

HIDRATAÇÃO COM ISOTÔNICO AFETA MARCADORES DA MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E TAXA DE SUDORESE NO EXERCÍCIO AERÓBIO: UM ESTUDO DE CASOCharles Phillipe de Lucena Alves¹Fabiano Henrique Soares¹Jason Azevedo de Medeiros¹**RESUMO**

Diferentes estratégias de hidratação têm sido utilizadas na prática esportiva, contudo, pouco se tem observado os efeitos destas estratégias em marcadores da modulação autonômica cardíaca e taxa de sudorese. Assim sendo, o objetivo do estudo foi analisar os efeitos da hidratação com isotônico na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e taxa de sudorese. Participou deste estudo um avaliado do sexo masculino, 37 anos e fisicamente ativo. Na primeira sessão, foi realizada uma avaliação antropométrica e aplicação de questionários. O teste experimental foi realizado em uma bike de spinning, durante 30 minutos, com intensidade moderada, e houve hidratação com isotônico, nos valores de 75m a cada 5 minutos de exercício. Já no teste controle, 48hrs após, não houve nenhum tipo de hidratação. Nos dias dos testes foi verificado peso inicial e peso final; frequência cardíaca de repouso e recuperação; bem como aplicação da escala de percepção subjetiva de esforço e afetividade. Houve alterações nos marcadores da VFC (LF e HF) e aumento da taxa de sudorese no protocolo controle. Assim sendo, o exercício físico de intensidade moderada sob condições de hidratação, alterou a VFC e taxa de sudorese.

Palavras-chave: Perda Insensível de Água. Variabilidade da Frequência Cardíaca. Exercício Físico.

ABSTRACT

Hydration with isotonic affects markers of autonomic cardiac modulation and rate of sweating without aerobic exercise: a case study

Different hydration strategies were applied in sports practice. However, the effects of these strategies have not been observed in markers of cardiac autonomic modulation and sweating rate. Therefore, the objective of this study was to analyze the effects of iso-tonic hydration on heart rate variability (HRV) and sweating rate. This study was carried out by a male, 37 years old and physically active. In the first session, an anthropometric evaluation and questionnaires were applied. The experimental test was performed in a spinning bike for 30 minutes with moderate intensity, and there was hydration with isotonic, in the values of 75m every 5 minutes of exercise. In the control test, 48hrs later, there was no type of hydration. On the days of the tests, initial and final weight were verified; Resting heart rate and recovery; As well as the application of the subjective perception of effort and affectivity scale. There were alterations in the HRV markers (LF and HF) and increased sweating rate in the control protocol. Thus, moderate-intensity physical exercise under conditions of hydration altered HRV and sweating rate.

Key words: Insensitive Loss of Water. Heart Rate Variability. Physical Exercise.

1-Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNIRN), Rio Grande do Norte, Brasil.

E-mails dos autores:

charles.lucena1@hotmail.com

jason.medeiros1@hotmail.com

fsfitness@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O ciclismo, normalmente, é caracterizado por ser um exercício prolongado, com características de uma atividade rítmica e cíclica, excelente para o desenvolvimento dos sistemas de energia aeróbio e anaeróbico, dependendo do tipo de treinamento aplicado.

A prática do ciclismo pode ser realizada de duas formas: Ao ar livre (ruas e pistas de ciclismo) ou Indoor. Ocorre que, assim como todo exercício, há alguns pontos a serem destacados que, neste caso, seria a alteração de alguns aspectos fisiológicos e bioquímicos ligados à intensidade do exercício e condições de hidratação (Martins e colaboradores, 2007).

O exercício físico, bem como as alterações no volume e na osmolaridade plasmática, desencadeado pela desidratação, atuam como agentes estressores, retirando o organismo de sua condição de homeostase, e induzindo a uma reorganização das respostas funcionais dos diversos sistemas orgânicos, em especial, do sistema nervoso autônomo, o qual desencadeia respostas orgânicas automáticas e involuntárias objetivando reverter o processo em andamento e restabelecer o equilíbrio funcional (Chan e colaboradores, 2007).

Apesar de alguns trabalhos avaliarem os efeitos da hidratação sobre o sistema cardiovascular, pouco se aborda em relação à influência do mesmo sobre o sistema nervoso autônomo (SNA). No único estudo que se avaliou a modulação autonômica cardíaca quando a hipoidratação era induzida pelo exercício, sugeriu-se que, quando o organismo encontra-se em estado hipoidratado há um inabilidade de alcançar a estabilidade autonômica cardíaca, sendo essas variações não encontradas quando uma boa hidratação é realizada (Cheuvront e colaboradores, 2005).

Portanto, a avaliação do sistema nervoso autônomo cardíaco torna-se fundamental pelo significativo papel que o mesmo desempenha sobre os mecanismos regulatórios fisiológicos cardíacos quando a homeostasia é alterada, atuando na preservação das condições necessárias para que o indivíduo exerça, adequadamente, sua interação com o meio ambiente circundante (Guyton Ac e colaboradores, 2006).

Um dos marcadores da modulação autonômica cardíaca é a variabilidade da frequência cardíaca, que é uma ferramenta investigativa simples e não invasiva que, por sua vez, descreve as oscilações do intervalo entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR), assim como as oscilações entre frequências cardíacas instantâneas consecutivas, que estão relacionadas às influências do sistema nervoso autônomo, a partir da interação dos seus ramos simpático e parassimpático, sobre o ritmo cardíaco (Vanderlei e colaboradores, 2009).

