

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
MESTRADO EM NUTRIÇÃO

**EFEITO DO ENXÁGUE BUCAL COM CARBOIDRATO NO DESEMPENHO
DE TESTES DE CURTA E LONGA DURAÇÃO**

VICTOR JOSÉ BASTOS DA SILVA

MACEIÓ, 2015

VICTOR JOSÉ BASTOS DA SILVA

**EFEITO DO ENXÁGUE BUCAL COM CARBOIDRATO NO DESEMPENHO
DE TESTES DE CURTA E LONGA DURAÇÃO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alagoas, como requisito à obtenção do título de Mestre em Nutrição.

Orientador: **Prof. Dr. Gustavo Gomes de Araujo**
Centro de Educação- CEDU
Universidade Federal de Alagoas

Coorientador: **Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva**
Departamento de Educação Física e Ciências do Desporto - CAV
Universidade Federal de Pernambuco

MACEIÓ-2015



MESTRADO EM NUTRIÇÃO
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS



Campus A. C. Simões
BR 104, km 14, Tabuleiro dos Martins
Maceió-AL 57072-970
Fone/fax: 81 3214-1160

**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE QUALIFICAÇÃO DE
DISSERTAÇÃO**

**“EFEITO DO ENXÁGUE BUCAL COM CARBOIDRATO NO DESEMPENHO
DE TESTES DE CURTA E LONGA DURAÇÃO”**

por

Victor José Bastos da Silva

A Banca Examinadora, reunida no dia 27 do mês de fevereiro do
ano de 2015, considera o candidato _____.

Prof. Dr. Gustavo Gomes de Araujo
Universidade Federal de Alagoas
(Orientador)

Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima Silva
Universidade Federal de Pernambuco
(Coorientador)

Prof. Dr. Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi
Universidade de São Paulo
(Examinador)

Prof. Dr. Claudio Alexandre Gobatto
Universidade Estadual de Campinas
(Examinador)

RESUMO

A fim de examinar a cinética da glicose exógena e endógena durante exercícios de alta intensidade, um grupo de pesquisadores testaram seis atletas durante 1 hora a 75% da potência máxima, a partir da infusão de 20% de glicose. Não foram observadas melhoras no desempenho após a administração de glicose por via intravenosa, sugerindo que, a ingestão de carboidrato (CHO) durante o exercício, pode exercer o seu efeito ergogênico atuando através do sistema nervoso central, possivelmente, mediada por receptores de glicose na boca. Para testar esta hipótese, pesquisadores investigaram o efeito do enxague bucal com CHO no desempenho em uma prova contra relógio com 1 hora de duração. Os autores concluíram que o enxague bucal com CHO melhora o desempenho em provas de alta intensidade e curta duração e, que o mecanismo responsável pode ser uma alteração central ou na motivação mediada por receptores de glicose na boca. Desse modo, a simples presença de glicose ou maltodextrina na boca é capaz de ativar as regiões do cérebro associadas com a recompensa, como a insula/frontal, o operculum, córtex orbito frontal e o estriatum. Nesse sentido, melhoras no desempenho mediado pelo enxague com CHO podem ocorrer, porém, ainda são necessários mais estudos com o intuito de comprovar os efeitos do enxague sobre o desempenho físico.

Palavras-chave: Sistema nervoso central, Eletromiografia, Desempenho Atlético, Bochecho.

ABSTRACT

In order to examine the kinetics of exogenous and endogenous glucose during high intensity exercise, a group of researchers tested six athletes for 1 hour at 75% of maximum power through the infusion of 20% glucose. No improvement in performance was observed after administration of glucose intravenously, which suggests that the carbohydrate (CHO) during exercise may exert its ergogenic effect acting through the central nervous system, possibly mediated by glucose receptors in mouth. To test this hypothesis, researchers investigated the effect of oral rinse with CHO on performance in a one-hour race against the clock. The authors concluded that oral rinse with CHO improves performance in tests of high intensity and short duration, and that the mechanism responsible may be a central or mediated glucose receptors in the mouth. Thus, the mere presence of glucose or maltodextrin in the mouth is able to activate brain regions associated with reward, such as the insula/frontal operculum, orbitofrontal cortex and striatum. Accordingly, improvements in performance mediated by rinsing with CHO may occur, but more studies in order to demonstrate the effects of the rinse on physical performance are still needed.

Key words: Central nervous system, Electromyography, Athletic Performance, Mouthwash.

LISTA DE FIGURAS

Página

2º artigo: artigo de resultados

Figura 1 Desenho experimental	46
Figura 2 Modelo da prova de longa duração	49
Figura 3 Valores do TL nas condições CHO e PLA do teste de curta duração	52
Figura 4 Valores do TL nas condições CHO e PLA do teste de longa duração	53
Figura 5A Valores de RMS nas condições CHO e PLA do teste de curta duração do musculo RT	53
Figura 5B Valores de RMS nas condições CHO e PLA do teste de curta duração do musculo VL	54
Figura 6A Valores de RMS nas condições CHO e PLA do teste de longa duração do musculo RT	55
Figura 6B Valores de RMS nas condições CHO e PLA do teste de longa duração do musculo VL	56

LISTA DE TABELAS

2º artigo: artigo de resultados

Tabela 1 Dados antropométricos e parâmetros fisiológicos dos sujeitos	51
---	----

Lista de abreviaturas

CHO - carboidrato

SNC – sistema nervoso central

PLA – placebo

EMG - eletromiografia

RMS – root mean square

TL – tempo limite

$\dot{V}O_{2\text{máx}}$ – consumo máximo de oxigênio

$W_{\text{máx}}$ – potência máxima

RPM – rotação por minuto

CVM – contração voluntaria máxima

VL – vasto lateral

RF – reto femoral

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2. COLETÂNEA DE ARTIGOS	13
2.1. 1º artigo: artigo de revisão	
Efeito do enxágue bucal com carboidrato no desempenho físico: revisão sistemática.	14
2.2. 2º artigo: artigo de resultados	
Efeito do enxágue bucal com carboidrato no desempenho de testes de curta e longa duração.	39
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	66

A ingestão de carboidrato (CHO) pode exercer papel ergogênico através de um aumento da oxidação da glicose exógena, retardando assim o tempo até exaustão (COYLE et al. 1986). Entretanto, considerando que tais mecanismos se aplicam a exercícios prolongados (>1h) é surpreendente observar que sua administração possa melhorar o desempenho em exercícios de alta intensidade e curta duração (~1hr) (ANANTARAMAN et al. 1995; JEUKENDRUP et al. 1997).

Para explicar estes resultados, especulou-se que a ingestão de CHO poderia exercer um papel ergogênico através do sistema nervoso central (SNC) (CARTER et al. 2004a). Isso levou Carter et al. (2004b) a investigar o efeito central do enxágue bucal com CHO. Os resultados mostraram um melhor desempenho em comparação com o placebo (PLA) e, por conseguinte, sugere que existem receptores de CHO na cavidade oral modulando vias centrais associados com a motivação.

Em apoio, Chambers et al. (2009) verificaram que ao enxaguar a boca com glicose ou maltodextrina, mas não com PLA adoçado artificialmente sem CHO, regiões do cérebro eram estimuladas, regiões essas associadas ao prazer e controle motor. No mesmo estudo, esses autores verificaram que o enxágue bucal com CHO poderia melhorar o desempenho em provas de ciclismo e posteriormente, Rollo et al. (2010) demonstraram seu efeito positivo em corrida. Embora os mecanismos dos efeitos ergogênicos do enxague bucal com CHO ainda não são completamente compreendidos, Gant et al. (2010) demonstraram que enxaguar a boca com CHO pode reforçar os Potenciais Evocados Motores durante um exercício isométrico de flexão do cotovelo para o músculo descansado e cansado em 9 e 30%, respectivamente.

Entretanto, nenhum estudo até o presente momento avaliou se o enxágue bucal com CHO seria capaz de melhorar o sinal eletromiográfico (EMG) em provas de curta e longa duração, tendo em vista que esses sinais são utilizados para obter informações sobre o tempo ou a intensidade de ativação muscular. O *root mean square* (RMS) é um método de análise do sinal que indica a atividade eletromiográfica global do músculo. A redução do RMS em exercício de carga constante tem sido relatado como indicador de fadiga (Lepers et al. 2002)

Sendo a EMG um método útil para a avaliação dos parâmetros neuromusculares, o presente estudo tem como objetivo investigar a influência do enxágue bucal com carboidrato sobre o sinal EMG e o desempenho físico de homens fisicamente ativos submetidos a testes com intensidade fixa de curta (< 5 min.) e longa (> 60 min.) duração em cicloergômetro.

1º artigo: artigo de revisão

EFEITO DO ENXAGUE BUCAL COM CARBOIDRATO NO DESEMPENHO FÍSICO: REVISÃO SISTEMÁTICA.

Artigo publicado na revista: Acta Brasileira do Movimento Humano.

RESUMO

O objetivo desta revisão foi identificar estudos que investigaram o efeito do enxague bucal com carboidratos (CHO) no desempenho físico. Os principais mecanismos que envolvem o potencial benefício do enxague bucal com CHO sobre o desempenho em exercício de alta intensidade também foi explorado. Uma revisão sistemática foi realizada na base de dados eletrônicas PubMed. Dezesesseis artigos foram classificados como apropriados para fazer parte dessa revisão. O enxague bucal com glicose ou maltodextrina têm sido relacionado com a melhoria do desempenho em exercícios intensos e com períodos < 01 hora. Os efeitos benéficos do enxague bucal com CHO estão associados a ativação de regiões do cérebro associadas com a recompensa, como a insula/frontal, o operculum, córtex orbito frontal e o estriatum. As evidências disponíveis indicam que o enxague bucal com CHO rotineiramente durante exercícios de alta intensidade e com duração aproximada de 01 hora pode ter um efeito benéfico sobre o desempenho. No entanto, mais estudos são necessários para compreender plenamente o efeito do enxague bucal com CHO sobre o desempenho em provas de potência e força.

PALAVRAS-CHAVE: bochecho, maltodextrina, glicose, sistema nervoso.

ABSTRACT

The objective of this review was to identify studies that investigated the effect of oral rinse with carbohydrates (CHO) in physical performance. The main

mechanisms that involve the potential benefit of oral rinse with CHO on performance in high-intensity exercise was also explored. A systematic review was performed on the basis of electronic databases PubMed. Sixteen articles were classified as suitable to be part of this review. The oral rinse with glucose and maltodextrin have been associated with improved performance in intense workouts and periods <01 hours. The beneficial effects of oral rinse with CHO are associated with activation of brain regions associated with reward, such as the insula/frontal operculum, orbitofrontal cortex and striatum. The available evidence indicates that the oral rinse with CHO routinely during high-intensity exercise and lasting approximately 01 hours can have a beneficial effect on performance. However, more studies are needed to fully understand the effect of oral rinse with CHO on performance in tests of strength and power.

KEYWORDS: mouthwash, maltodextrin, glucose, nervous system.

INTRODUÇÃO

Durante o exercício prolongado, é amplamente aceito que o fornecimento de carboidratos (CHO) pode melhorar a capacidade de resistência, ajudando a manter a concentração de glicose no plasma e evitar a hipoglicemia, mantendo altas taxas de oxidação de CHO, poupando o glicogênio hepático e retardando a depleção do glicogênio muscular (1). Jeukendrup et al. (2) verificaram que o tempo ($58,7 \pm 0,5$ minutos com CHO e $60,2 \pm 0,6$ minutos com placebo) para se completar uma quantidade definida de trabalho foi significativamente reduzido quando os sujeitos ingeriram 8 mL/kg com 7,6% de CHO durante o período de

aquecimento e posteriormente, 2 mL/kg foi ingerido quando os sujeitos completavam 25%, 50% e 75% da quantidade total de trabalho definida. Entretanto, a hipoglicemia e a depleção significativa de glicogênio muscular não comprometeu o desempenho após períodos curtos (<1 hora) de exercício intenso (> 70% do consumo máximo de oxigênio) (3). Estudos mostram que a suplementação aguda antes do exercício de alta intensidade não influencia a glicogenólise (4,5), e os estudos que encontraram melhorias no desempenho com a suplementação prévia indicam que o CHO apresenta mais um efeito central do que metabólico (6).

