	ND	ND	ND	ND	ND
6	2	65,9	1,71	121	1,775	49,1
7	2	81,9	1,76	177	1,984	43,3
8	2	48,5	1,55	116	1,447	48,4
9	2	63,0	1,69	127	1,723	42,3
10	2	ND	ND	ND	ND	ND
11	2	62,7	1,78	89	1,845	53,9
12	2	62,7	1,71	166	1,739	44,1
13	2	59,5	1,61	184	1,628	41,7
Média ± DP PP		52,7±1,2	1,49±0,1*	202±23	1,45	44±0,1
Média ± DP P		64,1±10,0	1,68±0,8	140±36	1,73±0,16	46±4,5

ID: identificação do atleta. Grau maturacional: 1 = PP = pré-púberes; e 2 = P = púberes.  $\Sigma$  dobras cutâneas: tríceps, bíceps, subescápula, suprailíaca, abdome, coxa e panturrilha. ASC = área de superfície corporal. ND = não disponível. \*p<0,05.

A massa corporal foi determinada usando-se uma balança (G-TECH) com precisão de 0,05 kg; e a estatura, com um estadiômetro de parede (Seca, 0,01 m). A área de superfície corporal (ASC) foi calculada aplicando-se a fórmula de DuBois & DuBois (1916) ( $ASC = 0,20247 \times \text{estatura (m)}^{0,725} \times \text{massa corporal (kg)}^{0,425}$ ). A adiposidade foi determinada pela soma de sete dobras cutâneas (tríceps, bíceps, subescápula, suprailíaca, abdome, coxa e panturrilha), utilizando-se o adipômetro Lange. O grau maturacional foi autodeterminado de acordo com a classificação de

Tanner (1962), em que os pré-púberes (PP) correspondiam ao estágio 1; e os púberes (P), aos estágios 2-4.

O pico de consumo de oxigênio ( $VO_{2\text{pico}}$ ) foi avaliado adotando-se o protocolo da McMaster em um cicloergômetro (Ergo Fit 167, Spain). Esse protocolo consiste em incrementos progressivos a cada 2 min com cargas de 15 a 25 W, dependendo da estatura. Os gases expiratórios foram analisados usando-se calorimetria indireta de circuito aberto (*breath by breath*) (Medgraphics modelo CPX/D). O teste era interrompido quando algum dos critérios era alcançado: platô de  $VO_2$ , frequência cardíaca  $>200$  bpm (Polar S610, Polar Electro Oy, Finland), TPE  $>19$  (BORG, 1982), incapacidade de manter a cadência de bicicleta em 60 rpm ou exaustão mesmo com encorajamento verbal dos pesquisadores.

Sessão de treino. Esta sessão ocorreu cerca de 7 a 10 dias de intervalo da sessão de avaliação física. Foram três dias de avaliações por motivo de adequação à agenda dos atletas. As condições ambientais e de duração de cada treino estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Condições ambientais das sessões de treino

Sessão de treino	ID	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa (%)	Duração (h)
1	1,2,7,9,10,11,12	30,8 ± 1,02	47,2 ± 2,38	PP 2,25 P 2,03 ± 0,78
2	6,8,13	33,0 ± 1,11	46,5 ± 2,59	P 2,19 ± 0,04
3	3,4,5	34,7 ± 0,81	42,7 ± 6,95	PP 1,40 ± 0,25

ID: identificação do atleta. P = Púberes. PP = pré-púberes. Valores expressos em média ± desvio padrão.

Ao chegar à quadra para o treino, os atletas eram solicitados a urinar para esvaziar a bexiga e, depois, eram pesados (G-TECH, 0,05 kg) vestindo apenas calção; e a menina, biquíni. Uma amostra de urina foi separada para a análise da GEU (refratômetro portátil, ATAGO). O atleta foi considerado hipo-hidratado quando apresentou valores de GEU acima de 1.020 (CASA et al., 2000).

Cada atleta recebeu a sua garrafa individual contendo água ou a bebida que costumava ingerir durante as sessões de treinamento. As garrafas eram pesadas antes e após a sessão de treino para determinar o volume total ingerido.

Adesivos (curativos Tegaderm, 3M) foram colocados no peito (~ 5 cm lateral ao esterno) e nas costas (sobre a espinha da escápula ~ 5 cm lateral à coluna vertebral), conforme descrito por Patterson et al. (2000). Primeiro, a pele era limpa com água deionizada, e depois eram colocados os adesivos. Estes eram removidos no final da sessão de treino, transferidos para uma seringa e, então, espremidos para se obter a amostra, que era introduzida em um microtubo. Alguns adesivos foram perdidos durante o treinamento, e alguns não forneceram suor suficiente para análise. Ao final do treino, os atletas eram secos com uma toalha, novamente esvaziavam a bexiga, momento em que uma amostra de urina era separada para avaliação da GEU, e após eram pesados.

O balanço hídrico foi calculado pela mudança da massa corporal. O volume de suor foi determinado pela diferença de massa corporal antes e depois da sessão de treino mais o volume de água consumido. O volume de suor foi corrigido pelo tempo (em 1 hora) para caracterizar a taxa de sudorese. As concentrações de sódio ( $[Na^+]$ ) e cloro ( $[Cl^-]$ ) do suor foram analisadas utilizando-se o método de íon eletrosselativo (AVL 9180 – ROCHE).

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

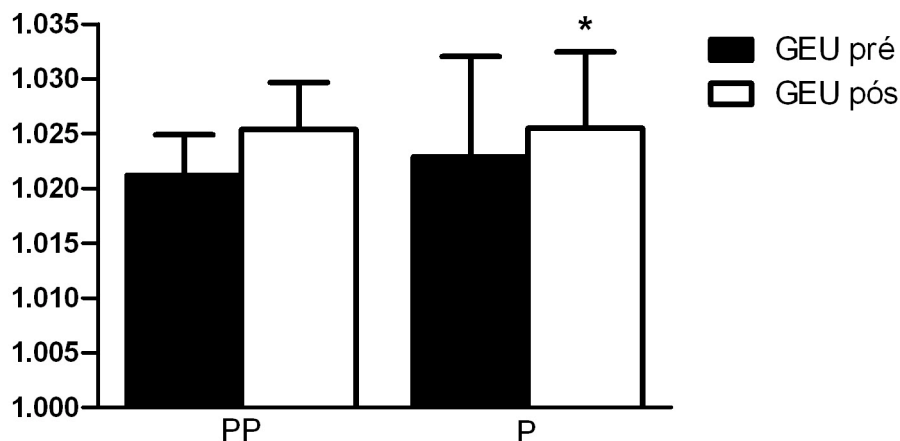
A distribuição dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Como todas as variáveis tiveram distribuição simétrica, os dados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Foram aplicados o teste- $t$  não-pareado para comparar as características físicas, de hidratação e sudorese, bem como as concentrações de eletrólitos no suor entre PP e P; e o teste- $t$  pareado para comparar a GEU antes e após o treino. A significância estatística considerada foi  $p < 0,05$ . Foi utilizado para análise dos dados o pacote estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 13.0.

## **RESULTADOS**

Quatro indivíduos, três PP (ID 3,4,5) e um P (ID 10), não compareceram ao laboratório para as avaliações antropométrica e física devido a estarem viajando. No entanto, os resultados da sudorese foram registrados.

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram medidas a cada 15 min durante toda a sessão de treino. A sessão de treino número 1 dos PP teve maior duração (2,25 h) do que a número 3 (1,4 h), pois os atletas encontravam-se em um nível mais avançado de treinamento e treinavam com os atletas mais velhos. A dinâmica das sessões de treino era similar entre PP e P, exceto pela intensidade. As sessões eram compostas por alongamento, aquecimento (movimentos básicos de jogo, tais como voleio, *smash*, golpes de fundo de quadra e saque) e movimentos técnicos da modalidade (laterais, frontais e diagonais), seguidos de uma partida de tênis e volta à calma.

Três atletas (um PP e dois P) iniciaram e terminaram o treino com a GEU abaixo de 1.020; os demais apresentaram valores acima de 1.020, tanto no início como no final do treino. A GEU dos P aumentou significativamente após o treino (Figura 1).



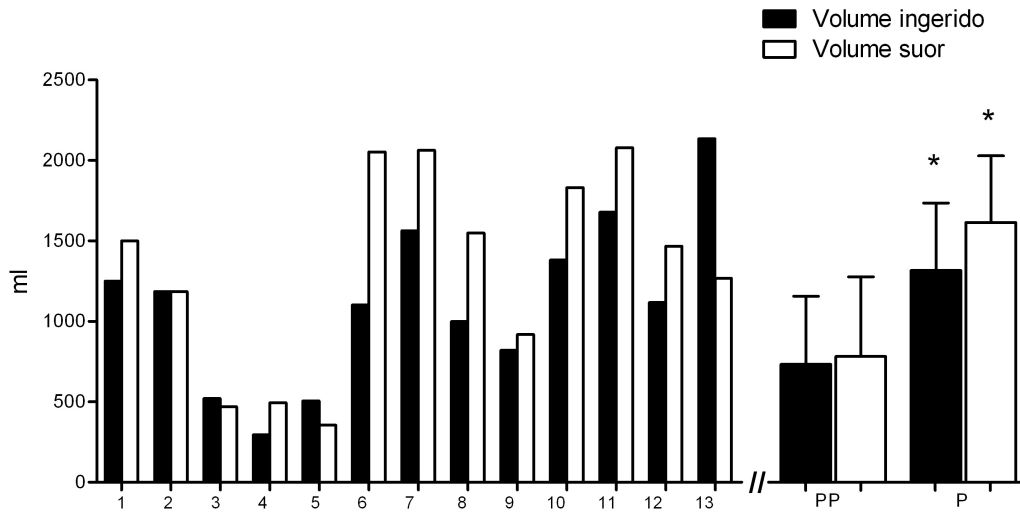
\* $p < 0.05$  GEU antes e após o treino nos P. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

Figura 1. Gravidade específica da urina (GEU) antes e após a sessão de treino conforme o grupo maturacional.