No que tangencia os aspectos da sudorese, a participação do sistema termorregulador no processo de dissipação do calor é fundamental, visto que o mesmo se multiplica em fornecer oxigênio arterial aos músculos ativos ao mesmo tempo em que transfere o calor central, produzido pelo exercício físico, para a periferia.

Ao compensar a redistribuição do fluxo sanguíneo entre a aumentada vasodilatação periférica e os músculos em atividade, observa-se uma redução da perfusão aos órgãos internos. Nesse curso, o aumento da FC torna-se, portanto, inevitável (Gonzalez-alonso J e colaboradores, 2008; Maughan e colaboradores, 2007).

Adicionalmente, nessa condição, a evaporação pela sudorese torna-se o mecanismo predominante de perda de calor, removendo cerca de dez vezes mais calor corporal do que é produzido em condições basais, em virtude do elevado calor latente de evaporação da água (Braz e colaboradores, 2005).

Uma alta taxa de sudorese acompanhada da excreção de minerais pode ocasionar distúrbios hidroeletrólíticos e, conseqüentemente, prejuízos ao bom funcionamento do organismo, uma vez que o volume sistólico tende a diminuir provavelmente como resultado da diminuição do volume plasmático e do aumento da frequência cardíaca.

Se fluido suficiente não for consumido para compensar as perdas promovidas pela sudorese uma progressiva desidratação se desencadeará (Maughan e colaboradores, 2007; Morgan e colaboradores, 2004; Stachenfeld e colaboradores, 2008).

Com base nisto, o problema deste estudo incide em analisar como se comporta a variabilidade da frequência cardíaca, taxa de

sudorese e percepção subjetiva de esforço sob condições de hidratação e restrição hídrica, antes, durante e após o exercício físico de intensidade moderada realizado em uma bike de spinning.

MATERIAIS E MÉTODOS

Tipo e desenho do estudo

Trata-se de uma pesquisa de associação com interferência, com desenho experimental do tipo estudo de caso e randomizado.

Amostra

Utilizou-se para pesquisa um indivíduo do sexo masculino com 37 anos de idade, praticante de ciclismo amador há um ano e dois meses; As características antropométricas do indivíduo são as seguintes: 169,1 cm de estatura, 79,15kg de massa corporal e com IMC de 27,7. Ainda, de acordo com o modelo de cinco componentes da ISAK, o avaliado possui os seguintes dados relacionados à composição corporal: 32,2% de massa adiposa; 10% de massa óssea; 43,1% de massa muscular; 4,7% de tecido epitelial e 11,9% de massa residual. O avaliado não possui nenhuma doença crônica e não utilizou nenhuma substância ergogênica antes ou durante a pesquisa.

Instrumentos de coleta

Foi aplicado o questionário IPAQ versão curta (International Physical Activity Questionnaire) para verificar o nível de atividade física do avaliado e uma anamnese a fim de verificar nome, idade, sexo, dados socioeconômicos e presença doenças crônicas ou degenerativas.

Para verificação dos dados antropométricos (perimetria, dobras cutâneas e perímetros ósseos) foram utilizados, respectivamente, os seguintes equipamentos: Fita metálica (marca Sunny); Adipômetro clínico e paquímetro (marca Sunny).

A escala de percepção de esforço descrita por BORG (6-20) e a escala de afeto foram utilizadas para, respectivamente, quantificar o esforço durante o exercício e sentimento ligado ao exercício (Prazer e desprazer). Ainda, foi utilizada uma escala de

oito pontos (Armstrong, 2000) para avaliação da cor da urina do avaliado no momento pré-exercício.

A frequência cardíaca foi verificada através de um frequencímetro RS800CX, da marca Polar, e a pressão arterial foi aferida através de um verificador de pressão digital da marca OMRON.

A balança antropométrica eletrônica digital foi utilizada para verificar o peso inicial e o peso final do indivíduo para, conseqüentemente, termos os dados da taxa de sudorese.

Procedimentos de coleta

No primeiro dia de visita, o avaliado foi informado sobre os procedimentos e objetivos da pesquisa; houve aplicação de uma anamnese e do questionário IPAQ versão curta para verificar o nível de atividade física. Logo após o avaliado foi submetido a uma familiarização com as escalas de BORG e de afeto.

Para garantir uma condição de hidratação nos testes, o avaliado foi orientado a ingerir 500 ml de água 2 horas antes do início da prova. Para não haver interferências nos protocolos, o avaliado foi orientado a repetir a mesma alimentação em ambos os dias e, além disto, não utilizar energéticos ou bebidas à base de cafeína.

Finalmente, o participante foi randomizado para saber qual a ordem dos protocolos que iria seguir. Assim sendo, mediante o sorteio com envelope lacrado, o primeiro protocolo sorteado foi o protocolo sem hidratação (controle) que ficou para segundo dia de visita e, posteriormente, no terceiro dia de visita, o avaliado realizou o protocolo "hidratação com isotônico". Cabe dizer, inclusive, que as visitas tiveram 48 horas de intervalo entre uma e outra (segunda, quarta e sexta).

Ainda na triagem, foram coletadas as variáveis antropométricas, tendo os procedimentos de marcações dos locais e a técnica de tomada das dobras cutâneas baseada pela ISAK (The International Society for the Advancement of Kinanthropometry).