A ausência de um benefício metabólico claro quando os indivíduos ingerem CHO levou Carter et al. (6) a investigarem a contribuição da glicose infundida diretamente para a circulação periférica, durante um exercício de alta intensidade, com duração de 1 hora, em comparação com a infusão de uma solução salina. Apesar do aumento da disponibilidade da glicose na corrente sanguínea, a taxa de oxidação de glicose não foi afetada, não tendo nenhum impacto sobre o desempenho. Este estudo sugere que a concentração de glicose sanguínea não é um fator limitante em exercícios de alta intensidade, mesmo com o alto consumo de glicose no músculo. A diferença evidente entre os estudos com ingestão (2) e o estudo com infusão realizado por Carter et al. (6) foi a via de entrada dos carboidratos para o organismo. Os resultados deste estudo levaram os autores a especularem que o CHO pode influenciar o desempenho por meio de uma via central mediada por receptores sensíveis a CHO na cavidade oral.

Sendo assim, esta revisão vai se concentrar na resposta do desempenho de alta intensidade para a simples presença de CHO na boca, mas sem a

ingestão (enxague) e os potenciais mecanismos pelo qual o bochecho com CHO pode exercer um efeito ergogênico.

MÉTODOS

A literatura foi pesquisada nas bases de dados do PUBMED e os termos utilizados para pesquisa foram “carbohydrate mouth rinse”, “carbohydrate mouth rinsing”, “carbohydrate sensing exercise” e “carbohydrate sensorimotor integration”. Os artigos são apresentados de forma cronológica e apenas foram incluídos nessa revisão artigos completos, sendo eles artigos experimentais e metanálises, publicados até dezembro de 2013 na língua inglesa. Buscas adicionais foram realizadas, utilizando-se as referências dos artigos identificados na pesquisa eletrônica. Foram excluídos os artigos que não tinham os termos utilizados na busca como objeto principal de estudo e artigos incompletos.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Na primeira busca, foram encontrados 135 artigos com potencial de inclusão. Deste total, 116 artigos foram excluídos após a leitura dos títulos. Com a leitura dos resumos, mais 03 artigos foram excluídos, restando 16 artigos para fazer parte dessa revisão. Desse total, 15 são artigos experimentais e 01 artigo é uma metanálise.

Desempenho em Ciclo-ergômetro

Carter, Jeukendrup e Jones (7) foram os primeiros a fornecerem provas que o enxague bucal com CHO pode melhorar o desempenho durante um teste contra relógio com duração de aproximadamente uma hora. Neste estudo, os sujeitos tinham que completar dois ensaios experimentais separados por uma semana, onde a tarefa era completar uma quantidade de trabalho (914 ± 4 kJ) em um ciclo-ergômetro o mais rápido possível. Nos dois testes, os indivíduos enxaguaram a boca durante 05 segundos com uma solução de 6,4% de maltodextrina ou de água (25 mL) a cada 12,5% do tempo completado. Os testes foram realizados depois de um período pós-prandial de 04 horas. Assim, o tempo para completar a taxa de trabalho foi reduzido significativamente cerca de 2,9%, quando os sujeitos enxaguaram a boca com CHO, ao invés de água ($59,5 \pm 1,5$ minutos vs $61,3 \pm 1,5$ minutos, respectivamente). Não houve diferença na escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) (16 ± 1) entre os ensaios.

O primeiro estudo em ciclo-ergômetro que não demonstrou benefício ao se enxaguar a boca com 6,4% de maltodextrina foi o de Beelen et al. (8), o qual reproduziu o mesmo modelo experimental que Carter, Jeukendrup e Jones (7), diferenciando-se somente quanto ao fato de que os ciclistas ingeriram uma refeição padrão 02 horas antes do teste contra relógio. A partir deste trabalho, foi possível inferir que a resposta fundamental para a detecção de CHO na boca pode ser alterada pelo estado pós-prandial.

Chambers, Bridge e Jones (9) realizaram uma pesquisa para verificar o efeito do enxague bucal com maltodextrina ou glicose separados no desempenho de provas de ciclismo contra relógio. Os autores utilizaram o mesmo protocolo

descrito por Carter, Jeukendrup e Jones (7). Ambos os testes foram realizados após uma noite de jejum, com cada ensaio separado por 03 dias. Os sujeitos enxaguaram a boca com CHO ou placebo imediatamente antes e a cada 12,5% do tempo completado de cada teste. As soluções dos testes foram enxaguadas por cerca de 10 segundos antes de serem expelidas. No primeiro estudo, os sujeitos enxaguaram a boca com uma solução de 6,4% de glicose ou placebo. O tempo médio para concluir o tempo da prova foi significativamente menor na situação glicose quando comparado com placebo ($60,4 \pm 3,7$ minutos e $61,6 \pm 3,8$ minutos, respectivamente). Não houve diferenças na PSE média ($16,0 \pm 1,8$ vs $16,0 \pm 1,6$) para o CHO e placebo. No segundo estudo, os sujeitos enxaguaram a boca com um placebo ou uma solução de 6,4% de maltodextrina. O tempo médio para concluir o tempo da prova foi significativamente menor na situação maltodextrina quando comparado com placebo ($62,6 \pm 4,7$ minutos e $64,6 \pm 4,9$ minutos, respectivamente). Apesar dos valores terem sido inferiores aos do primeiro estudo, não foram observadas diferenças na PSE (15 ± 2 vs 15 ± 2) entre CHO ou placebo, respectivamente.

Objetivando elucidar os resultados acima, Chambers, Bridge e Jones (9) avaliaram o efeito do enxague bucal com CHO, por intermédio de ressonância magnética, em um segundo conjunto de experimentos, para identificar possíveis áreas do cérebro ativadas com a simples presença de CHO na cavidade oral. Os resultados obtidos pela neuroimagem revelam um padrão semelhante de ativação do cérebro em resposta às duas soluções de CHO (maltodextrina ou glicose), incluindo as áreas da insula/opérculo frontal, córtex orbitofrontais e estriado, sugerindo, dessa forma, que a melhoria no desempenho do exercício pode ser

devido à ativação de regiões cerebrais, as quais podem estar envolvidas na recompensa e controle motor.

Pottier et al. (10) reforçaram a ideia sobre o efeito “central” ou “não metabólico” da ingestão de CHO durante provas de curta duração (< 1 hora), ao investigarem as respostas de 04 condições experimentais no desempenho de 12 ciclistas do sexo masculino para as mesmas condições experimentais relatadas por Carter, Jeukendrup e Jones (7). Estas condições envolvidas no estudo foram: enxaguar a boca com placebo ou CHO e eletrólitos, ou ingerir placebo ou CHO e eletrólitos. A ingestão de CHO e eletrólitos não melhorou o desempenho ($63,2 \pm 6,9$ minutos) quando comparado com a ingestão de placebo ($62,5 \pm 6,9$ minutos). No entanto, os sujeitos concluíram a prova em um tempo significativamente mais rápido (3,7%) quando a boca foi enxaguada com a solução de CHO e eletrólitos ($61,7 \pm 5,1$ minutos) do que quando enxaguaram a boca com placebo ($64,1 \pm 6,5$ minutos). Os autores sugeriram que o desempenho foi melhorado devido à presença de CHO na cavidade oral e que este benefício sobre o desempenho pode ser perdido devido ao curto tempo de trânsito oral quando a solução de CHO e eletrólito é ingerida.

Como já foi relatado anteriormente, a diferença do efeito ergogênico do enxague bucal com CHO e sua ingestão está no tempo de permanência do líquido na cavidade oral. Nesse sentido, todos os trabalhos que antecederam o estudo de Chambers, Bridge e Jones (9) instruíam os sujeitos a permanecerem com a solução durante 05 segundos. Eles foram os primeiros a utilizar um tempo maior (10 segundos) de enxague. Com o objetivo de verificar se uma maior duração de enxague com CHO poderia potencializar a estimulação dos receptores orais de CHO, Sinclair et al. (11) compararam o efeito de diferentes

durações, 05 segundos e 10 segundos, de enxague bucal com CHO sobre o desempenho em uma prova de 30 minutos de ciclismo. Foram realizadas 04 visitas: a primeira sessão constituiu em uma familiarização; enquanto que as visitas 02-04 foram os testes em que os participantes pedalaram a distância máxima que conseguissem durante 30 minutos. Para as sessões 02-04, os participantes receberam 25 mL de uma solução de 6,4% de maltodextrina ou água para enxaguar a cada 06 minutos. Na situação placebo, a água foi dada para enxaguar a boca por 05 segundos. Nas outras duas ocasiões, foram dadas uma solução de maltodextrina para enxaguar por 05 segundos ou 10 segundos. Não houve diferença significativa na potencia média entre as situações maltodextrina 05 segundos ($152,3 \pm 17,4$ W) quando comparado com a água ($145,7 \pm 13,5$ W) ou maltodextrina 10 segundos ($155,6 \pm 17$ W). Entretanto, houve diferença quando comparado a potência média na situação maltodextrina 10 segundos ($155,6 \pm 17$ W) e água ($145,73 \pm 13,5$ W). Embora tenha havido melhora na distância com os 05 segundos de enxague bucal com maltodextrina em comparação ao placebo, apenas na situação 10 segundos de enxague bucal com maltodextrina, houve diferença significativamente em relação a água, sugerindo uma dose resposta do efeito ergogênico do enxague com relação à duração do mesmo.

Com a hipótese de que o ato repetido do enxague durante o exercício pode, por si só, ter um efeito negativo sobre o desempenho, Gam, Guelfi e Fournier (12) decidiram verificar o efeito do enxague bucal com CHO comparado com o não enxague. Dez ciclistas do sexo masculino, moderadamente treinados, compareceram ao laboratório em 05 ocasiões, cada uma separada por 07 dias. Estas sessões incluíram uma sessão de familiarização, uma avaliação da

capacidade aeróbica máxima e 03 testes onde os sujeitos deveriam completar 1.000 kJ no menor tempo possível. Os testes de tempo consistiram em um ensaio com enxague bucal com CHO, um ensaio com enxague bucal com água e um ensaio sem enxague bucal. As sessões foram conduzidas, na mesma hora do dia, para cada participante e com um período de 04 horas pós-prandial. Para os ensaios com enxague, os participantes receberam ou 25 mL de uma solução de 6,4% de maltodextrina ou 25 mL de água pura em um copo de plástico para lavar e enxaguar a boca durante 05 segundos a cada 12,5% de prova concluída. O tempo para conclusão foi mais rápido nas situações CHO ($65,7 \pm 11$ minutos) e sem enxague ($67,6 \pm 12,6$ minutos) do que na situação água ($69,4 \pm 13,8$ minutos). Não houve diferença estatística entre os ensaios CHO e sem enxague. Os autores sugerem que possivelmente o ato de enxaguar a boca várias vezes durante as provas causou uma perda de atenção na tarefa, o que resultou em quedas transitórias na produção de energia e, conseqüentemente, um maior tempo para completar a tarefa. Em resumo, enxaguar repetidamente a boca pode resultar em uma diminuição do desempenho em relação a não enxaguar a boca.