Durante o treino, os atletas ingeriram água e/ou bebida esportiva (contendo carboidrato e eletrólitos). Um PP ingeriu apenas bebida esportiva (521 ml), e um PP e um P consumiram água (PP 859 ml, P 556 ml) e bebida esportiva (PP 391 ml, P 1008 ml). O volume total de líquido ingerido foi maior nos P do que nos PP ( $1350 \pm 429$  ml vs.  $751,8 \pm 435$  ml;  $p=0,03$ ), causando mínimos déficits hídricos tanto nos PP ( $0,09 \pm 0,4\%$ ) como nos P ( $0,50 \pm 0,9\%$ ). O volume total de suor foi maior nos P ( $1656 \pm 424$  ml) comparado com o dos PP ( $801,8 \pm 509$  ml;  $p=0,007$ ), mesmo quando corrigido pelo tempo  $850 \pm 275$  vs.  $430 \pm 164$  ml/h;  $p=0,01$ . A Figura 2



mostra o volume total de líquido ingerido e o volume de suor dos PP e P durante toda a sessão de treino.



PP = pré-púbere e P = púbere. \*  $p < 0,05$  entre PP e P. Os valores de PP e P estão expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

Figura 2: Volume de líquido ingerido e volume de suor de cada atleta e médias de PP e P durante o treino.

Não houve diferença nas concentrações dos eletrólitos no suor entre PP e P. A média da  $[Na^+]$  nas costas e no peito nos PP foi de  $55,6 \pm 20$  e  $55,8 \pm 27$   $mEq \cdot l^{-1}$ ; e nos P, de  $45,4 \pm 14$  e  $47,1 \pm 22$   $mEq \cdot l^{-1}$ , respectivamente. Já a média da  $[Cl^-]$  nas costas e no peito nos PP foi de  $45 \pm 23$  e  $44,2 \pm 15$   $mEq \cdot l^{-1}$ ; e nos P, de  $33,1 \pm 25$  e  $31,7 \pm 16$   $mEq \cdot l^{-1}$ , respectivamente. Os valores da  $[Na^+]$  e  $[Cl^-]$  no suor de cada atleta estão ilustrados na Figura 3.

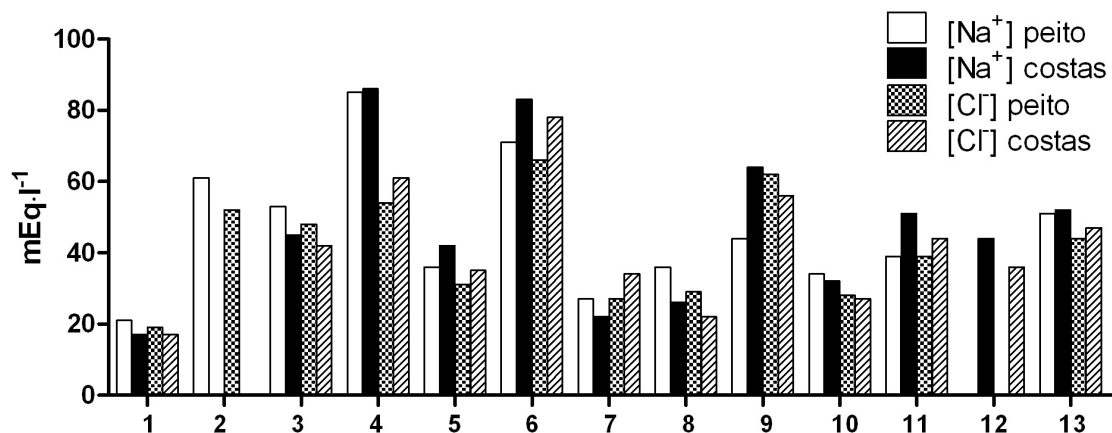


Figura 3. Concentração de eletrólitos no suor em  $mEq \cdot l^{-1}$  de cada atleta

## DISCUSSÃO

Este estudo descreveu o estado de hidratação no início de uma sessão de treino de tênis realizada em quadra no calor e o balanço hídrico provocado por essa sessão em jovens atletas. Os experimentos ocorreram em três dias separados em função do agendamento das sessões de treino dos atletas. A estação do ano era o verão no sul do Brasil; logo, consideramos que esses atletas já estavam pelo menos parcialmente aclimatizados ao calor.

Um aspecto consistente deste estudo é que os atletas iniciaram o treinamento hipo-hidratados, de acordo com a GEU, o que também já foi descrito no tênis (BERGERON et al., 1995, 2006, 2007 e 2009a) e em outras modalidades esportivas (STOVER et al., 2005; KUTLU, 2006; DECHER et al., 2008). A GEU pré-treino indicou que 10 (77%) atletas encontravam-se com hipo-hidratação moderada; e um (8 %) atleta P, com hipo-hidratação severa (GEU 1.035), e a desidratação manteve-se ou agravou-se ao final do treino. Como consequência dessa, reidratação parcial durante o treino, é possível que ocorra um agravo no grau de hidratação, prejudicando o desempenho ou aumentando o risco de doenças provocadas pelo calor à medida que a duração da prática vai avançando (BERGERON et al., 2007, 2009b). A GEU é um bom indicador do estado de hidratação e pode ser recomendada quando a osmolalidade da urina ou plasmática não estão disponíveis. Armstrong et al. (1998) verificaram uma forte correlação entre a GEU e a osmolalidade da urina ( $r=0,98$ ,  $p<0,001$ ) em ciclistas, tanto em momentos em que os atletas estavam hidratados como quando estavam hipo-hidratados em decorrência do exercício de pedalada.

A sudorese total foi significativamente maior nos atletas P do que nos PP, corroborando o resultado de Bergeron et al. (2007), que foi 1,5 l com tenistas durante partidas em um campeonato de tênis no calor. Quando corrigida pelo tempo (h), a taxa de sudorese encontrada no presente estudo apresentou bastante variabilidade individual tanto entre os PP (de 300 a 700 ml/h), conforme descrito na literatura (INBAR et al., 2004; RIVERA-BROWN et al., 1995), como entre os P (de 600 a 1200 ml/h) (RIVERA-BROWN et al., 1999; BERGERON et al., 2009a). Os atletas púberes tiveram uma taxa de sudorese média de 850 ml/h. Considerando que o treino normalmente tem duração superior a 2 h e que as partidas nos torneios

podem ter duração de até 4 h, poderíamos supor que o volume total de suor pode ser maior que 3,5 l. Mesmo que os tenistas bebam regularmente durante um treino ou uma partida, muitas vezes, assim como em outras atividades, pode ocorrer ingestão insuficiente de líquidos (BAR-OR et al., 1980; HORSWILL et al., 2005; RIVERA-BROWN et al., 1999; RODRIGUEZ SANTANA et al., 1995).

A média do déficit hídrico no presente estudo não atingiu 1%, assim como em outro estudo (BERGERON et al., 2006) que avaliou jovens (idade de 15 anos) durante o treinamento de tênis no calor. Apesar da alta intensidade de movimentos da sua prática, o hábito de repor líquidos no tênis poder ser maior do que em outros esportes em função do seu padrão intermitente e seus intervalos frequentes.

Ainda assim, convém individualizar as recomendações de hidratação no tênis, em que a precisão dos golpes e a explosão de movimentos (aceleração e desaceleração) podem ser afetadas pela desidratação. Em uma revisão, Kovacs (2006) sugeriu, para tenistas em geral, um consumo de 1400 ml por hora, fracionado em 400 ml a cada 15 min de treino ou jogo, o que foi alcançado por meninos P do presente estudo. O autor justifica esse volume para equilibrar as perdas, por estar levemente acima do esvaziamento gástrico (em adultos, cerca de 1,2 l/h) (ARMSTRONG et al., 1985; COYLE e MONTAIN, 1992) e por ser isento de desconforto gástrico.

Além do volume de suor, a composição do suor também tem sido de interesse para determinação de perdas eletrolíticas. Os adesivos para coleta de suor têm sido utilizados por diversas pesquisas com o objetivo de obter amostras para análise de eletrólitos no suor e, posteriormente, calcular perdas em treino de atletas adultos (MAUGHAN et al., 2004, 2005; SHIRREFFS et al., 2005), mesmo podendo-se superestimar os valores (PALACIUS et al., 2003). Dois estudos avaliaram a concentração de eletrólitos no suor de crianças e jovens durante o exercício no calor, um com atletas ao ar livre (McDERMOTT et al., 2009) e outro com sedentários na câmara ambiental (MEYER et al., 1992). Os valores descritos pelos dois estudos para  $[Na^+]$  são aproximadamente 30% inferiores aos encontrados no presente estudo. Essas diferenças poderiam ocorrer em função da taxa de sudorese (quanto maior essa taxa, maior a concentração de eletrólitos), porém tal dependência não está ainda comprovada (BUONO et al., 2007). Outros fatores que poderiam afetar os resultados de concentração de suor são as diferentes técnicas de coleta de suor (MEYER et al., 1992) e de análise dos eletrólitos (McDERMOTT et al., 2009).