Os cálculos da composição corporal foram realizados usando a metodologia de cinco componentes. Nesta metodologia, são utilizadas as seguintes variáveis: 1) Massa corporal; 2) Estatura; 3) Envergadura; 4) Altura

sentado; 5) Dobras cutâneas (Tricipital; Subescapular; bicipital; Antebraço; Ilíaca; Supraespinhal; Abdominal; coxa anterior e panturrilha); 6) Perimetrias (Cabeça; braço relaxado; antebraço; tórax; cintura; quadril; coxa máxima; coxa média e panturrilha) e 7) diâmetros ósseos (biacromial, tórax transverso, tórax antero-posterior, bi-iliocrystal, bi-epicondilar do úmero, bi-estilóide de punho, mão, bi-condilar do fêmur, bi-maleolar).

No segundo dia de visita ao laboratório foi feita a realização do protocolo controle (sem hidratação). No momento pré-exercício, foi verificada a massa corporal, frequência cardíaca de repouso (na posição decúbito dorsal por cinco minutos) e, por fim, aferição da pressão arterial.

Depois do repouso, o avaliado foi indagado sobre a cor da sua urina e, para obter a resposta, foi apresentada uma escala que possuía oito pontos, representando cores diferentes de urina, o que indica diferentes níveis de hidratação. Posteriormente, foi orientado a ajustar a bike de acordo com suas necessidades biomecânicas para dar início ao protocolo.

O teste na bike teve duração de 30 minutos, seguidos por dois minutos de recuperação, e teve a intensidade controlada pela frequência cardíaca moderada (64% - 76% da FC máxima), de acordo com a ACSM. Neste controle de intensidade pedimos para que o avaliado ficasse entre o ponto médio do mínimo (64%) e máximo (76%) da frequência.

Durante o teste houve apresentação das escalas de BORG (percepção subjetiva de esforço) e de afeto nos minutos 5, 10, 15, 20,25 e 30, totalizando os 30 minutos de exercício.

Após o término do exercício, houve 5 minutos de repouso em decúbito dorsal para que houvesse monitoramento da frequência cardíaca de recuperação. Houve, também, aferição da pressão arterial nos minutos 3,5 e 7 pós-exercício, bem como verificação da massa corporal.

No terceiro e último dia de visita ao laboratório foi realizado o protocolo "hidratação com isotônico". Todas as medidas (frequência cardíaca de repouso, pressão arterial e massa corporal) pré-exercício foram realizadas normalmente e da mesma forma que o protocolo anterior.

Ainda, houve apresentação da escala de oito pontos para verificar a cor da urina do

avaliado e, finalmente, instruções para o ajuste da bike de acordo com as necessidades biomecânicas do avaliado.

Nos 30 minutos de exercício na bike, seguido por dois minutos de recuperação, os procedimentos de apresentação das escalas (Borg e afeto) a cada 5 minutos, monitoramento da intensidade pela FC moderada (64%-76% Fcmáx) mantiveram-se os mesmos.

Entretanto, neste protocolo, houve ingestão de 75 ml de Gatorade (isotônico) sabor limão (preferência do avaliado), que foi administrado nos minutos 5,10,15,20,25,30, totalizando 6 momentos e um total 450 ml de bebida ingerida durante todo teste. Os valores nutricionais da bebida são os seguintes: Calorias = 46 Kcal; Carboidratos = 12 g; Proteínas = 0 g; Gorduras = 0 g; Sódio = 99 mg; Potássio = 28 mg; Porção de 200 ml.

Após o teste, os procedimentos de repouso pós-exercício na posição decúbito dorsal durante 5 minutos, para monitoramento da FC de recuperação, aferição da pressão arterial nos minutos 3,5,7 e verificação da massa corporal, mantiveram-se os mesmos.

Análise de dados

Para análise da variabilidade da frequência cardíaca utilizou-se o programa Kubios HRV e, a partir dele, foram extraídos os dados do domínio do tempo e domínio da frequência.

O valor de Delta percentual foi usado para verificar as diferenças numéricas entre as variáveis da variabilidade da FC. Como não houve comparação estatística, os valores numéricos da taxa de sudorese foram descritos através do excel.

RESULTADOS

Na tabela 1, são apresentados os valores da variabilidade da frequência cardíaca referentes ao domínio do tempo e frequência, relacionados aos 5 minutos pré e pós-exercício, no que corresponde, respectivamente, aos momentos de repouso e recuperação, no protocolo sem hidratação (controle). Os dados são apresentados, também, em delta percentual.

Houve um aumento na unidade normalizada no componente de baixa frequência denominada LF (low frequency),

comparando os valores pré e pós-exercício, tal valor representa, teoricamente, maior atividade simpática do sistema nervoso autônomo. Uma redução de valores numéricos foi observada no componente de alta frequência (HF – high frequency), o que indica uma atenuação da atividade parassimpática.

A média dos intervalos RR sofreu uma queda no momento pós-exercício, o que compreende uma modificação variabilidade da frequência cardíaca.

Na tabela 2, são apresentados os valores da variabilidade da frequência cardíaca referentes ao domínio do tempo e frequência, relacionados aos 5 minutos pré e pós-exercício, no que corresponde, respectivamente, aos momentos de repouso e

recuperação, no protocolo hidratação com isotônico.