Desempenho em Corrida

Whitham e McKinney (13) foram os segundos a analisar a influência do enxague bucal com CHO, bem como os primeiros a verificar sua influência sobre o desempenho em corrida. Após um período pós-prandial de 04 horas, 07 homens saudáveis completaram 15 minutos de aquecimento a 65% do $VO_{2\text{máx}}$ seguido por um contra relógio de 45 minutos. O objetivo do estudo era o participante alcançar a maior distância possível no tempo determinado. O

desempenho foi avaliado usando uma esteira rolante controlada manualmente. O enxague bucal foi realizado durante 05 segundos no início do exercício e a cada 06 minutos durante o tempo de teste, os corredores tiveram acesso a 200 mL de uma solução com 6% de CHO (97% de polissacarídeo, 2% de dissacarídeo e 1% de glicose) ou placebo. A distância total percorrida em 45 minutos não foi significativamente diferente quando os corredores enxaguaram a boca, quer com o CHO (9333 ± 988 m) ou com placebo (9309 ± 993 m). No que diz respeito ao desempenho, os autores relataram que os testes que exigem um controle manual da velocidade podem não serem ideais para a detecção de um efeito potencialmente "central" do enxague bucal com CHO.

Ainda se tratando do efeito do enxague bucal com CHO em corrida, Rollo et al. (14) adotaram um procedimento com foco mais psicológico. Neste estudo, os indivíduos foram instruídos a selecionar a intensidade do exercício de acordo com PSE (15), enquanto enxaguavam a boca com 25 mL de uma solução contendo 6% de CHO e eletrólitos ou placebo. Depois de um jejum noturno (12-13 horas), 10 corredores do sexo masculino completaram um aquecimento de 10 minutos, seguido por 30 minutos de corrida com seleção própria de intensidade. Os testes foram realizados em esteira automática que permitiram mudanças de velocidade sem ajuste manual. O enxague foi realizado 05 segundos imediatamente antes e durante 03, 06 e 9,5 minutos do aquecimento, além de em intervalos de 05 minutos durante os 30 minutos de corrida. O enxague bucal com CHO e eletrólitos alterou significativamente a seleção da velocidade de corrida. A distância total percorrida durante os 30 minutos de corrida foi maior durante o tratamento com CHO (6.584 ± 520 m) do que em comparação a condição placebo (6.469 ± 515 m).

Rollo et al. (16) diferentemente de Whitham e McKinney (13) utilizaram uma esteira automática para analisar a influência do enxague bucal com CHO, excluindo, assim, a possibilidade da exigência do controle manual da velocidade influenciar no desempenho. Os 10 sujeitos do sexo masculino participantes da amostra, completaram 02 testes separados por uma semana. Os corredores foram instruídos a percorrer a maior distância possível no tempo determinado (01 hora de teste). Os indivíduos enxaguaram a boca com 25 mL de solução contendo 6,4% de CHO e eletrólitos ou placebo imediatamente antes e aos 15, 30 e 45 minutos. A solução foi enxaguada durante 05 segundos antes de ser expelida. A distância total percorrida durante o teste com CHO (14298 ± 685 m) foi significativamente maior do que a conseguida quando os corredores enxaguaram a boca com placebo (14086 ± 732 metros), o que representa 1,5% da distância total percorrida. Ainda no mesmo estudo, os autores realizaram um segundo teste para verificar o efeito do enxague bucal imediatamente antes e aos 15, 30 e 45 minutos com CHO e eletrólitos ou placebo sobre a glicemia e a concentração de insulina plasmática em repouso. Todavia, as concentrações de glicose no sangue ($4,3 \pm 0,1$ mmol/L para o placebo e $4,3 \pm 0,2$ mmol/L para a condição CHO) e a concentração de insulina plasmática ($6,2 \pm 1,1$ mU/L para o placebo e $5,9 \pm 1,0$ mU/L para a condição CHO) não foram diferentes durante o teste com enxagues bucais durante 01 hora de repouso.

Como Pottier et al. (10), Rollo, Williams e Nevill (17) investigaram o enxague bucal com CHO em comparação com a ingestão de CHO ou ingestão de placebo, com a seguinte diferença no teste utilizado: ao invés de ciclo-ergômetro, utilizaram uma esteira automática. Os sujeitos chegavam ao laboratório, após um jejum noturno de 14-15 horas, para a execução de 03 ensaios com 01 hora de

duração, separados entre si por uma semana. Os corredores ingeriram uma solução contendo CHO e eletrólitos ou uma solução placebo ou apenas enxaguavam a boca com CHO, sem ingerir. Nos dois ensaios de ingestão, os corredores ingeriram o equivalente a 08 mL/kg de uma solução contendo 6,4% de CHO e eletrólitos ou da solução placebo 30 minutos antes. Os corredores também ingeriram 25 mL imediatamente antes e, em seguida, o equivalente a 2 mL/kg nos minutos 15, 30 e 45 durante os teste. Os autores, diferentemente do estudo de Pottier et al. (10), tentaram reproduzir o mesmo tempo de permanência do líquido na cavidade oral para as 03 situações, instruindo a cada participante que antes de ingerir, enxaguasse a boca durante 05 segundos. A mesma solução no ensaio com ingestão de CHO foi utilizada para o enxague bucal sem a ingestão. Cada 25 mL de solução foi entregue em uma seringa volumétrica de plástico nos seguintes horários: 30 minutos antes, imediatamente antes, e em intervalos de 15 minutos durante o prazo de 01 hora. A distância total percorrida, respectivamente, nos ensaios de ingestão com CHO, ingestão de placebo e enxague com CHO em ingestão foram: 14.515 ± 756 , 14.190 ± 800 e 14.283 ± 758 metros. Houve melhora significativa na distância total percorrida entre o ensaio de ingestão com CHO em comparação com os ensaios de ingestão de placebo e enxague com CHO sem ingestão. Entretanto, não houve diferença na distância percorrida entre os ensaios de ingestão de placebo e enxague de CHO sem ingestão. Em contraste com Pottier et al. (10), os resultados de Rollo, Williams e Nevill (17) mostraram que a combinação do enxague bucal e a ingestão de uma solução de CHO podem beneficiar o desempenho em corridas com 01 hora de duração em comparação com o enxague bucal sozinho ou a ingestão isolada de uma solução placebo. Uma possível explicação relatada pelo autor para o benefício não

significativo do enxague bucal com CHO, em comparação com a ingestão de placebo, pode ser a ingestão do fluido, tendo em vista que Fallowfield et al. (18) identificaram que a ingestão de fluidos, por si só, possui um efeito positivo no desempenho.

Desempenho em Testes de Força/Potência

Gant, Stinear e Byblow (19) realizaram estudo para investigar o efeito do enxague bucal com CHO na excitabilidade corticomotora. O protocolo de exercício exigiu que os 17 participantes executassem de forma randômica (enxague bucal com CHO ou placebo) flexões isométricas do cotovelo por 30 minutos. A amplitude do potencial motor evocado aumentou 9% com o enxague bucal com CHO, quando o músculo foi ativado voluntariamente. Esta foi a primeira demonstração de que CHO na cavidade oral aumenta a excitabilidade da via corticomotor.

A partir do estudo de Gant, Stinear e Byblow (19) que demonstrou que o enxague bucal com CHO aumentou a excitabilidade corticomotora e a ativação de regiões cerebrais ligadas à motivação (9), Chong, Guelfi e Fournier (20) decidiram investigar o efeito do enxague bucal com CHO no desempenho de um sprint máximo em 14 ciclistas. Cada ciclista concluiu de forma randômica e contrabalanceada 04 ensaios: 6,4% de maltodextrina, 7,1% de glicose, água ou sem enxague. Cada solução foi enxaguada durante 05 segundos antes de ser expelida. Após o enxague, os participantes realizaram um sprint máximo durante 30 segundos em um ciclo-ergômetro. Não houve diferença significativa na potência máxima e média entre as condições maltodextrina (859 ± 21 W), glicose

(855 ± 18 W) e água (855 ± 18 W) comparada com o sem enxague (854 ± 19 W). Os resultados deste estudo mostraram que o enxague bucal com CHO não afetou o desempenho de um sprint máximo, porém, o autor sugere que o teste utilizado pode não ter sido sensível suficiente para relatar diferenças significantes, já que o benefício do enxague bucal com CHO é relativamente pequeno em comparação aos exercícios menos intensos.

Ainda em 2011, Painelli et al. (21) testaram o efeito do enxague bucal com CHO sobre a contração voluntária máxima, utilizando o teste de uma repetição máxima (1-RM), e sobre a força de resistência, utilizando 06 séries a 70% de 1-RM no exercício supino reto. Os sujeitos foram submetidos a 03 condições experimentais: sem enxague bucal, enxague bucal com placebo e enxague bucal com CHO. Durante os ensaios com CHO e placebo, cada participante recebeu 25 mL de uma solução com 6,4% de dextrose ou uma solução de placebo contendo um adoçante não calórico, igual à dextrose em gosto e aparência, respectivamente. Cada solução foi administrada imediatamente antes de cada tentativa no teste de 1-RM e imediatamente antes de cada série no teste de resistência de força. Os participantes enxaguaram a boca por 10-15 segundos antes de expelir a solução. Os autores não encontraram diferenças significativas entre os ensaios para o número de repetições e volume total do exercício (número de repetições x carga levantada [kg]). Não houve também diferenças significativas na carga levantada no teste de 1-RM entre as condições experimentais (CHO $101 \pm 7,2$ kg; placebo $101 \pm 7,4$ kg; sem enxague $101 \pm 7,2$ kg). Os autores não descartam a possibilidade de que o enxague bucal com CHO tenha sido capaz de estimular os centros de recompensa/motivação no cérebro, mas este estímulo pode não ser suficiente para afetar o desempenho de força máxima.

A ingestão de cafeína pode aumentar a resistência e desempenho em corridas, através de um mecanismo que se acredita envolver a modulação central da atividade da unidade motora e antagonismo do receptor de adenosina. Assim como para CHO, receptores de adenosina foram identificados na cavidade oral em outros mamíferos (22). Nesse ínterim, Beaven et al. (23) pesquisaram os efeitos do enxague bucal com CHO e/ou enxague bucal com cafeína em repetidos sprints máximos. Os autores realizaram 02 experimentos distintos, onde o primeiro consistia em 03 condições: enxaguar a boca com CHO (6% de glicose), enxaguar a boca com cafeína (1,2% de cafeína), ou enxaguar a boca com placebo (solução de sacarina não calórico). Fizeram parte do primeiro estudo 12 homens, os quais relataram usar pouca cafeína (≤ 2 doses de bebidas com cafeína por dia). Após 05 minutos de aquecimento, os participantes enxaguaram a boca com a solução durante 05 segundos. Em seguida, pedalaram a 50 rpm, antes de ser dada uma contagem regressiva verbal para iniciar um sprint máximo de 06 segundos com uma resistência de 10% da massa corporal. Foram realizados 05 sprints de 06 segundos, com 24 segundos pedalando sem carga entre cada esforço. Durante cada 24 segundos do período de recuperação ativa, mais 05 segundos de enxague bucal foram realizados. O protocolo de teste experimental e instruções do experimento 02 foram idênticas as do 01. Entretanto, o efeito do enxague bucal com CHO foi comparado com o enxague bucal com uma solução de 6% de glicose mais 1,2% de cafeína. Fizeram parte do segundo estudo 08 homens. No experimento 01, comparado ao enxague bucal com placebo, o enxague bucal com CHO aumentou o pico da potência no sprint 01, e ambos, cafeína e CHO, melhoraram a potência média do Sprint 01. No entanto, o grau de diminuição do desempenho, como evidenciado pela incapacidade de

manter a potência através dos 05 sprints, também foi maior no grupo de intervenção com carboidratos. O experimento 02 demonstrou que a combinação de cafeína e carboidratos melhorou a produção de energia durante os sprints em comparação com apenas o carboidrato. Os efeitos positivos aditivos da cafeína ao enxague bucal com CHO na produção de energia sugerem que mecanismos distintos estão envolvidos na melhoria do desempenho, quando utilizadas essas duas substâncias.