Os resultados do presente estudo refletiram situações específicas de treino e de estresse térmico. Assim, desconhecemos o quanto eles podem ser generalizados para outras condições de treino.

## CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que os atletas tiveram oportunidade de consumir líquidos e evitar uma perda importante de peso durante uma sessão de treino de tênis no calor. No entanto, deve-se observar que esses jovens já iniciaram o treino hipohidratados. Logo, convém garantir uma plena reposição hídrica após o término do treino.

## REFERÊNCIAS

1. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, COMMITTEE ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS. **Promotion of healthy weight-control practices in young athletes.** Pediatrics, 116 (6):1557-1564, 2005.
2. ARMSTRONG, L.E., COSTILL, DL. FINK, WL. **Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance.** Medicine and Science in Sports Exercise, 17:465-461, 1985.
3. ARMSTRONG, L.E., HERERA SOTO, J.A., HACKER, F.T., Jr. CASA, D.J., KAVOURAS, S.A., MARESH, C.M. **Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration.** International Journal of Sport Nutrition, 8(4):345-55, 1998.
4. BAR-OR, O., DOTAN, R., INBAR, O., ROTSHEIN, A., ZONDER, H. **Voluntary hypohydration in 10-12-year-old boys.** Journal of Applied Physiology, 48:104-108, 1980.
5. BERGERON, M., LAIRD, M.D., MARINIK, E.L., BRENNER, J.S., WALLER, J.L. **Repeated-bout exercise in the heat in young athletes: physiological strain and perceptual responses.** Journal of Applied Physiology, 106:476-485, 2009a.
6. BERGERON, M. **Youth sports in the heat, recovery and scheduling considerations for tournament play.** Sports Medicine, 39(7):513-22, 2009b.
7. BERGERON, M.F., MCLEOD, K.S., COYLE, J.F. **Core body temperature during competition in the heat: National Boys' 14s Junior Championships.** British Journal of Sports Medicine, 41(11):779-783, 2007.
8. BERGERON, M., WALLER, J.L., MARINIK, E.L. **Voluntary fluid intake and core temperature responses in adolescent tennis players: sports**

- beverage versus water.** British Journal of Sports Medicine, 40:406-410, 2006.
9. BERGERON, M.F., MARESH, C.M., ARMSTRONG, L.E., SIGNORILE, J.F., CASTELLANI, J.W., KENEFICK, R.W., LAGASSE, K.E., RIEBE, D.A. **Fluid-electrolyte balance associated with tennis match play in a hot environment.** International Journal of Sport Nutrition, 5(3):180-193, 1995.
  10. BORG, G.A.V. **Psychophysical bases of perceived exertion.** Medicine and Science in Sports Exercise, 14(5):377-381, 1982.
  11. BUONO, M.J., BALL, K.D., KOLKHORST, F.W. **Effect of heat acclimation on the sweat sodium ion concentration vs. sweat rate relationship in humans.** Journal of Applied Physiology, 103(3):990-994, 2007.
  12. CASA, D.J., ARMSTRONG, L.E., HILLMAN, S.K., MONTAIN, S.J., REIFF, R.V., RICH, B.S., Roberts, W.O., Stone, J.A. **National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes.** Journal of Athletic Training, 35(2):212-24, 2000.
  13. COYLE, E.F., MONTAIN, S.J. **Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise.** Medicine and Science in Sports Exercise, 24:S324-30, 1992.
  14. DECHER, N.R., CASA, D.J., YEARGIN, S.W., GANIO, M.S., LEVREULT, M.L., DANN, C.L., JAMES, C.T., MCCAFFREY, M.A., OCONNOR, C.B., BROWN, S.W. **Hydration status, knowledge, and behavior in youths at summer sports camps.** International Journal of Sports Physiology and Performance, 3(3):262-78, 2008.
  15. DUBOIS, D., DUBOIS, E.F. **Clinical calorimetry: a formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known.** Archives of Internal Medicine, 17:863-871, 1916.
  16. DOUGHERTY, K.A., BAKER, L.B., CHOW, M. AND KENNEY, W.L. **Two percent dehydration impairs and six percent carbohydrate drink improves boys basketball skills.** Medicine and Science in Sports and Exercise, 38:1650-1658, 2006.
  17. HORNERY, D.J., FARROW, D., MUJIK, I., YOUNG, W. **An integrated physiological and performance profile of professional tennis.** British Journal of Sports Medicine, 41(8):531-536, 2007.
  18. HORSWILL, C.A., PASSE, D.H., STOFAN, J.R., HORN, M.K., MURRAY, R. **Adequacy of fluid ingestion in adolescents and adults during moderate-intensity exercise.** Pediatric Exercise Science, 17:41-50, 2005.
  19. KIRBY, C.R., CONVERTINO, V.A. **Plasma aldosterone and sweat sodium concentrations after exercise and heat acclimation.** Journal of Applied Physiology, 61(3):967-70, 1986.

20. KOVACS, M.S. **Hydration and temperature in tennis – a practical review.** Journal of Sports Science and Medicine, 5:1-9, 2006.
21. KUTLU, M., GULER, G. **Assessment of hydration status by urinary analysis of elite junior taekwon-do athletes in preparing for competition.** Journal of Sports Science, 24:869-873, 2006.
22. MAGAL, M., WEBSTER, M.J., SISTRUNK, L.E., WHITEHEAD, M.T., EVANS, R.K., BOYD, J.C. **Comparison of glycerol and water hydration regimens on tennis-related performance.** Medicine and Science in Sports and Exercise, 35(1):150-156, 2003.
23. MAUGHAN, R.J., SHIRREFFS, S.M., MERSON, S.J., HORSWILL, C.A. **Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment.** Journal of Sports Science, 23(1):73-79, 2005.
24. MAUGHAN, R.J., MERSON, S.J., BROAD, N.P., SHIRREFFS, S.M. **Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training.** International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 14(3):333-346, 2004.
25. MCDERMOTT, B.P., CASA, D.J., YEARGIN, S.W., GANIO, M.S., LOPEZ, R.M., MOORADIAN, E.A. **Hydration status, sweat rates and rehydration education of youth football campers.** Journal of Sport Rehabilitation, 18(4): 535-552, 2009.
26. MEYER, F., BAR-OR, O., PASSE, D. AND SALBERG, A. **Hypohydration during exercise in children: Effect on thirst, drink preferences and rehydration.** International Journal of Sports Nutrition, 4:22-35, 1994.
27. MEYER, F., BAR-OR, O., MACDOUGALL, D., HEIGENHAUSER, G.J.F **Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: effects of gender and maturation.** Medicine and Science in Sports and Exercise, 24:776-81, 1992.
28. PALACIOS, C., WIGERTZ, K., WEAVER, C.M. **Comparison of 24-hour whole body versus patch test for estimating body surface electrolyte losses.** International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 13:479-488, 2003.
29. PATTERSON, M.J., GALLOWAY, S.D.R., NIMMO, M.A. **Variations in regional sweat composition in normal human males.** Experimental Physiology, 85(6):869-875, 2000.
30. RODRIGUEZ, S., RIVEIRA-BROWN, A.M., FRONTERA, W.R, RIVERA, M.A., MAYOL, P.M., AND BAR-OR, O. **Effect of drink pattern and solar radiation on thermoregulation and fluid balance during exercise in chronically heat acclimatized children.** American Journal of Human Biology, 7:643-650, 1995.
31. SHIRREFFS, S.M., ARAGON-VARGAS, L.F., CHAMORRO, M., MAUGHAN, R.J., SERRATOSA, L., ZACHWIEJA, J.J. **The sweating response of elite**

- professional soccer players to training in the heat.** International Journal of Sports Medicine, 26(2):90-95, 2005.
32. STOVER, E.A., ZACHWIEJA, J., STOFAN, J., MURRAY, R., HORSWILL, C.A. **Consistently high urine specific gravity in adolescent American football players and the impact of an acute drinking strategy.** International Journal of Sports Medicine, 27:330-335, 2006.
33. TANNER J.M. **Growth at adolescence.** (2<sup>a</sup> ed.) Oxford: Black-well Scientific Publications. 1962.
34. WILK, B., BAR-OR, O. **Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat.** Journal of Applied Physiology, 80:1112-1117, 1996.
35. WILK, B., YOXIU, H., BAR-OR, O. **Effect of body hypohydration on aerobic performance of boys who exercise in the heat.** Medicine and Science in Sports and Exercise, 34(5):S48, 2002.