Assim como no protocolo sem hidratação, na tabela seguinte, onde mostra os valores de repouso e recuperação no protocolo com hidratação, observa-se um aumento no componente de baixa frequência (LF - low frequency), comparando os valores pré e pós-exercício, tal valor representa, teoricamente, maior atividade simpática do sistema nervoso autônomo. Percebeu-se, ainda, uma redução no componente de alta frequência (HF – high frequency), o que indica uma atenuação da atividade parassimpática.

Em relação às médias dos intervalos RR, houve uma redução nos valores pós-exercício que indica, inclusive, modificações na variabilidade da FC.

Tabela 1 - Valores pré e pós-exercício relacionados a análise da frequência cardíaca pelo domínio do tempo e da frequência.

| Variáveis | Pré-exercício sem Hidratação | Pós-exercício sem Hidratação | Delta percentual |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Mean RR* | 1204,3 (ms) | 664,8 (ms) | -44,8 |
| STD RR (SDNN) | 95,0 (ms) | 30,5 (ms) | -67,9 |
| Mean HR* | 50,2 (1/min) | 90,5 (1/min) | 80,3 |
| STD HR | 4,5 (1/min) | 4,4 (1/min) | -2,9 |
| RMSSD | 93,7 (ms) | 12,5 (ms) | -86,7 |
| NN50 | 157,0 (count) | 2,0 (count) | -98,7 |
| pNN50 | 52,5 (%) | 0,4 (%) | -99,2 |
| RR triangular index | 16667,0 | 7045,0 | -57,7 |
| TINN | 160,0 (ms) | 160,0 (ms) | 0,0 |
| LF | 48,1 (un) | 55,5 (un) | 15,4 |
| NF | 51,7 (un) | 44,5 (un) | -13,9 |
| LF/HF | 0,9 (un) | 1246,0 (un) | 33,8 |

Tabela 2 - Valores pré e pós-exercício relacionados a análise da frequência cardíaca pelo domínio do tempo e da frequência, no protocolo com hidratação.

| Variáveis | Pré-exercício sem Hidratação | Pós-exercício sem Hidratação | Delta percentual |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Mean RR* | 1077,8 (ms) | 659,6 (ms) | -38,8 |
| STD RR (SDNN) | 93,6 (ms) | 54,1 (ms) | -42,2 |
| Mean HR* | 56,1 (1/min) | 91,6 (1/min) | 63,2 |
| STD HR | 5,1 (1/min) | 7,4 (1/min) | 44,9 |
| RMSSD | 104,2 (ms) | 18,0 (ms) | -82,7 |
| NN50 | 176,0 (count) | 12,0 (count) | -93,2 |
| pNN50 | 56,0 (%) | 2,1 (%) | -96,0 |
| RR triangular index | 20813,0 | 11660,0 | -44,0 |
| TINN | 180,0 (ms) | 290,0 (ms) | 61,1 |
| LF | 51,3 (un) | 62,4 (un) | 21,6 |
| NF | 48,6 (un) | 37,6 (un) | -22,6 |
| LF/HF | 1056,0 (un) | 1611,0 (un) | 57,3 |

Na tabela 3, está descrito os dados relacionados aos 5 minutos de repouso pré-exercício nos dois protocolos. Ainda, tais valores são apresentados nas variáveis domínio do tempo e frequência, apresentando um valor de delta percentual.

Observa-se uma redução na média dos intervalos RR, comparando os valores pré-exercício dos dois protocolos, sendo tal redução favorável ao protocolo com hidratação.

Quando se trata dos valores de baixa frequência (LF), percebe-se um aumento no protocolo com hidratação, em relação ao protocolo sem hidratação, o que indica predominância da atividade simpática.

Nos valores de alta frequência (HF), porém, as unidades normalizadas foram mais altas no protocolo sem hidratação, mostrando,

assim, maior atividade parassimpática em comparação com o protocolo com hidratação.

Por fim, na tabela 4, são descritos os valores relacionados aos 5 minutos pós-exercício em ambos os protocolos. Estes valores são descritos na forma de domínio da frequência e tempo e, as diferenças, são apresentadas em delta percentual.

Verifica-se um maior valor na média dos intervalos RR no protocolo sem hidratação, em comparação com os valores no protocolo com hidratação.

No que tange a variável de baixa frequência (LF), percebe-se, um maior valor no protocolo com hidratação, o que indica uma maior atividade simpática. Já no protocolo de alta frequência (HF), os valores das unidades normalizadas são maiores no protocolo sem hidratação, o que demonstra, teoricamente, uma maior atividade parassimpática.

Tabela 3 - Dados do repouso pré-exercício do protocolo sem hidratação e com hidratação.

| Variáveis | Pré-exercício sem Hidratação | Pós-exercício sem Hidratação | Delta percentual |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Mean RR* | 1204,3 (ms) | 1077,8 (ms) | -10,5 |
| STD RR (SDNN) | 95,0 (ms) | 93,6 (ms) | -1,5 |
| Mean HR* | 50,2 (1/min) | 56,1 (1/min) | 11,8 |
| STD HR | 4,5 (1/min) | 5,1 (1/min) | 12,8 |
| RMSSD | 93,7 (ms) | 104,2 (ms) | 11,2 |
| NN50 | 157,0 (count) | 176,0 (count) | 12,1 |
| pNN50 | 52,5 (%) | 53,0 (%) | 1,0 |
| RR triangular index | 16667,0 | 20813,0 | 24,9 |
| TINN | 160,0 (ms) | 180,0 (ms) | 12,5 |
| LF | 48,1 (un) | 51,3 (un) | 6,7 |
| NF | 51,7 (un) | 48,6 (un) | -6,0 |
| LF/HF | 0,9 (un) | 1056,0 (un) | 13,4 |