Assim como Beaven et al. (23), Dorling e Earnest (24) decidiram investigar o efeito do enxague bucal com CHO sobre o desempenho de sprints repetidos, porém, utilizaram testes de campo, tendo em vista a aplicabilidade do enxague com CHO como ergogênico em algumas modalidades esportivas. Foram utilizados os testes “Loughborough Intermittent Shuttle Test (LIST)” (25) e o “Repeated Sprint Ability (RSA)”. Durante cada condição experimental, os 08 participantes completaram 02 ensaios constituídos por um placebo e por um com CHO de forma randômica. Cada 25 mL de solução (6,4% de maltodextrina ou água) foi fornecida em um copo de plástico. Os participantes foram instruídos a espalhar a solução em sua boca por aproximadamente 05 segundos, antes de expeli-la. Os participantes enxaguaram a boca 30 segundos antes de cada item da LIST e cada teste RSA. Não houve diferença significativa no tempo médio ($3,4 \pm 0,2$ vs $3,4 \pm 0,1$ seg.) ou no tempo mais rápido ($3,3 \pm 0,2$ vs $3,3 \pm 0,2$ seg.) no teste RSA para o placebo versus CHO, respectivamente. Resultados similares também foram observados para o placebo versus CHO, respectivamente, durante o teste LIST ($3,5 \pm 0,2$ vs $3,5 \pm 0,2$ seg.). Embora esta noção exija mais pesquisas, os autores sugerem que os mecanismos que causam a fadiga durante

a atividade intensa (redução nos fosfatos intramusculares) podem anular qualquer efeito ergogênico desencadeado pelo enxague bucal com CHO.

Estado Nutricional Pré-exercício

Nem todos os estudos com enxague bucal com CHO mostram melhora no desempenho. Alguns autores relatam que esses resultados podem ter sido influenciados pelo estado nutricional (em jejum noturno ou alimentado). No intuito de testar se o efeito ergogênico do enxague bucal com CHO é influenciado pelo estado nutricional, Fares e Kayser (26) submeteram 13 homens, não atletas, a um total de 04 provas de ciclismo à 60% da potência máxima até exaustão voluntária, separadas por, no mínimo, 72 horas. Em duas ocasiões, os indivíduos enxaguaram a boca com 25 ml de 6,4% maltodextrina e, nas outras duas, com água, durante 5-10 segundos a cada 5 minutos. Para ambas as soluções, os indivíduos iniciaram o teste uma vez em jejum noturno (JCHO e JPLA) e uma vez após 03 horas da realização de uma refeição padronizada rica em CHO (CHO e PLA). Enxaguar a boca com maltodextrina melhorou o tempo até exaustão, tanto para a situação alimentado (CHO $56,6 \pm 1,2$ vs PLA $54,7 \pm 11,3$), quanto para a de jejum noturno (JCHO $53,9 \pm 12,8$ vs JPLA $48,3 \pm 15,3$).

Lane et al. (27) realizaram estudo similar ao de Fares e Kayser (26), todavia, utilizaram como população 12 atletas com experiência em ciclismo ou triatlo. Os indivíduos completaram 04 ensaios (01 hora) experimentais que foram separados por 07 dias. Dois experimentos foram iniciados em estado alimentado e dois em jejum. Antes de todos os ensaios experimentais, os participantes receberam uma dieta padronizada para o dia anterior ao teste, que foi seguido por

um jejum noturno de 9-10 horas. Durante os ensaios alimentados, os sujeitos consumiram um café da manhã 02 horas antes do teste, contendo 2,5 g/kg de CHO. Os ensaios em jejum foram realizados nas mesmas condições que os ensaios alimentados, mas sem o consumo do café da manhã padronizado. Para os ensaios com CHO, foi preparada uma solução de 10% de maltodextrina (concentração superior aos trabalhos supracitados), o placebo consistiu apenas de uma solução não calórica. No início de cada teste e a cada 12,5% de prova completada, cada sujeito recebeu 20 mL de líquido (CHO ou placebo), o qual foram orientados a enxaguar durante 10 segundos antes de expelir. A potência média em um estado alimentado (286 ± 6 W vs 281 ± 5 W; $p < 0,05$) foi maior quando comparado ao estado em jejum (282 ± 6 W vs 273 ± 6 W; $P < 0,01$), porém, em ambas as condições, o bochecho foi eficaz. Esses resultados apoiam os já divulgados por Fares e Kayser (26), demonstrando claramente que o enxague bucal com CHO pode melhorar o desempenho de ciclistas treinados em situações mais próximas ao mundo real, quando uma refeição de CHO é consumida dentro de 02 - 03 horas antes de um evento.

CONCLUSÃO

Diante da grande quantidade de resultados presentes na literatura sobre o efeito do enxague bucal com CHO, de Ataíde e Silva et al. (28) realizaram uma metanálise com o intuito de quantificar a diferença média global entre os estudos. Foram analisados os artigos originais realizados em seres humanos e todos os artigos que relataram a ingestão de CHO com nenhum protocolo específico de bochechos foram excluídos. Oito dos onze estudos elegíveis encontraram uma

melhora no desempenho do exercício (1,50% à 11,59%). No presente estudo, dos 16 artigos selecionados para a revisão sistemática, 09 encontraram melhora no desempenho físico, reforçando, assim, a ideia de que o enxague com CHO pode melhorar o desempenho durante exercícios de moderada a alta intensidade, com, pelo menos, 01 hora de duração.

Tornou-se evidente que os mecanismos responsáveis pelo efeito ergogênico do enxague bucal com CHO durante este tipo de atividade não são metabólicos, mas via sistema nervoso central. Embora nem todos os estudos relatassem benefício do enxague bucal com CHO, é importante notar que, até agora, não há estudos que relatam quaisquer efeitos adversos ou negativos sobre o desempenho. No entanto, mais estudos são necessários para compreender plenamente o efeito do enxague bucal com CHO sobre o desempenho em provas de potência e força.

Agradecimentos

Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL).

REFERÊNCIAS

1. Coggan AR, Coyle EF. Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion. J Appl Physiol. 1987;63(6):2388-95.
2. Jeukendrup A, Brouns F, Wagenmakers AJ, Saris WH. Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance. Int. J. Sports Med. 1997;18(2):125-9.

3. Hawley, JA, Palmer GS, Noakes TD. Effects of 3 days of carbohydrate supplementation on muscle glycogen content and utilisation during a 1-h cycling performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;75(5):407-12.
4. Wouassi D, Mercier J, Ahmaidi S, Brun JF, Mercier B, Orsetti A, et al. Metabolic and hormonal responses during repeated bouts of brief and intense exercise: effects of pre-exercise glucose ingestion. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;76(3):197-202.
5. Marjerrison AD, Lee JD, Mahon AD. Preexercise carbohydrate consumption and repeated anaerobic performance in pre- and early-pubertal boys. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2007 Apr;17(2):140-51.
6. Carter JM, Jeukendrup AE, Mann CH, Jones DA. The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(9):1543–50.
7. Carter, JM, Jeukendrup, AE, Jones DA. The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2004, 36(12):2107-11.
8. Beelen M, Berghuis J, Bonaparte B, Ballak SB, Jeukendrup AE, van Loon LJ. Carbohydrate mouth rinsing in the fed state does not enhance time-trial performance. *Int J Sports Nutr Exerc Metab.* 2009;19(4):400-9.

9. Chambers ES, Bridge MW, Jones DA. Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. *J Physiol.* 2009;578(8):1779-94.
10. Pottier A, Bouckaert J, Gilis W, Roels T, Derave W. Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20(1):105-11.
11. Sinclair J, Bottoms L, Flynn C, Bradley E, Alexander G, McCullagh S, et al. The effect of different durations of carbohydrate mouth rinse on cycling performance. *Eur J Sport Sci.* 2014;14(3):259-64.
12. Gam S, Guelfi KJ, Fournier PA. Opposition of carbohydrate in a mouth rinse solution to the detrimental effect of mouth rinsing during cycling time trials. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2013;23(1):48-56.
13. Whitham M, McKinney J. Effect of a carbohydrate mouthwash on running time-trial performance. *J Sports Sci.* 2007;25(12):1385-92.
14. Rollo I, Williams C, Gant N, Nute M. The influence of carbohydrate rinse on self-selected speeds during a 30-min treadmill run. *Int J Sports Nutr Exerc Metab.* 2008;18(6):585-600.

15. Borg, G. Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. *International Journal of Sports Medicine*. 1982;3(3):153–58.
16. Rollo I, Cole M, Miller R, Williams C. The influence of mouth rinsing a carbohydrate solution on 1 hour running performance. *Med Sei Sports Exerc*. 2010;42(4):798-804.
17. Rollo I, Williams C, Nevill M. Influence of ingesting versus mouth rinsing a carbohydrate solution during a 1-h run. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(3):468-75.
18. Fallowfield JL, Williams C, Booth J, Choo BH, Grouns S. Effect of water ingestion on endurance capacity during prolonged running. *J Sports Sci*. 1996;14:497–502.
19. Gant N, Stinear CM, Byblow WD. Carbohydrate in the mouth immediately facilitates motor output. *Brain Res*. 2010;1350:151-8.
20. Chong E, Guelfi KJ, Fournier PA. Effect of a carbohydrate mouth rinse on maximal sprint performance in competitive male cyclists. *J Sci Med Sport*. 2011;14(2):162-7.
21. Painelli VS, Roschel H, Gualano B, Del-Favero S, Benatti FB, Ugrinowitsch C, et al. The effect of carbohydrate mouth rinse on maximal strength and strength endurance. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(9):2381-6.

22. Rubinstein I, Chandilawa R, Dagar S, Hong D, Gao XP. Adenosine A(1) receptors mediate plasma exudation from the oral mucosa. *J Appl Physiol*. 2001;91(2):552-60.
23. Beaven CM, Maulder P, Pooley A, Kilduff L, Cook C. Effects of caffeine and carbohydrate mouth rinses on repeated sprint performance. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2013;38(6):633-7.
24. Dorling JL, Earnest CP. Effect of carbohydrate mouth rinsing on multiple sprint performance. *J Int Soc Sports Nutr*. 2013;10(1):41.
25. Nicholas CW, Nuttall FE, Williams C. The Loughborough intermittent shuttle test: a field test that simulates the activity pattern of soccer. *J Sports Sci*. 2000;18:97–104.
26. Fares EJ, Kayser B. Carbohydrate mouth rinse effects on exercise capacity in pre- and postprandial States. *J Nutr Metab*. 2011;2011:385962.
27. Lane SC, Bird SR, Burke LM, Hawley JA. Effect of a carbohydrate mouth rinse on simulated cycling time-trial performance commenced in a fed or fasted state. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2013;38(2):134-9.

28. de Ataíde e Silva T, Di Cavalcanti Alves de Souza ME, de Amorim JF, Stathis CG, Leandro CG, Lima-Silva AE. Can carbohydrate mouth rinse improve performance during exercise? A systematic review. *Nutrients*. 2013;6(1):1-10.

2º artigo: artigo de resultados

Efeito do enxágue bucal com carboidrato no desempenho de testes de curta e longa duração.

Revista que será submetido: Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.