### 4.3 ARTIGO – BALANÇO HÍDRICO DE ATLETAS DE GINÁSTICA ARTÍSTICA DURANTE UMA SESSÃO DE TREINO NO VERÃO

#### Resumo

Atletas de ginástica artística (GA) geralmente fazem restrições alimentares e de bebidas, o que pode influenciar o balanço hídrico durante o treino. OBJETIVO: Determinar o estado de hidratação e a sudorese de meninas atletas de GA durante um treino em ginásio no verão. MÉTODOS: Participaram deste estudo seis meninas atletas de GA (idade  $12,0 \pm 3,12$  anos; peso corporal  $38,8 \pm 8,9$  kg; estatura  $1,44 \pm 0,5$  m) que treinam 3-4 horas/dia, seis vezes na semana. Ao chegar ao ginásio para o treino, as meninas eram solicitadas a urinar e, após, eram pesadas (G-TECH, 0,05kg) vestindo apenas biquíni. Uma amostra de urina foi separada para análise da gravidade específica (GEU) (refratômetro portátil ATAGO). O treino teve duração de 3h18min e ocorreu dentro de um ginásio com temperatura ambiente média de  $34^{\circ}\text{C}$  e 58% de UR. Durante o treino, as meninas podiam beber água de suas respectivas garrafas conforme sua vontade, e as garrafas eram pesadas antes e depois do treino para calcular o volume ingerido. RESULTADOS: A média do consumo de água foi de  $297 \pm 29,5$  ml (244-327 ml); e da taxa de sudorese,  $375 \pm 85$  ml·h<sup>-1</sup> (316-536 ml·h<sup>-1</sup>). Os valores individuais de GEU pré e pós-treino e o grau de hidratação estão descritos na Tabela. Em média, as meninas perderam  $942 \pm 276$  g (750-1450 g) de massa corporal, o que corresponde a um grau de desidratação de  $2,5 \pm 0,5\%$  (1,94-3,28%).

Tabela. Valores individuais pré e pós-treino de GEU e grau de desidratação

Atleta	GEU pré	GEU pós	Grau de desidratação (%)
1	1.011	1.020	3,28
2	1.027	1.028	2,42
3	1.017	ND	2,66
4	1.028	1.030	1,94
5	1.015	1.019	2,74
6	1.011	1.022	1,97

**CONCLUSÃO:** A maioria das atletas de GA iniciou o treino hidratada, segundo a GEU; e o pequeno volume de água ingerido na sessão de treino proporcionou um aumento da GEU e do grau de desidratação.



## FLUID BALANCE IN YOUNG ARTISTIC GYMNASTS DURING A TRAINING SESSION IN THE SUMMER

### Abstract

Young artistic gymnasts are usually restricted from fluid and food intake and this may influence their fluid balance during trainings. **PURPOSE:** To determine hydration status and sweating in young artistic gymnasts during an indoor training session in the summer. **METHODS:** Six female artistic gymnast athletes (age  $12.0 \pm 3.12$ ; body mass  $38.8 \pm 8.9$  kg; height  $1.44 \pm 0.5$  m) who used to train 3-4 hours/day, 6 times/week, participated in this study. On arrival to the gymnasium and after training, athletes emptied their bladders, and their body mass was measured (G-TECH, 0.05 kg) wearing only bikinis. Urine samples were taken before and after training for analyses of urine specific gravity (USG) (ATAGO hand-held refractometer). The training lasted 3h18min and was held in a gymnasium with an average ambient condition of  $34^{\circ}\text{C}$  and 58% RH. During training, athletes could drink water as desired from individual bottles that were weighed before and after the training session to calculate total volume intake. **RESULTS:** Overall, water intake was  $297 \pm 29.5$  ml (244-327 ml); and sweat rate,  $375 \pm 85$  ml·h<sup>-1</sup> (316-536 ml·h<sup>-1</sup>). Individual pre- and post-training USG and resulting hydration levels are shown in the Table. Overall, girls lost  $942 \pm 276$  g (750-1450 g) of body mass, which corresponded to a mean dehydration level of  $2.5 \pm 0.5\%$  (1.94-3.28%).

Table. Individual values of pre- and post-training USG and resulting dehydration level

Athlete	pre-USG	post-USG	Dehydration level (%)
1	1.011	1.020	3.28
2	1.027	1.028	2.42
3	1.017	NA	2.66
4	1.028	1.030	1.94
5	1.015	1.019	2.74
6	1.011	1.022	1.97

**CONCLUSION:** Using USG as a hydration parameter, the artistic gymnastics athletes started training hypo-hydrated, and little water intake during the training session resulted in a hypohydration level. Not always demonstrated in USG.

### INTRODUÇÃO

A ginástica artística (GA) é uma modalidade esportiva em que o treinamento é baseado em repetições para aumentar força, agilidade, flexibilidade, coordenação e

equilíbrio; e, principalmente, para automatizar o gesto motor. A sessão de treino dos atletas de GA geralmente tem longa duração (> 3 h) e ocorre de 5 a 6 dias por semana. Essas características devem levar a um aumento das perdas hídricas através da sudorese, além do aumento do gasto calórico.

Na GA, o cuidado excessivo com o baixo peso corporal costuma causar desordens alimentares, como anorexia e bulimia nervosa (BEALS e MANORE, 2002; ROSEN et al., 1986; SUNDGOT-BORGEN, 1993). Os estudos que avaliam a ingestão alimentar mostram um balanço energético negativo (entre 47 e 99% das Recomendações Nutricionais Diárias – RDA) principalmente nas ginastas com idade entre 15 e 18 anos (BURKE, 2007), além de uma subestimação do consumo de carboidratos, proteínas e lipídios (JONNALAGADDA et al., 1998; FOGELHOLM et al., 1995). No entanto, nenhum desses estudos quantifica a ingestão hídrica das atletas de GA. Na prática da GA, observamos com frequência uma restrição à ingestão de líquidos devida ao receio de que estes possam provocar um aumento da massa corporal e da distensão abdominal.

Não foram encontrados na literatura estudos que avaliem o estado de hidratação e a sudorese de atletas de GA durante uma sessão de treino no calor. Dois estudos (RIVERA-BROWN et al., 2006, 2008) avaliaram meninas mas utilizaram protocolos pré-estabelecidos de exercício em bicicleta em clima quente. O objetivo do presente estudo foi determinar o estado de hidratação pré- e pós-treino, e a sudorese de meninas atletas de GA durante uma sessão de treino em ginásio no verão.

## **MÉTODOS**

*Sujeitos.* Seis meninas atletas da equipe de GA da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) participaram deste estudo. As atletas treinavam de 3 a 4 horas/dia, seis vezes por semana. Todas forneceram o consentimento verbal, e um dos pais assinou o Termo de Consentimento após a explicação dos procedimentos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS.

*Sessão de avaliação física.* As meninas primeiro compareceram ao Laboratório de Pesquisa do Exercício da ESEF/UFRGS para avaliação antropométrica e de

condicionamento aeróbico. As características físicas e o grau de maturação das meninas estão descritos na Tabela 1. Elas não apresentavam qualquer doença crônica nem faziam uso de qualquer medicação, de acordo com as respostas a um questionário aplicado nesta sessão.

Tabela 1. Características físicas individuais

ID	Grau Maturacional	Massa Corporal (kg)	Estatura (m)	$\Sigma$ Dobras cutâneas (mm)	ASC (m <sup>2</sup> )	VO <sub>2</sub> pico (ml/kg/min)	FC <sub>máx</sub> (bpm)	TPE <sub>máx</sub>
1	1	27,80	1,38	53	1,051	42,6	183	16
2	1	31,85	1,39	56	1,116	38,7	184	19
3	1	40,35	1,46	61	1,282	37,4	180	15
4	2	40,00	1,42	63	1,252	38,2	188	19
5	2	53,75	1,52	105	1,488	ND	ND	ND
6	2	38,75	1,51	67	1,292	43,1	168	19

Grau maturacional 1: pré-púbere (PP) e 2: púbere (P).  $\Sigma$  Dobras cutâneas: tríceps, bíceps, subescápula, suprailíaca, abdome, coxa e panturrilha. ASC área de superfície corporal. FC<sub>máx</sub>: frequência cardíaca máxima. TPE<sub>máx</sub>: Taxa de percepção de esforço máxima. ND, não-disponível.

A massa corporal foi determinada usando-se uma balança com precisão de 0,05 kg (G-TECH); e a estatura, um estadiômetro de parede (SECA, 0,01 m). A área de superfície corporal (ASC) foi calculada aplicando-se a fórmula de DuBois e DuBois (1916) ( $ASC = 0,20247 \times estatura (m)^{0,725} \times massa\ corporal (kg)^{0,425}$ ). A adiposidade foi determinada pela soma de sete dobras cutâneas (tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaca, abdome, coxa e panturrilha), utilizando-se o compasso de Lange. O grau maturacional foi autodeterminado de acordo com a classificação de Tanner (1962), em que pré-púbere (PP) correspondia ao estágio 1; e púbere (P), aos estágios 2-4.

O pico de consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>pico) foi avaliado adotando-se o protocolo da McMaster em um cicloergômetro (ERGO FIT 167, Espanha). Esse protocolo consiste em incrementos progressivos a cada 2 min, com cargas de 15 a 25 W, dependendo da estatura. Os gases expiratórios foram analisados usando-se calorimetria indireta de circuito aberto (*breath by breath*) (MEDGRAPHICS modelo

CPX/D). O teste era interrompido quando algum destes critérios era alcançado: platô de  $VO_2$ , frequência cardíaca  $> 200$  bpm (POLAR S610, POLAR ELECTRO OY, Finlândia), TPE  $> 19$  (BORG, 1982), incapacidade de manter a cadência de bicicleta em 60 rpm, ou exaustão mesmo com encorajamento verbal dos pesquisadores.