Tabela 4 - Dados do repouso pós-exercício do protocolo sem hidratação e com hidratação.

| Variáveis | Pré-exercício sem Hidratação | Pós-exercício sem Hidratação | Delta percentual |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Mean RR* | 664,8 (ms) | 659,6 (ms) | -0,8 |
| STD RR (SDNN) | 30,5 (ms) | 54,1 (ms) | 77,4 |
| Mean HR* | 90,5 (1/min) | 91,6 (1/min) | 1,3 |
| STD HR | 4,4 (1/min) | 7,4 (1/min) | 68,3 |
| RMSSD | 12,5 (ms) | 18,0 (ms) | 44,0 |
| NN50 | 2,0 (count) | 12,0 (count) | 500,0 |
| pNN50 | 0,4 (%) | 2,1 (%) | 425,0 |
| RR triangular index | 7045,0 | 11660,0 | -99,8 |
| TINN | 160,0 (ms) | 290,0 (ms) | 81,3 |
| LF | 55,5 (un) | 62,4 (un) | 12,4 |
| NF | 44,5 (un) | 37,6 (un) | -15,5 |
| LF/HF | 1246,0 (un) | 1661,0 (un) | 33,3 |

A figura 1 está representando o comportamento da frequência cardíaca a cada 5 minutos de exercício em ambos os protocolos. No gráfico, podemos observar que, após os 5 minutos de exercício, até o final, houve um equilíbrio da frequência cardíaca dentro da faixa moderada 64%-76% (ACSM) que foi definida como sendo as linhas tracejadas o limite mínimo e máximo.

Na figura 2, serão apresentados os resultados com relação ao domínio da frequência, na variável LF (low frequency), comparando os dois tipos de protocolos (sem

hidratação e com hidratação) a cada 5 minutos de exercício.

O componente de baixa frequência (LF) teve um aumento até décimo minuto em ambos os protocolos, entretanto, o protocolo sem ingestão hídrica aumentou algumas unidades a mais e manteve-se constante, porém com pequenas variações, até o final do teste. Tais valores indicam maior atuação do sistema nervoso simpático durante alguns minutos do exercício, em comparação com o protocolo com ingestão hídrica.

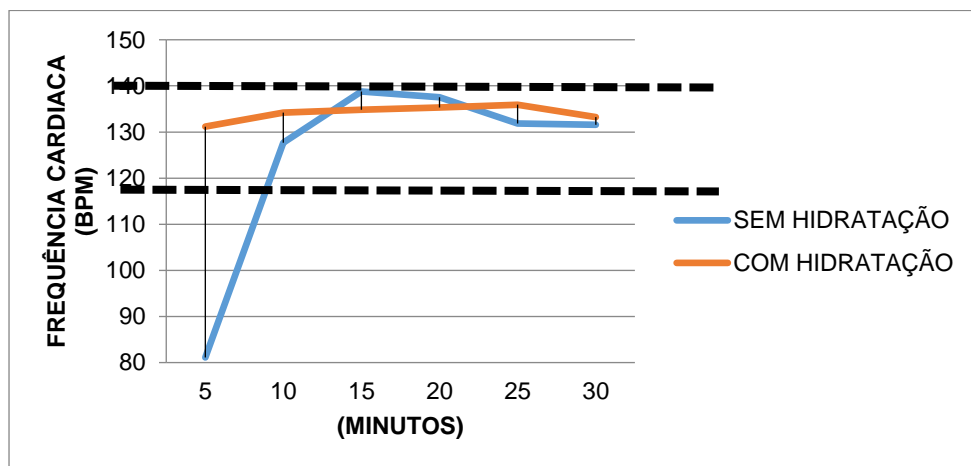


Figura 1 - Comportamento da frequência cardíaca durante o exercício nos dois protocolos.

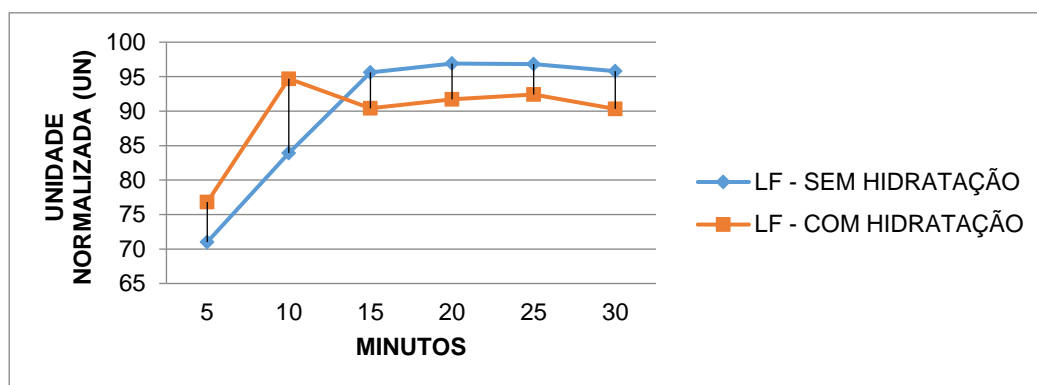


Figura 2 - Comportamento do componente de baixa frequência (LF).