RESUMO

O objetivo desse estudo foi investigar a influência do enxágue bucal com carboidrato (CHO) sobre o sinal eletromiográfico (EMG) e o tempo limite (TL) de homens submetidos a testes com intensidade fixa de curta (< 5 min.) e longa (> 60 min.) duração em cicloergômetro. A fim de testar essa hipótese, 13 sujeitos, em um modelo cross-over, contrabalanceado e duplo-cego, realizaram cinco visitas ao laboratório, separadas por um intervalo mínimo de 72 horas. Durante a primeira visita, os sujeitos passaram por uma avaliação antropométrica e realizaram um teste incremental máximo para mensurar o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) e potência máxima ($W_{\text{máx}}$) em um cicloergômetro. Nas visitas dois a cinco, os sujeitos realizaram um teste a 110% do $W_{\text{máx}}$ ou a 80% do segundo limiar ventilatório até a exaustão. Durante os testes, os indivíduos enxaguaram a boca por 10 segundos com 25 mL de 6,4% de maltodextrina ou placebo (PLA). Cada solução foi administrada imediatamente antes e a cada 15 minutos do teste de longa duração e apenas imediatamente antes do teste de curta duração. Não houve diferenças significativas no teste de curta duração para o TL (CHO: $177,3 \pm 42,2$ s; PLA: $163,0 \pm 26,7$ s, $p = 0,10$). Entretanto, houve diferença significativa no teste de longa duração para o TL (CHO: $4596,9 \pm 1186,1$ s; PLA: $3925,0 \pm 911,5$ s; $p = 0,01$). Houve diferença também no RMS do músculo vasto lateral no 30º minuto (CHO: $10,5 \pm 2,6$ %; PLA: $7,7 \pm 3,3$ %; $p = 0,04$) e última aquisição antes da exaustão (CHO: $10,3 \pm 2,5$ %; PLA: $8,0 \pm 2,9$ %; $p = 0,01$) para a prova de longa duração. Já para a prova de curta duração não houve diferença no RMS em nenhum dos momentos. Os resultados do presente estudo demonstram que o enxágue bucal com CHO é capaz de sustentar o EMG mesmo

em situação de fadiga e melhorar o TL em exercícios de longa duração, contudo tais benefícios não se replicam para o exercício de curta duração.

Palavras Chaves: Sistema nervoso central, Eletromiografia, Desempenho Atlético, Bochecho.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the influence of CHO mouth rinse on the electromyographic signal (EMG) and the time (TL) of men tested with fixed load short (<5 min.) and long (> 60 min.) duration. In order to test this hypothesis, 13 subjects in a cross-over, counterbalanced, double-blind design, made five visits to the laboratory, separated by a minimum of seventy-two hours. During the first visit, subjects underwent an anthropometric and performed a maximal incremental test to measure maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) and maximum power ($W_{\text{máx}}$) on a cycle ergometer. In two to five visits, the subjects performed a test to 110% of $W_{\text{máx}}$ or 80% of the second ventilatory threshold to exhaustion. During the tests, the subjects rinsed their mouths for 10 seconds with 25 ml of 6.4% maltodextrin or placebo (PLA). Each solution was administered immediately before and every 15 minutes from the extended well test and only immediately before the short test. There were no significant differences in short-term test for TL (CHO: 177.3 ± 42.2 s; PLA: 163.0 ± 26.7 s, $p = 0.10$). However, there was significant difference in long-term test for TL (CHO: 4596.9 ± 1186.1 s; PLA: 3925.0 ± 911.5 s; $p = 0.01$). There was also difference in the vastus lateralis muscle RMS after 30 minutes (CHO: 10.5 ± 2.6 ; PLA: 7.7 ± 3.3 ; $p = 0.04$) and last acquisition before exhaustion

(CHO: $10, 3 \pm 2.5$; PLA: 8.0 ± 2.9 ; $p = 0.01$) for proof of long duration. But the test of short duration no difference in RMS in any of the moments. The results of this study show that the CHO mouth rinse is able to maintain the same EMG fatigue and improve the TL in prolonged exercise, but these benefits are not replicate to the exercise of short duration.

Key words: Central nervous system, Electromyography, Athletic Performance, Mouthwash.

INTRODUÇÃO

Os efeitos da ingestão de carboidrato (CHO), antes e durante o exercício de duração prolongada já são bem documentados na literatura (Coyle et al. 1986; Angus et al. 2000). Durante o exercício prolongado, a ingestão de CHO exerce efeito benéfico por meio da manutenção das concentrações de glicose no sangue, manutenção da oxidação de CHO e retardo da depleção de glicogênio muscular (Coyle et al. 1986). No entanto, estes mecanismos do CHO exógeno durante o exercício não pode explicar o efeito ergogênico da ingestão de CHO para eventos com duração de uma hora ou menos (Jeukendrup et al. 1997), visto que o CHO exógeno contribui minimamente para a oxidação de CHO no músculo em comparação com a oxidação de glicogênio endógeno, durante exercícios intensos ($> 75\%$ do $W_{\text{máx}}$) (Carter et al. 2004a).

Por conseguinte, Carter *et al.* (2004a) sugeriram que a ingestão de CHO durante o exercício de alta intensidade poderia exercer o seu efeito ergogênico atuando através do sistema nervoso central (SNC), possivelmente mediada por receptores de CHO na boca. Para testar esta hipótese, Carter et al. (2004b) investigaram o efeito do enxague bucal com CHO no desempenho em uma prova onde os sujeitos deveriam completar uma quantidade de trabalho (914 ± 40 kJ) no menor tempo possível. Os autores concluíram que o enxágue bucal com 6,4% de CHO conseguia melhorar o desempenho em provas contra relógio de alta intensidade quando comparada com o placebo (PLA). Outros autores confirmaram o efeito ergogênico do enxágue bucal com CHO em provas com duração aproximada a 1 hora (Rollo *et al.* 2008; Chambers *et al.* 2009; Pottier *et al.* 2010).

Uma possível explicação sobre o mecanismo responsável pelo enxágue bucal com CHO foi dada primeiramente por Chambers et al. (2009) e posteriormente por Turner et al. (2014) os quais relataram que a simples presença de CHO na boca estimularia receptores gustativos capazes de ativar regiões do cérebro associadas com a recompensa, prazer e controle motor. Além disso, Gant et al. (2010) verificaram que após o enxágue bucal com CHO, houve um aumento da amplitude do Potencial Evocado Motor em 9% no músculo descansado, e 30% no músculo fadigado, indicando que o CHO pode influenciar também a excitabilidade corticomotora.

Nesse sentido o enxágue bucal com CHO tornasse uma eficiente estratégia ergogênica, tendo em vista que a atividade do córtex motor vem sendo relacionada a fadiga e desempenho (Sidhu et al. 2009). Sidhu et al. (2009) demonstraram que durante provas de ciclismo (8 sprints de 5 minutos à 80% do $W_{máx}$ com 60 segundos de repouso entre os sprints) podem ocorrer reduções na capacidade do córtex motor em excitar adequadamente os músculos extensores do joelho (incapacidade de realizar força máxima após o exercício), sugerindo que a diminuição da excitabilidade do córtex motor pode ser um dos mecanismos responsáveis pela queda da produção de potência ao longo do exercício físico. Entretanto, pesquisas examinando diferentes modos de exercício indicaram que o enxágue bucal com CHO parece não ter influência sobre o desempenho máximo de 30 segundos de sprint (Chong et al. 2011), teste de campo com múltiplos sprints (Dorling et al. 2013) ou força máxima (Painelli et al. 2011).

Sendo assim o presente estudo tem como objetivo investigar a influência do enxágue bucal com CHO sobre o sinal eletromiográfico (EMG) e o tempo limite (TL) de homens fisicamente ativos submetidos a testes com intensidade fixa de

curta (< 5 min.) e longa (> 60 min.) duração em cicloergômetro. Acreditando que o enxague bucal com CHO seja capaz de excitar o córtex motor, mantendo assim o recrutamento das unidades motoras e/ou a frequência de disparos das unidades motoras do músculo ativo e concomitantemente melhore o desempenho de indivíduos saudáveis em teste de longa duração, entretanto não se sabe se tal efeito pode se replicar ao teste de curta duração.

MÉTODOS

Participantes

Fizeram parte da amostra 13 sujeitos (idade = $23,1 \pm 2,6$ anos; estatura = $1,7 \pm 0,1$ m; massa corporal = $74,7 \pm 10,9$ kg e IMC = $24,7 \pm 3,9$ kg/m²). Todos os voluntários eram homens fisicamente ativos. Antes do início dos testes os sujeitos foram devidamente informados, tanto através de informação escrita quanto verbal, dos propósitos do estudo e os riscos envolvidos. Todos os sujeitos assinaram ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e os procedimentos do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas.

Protocolo Experimental

O estudo foi realizado em um modelo *cross-over*, contrabalanceado e duplo-cego. Foram realizadas cinco visitas separadas por um intervalo mínimo de 72 horas. Durante a primeira visita, os sujeitos passaram por uma avaliação antropométrica (massa corporal, estatura e percentual de gordura) e realizaram um teste incremental máximo para mensurar o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}$

$O_{2\text{máx}}$) e potência aeróbia máxima ($W_{\text{máx}}$). Nas visitas dois, três, quatro e cinco os sujeitos realizaram dois testes supramáximo a 110% do $W_{\text{máx}}$ em um cicloergômetro ou dois testes a 80% do segundo limiar ventilatório em duas diferentes condições, enxágue bucal com CHO ou PLA (figura 1). Todos os testes foram realizados no mesmo período do dia, duas horas após a última refeição (Lane *et al.* 2013). Os participantes foram orientados a replicar sua ingestão alimentar nas 24 horas anteriores a cada um dos ensaios experimentais. Durante as 48 horas que antecederam o período de realização dos testes, os sujeitos foram orientados a abster-se de exercício exaustivo, álcool, cafeína e evitar o uso de qualquer suplemento nutricional.

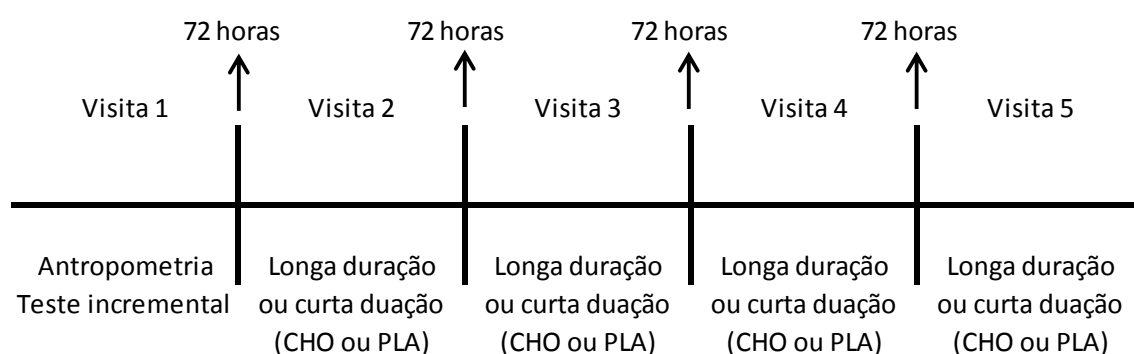


Figura 1. Desenho experimental.

Protocolo de enxágue bucal

Durante os testes, os indivíduos enxaguaram a boca com CHO (25 mL de solução com 6,4% de maltodextrina) ou 25 mL de PLA (suco sem CHO). Os sujeitos foram orientados a realizar movimentos com a língua, mantendo a solução na boca por 10 segundos, após os quais, expeliram a solução em um

recipiente (Sinclair et al. 2014). Cada solução foi administrada imediatamente antes e a cada 15 minutos do teste de longa duração e apenas imediatamente antes do teste de curta duração.