Sessão de treino. Esta sessão ocorreu cerca de três dias após a sessão de avaliação física. O treino teve duração de 3h18min e ocorreu em uma tarde quente de verão, com temperatura ambiente de  $34^{\circ}C$  e 58% de UR dentro do ginásio.

Ao chegarem ao ginásio para o treino, as meninas eram orientadas a urinar para esvaziar a bexiga e, depois, eram pesadas (G-TECH, 0,05 kg) vestindo apenas biquíni. Antes do treino e logo após o seu término, uma amostra de urina foi separada para análise da gravidade específica (GEU) (refratômetro portátil ATAGO).

Cada menina recebeu sua garrafa individual contendo água para beber o quanto desejasse, mas apenas a cada 60 min durante o treino. Água pura era o líquido que as atletas costumavam ingerir nesses intervalos de treinamento. As garrafas eram pesadas antes e depois da sessão de treino, para determinar o volume total ingerido.

O balanço hídrico foi calculado a partir da mudança da massa corporal. O volume de suor foi determinado pela diferença de massa corporal antes e depois do treino mais o volume de água consumido. O volume de suor foi expresso pela unidade de tempo (em 1 hora) e corrigido pela ASC para expressar a taxa de sudorese.

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

A distribuição dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Como todas as variáveis tiveram distribuição simétrica, os dados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão (mínimo e máximo). O teste  $t$  pareado foi usado para comparar a massa corporal pré- e pós-treinamento; e a GEU. Para comparar a FC e TPE ao longo do tempo a análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas com post-hoc de LSD (Least Significance Difference) foi aplicada. A significância estatística considerada foi  $p < 0.05$ . Foi utilizado para análise dos dados o pacote estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 13.0.

## RESULTADOS

Uma atleta P (ID 5) não participou da avaliação física ( $VO_{2\text{pico}}$ ) por motivos de lesão e recomendação do treinador; no entanto, os dados da sessão de treino foram registrados.

A análise da GEU mostrou que quatro atletas iniciaram o treino hidratadas; entretanto, apenas uma atleta, ID 3, não urinou após o treino. A Figura 1 mostra os valores de GEU antes e depois da sessão de treino.

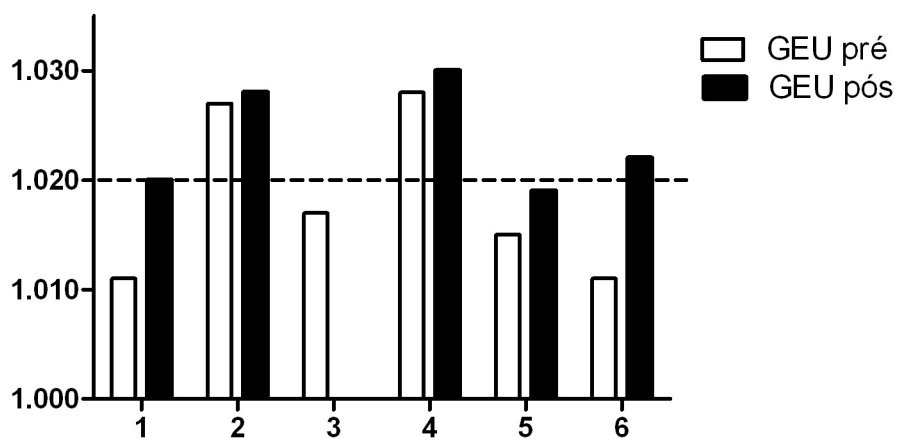


FIGURA 1. Valores individuais de GEU antes e depois do treino

O volume de água ingerido durante todo o treino foi, em média,  $297 \pm 29,5$  ml ( $244-327$  ml); e o volume de suor,  $1240 \pm 283$  ml ( $1043-1770$  ml). A taxa de sudorese média foi de  $375 \pm 85$  ml·h<sup>-1</sup> ( $316-536$  ml·h<sup>-1</sup>); e corrigida pela ASC por min,  $5,0 \pm 0,7$  ml·m<sup>2</sup>·min<sup>-1</sup> ( $4,14-6,01$  ml·m<sup>2</sup>·min<sup>-1</sup>). Houve uma significativa perda de massa corporal de  $942 \pm 276$  g ( $750-1450$  g) ( $p < 0,0001$ ), correspondendo a um grau de desidratação médio de  $2,5 \pm 0,5\%$  ( $1,94-3,28\%$ ). A Figura 2 mostra os valores individuais de volume ingerido e volume de suor durante o treino.

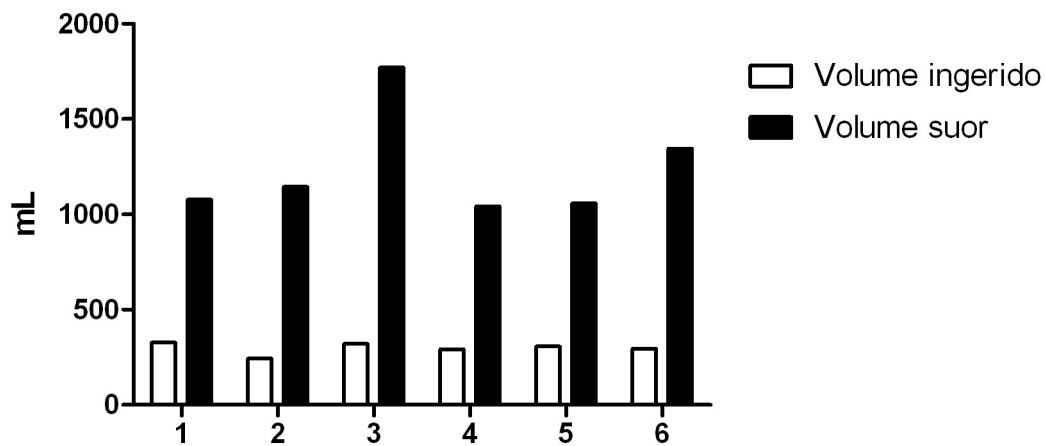
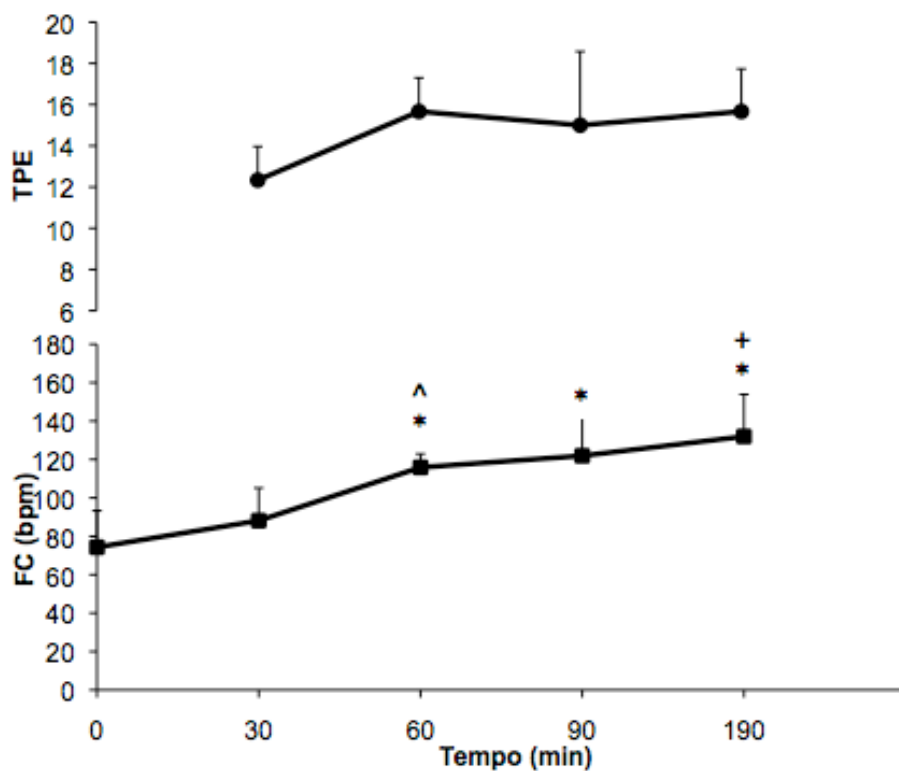


FIGURA 2. Volume ingerido (ml) e volume de suor (ml) individual das atletas da Ginástica Artística

A TPE e a FC das atletas foram medidas a cada 30 min, até os 90 min. A última medida foi feita com 190 min de treino. Houve diferença na mensuração da FC entre os tempos ( $p=0,041$ ), na TPE essa diferença não ocorreu. Os valores de média  $\pm$  desvio-padrão estão apresentados na Figura 3.



\*  $P < 0,05$  entre os tempos 0, 60, 90 e 190 min.  $\wedge P < 0,05$  entre os tempos 30 e 90 min. +  $P < 0,05$  entre os tempos 90 e 190 min.

FIGURA 3. TPE e FC das atletas da GA durante as 3h e 18 min de treino no calor.

## DISCUSSÃO

Este estudo mostrou que todas as atletas de GA apresentaram um déficit hídrico, apesar da variabilidade do grau de hidratação (1,94-3,28%), decorrente de uma sessão prolongada de GA dentro de um ginásio com elevada temperatura ambiente (cerca de 34°C).