Na figura 3, foi descrito, portanto, os resultados relacionados ao domínio da frequência, no que tangencia o componente de alta frequência (HF) que, por sua vez, sofre influência autonômica do sistema nervoso parassimpático.

No gráfico, até o minuto 10, observa-se uma atenuação das unidades normalizadas em ambos os protocolos, entretanto, após este tempo, o protocolo com hidratação aumentou em valores numéricos e manteve-se estável, enquanto os valores do teste sem hidratação foram atenuados e depois ficaram estáveis.

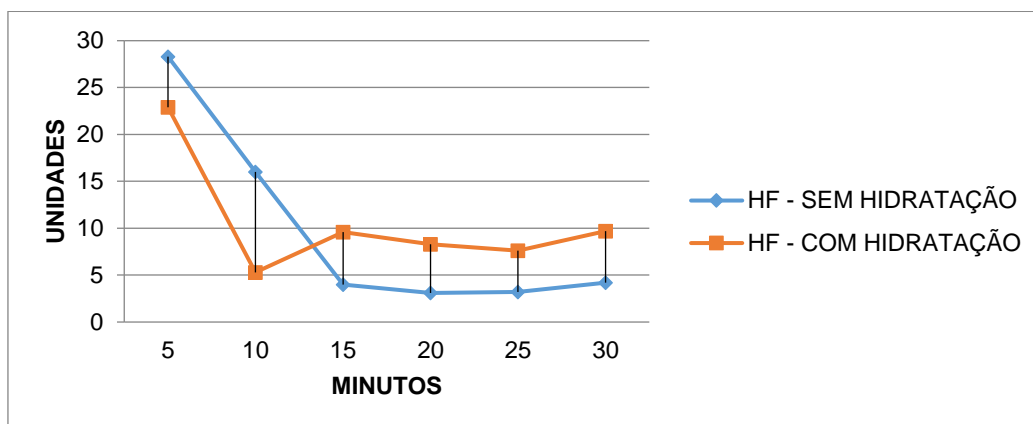


Figura 3 - Comportamento do componente de alta frequência (HF).

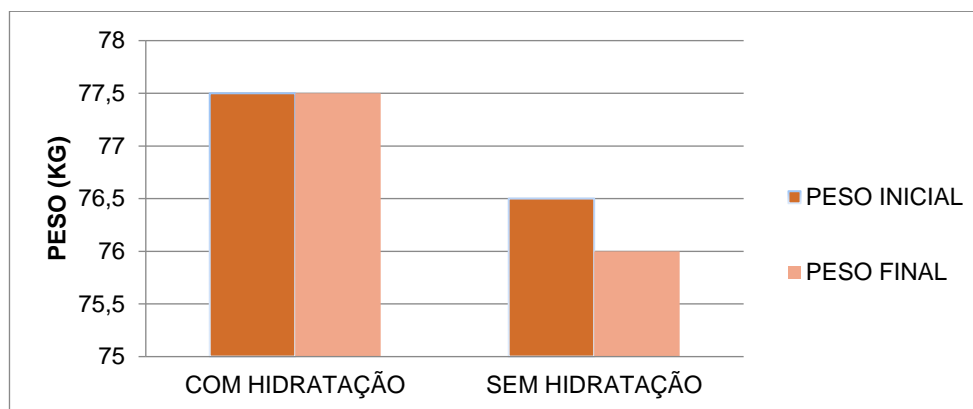


Figura 4 - Peso inicial x peso final nos dois protocolos.

Na figura 4, constam os valores representativos em relação ao peso corporal no momento pré e pós-intervenção, nos protocolos com hidratação e sem hidratação. Percebe-se, então, um aumento na taxa de sudorese no protocolo sem hidratação, enquanto no protocolo com hidratação, não houve nenhuma alteração.

DISCUSSÃO

A variabilidade da frequência cardíaca compreende as oscilações entre os intervalos RR dos batimentos cardíacos que refletem as modificações resultantes da atuação do SNA sobre o comportamento da frequência cardíaca (Rajendra e colaboradores, 2006).

Por tratar-se de uma ferramenta não invasiva e de fácil utilização, tornou-se um dos marcadores mais promissores para avaliação da modulação autonômica cardíaca.

Há dois métodos de mensuração da variabilidade da frequência cardíaca, que são

divididos em dois grupos: Métodos lineares, analisados tanto no domínio da frequência (DF) quanto no domínio do tempo (DT), e os modelos não lineares (Pumprla e colaboradores, 2002). Assim sendo, neste trabalho, os modelos lineares, baseados pelo domínio do tempo e frequência, foram os escolhidos para a quantificação dos resultados da VFC.

Como descrito nas tabelas 1 e 2, percebe-se modificações típicas nas médias dos intervalos RR nos cinco minutos de recuperação pós-exercício. Observa-se alta variabilidade pré-exercício, diminuição acentuada durante (figuras) e retorno da oscilação ao final do movimento comparado com os valores iniciais.