Antropometria

Os indivíduos foram pesados com uma balança eletrônica de precisão de 0,1 kg. A altura foi medida com um estadiômetro com precisão de 0,1 cm. As pregas cutâneas foram aferidas com um paquímetro da marca *Lange* com uma escala de 0 a 60 milímetros e 1 milímetro de resolução com pressão de mola constante de 10 g/mm². A densidade corporal foi calculada usando a equação generalizada de Jackson e Pollock (1985) e a gordura corporal foi estimada usando a equação de Siri (1961).

Teste incremental

O teste incremental máximo foi realizado em um cicloergômetro eletromagnético de membros inferiores (Ergofit). A altura do selim foi individualmente ajustada, tendo como referência a extensão quase total dos joelhos dos sujeitos em um ciclo completo do pedal e foi reproduzida em todos os demais testes. O consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) foi medido respiração por respiração durante todo o teste usando um analisador de gases portátil (Quark, Cosmed, Roma, Itália) e em média, em intervalos de 30s. A calibração do analisador foi realizada de acordo com as especificações do fabricante usando o ar ambiente, um gás contendo a composição de 20,9% de O₂ e 5% de CO₂, e uma seringa de

3L (manual de instruções). Após o aquecimento de 3 minutos com uma carga inicial de 30 W, os sujeitos se exercitaram com o ritmo de 60-70 rotações por minuto (RPM) e com o incremento da intensidade de $30 \text{ W} \cdot \text{min}^{-1}$. O teste foi interrompido quando a cadência do pedal fosse menor que 60 RPM por mais de 5 segundos ou três vezes consecutivas. Os participantes receberam encorajamento verbal durante todo o teste. O $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$ foi determinado a partir da obtenção de, pelo menos, dois dos seguintes critérios: exaustão do sujeito, o aumento do $\dot{V}\text{O}_2$ menor que $2,1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ em dois estágios consecutivos, a razão de troca respiratória maior que 1,10, e $\pm 10 \text{ bpm}$ da frequência cardíaca máxima predita pela idade ($220 - \text{idade}$) (Howley et al. 1995). A $W_{\text{máx}}$ foi estabelecida como a potência externa máxima em que o $\dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$ foi alcançado. O segundo limiar ventilatório foi estabelecido visualmente por dois avaliadores experientes mediante a segunda quebra da linearidade da curva da ventilação e do aumento da razão VE/VCO_2 .

Teste de Curta Duração

Após o aquecimento de 4 minutos com uma carga inicial de 30 W, os sujeitos se exercitaram com o ritmo de 60-70 RPM a 110% do $W_{\text{máx}}$. O teste foi interrompido quando a cadência do pedal foi menor que 60 RPM por mais de 5 segundos ou três vezes consecutivas.

Teste de Longa Duração

Os sujeitos se exercitaram com o ritmo de 60-70 RPM a 80% do segundo

limiar ventilatório. O teste foi interrompido quando a cadência do pedal foi menor que 60 RPM por mais de 5 segundos ou três vezes consecutivas (figura 2).

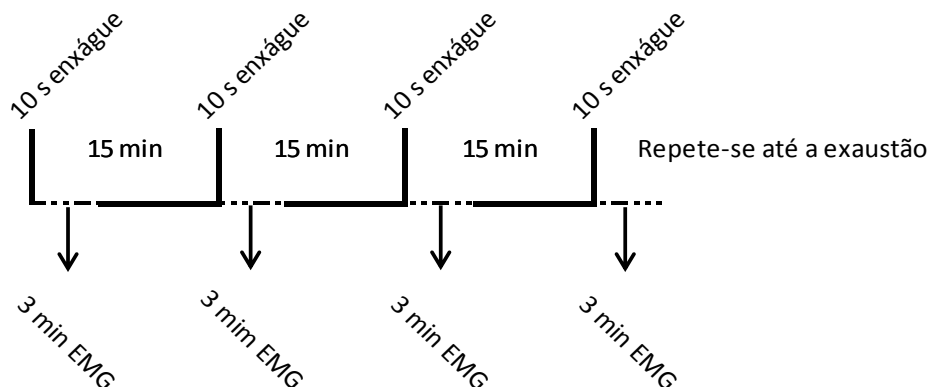


Figura 2. Modelo da prova de longa duração.

Avaliação da percepção subjetiva de esforço (PSE)

De forma a avaliar a percepção subjetiva de esforço durante os testes bem como eventuais alterações neste parâmetro, influenciadas ou não pelo bochecho com carboidratos, a percepção subjetiva de esforço de cada participante foi registrada através da Escala de Borg (Borg 1982). A percepção subjetiva de esforço foi registrada antes do teste e ao final do teste de curta duração ou antes, a cada 15 minutos, e ao final do teste de longa duração.

Aquisição e análise do sinal EMG

Durante as provas supramáximas e de longa duração, a aquisição do sinal EMG do músculo vasto lateral (VL) e reto femoral (RF) do quadríceps direito foi realizada por meio de um eletromiografo modelo 410c (EMG system Brasil, São

Paulo, Brasil). No teste de curta duração o sinal foi captado durante todo o esforço enquanto que durante o teste de longa duração a aquisição do sinal foi realizada com durações de 3 minutos, imediatamente no início e logo após cada enxágue bucal realizado pelos sujeitos. Inicialmente, foi realizada uma tricotomia seguida por uma assepsia com álcool para reduzir a impedância da pele. Após esses procedimentos, um eletrodo de superfície bipolar de Ag/AgCl (Hal, São Paulo, Brasil) foi posicionado sobre os músculos VL e RF. O eletrodo de referência foi posicionado em um local neutro (tíbia). Os eletrodos foram fixados sobre a pele utilizando fita adesiva (MicroporeTM 3M, Campinas, SP, Brasil) para minimizar o movimento dos fios. A colocação e localização dos eletrodos foram de acordo com as recomendações de Hermens *et al.* (2000). A frequência de amostragem para a aquisição dos registros eletromiográficos foi de 2000 Hz. Para reduzir a interferência de ruídos, o sinal foi filtrado utilizando o filtro *Butterworth* de 3ª ordem e frequências de corte de 20 e 450 Hz. No teste de curta duração cada sinal foi normalizado pela média retificada dos últimos 30 segundos de teste. Já no teste de longa duração o sinal foi normalizado pelo seu máximo valor de amplitude obtidos no teste, tendo em vista que a normalização pela contração isométrica voluntária máxima (CVM) pode gerar erros (Mirka 1991). O RMS foi utilizado como indicador da atividade eletromiográfica global. E foi calculado de acordo com a equação dada por Kwatny *et al.* (1970).

Análise estatística

Para a verificação da normalidade da distribuição dos dados foi utilizado o teste de Kolgomorov-Smirnov. Sendo viável, as variáveis quantitativas foram

descritas através de medidas de tendência central (média aritmética) e desvio padrão (DP). Sendo a normalidade constatada um teste *t* pareado foi usado para examinar as diferenças entre as condições CHO e PLA para o TL e o RMS. Já para verificar possíveis diferenças entre as PSE das condições CHO e PLA, foi utilizado o teste de Wilcoxon.

Para uma melhor análise do RMS as provas foram divididas por intervalos de tempo. Sendo a prova de longa duração dividida nos tempos 0-3 min., 15-18 min., 30-33 min. e última aquisição antes da exaustão. A prova de curta duração foi dividida nos tempos 0-30 seg., 30-60 seg., 60-90 seg., 90-120 seg. e 120 até a exaustão.

Todos os testes estatísticos foram realizados no software SPSS (version 13.0, Chicago, USA), adotando-se para todos os tratamentos um nível de significância inferior a 5% ($P < 0,05$).

RESULTADOS

As informações das variáveis antropométricas, fisiológicas e potência aeróbia máxima dos sujeitos são exibidas na tabela 1.

Tabela 1. Dados antropométricos, parâmetros fisiológicos e potência aeróbia máxima dos sujeitos (n=13)

	Idade	Massa Corporal (kg)	Estatura (m)	Gordura Corporal (%)	VO ₂ max (ml/kg/min)	Carga Máxima (W)
Média	23,1	74,7	1,7	14,2	41,6	252,3
DP	2,6	10,9	0,06	6,8	7,6	36,3

Os valores para o TL do teste de curta duração são apresentados na figura 3. Não foram encontradas diferenças significativas entre as condições CHO e PLA ($p=0,10$).

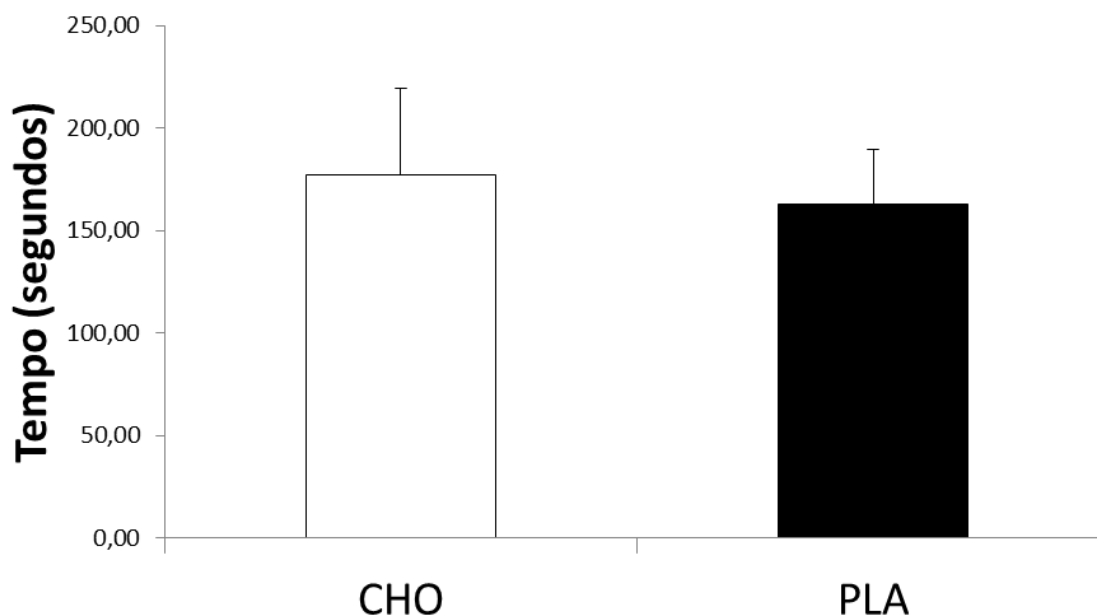


Figura 3. Valores do TL nas condições CHO e PLA do teste de curta duração.

Entretanto, houve diferença significativa quando comparado CHO e PLA para os valores de TL do teste de longa duração ($p=0,01$), os quais são apresentados na figura 4.