O volume de água ingerido nas 3h de treino pelas atletas foi em média 25% (300 ml) do volume de suor (1240 ml) perdido. Rivera-Brown et al. (2008) descreveram um consumo de água de 90% (950 ml) do volume de suor (1050 ml) em meninas atletas, durante 3 h de pedaladas no calor. Em outro estudo (RIVERA-BROWN et al., 2006), meninas ingeriram relativamente maior volume (~ 600 ml) em 1 h de pedalada; mas a bebida disponível era carboeletrolítica. Uma justificativa muitas vezes apresentada pelas atletas de GA e por seus treinadores é que ingerir muito líquido durante o treino causa distensão abdominal e desconforto gástrico, comprometendo a execução dos movimentos e das acrobacias da modalidade.

Um pequeno déficit hídrico pode ser aceitável e inócuo. O *American College of Sports Medicine* (2007), o *National Athletic Trainers' Association* (CASA et al., 2000) e a *International Association of Athletics Federations* (SHIRREFFS et al., 2007) consideram que um grau de desidratação acima de 2% pode apresentar prejuízos para o desempenho e a saúde. No presente estudo, quatro das seis atletas apresentaram grau de hidratação superior a 2%. Como consequências desse maior grau de desidratação, pode haver maior aumento da temperatura corporal e da frequência cardíaca; antecipação da fadiga; e redução do  $VO_{2máx}$ , da força muscular e da atividade reflexa (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005; GREENLEAF, 1992). O estudo de Dougherty et al. (2006) mostrou que 2% de desidratação afetaram habilidades específicas do basquete; e, quando uma bebida com 6% de CHO foi consumida e o estado de euhidratação foi mantido, houve uma melhora dos movimentos e arremessos, além de uma redução de sinais de fadiga. Não foi encontrado estudo similar que avalie os efeitos da desidratação em movimentos específicos em atletas de GA.

As atletas do presente estudo consumiram somente água nas 3 h de treino. O *American College of Sports Medicine* (2007) e a revisão sobre nutrição para jovens atletas (MEYER et al., 2007) recomendam a adição de carboidrato e eletrólitos aos líquidos para a realização de atividades prolongadas ou intensas. A partir da

primeira hora de treino, as ginastas do presente estudo apresentaram uma alta FC (82% da  $FC_{m\acute{a}x}$ ) e referiram uma TPE média de 16, que indica “cansado”. Esse cansaço pode ter sido consequência do déficit hídrico (BELOW et al., 1995). A depleção de glicogênio muscular e hepático também poderia ser um agravante, já que essas meninas não consumiram qualquer carboidrato durante o treino. Mesmo após o treino, costuma haver restrição de carboidrato, acentuando ainda mais a depleção glicogênica nos sucessivos treinos semanais. O receio dessas atletas em relação ao consumo desse nutriente, devido ao seu teor calórico, pode ser maior do que aquele em relação à água, considerando a possível consequência de um aumento de massa corporal, o que também é relatado por Kirchner et al., 1995).

Quatro atletas iniciaram o treino hidratadas, de acordo com a GEU; porém, como a ingesta de líquido foi baixa durante o treino, a GEU foi aumentando e caracterizando hipo-hidratação na maioria das atletas. Apesar de Opplinger et al. (2005) concluírem que a GEU é um método sensível para avaliação de perda aguda de peso após o exercício, isso não foi demonstrado por Popowski et al. (2001) em seu estudo que promoveu reidratação. Também no presente estudo, o aumento da GEU nem sempre acompanhou o grau de desidratação.

## CONCLUSÃO

As atletas de ginástica artística iniciaram o treino hidratadas, segundo a GEU como parâmetro do estado de hidratação; e a longa sessão de treino no calor com uma pequena ingesta hídrica provocou um aumento da GEU e um grau de desidratação acima de 2%.

## REFERÊNCIAS

1. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, COMMITTEE ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS. **Promotion of healthy weight-control practices in young athletes.** Pediatrics, 116 (6):1557-1564, 2005.
2. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: SAWKA M.N, BURKE L.M., EICHNER E.R., MAUGHAN R.J., MONTAIN S.J., STACHENFELD N.S. **American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement.** Medicine and Science in Sports and Exercise, 39, 377-390 2007.



3. BEALS, K.A., MANORE, M.M. **Disorders of the female athlete triad among collegiate athletes**. International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism, 12:281-293, 2002.
4. BELOW, P.R., MORA-RODRIGUEZ, R., GONZALES-ALONSO, J. **Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1h of intense exercise**. Medicine and Science in Sports and Exercise, 27:200-10, 1995.
5. BORG, G.A.V. **Psychophysical bases of perceived exertion**. Medicine and Science in Sports Exercise, 14(5):377-381, 1982.
6. BURKE L. **Gymnastics**. In: Practical Sports Nutrition. Belconnen, Australia: Human Kinetics, 2007. p.313-333.
7. CASA, D.J., ARMSTRONG, L.E., HILLMAN, S.K., MONTAIN, S.J., REIFF, R.V., RICH, B.S., Roberts, W.O., Stone, J.A. **National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes**. Journal of Athletic Training, 35(2):212-24, 2000.
8. DOUGHERTY, K.A., BAKER, L.B., CHOW, M., KENNEY, W.L. **Two percent dehydration impairs and six percent carbohydrate drink improves boys basketball skills**. Medicine and Science in Sports and Exercise, 38:1650-1658, 2006.
9. DUBOIS, D., DUBOIS, E.F. **Clinical calorimetry: a formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known**. Archives of Internal Medicine, 17:863-871, 1916.
10. FOGELHOLM, M. **Indicators of vitamin and mineral status in athletes' blood: a review**. International Journal of Sports Nutrition, 5(4):267-84, 1995.
11. GREENLEAF, J.E. **Problem: Thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration**. Medicine and Science in Sports and Exercise, 24 (6):654-656, 1992.
12. JONNALAGADDA, S.S., BERNADOT, D., NELSON, M. **Energy and nutrient intakes of the United States National Women's Artistic Gymnastics Team**. International Journal of Sports Nutrition, 8(4):331-344, 1998.
13. KIRCHNER, E.M., LEWIS, R.D., O'CONNOR, P.J. **Bone mineral density and dietary intake of female college gymnasts**. Medicine and Science in Sports and Exercise, 27:543-549, 1995.
14. MEYER, F., O'CONNOR, H., SHIRREFFS, S.M. **Nutrition for the young athlete**. Journal of Sports Science, 25(S1):73-82, 2007.
15. OPPLIGER, R.A., MAGNES, S.A., POPOWSKI, L.A., GISOLFI, C.V. **Accuracy of urine specific gravity and osmolality as indicators of hydration status**. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 15(3):236-51, 2005.

16. POPOWSKI, L.A., OPPLINGER, R.A., LAMBERT, P.G., JOHNSON, R.F., JOHNSONS, A.K., GISOLFI, C.V. **Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration.** *Medicine and Science in Sports Exercise*, 33(5):747-753, 2001.
17. RIVERA-BROWN, A.M. et al. **Voluntary drinking and hydration in trained, heat-acclimatized girls exercising in a hot and humid climate.** *European Journal of Applied Physiology*, v. 103, p. 109–16, 2008.
18. RIVERA-BROWN, A.M. et al. **Exercise tolerance in a hot and humid climate in heat-acclimatized girls and women.** *International Journal of Sports Medicine*, v. 27, p. 943-50, 2006.
19. ROSEN, L.W., McKEAG, D.B., HOUGH, D.O., CURLEY, V. **Pathogenic weight-control behaviour in female athletes.** *The Physician and Sportsmedicine*, 14:79-86, 1986.
20. SHIRREFFS, S.M., CASA, D.J., CARTER, R. III. **Fluid needs for training and competition in athletics.** *Journal of Sports Science*, 25(S1):83-91, 2007.
21. SUNDGOT-BORGEN J. **Prevalence of eating disorders in elite female athletes.** *International Journal of Sports Nutrition*, 3:29-40, 1993.
22. TANNER J.M. **Growth at adolescence.** (2<sup>a</sup> ed.) Oxford: Black-well Scientific Publications. 1962.

## V – CONCLUSÃO GERAL

Concluimos, a partir dos resultados obtidos nos estudos originais, que meninos e meninas praticantes de exercício físico, no calor, apresentam as seguintes características de hidratação e sudorese:

- os meninos do futebol, futsal e do tênis iniciaram a sessão de treino hipo-hidratados de acordo com a GEU; e a ingestão hídrica durante o treino não foi suficiente para reverter essa situação. Já a maioria das atletas da ginástica artística iniciou o treino bem-hidratada, segundo esse parâmetro, mas após as 3h de treino a GEU já indicava hipo-hidratação.

- a ingestão voluntária de líquidos durante o treino foi suficiente para evitar uma perda importante de massa corporal e um grau de hidratação no futebol, no futsal e no tênis. No entanto, essa condição não foi alcançada pelas atletas da ginástica artística. As meninas ingeriram um pequeno volume de água e acabaram o treino com um grau de hidratação superior a 2%.