Tais modificações devem-se ao fato de o exercício aumentar a frequência cardíaca e, conseqüentemente, diminuir o tempo dos intervalos R-R (redução da variabilidade da frequência cardíaca). Subseqüentemente, como já é sabido na literatura, tal diminuição

da VFC pode ser explicada, também, pela retirada da atividade vagal cardíaca (segundos iniciais) e, posteriormente, pela elevação da estimulação adrenérgica (Brunetto e colaboradores, 2005).

Contudo, apesar destas modificações não terem apresentados valores numéricos distantes (apresentados através de delta percentual), no protocolo com hidratação, a redução da média dos intervalos RR foi menor pós-exercício.

O exercício foi realizado em intensidade moderada, como descrita pela ACSM (2000). Os valores da faixa moderada são apresentados da seguinte maneira: Entre 64% e 76% baseados na frequência cardíaca máxima e, após, calculado para estar dentro da faixa. Desta maneira, percebe-se que o avaliado permaneceu entre os valores mínimos (64%) e máximos (76%), vide figura 1.

No que se refere à modulação autonômica cardíaca, observa-se que, durante o exercício, houve aumento da atividade simpática no protocolo com hidratação e no controle, que foi medida pelo índice de LF (low frequency).

Contudo, apesar de o aumento ter sido em ambos, no protocolo controle este aumento foi maior, bem como recuperação mais rápida. Neste sentido, sugere-se, quando o indivíduo está sob condições de hipoidratação, pode apresentar alteração do metabolismo muscular, redução da sensibilidade dos barorreceptores (Charkoudian e colaboradores, 2003), dificuldade na manutenção da pressão arterial (González-Alonso e colaboradores, 1997), aumento dos níveis de catecolaminas circulantes e maior hipertermia (Sawka e colaboradores, 1985), condições estas que podem influenciar o controle autonômico da FC (Carter e colaboradores, 2005; Journeay e colaboradores, 2006).

Adicionalmente, apesar de não ter sido verificada no nosso trabalho, sabe-se que condições de hipertermia gerada pelo exercício e pela hipoidratação têm sido associadas à diminuição da modulação cardíaca vagal (Carter e colaboradores, 2005).

Ainda, a hiperosmolaridade plasmática ocasionada pela desidratação foi referida como provável causador do aumento da atividade simpática em pessoas desidratadas (Charkoudian e colaboradores, 2009). Dessa

forma, o estado de hidratação e a temperatura corporal do indivíduo podem alterar o grau do controle autonômico da FC, principalmente durante a recuperação do exercício (Carter e colaboradores, 2005).

No que tangencia outro marcador da modulação autonômica cardíaca (HF), foi observado, durante o exercício (figura 3), valores maiores, contudo não significantes, quando bebida isotônica foi administrada aos voluntários em comparação ao protocolo controle.

Como já foi descrito, a redução da resposta barorreceptora, a dificuldade na manutenção da pressão arterial e a elevação dos níveis de catecolaminas circulantes durante o exercício são fatores responsáveis por reduzir a modulação vagal em indivíduos desidratados (Charkoudian e colaboradores, 2003; González-alonso e colaboradores, 1997; Sawka e colaboradores, 1985; Crandall e colaboradores, 2000) e que podem ter influenciado os menores valores desse índice no protocolo controle.

Embora se tenha verificado tal comportamento, é sabido que para compensar a demanda exigida pelo organismo submetido ao exercício dinâmico, o ramo simpático do SNA passa a pr-dominar sobre o ramo parassimpático (Boettger e colaboradores, 2010). O aumento da FC, que ocorre com o aumento do metabolismo, tem sido associado à redução da VFC global (Perini e colaboradores, 2003).

Para avaliação da sudorese utilizou-se metodologia recomendada pela Diretriz do American College of Sports Medicine - ACSM, (2001), que consistiu na pesagem imediatamente antes (peso inicial – Pi) e após o treino (peso final – Pf). Na figura 4, percebe-se um aumento na taxa de sudorese no protocolo sem hidratação, comparando com os valores do indivíduo em estado hidratado o que já é bem descrito na fisiologia e na literatura.

No estudo de Montain e colaboradores (1995), nove indivíduos realizaram exercícios em ambiente quente em três intensidades diferentes e sob dois níveis de hidratação: 0% (eu-hidratado), 3% e 5% (hipoidratados).

Encontrou-se que, quanto maior o percentual de desidratação, maior o limiar para a sudorese, menor a sensibilidade para a sudorese (adaptação fisiológica) e menor a produção de suor. Sendo assim, já é sabido

que, o exercício realizado em ambientes quentes e sem hidratação, aumenta a temperatura retal (Barr e colaboradores, 1991) e, conseqüentemente, há um aumento na taxa de sudorese.

Por fim, a avaliação antropométrica, como descrito no texto, foi baseada no modelo de 5 componentes, descrito pela ISAK. O fracionamento da composição corporal em cinco componentes é um modelo anatômico baseado em estudos com dissecação de cadáveres (Kerr, 1988).

Na atualidade, apesar das suas limitações, é o único modelo antropométrico com validação direta. Lamentavelmente, a grande variabilidade da compressão do tecido adiposo produz a principal fonte de erro na predição deste modelo.

Entretanto, por utilizar dobras cutâneas, os perímetros e os diâmetros ósseos em seus cálculos, este método de predição torna-se o mais completo da área antropométrica (Lopes, 2015).

CONCLUSÃO

Assim sendo, concluímos que, o exercício físico de intensidade moderada, sob condições de hidratação através de isotônico pode alterar os marcadores da modulação autonômica cardíaca e taxa de sudorese.