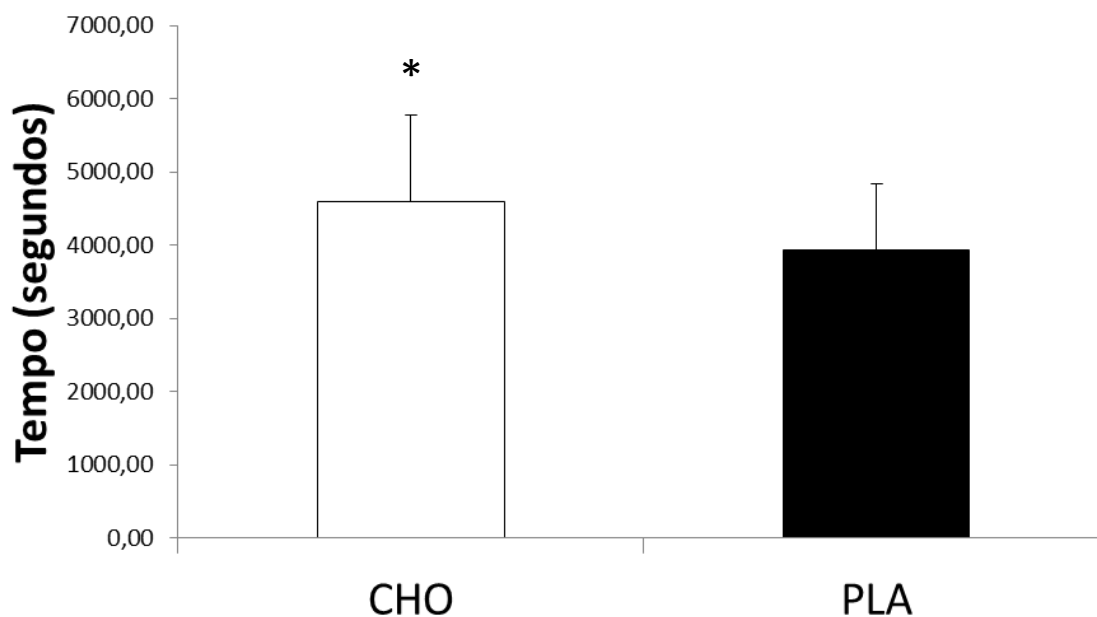
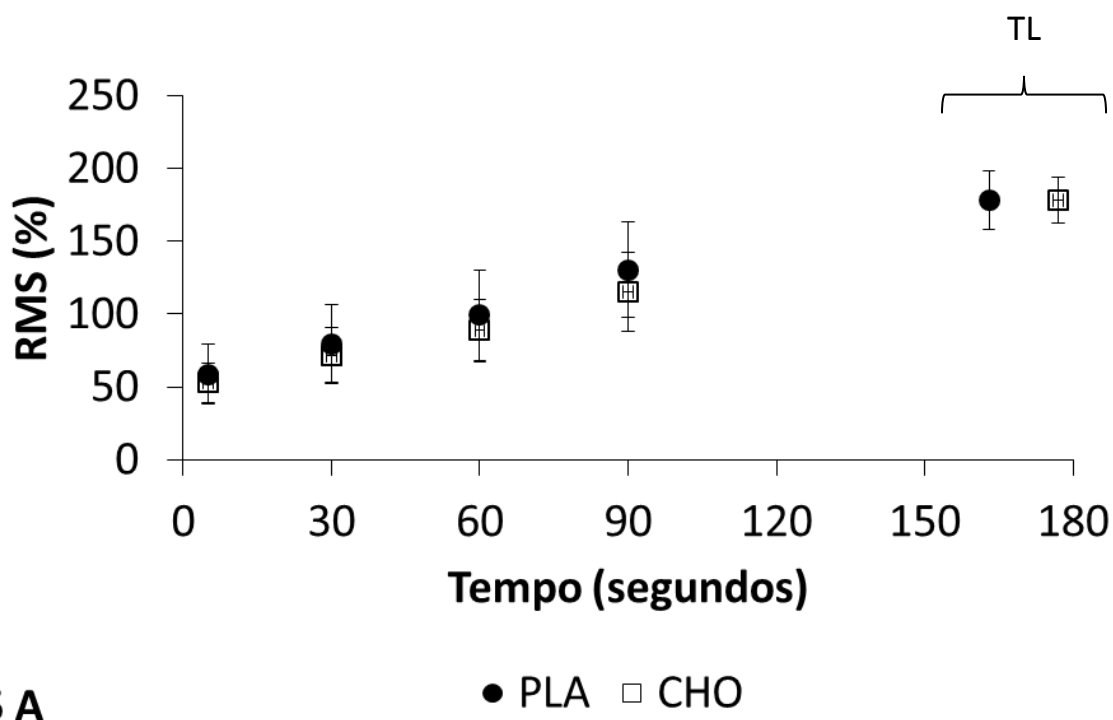


Figura 4. Valores do TL nas condições CHO e PLA do teste de longa duração. * $p < 0,05$.

Não foi encontrada diferença significativa entre as condições PLA e CHO no valor do RMS da prova de curta duração no musculo RF (figura 5 A), também não foi encontrada diferença em nenhum ponto do musculo VL (figura 5 B).



5 A

● PLA □ CHO

Figura 5A. Valores de RMS nas condições PLA e CHO do teste de curta duração do musculo RF. * $p < 0,05$.

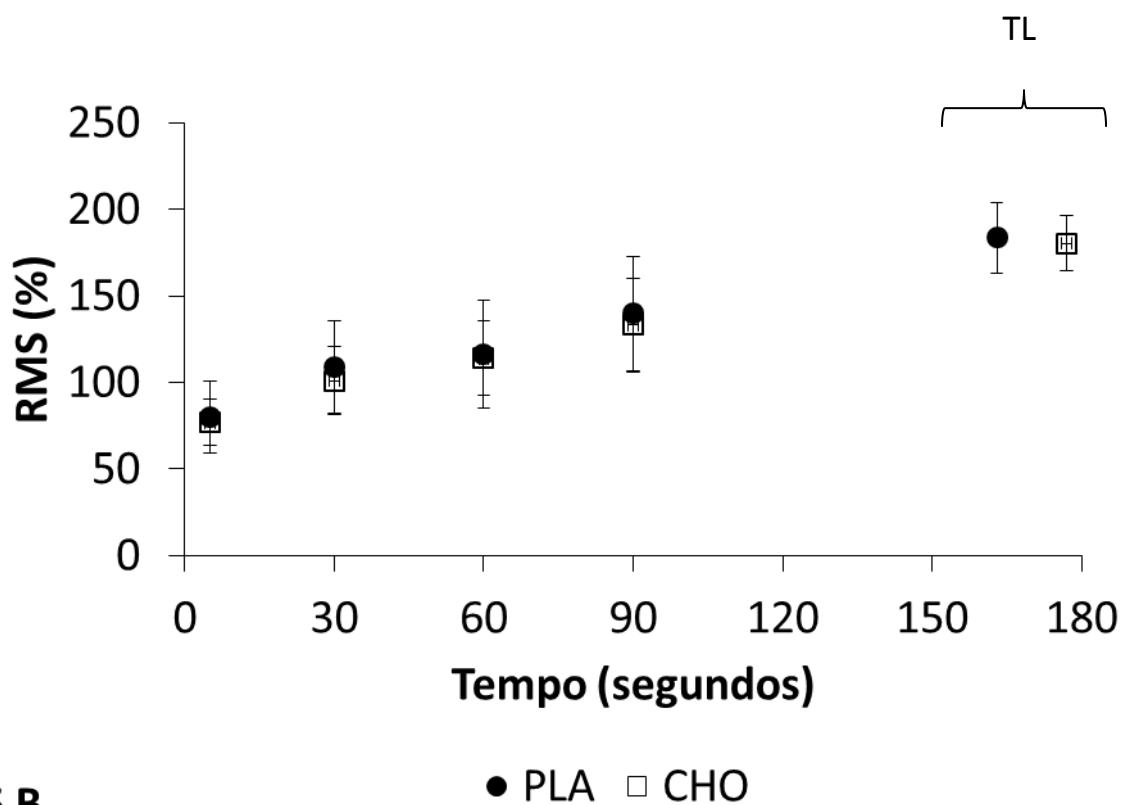


Figura 5B. Valores de RMS nas condições PLA e CHO do teste de curta duração do musculo VL. *p < 0,05.

Em relação a prova de longa duração, nossos resultados não demonstraram diferença significativa no RMS do musculo RF (figura 6A), já no musculo VL houve diferença no minuto 30 e na última aquisição do sinal EMG (figura 6B).

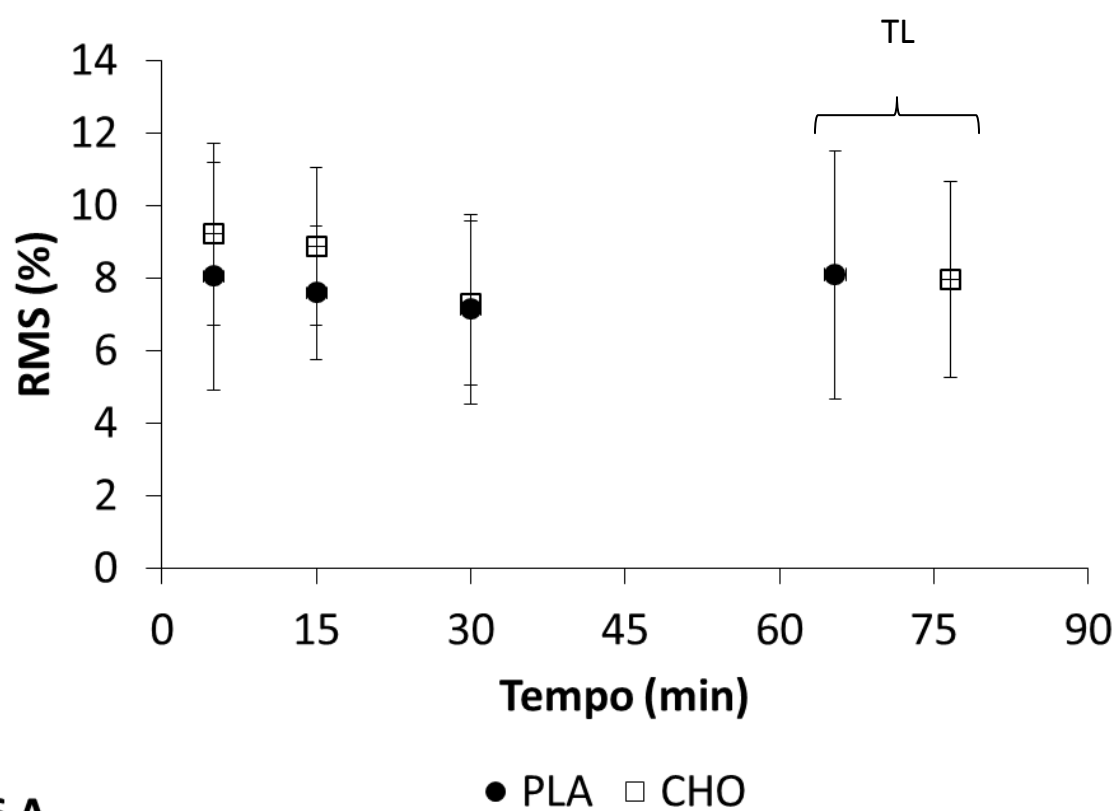


Figura 6A. Valores de RMS nas condições PLA e CHO do teste de longa duração do musculo RF.
*p < 0,05.