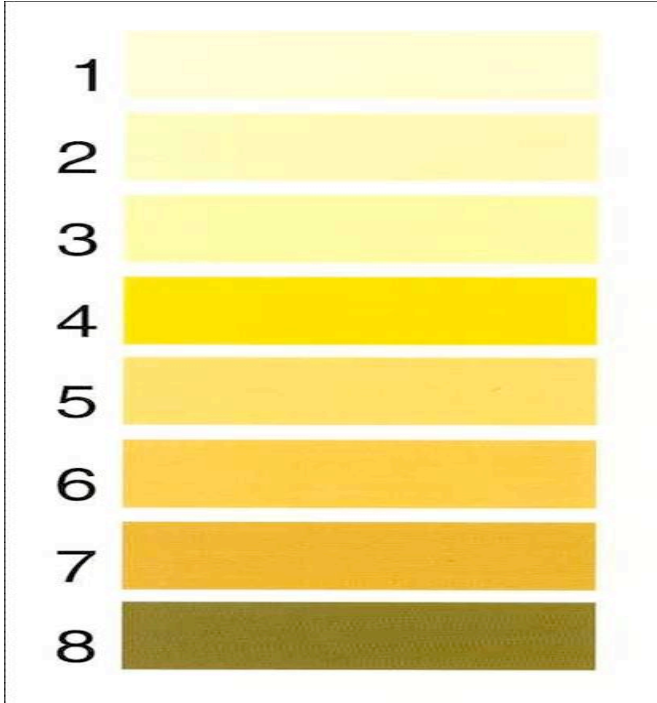
- houve uma grande variabilidade na sudorese, mesmo quando corrigida pelo tempo (h) ou pela ASC e na concentração de eletrólitos no suor entre os jovens.

Também salientamos a importância da educação e incentivo ao consumo de líquidos e reconhecimento dos sinais e sintomas de desidratação pelas crianças e adolescentes que praticam exercício físico, principalmente no calor, a fim de evitar qualquer tipo de comprometimento à saúde e ao desempenho.

Os resultados do presente estudo refletiram situações específicas de treino e de estresse térmico. Assim, desconhecemos o quanto eles podem ser generalizados para outras condições de treino e população.

## **ANEXOS**

**ANEXO A – COLORAÇÃO DE URINA**



## ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Você está sendo convidado a participar de um estudo que será realizado na Escola Superior de Educação Física da UFRGS. Trata-se de uma pesquisa em que será avaliado o balanço hidro-eletrolítico durante sessões de treino. Pretendemos saber qual a concentração de sódio, cloreto e potássio do suor de crianças que fazem exercício físico intermitente no calor, durante uma sessão de treinamento.

Você será avaliado em cinco dias, sendo um na escola de Educação física da UFRGS e as outras no seu clube. No primeiro dia, será aplicado um questionário sobre sua saúde, sua rotina de atividade física e também serão feitas algumas medidas como peso, altura e dobras cutâneas e um teste em bicicleta. O segundo dia de avaliação ocorrerá durante uma sessão de exercício que você já está acostumado, e será orientada pelo seu treinador. Neste dia, antes do início do exercício você deverá urinar dentro de um pote que lhe será entregue pelos pesquisadores e depois você será pesado, logo após serão colocados nas suas costas, braços e pernas uns adesivos absorventes que irão armazenar parte do seu suor. Estes adesivos serão retirados logo após o término do exercício. Durante o treino você poderá consumir a quantidade de bebida que você desejar, desde que seja previamente pesada por um dos pesquisadores. Logo após o fim do treino você deverá urinar e será novamente pesado. Nos outros três dias você somente será pesado antes e depois do treino, que também será orientado pelo seu treinador.

Nenhum efeito prejudicial é esperado durante ou após cada uma das sessões, exceto um pequeno cansaço que é esperado após a prática de atividade física.

A disponibilidade de tempo para estes experimentos é de aproximadamente 50 minutos no primeiro dia e 30 minutos antes e 30 minutos depois do seu treino.

As informações provenientes desta pesquisa terão caráter confidencial.

Os participantes poderão, em qualquer momento, recusar-se a participar ou abandonar a pesquisa, mesmo após a assinatura deste termo de consentimento. Os participantes não terão despesas financeiras durante a participação neste estudo.

Se você ou seus familiares tiverem alguma pergunta antes de se decidir, sinta-se a vontade para fazê-la.

Eu, \_\_\_\_\_ e meu filho (a) \_\_\_\_\_ fomos informados (as) dos objetivos acima especificados e da justificativa desta pesquisa, de forma clara e detalhada. Recebemos informações específicas sobre os procedimentos dos quais meu filho fará parte. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento. Fui informado (a) que meu filho (a) poderá ser retirado do estudo a qualquer momento, mesmo depois de assinado este termo, tenho ciência de que não terei gastos com esta pesquisa, e foi-me certificado pelo profissional \_\_\_\_\_ que as informações por mim fornecidas terão caráter confidencial.

Assinatura do responsável pelo participante na pesquisa

\_\_\_\_\_

Assinatura do investigador

\_\_\_\_\_

Assinatura da orientadora

\_\_\_\_\_

Em caso de dúvidas entre em contato com a pesquisadora Cláudia Perrone pelo telefone (51) 91518513

## TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO – LOCAL DE TREINAMENTO

Os alunos do treinador \_\_\_\_\_ que participam da escolinha de \_\_\_\_\_ do Clube \_\_\_\_\_ estão sendo convidados a participar de um estudo que será realizado na Escola Superior de Educação Física da UFRGS. Trata-se de uma pesquisa em que será avaliado o balanço (ingestão e perdas) de água e eletrólitos durante as sessões de treino. Pretendemos saber qual a concentração de sódio, cloreto e potássio do suor de crianças e jovens que praticam esportes no calor e no frio, durante uma sessão de treinamento.

Os alunos serão avaliados em cinco dias, sendo um na Escola de Educação de Física da UFRGS e as outras no clube. No primeiro dia, será aplicado um questionário sobre saúde, rotina de atividade física e também serão feitas algumas medidas como peso, altura e dobras cutâneas e um teste em bicicleta. O segundo dia de avaliação ocorrerá durante uma sessão do esporte praticado e orientado pelo respectivo treinador. Neste dia, serão avaliados peso, e será coletado urina e suor para análise dos eletrólitos. Nos outros três dias os alunos somente serão pesados antes e depois do treino, que também será orientado pelo seu treinador.

Nenhum efeito prejudicial é esperado durante ou após cada uma das sessões, exceto a fadiga que usualmente acontece após a sessão.

A disponibilidade de tempo para estes experimentos é de aproximadamente 50 minutos no primeiro dia e 30 minutos antes e 30 minutos depois do treino.

As informações provenientes desta pesquisa terão caráter confidencial.

Os participantes poderão, em qualquer momento, recusar-se a participar ou abandonar a pesquisa, mesmo após a assinatura deste termo de consentimento. Os participantes não terão despesas financeiras durante a participação neste estudo.

Eu, \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos acima especificados e da justificativa desta pesquisa, de forma clara e detalhada. Recebi informações específicas sobre os procedimentos. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento. Fui informado (a) de que as informações por mim fornecidas terão caráter confidencial.

Assinatura do responsável pelo clube participante na pesquisa

\_\_\_\_\_

Assinatura do investigador



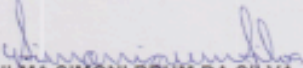
\_\_\_\_\_

Assinatura da orientadora

\_\_\_\_\_

Em caso de dúvidas entre em contato com a pesquisadora Cláudia A Perrone pelo telefone (51) 91518513

## ANEXO D – CARTA DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

	<b>PRÓ-REITORIA DE PESQUISA</b> <b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA</b> <b>CARTA DE APROVAÇÃO</b>		
<p>O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul analisou o projeto:</p>			
<u>Número :</u>	2007806		
<u>Título :</u>	Perdas de água e eletrólitos em crianças durante o treinamento no calor em diferentes esportes		
<u>Pesquisador (es) :</u>			
<u>NOME</u>	<u>PARTICIPAÇÃO</u>	<u>EMAIL</u>	<u>FONE</u>
FLAVIA MEYER	PESQ RESPONSÁVEL	flaviameyer@uol.com.br	33085869
CLÁUDIA ALTMAYER PERRONE	PESQUISADOR	cperrone@terra.com.br	
<p>O mesmo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, reunião nº 20 , ata nº 100 , de 24/1/2008 , por estar adequado ética e metodologicamente e de acordo com a Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde.</p>			
<p>Porto Alegre, segunda-feira, 28 de janeiro de 2008</p>			
 <b>ILMA SIMONI BRUM DA SILVA</b> Coordenador do CEP-UFRGS			
segunda-feira, 28 de janeiro de 2008	Página 3 de 4		



**ANEXO D – ANAMNESE**

Nº: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_\_

**IDENTIFICAÇÃO**

1. Nome: \_\_\_\_\_

2. Data de nascimento: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

3. Nome dos pais ou responsáveis \_\_\_\_\_

**SAÚDE**

4. Apresenta alguma doença? ( ) Sim ( ) Não Qual: \_\_\_\_\_

5. Usa algum medicamento? \_\_\_\_\_

6. Apresenta algum tipo de alergia? \_\_\_\_\_

**EXERCÍCIO**

7. Tipos de esporte que pratica: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

8. Quantas vezes por semana você treina e quanto tempo dura seu treino: \_\_\_\_\_

9. Há quanto tempo (meses ou anos) pratica este esporte: \_\_\_\_\_

10. Já praticou outros esportes antes deste, qual e quanto tempo: \_\_\_\_\_

11. Na escola você participa das aulas de educação física? ( ) sim ( ) não

12. Quantas vezes nos últimos 14 dias você praticou, pelo menos 20 minutos de exercício intenso, suficiente para você respirar ofegante e ter o coração batendo rápido? (exercícios intensos incluem: jogos com bola, correr ou andar rápido de bicicleta; incluir aulas de educação física)

( ) nenhum dia ( ) 1 a 2 dias ( ) 3 a 5 dias ( ) 6 a 8 dias ( ) 9 dias ou mais

13. Quantas vezes nos últimos 14 dias você praticou, pelo menos 20 minutos de exercício leve excluindo os intensos, mas suficiente para você respirar mais forte e ter o coração batendo rápido? (exercícios leves incluem: jogos de intensidade leve, caminhar ou andar de bicicleta devagar; incluir aulas de educação física)

( ) nenhum dia ( ) 1 a 2 dias ( ) 3 a 5 dias ( ) 6 a 8 dias ( ) 9 dias ou mais

14. Durante uma semana normal, quantas horas por dia você assiste televisão e vídeo, ou usa o computador ou o vídeo game, antes ou depois da escola?