Entretanto, sugere-se um estudo com um "N" maior para que, assim, possa haver uma grande expansão para aplicabilidade clínica.

Ainda, um maior tempo de exercício para verificação do comportamento da modulação autonômica cardíaca, bem como um maior tempo de recuperação.

REFERÊNCIAS

1-American College of Sports Medicine. Acsm's guidelines for exercise test-ing and prescription. 6th ed. Lip-pincott: williams & wilkins, 2000.

2-Barr, S.I.; Costill, D.I.; Fink, W.J. Fluid replacement during prolonged exer-cise: effects of water, saline, or no flu-id. Med sci sports exerc. Vol. 23. Núm. 7. p. 811-817. 1991.

3-Boettger, S.; Puta, C.; Yeragani, V.K.; Don-A.T.H.L.; Müller, H.J.; Gabriel, H.Hh. L. Heart rate variability, qt variability, and electro-dermal

activity during exercise. Med sci sports exerc. Vol. 42. Núm. 3. p. 443-448. 2010.

4-Brunetto, A.F.; Silva, B.M.; Roseguini, B.T.; Hirai, D.M.; Guedes, D.P. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. Rev bras med esporte. Vol. 11. Núm. 1. p. 22-27. 2005.

5-Carter, R.; Cheuvront, S.N.; WrayM D.W.; Kolka, M.A.; Stephenson, L.A.; Sawka, M.N. The influence of hydration status on heart rate variability after exercise heart stress. J therm biol. Vol. 30. p. 495-502. 2005.

6-Chan, H.I.; Lin, M.A.; Chão, P.K.; Lin, C.H. Correlates of the shift in heart rate variability with postures and walking by time-frequency analysis. Com-puter methods and programs in bio-medicine. Vol. 86. p. 124-130. 2007.

7-Charkoudian, N.; Halliwill, J.R.; Morgan, B.J.; Eisenach, J.H.; Joyner, M.J. Influences of hydration on post exercise cardiovascular control in humans. J physiol. Vol. 552. p. 635-44. 2003.

8-Charkoudian, N.; Rabbitts, J.A. Sympathetic neural mechanisms in human Crandall, C.G.; Zhang, R.; Levine, B.D. Effects of whole body heating on dynamic baroreflex regulation of heart rate in humans. Am j physiol heart circ physiol. Vol. 279. Núm. 5. p. h2486-h2492. 2000.

9-Gonzalez-Alonso, J.; Crandall, C.G.; Johnson, J.M. The cardiovascular challenge of exercising in the heat. J physiol. Vol. 586. Núm. 1. p.45-53. 2008.

10-González-Alonso, J.; Mora-Rodríguez, R.; Below, P.R.; Coyle E.F. Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. J appl physiol. Vol. 82. Núm. 4. p. 1229-1233. 1997.

11-Guyton, A.C.; Hall, J.E. The autonomic nervous system and the adrenal medulla. In: textboof of medical physiology. 11th ed. Philadelphia: wb saunders co. p. 748-759. 2006.

12-Javorka, M.; Turianikova, Z.; Tonhajzerova, I.; Javorka, K.; Baumert, M. The effect of orthostasis on recur-rence quantification

analysis of heart rate and blood pressure dynamics. *Physiol meas.* Vol. 30. Núm. 1. p. 29-41. 2009.

13-Journeay, W.S.; Carter, R.R.D.; Kenny, G.P. Thermoregulatory control following dynamic exercise. *Aviat space environ med.* Vol. 77. Núm. 11. p. 1174-1182. 2006.

14-Kerr, D. A an anthropometric method for fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue masses, in males and females age 6 to 77 years. M.cs. In kinesiology. Tesis, simon fraser university. british columbia. canada. 1988.

15-Martins, R. M.; Ferreira, M. A.; Araújo, H. S.; Navarro, F.; Liberali, R. Nível de desidratação durante uma aula de ciclismo indoor. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva.* Vol. 1. Núm. 3. p. 91-104. 2007. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/30/29>>

16-Maughan, R.J.; Shirreffs, S.M.; Watson, P. Exercise, heat, hydration and the brain. *J am coll nutr.* Vol. 26. Núm. 5 supl. p. 604s-612s. 2007.

27-Montain, S.J.; Latzka, W.A.; Sawka, M.N. Control of thermoregulatory sweat-ing is altered by hydration level and exercise intensity. *J appl physiol.* Vol. 79. Núm. 5. p. 1434-1439. 1995.

28-Perini, R.; Veicsteinas, A. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. *Eur j appl physiol.* Vol. 90. Núm. 3-4. p. 317-325. 2003.

19-Pumppla, J.; Howorka, K.; Groves, D.; Chester, M.; Nolan, J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int j cardiol.* Vol. 84. p. 1-14. 2002.

20-Rajendra, A.U.; Paul, J.K.; Kannathal, N.; Lim, C.M.; Suri, J.S. Heart rate variability: a review. *Med bio eng comput.* Vol. 44. Núm. 12. p. 1031-1051. 2006.

21-Sawka, M.N.; Young, A.J.; Francesconi, R.P.; Muza, S.R.; Pandolf, K.B. Thermoregu-

latory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. *J appl physiol.* Vol. 59. Núm. 5. p. 1394-1401. 1985.

Recebido para publicação 06/02/2017
Aceito em 28/05/2017