( ) nenhuma      ( ) 1 h ou menos      ( ) 2 a 3 h      ( ) 4 a 5 h      ( ) 6 h ou mais

15. Durante os últimos 12 meses de quantas equipes ou esportes individuais você participou, em nível de competição: na escola, clubes ou outro local?

( ) nenhuma      ( ) 1 atividade      ( ) 2 atividades      ( ) 3 atividades      ( ) 4 ou + atividades

Em que atividade você compete? \_\_\_\_\_

## NUTRIÇÃO

16. Você costuma ingerir algum alimento

Antes do exercício

Qual? \_\_\_\_\_

Quanto? \_\_\_\_\_

Durante o exercício

Qual? \_\_\_\_\_

Quanto? \_\_\_\_\_

Após o exercício

Qual? \_\_\_\_\_

Quanto? \_\_\_\_\_

17. Você tem permissão de seu (sua) professor (a) de educação física para consumir bebidas (água, suco, chás, bebidas esportivas, refrigerante) durante a aula de educação física?

( ) sim      ( ) não

O que você bebe? \_\_\_\_\_

Quanto? \_\_\_\_\_

18. Você recebeu alguma orientação sobre a ingestão de líquidos antes, durante e após o exercício? ( ) sim ( ) não

De quem \_\_\_\_\_

19. Durante o exercício no calor você suou muito? Sua roupa fica muito molhada? ( ) Sim ( ) Não

20. Você costuma beber algum tipo de líquido (água, suco, chás, bebidas esportivas, refrigerante)? ( ) Sim ( ) Não

Antes do exercício

Qual? \_\_\_\_\_

Quanto? \_\_\_\_\_

Durante o exercício

Qual? \_\_\_\_\_

Quanto? \_\_\_\_\_

Depois do exercício

Qual? \_\_\_\_\_

Quanto? \_\_\_\_\_

### **AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA:**

PESO: \_\_\_\_\_

ALTURA: \_\_\_\_\_

IMC: \_\_\_\_\_

	1ª medida	2ª medida	3ª medida	Mediana
1. dobra cutânea tríceps				
2. dobra cutânea bíceps				
3. dobra cutânea subescapular				
4. dobra cutânea suprailíaca				
5. dobra cutânea abdominal				
6. dobra cutânea coxa				
7. dobra cutânea panturrilha				

$\Sigma$  das dobras: \_\_\_\_\_

	Medida
8. circunferência do braço	
9. circunferência abdominal	
10. circunferência coxa	
11. circunferência cintura	
12. circunferência quadril	

Área de superfície corporal: \_\_\_\_\_

### **GRAU MATURACIONAL**

MENINAS

M: \_\_\_\_\_

P: \_\_\_\_\_

MENINOS

G: \_\_\_\_\_

P: \_\_\_\_\_

AVALIADOR(ES): \_\_\_\_\_

**IDENTIFICAÇÃO DO ATLETA :** \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_











Responsável: \_\_\_\_\_

**TESTE DO POTÊNCIA AERÓBICA: PROTOCOLO DE MCMASTER**









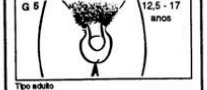

Estágios	Tempo	Carga (w)	VO <sub>2</sub> (ml/kg/min)	FC (bpm)	Borg
1	0 min				
2	2 min				
3	4 min				
4	6 min				
5	8 min				
6	12 min				
7	14 min				
8	16 min				
9	18 min				
10	20 min				
Tempo Teste (min):	Carga máx (w):	FC <sub>Repouso</sub> (bpm):	FC máx (bpm):	VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min):	
Carga 50%	Carga 60%	FC 50%:	FC 60%:	VO <sub>2</sub> 50%:	VO <sub>2</sub> 60%:

# ANEXO E – CLASSIFICAÇÃO DO ESTÁGIO MATURACIONAL

## Desenvolvimento Puberal Feminino Critérios de Tanner

Mamas		Pêlos pubianos
<p><b>M 1</b></p>  <p>Fase pré-adolescência (elevação das papilas)</p>		<p><b>P 1</b></p>  <p>Fase pré-adolescência (não há pelagem)</p>
<p><b>M 2</b> 8 - 13 anos</p>  <p>Mamas em fase do botão (elevação de mama e areola como pequeno montículo)</p>		<p><b>P 2</b> 9 - 14 anos</p>  <p>Presença de pêlos longos, macios, ligeiramente pigmentados, ao longo das grandes lábias</p>
<p><b>M 3</b> 10 - 14 anos</p>  <p>Maior aumento da mama, sem separação dos contornos</p>	<p>11a 5m ↑ M E N A R C A ↓ 15a 6m</p>	<p><b>P 3</b> 10 - 14,5 anos</p>  <p>Pêlos mais escuros, ásperos, sobre o púbis</p>
<p><b>M 4</b> 11 - 15 anos</p>  <p>Projeção da areola e das papilas para formar montículo secundário por cima da mama</p>		<p><b>P 4</b> 11 - 15 anos</p>  <p>Pelagem do tipo adulto, mas a área coberta é consideravelmente menor que no adulto</p>
<p><b>M 5</b> 13 - 18 anos</p>  <p>Fase adulta, com saliência somente das papilas</p>		<p><b>P 5</b> 12 - 16,5 anos</p>  <p>Pelagem tipo adulto, cobrindo todo o púbis e a vulva</p>

## Desenvolvimento Puberal Masculino Critérios de Tanner

Genitália		Pêlos pubianos
<p><b>G 1</b></p>  <p>Fase pré-adolescência (infantil)</p>		<p><b>P 1</b></p>  <p>Fase pré-adolescência (não há pelagem)</p>
<p><b>G 2</b> 9,5 - 13,5 anos</p>  <p>Aumento do escroto e dos testículos, sem aumento do pênis</p>		<p><b>P 2</b> 11 - 15,5 anos</p>  <p>Presença de pêlos longos, macios, ligeiramente pigmentados, na base do pênis</p>
<p><b>G 3</b> 10,5 - 15 anos</p>  <p>Ocorre também aumento do pênis, incipientemente em teste e escroto</p>		<p><b>P 3</b> 11,7 - 16 anos</p>  <p>Pêlos mais escuros, ásperos, sobre o púbis</p>
<p><b>G 4</b> 11,5 - 16 anos</p>  <p>Aumento do diâmetro do pênis e de glândula, crescimento dos testículos, coça pele escurece</p>		<p><b>P 4</b> 12 - 16,5 anos</p>  <p>Pelagem do tipo adulto, mas a área coberta é consideravelmente menor que no adulto</p>
<p><b>G 5</b> 12,5 - 17 anos</p>  <p>Tipo adulto</p>		<p><b>P 5</b> 13 - 17 anos</p>  <p>Tipo adulto, espalhando-se até face interna das coxas</p>

## ANEXO F – Documento do “2<sup>nd</sup> Joint Meeting of the North American Society for Pediatric Exercise Medicine (NASPEM) and the European Group for Pediatric Work Physiology (PWP)”



June 3, 2010

Dear Claudia Perrone,

Thank you for submitting an abstract to NASPEM-PWP 2010. We received 118 abstract submissions, and all abstracts were carefully reviewed by a committee of experts in pediatric exercise science that was chaired by Dr. Bareket Falk. We are delighted to accept your abstract entitled:

**Fluid balance in young artistic gymnasts during a training session in the summer**

Due to the number of abstracts submitted and the limited space in the scientific program, the Abstract Committee provided a recommendation on each abstract for either oral or poster. Whenever possible, the final decision attempted to support the author's preference.

Your abstract was accepted for a **POSTER** presentation. Details of the final program will be available shortly.

Thank you for supporting NASPEM-PWP 2010. Information regarding conference registration can be found at:

[http://fhs.mcmaster.ca/pediatrics/naspem\\_conference.html](http://fhs.mcmaster.ca/pediatrics/naspem_conference.html)

or

<http://www.naspem.org/MeetingsandConferences.aspx>

**The deadline for early registration is June 15.** If you have any questions, please do not hesitate to contact me.

Sincerely,

Dr. Brian Timmons, PhD  
NASPEM-PWP 2010 Conference Chair

905-521-2100, ext. 77218 or 77615 (phone)  
905-521-7936 (fax)  
timmonbw@mcmaster.ca