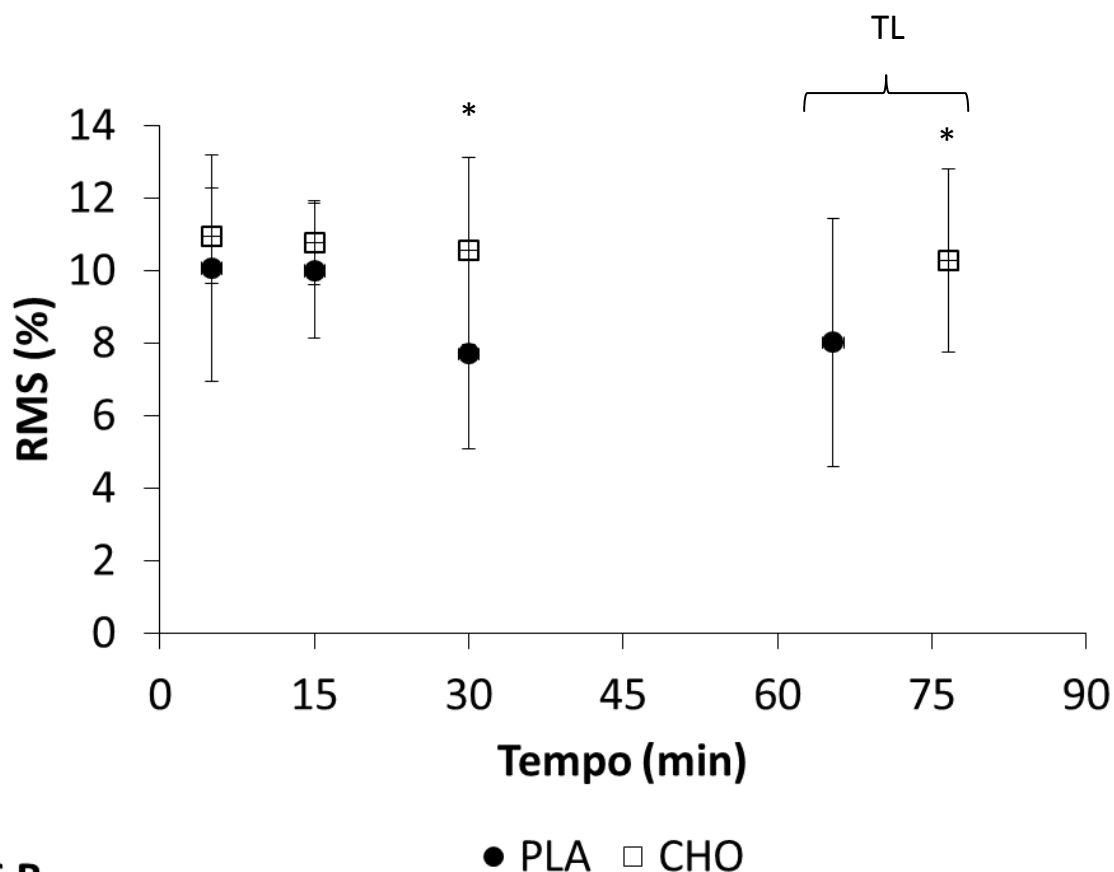


Figura 6B. Valores de RMS nas condições PLA e CHO do teste de longa duração do músculo VL. * $p < 0,05$.

Por fim, houve diferença significativa na PSE na prova de longa duração no 15º minuto (CHO = $10,9 \pm 2,3$; PLA = $12,3 \pm 2,9$; $p = 0,04$) e na PSE final para a prova de curta duração (CHO = $18,2 \pm 1,1$; PLA = $19,2 \pm 1,0$; $p = 0,01$). Contudo, não houve diferença na PSE inicial em ambas as provas, no 30º minuto e na PSE final para o exercício de longa duração.

DISCUSSÃO

O objetivo da presente investigação foi analisar o efeito do enxágue bucal com CHO sobre o desempenho e o sinal EMG em provas de curta e longa duração. Os resultados demonstram que o enxágue com CHO é capaz de

melhorar, significativamente, o desempenho e o sinal EMG (minuto 30 e última aquisição antes da exaustão) em provas de longa duração. Entretanto, o enxágue com CHO parece não exercer efeitos ergogênicos em provas de curta duração.

Gant et al. (2010) foram os primeiros a investigar se o enxágue bucal com CHO alteraria a saída corticomotora ao músculo. Os autores demonstraram que a presença de CHO na boca pode melhorar imediatamente o desempenho, aumentando a excitabilidade corticomotora e a força voluntária máxima em um exercício isométrico de flexão do cotovelo por 30 minutos. O CHO na boca aumentou a amplitude do potencial evocado motor em 9% no músculo descansado, e 30% no músculo fadigado, indicando ainda que o CHO pode ter uma maior influência na excitabilidade corticomotora durante a fadiga. Nesse sentido, nossos achados para o exercício de longa duração (> 60 min.) são os primeiros a demonstrar em exercício cíclico que além de exercer efeito sobre o SNC, atuando em regiões associadas à recompensa e ao prazer como demonstrado por Chambers et al. (2009) e Turner et al. (2014), o enxágue bucal com CHO pode facilitar uma maior estimulação neural para o músculo mais atuante durante a atividade, evidenciado pelo fato dos sujeitos conseguirem manter um padrão de estímulo neural (RMS) mesmo com a presença de fadiga.

A fadiga muscular é caracterizada como uma redução na máxima força exercida por um músculo ou um grupo muscular (Gandevia 2001). A fadiga pode ser causada tanto por fatores periféricos no músculo, como por fatores centrais que alteram a capacidade do SNC em conduzir os motoneurônios (Bigland-Ritchie et al. 1978). Durante o exercício prolongado realizado em uma intensidade constante, há sinais de que ocorrem mudanças no sistema neuromuscular, a partir que exercício progride pode haver influência na eficácia ou no padrão

contrátil. Por exemplo, uma redução da contração voluntária máxima dos músculos do quadríceps foi encontrado após 2h de ciclismo realizada em uma carga constante (Lepers et al. 2000).

Com isso, Lepers et al. (2002) demonstraram que 5 h de ciclismo realizado a 55% da máxima potência aeróbica reduziu progressivamente a capacidade de geração de força voluntária máxima do músculo quadríceps, apresentando prejuízo na excitabilidade e unidade central, nas últimas fases, entretanto o enxágue bucal com CHO parece atenuar essa redução progressiva.

A redução no RMS é um fator associado ao surgimento da fadiga, tendo em vista que essa redução pode ser explicada pela incapacidade de manter o recrutamento das unidades motoras e/ou diminuição na frequência de disparos das unidades motoras (Bigland-ritchie 1981), prejudicando assim a produção de força. Sendo assim, em nosso estudo possivelmente os sujeitos conseguiram realizar um TL maior na condição CHO na prova de longa duração pela interação dos pressupostos citados, fato evidenciado pela PSE mais baixa no 15º minuto de prova completada e por conseguir manter um padrão de estímulo neural (RMS) mesmo com a presença de fadiga, fato não observado a partir do trigésimo minuto na situação PLA. Contudo, o enxágue bucal com CHO parece atuar apenas no músculo mais exigido durante o exercício, sendo assim apenas o músculo VL conseguiu manter uma maior excitabilidade, sendo esse músculo o mais recrutado durante provas de ciclismo (Bieuzen et al. 2007).

O presente estudo demonstrou-se também que o enxágue bucal com CHO além de ter efeito em provas contra relógio (Carter et al. 2004b; Rollo et al. 2008; Chambers et al. 2009; Pottier et al. 2010) pode melhorar o TL em provas de resistência, possivelmente pela interação dos mecanismos supracitados.

Contudo, parece que tais mecanismos não se replicam a exercícios de curta duração (< 5 min.), fato evidenciado pela não diferença significativa encontrada no TL e no RMS, mesmo encontrando uma PSE menor ao final da situação CHO. Outras pesquisas envolvendo o enxágue bucal com CHO e exercícios de potência (Chong et al. 2011), teste de campo com múltiplos sprints (Dorling et al. 2013) ou força máxima (Painelli et al. 2011).

Uma possível explicação para não ser evidenciado efeito ergogênico com o enxágue bucal com CHO em exercícios de potência e força é relatada por Beaven et al. (2013), os autores verificaram um grau de decréscimo do desempenho no grupo que realizou o enxágue bucal com CHO, como evidenciado pela incapacidade de manter a intensidade através dos cinco sprints. Uma possível hipótese relatada pode ser devido ao aumento de desempenho no primeiro sprint e consequente rápida depleção do ATP-CP, que é a fonte de energia predominante durante protocolos de alta intensidade. Contudo, o presente estudo utilizou uma carga constante (110% do $W_{máx.}$) e mesma cadência (60-70 rpm) durante todo o teste, evitando assim um possível prejuízo final reflexo de uma melhora abrupta inicial. Entretanto, não foi possível observar diferença significativa quando se enxaguou a boca por dez segundos com 25 mL de 6,4% de maltodextrina imediatamente antes de cada teste sobre o TL. Talvez o curto espaço de tempo da prova acarreta apenas uma melhora na sensação de recompensa/prazer após o enxágue bucal, fato evidenciado pela menor PSE ao final do teste, contudo tal mecanismo não é suficiente para melhorar o desempenho das provas. Outro fator é que durante provas supramáximas o recrutamento de unidade motoras está próxima do máximo, podendo assim o enxágue com CHO não acarretar efeito adicional no recrutamento.

Entretanto, alguns estudos têm demonstrado que para exercícios de potência a realização de uma maior quantidade de enxágues previamente parece potencializar o estímulo central, gerando melhoras no desempenho (Phillips et al. 2014; Chong et al. 2014). Por exemplo, Phillips et al. (2014) realizaram um protocolo onde os sujeitos realizaram oito enxágues de cinco segundos antes de um teste de um sprint máximo, o que suporta a conclusão de que o aumento do tempo de exposição da via oral pode facilitar o efeito ergogênico do enxágue bucal com CHO e assim talvez obter resultados positivos em provas de curta duração.

CONCLUSÃO

O enxágue bucal com CHO demonstrou ser um eficiente método para o aumento da permanência em exercícios de resistência de longa duração. Fato devido ao aumento da ativação neural no músculo e ativação de regiões do córtex ligadas ao prazer e recompensa. Entretanto, tais efeitos não se replicam a exercícios de resistência de curta duração, possivelmente o curto espaço de tempo da realização da atividade não permita a atuação de tais mecanismos de forma ergogênica.

REFERÊNCIAS

Angus, D.J., Hargreaves, M., Dancey, J., and Febbraio, M.A. 2000. Effect of carbohydrate or carbohydrate plus medium-chain triglyceride ingestion on cycling time trial performance. *J. Appl. Physiol.* **88**(1):113-9.

Beaven, C.M., Maulder, P., Pooley, A., Kilduff, L., and Cook C. 2013. Effects of caffeine and carbohydrate mouth rinses on repeated sprint performance. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **38**(6):633-7.

Beelen, M., Berghuis, J., Bonaparte, B., Ballak, S.B., Jeukendrup, A.E., and van Loon, L.J. 2009. Carbohydrate mouth rinsing in the fed state: lack of enhancement of time-trial performance. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* **19**(4):400-9.

Bieuzen, F., Lepers, R., Vercruyssen, F., Hausswirth, C., and Brisswalter, J. 2007. Muscle activation during cycling at different cadences: effect of maximal strength capacity. *J. Electromyogr Kinesiol.* **17**(6):731-8.

Bigland-Ritchie, B., Jones, D.A., Hosking, G.P., and Edwards, R.H. 1978. Central and peripheral fatigue in sustained maximum voluntary contractions of human quadriceps muscle. *Clin. Sci. Mol. Med.* **54**(6):609–614.

Bigland-Ritchie, B. 1981. EMG/force relations and fatigue of human voluntary contractions. *Exerc. Sport. Sci Rev.* **9**:75-117.

Borg, G.A. 1982. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* **14**(5):377-81.

Carter, J.M., Jeukendrup, A.E., and Jones, D.A. 2004b. The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. *Med. Sci. Sports. Exerc.* **36**(12):2107–11.

Carter, J.M., Jeukendrup, A.E., Mann, C.H., and Jones, D.A. 2004a. The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial. *Med. Sci. Sports. Exerc.* **36**(9):1543–50.

Chambers, E.S., Bridge, M.W., and Jones, D.A. 2009 Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. *J. Physiol.* **578**(8):1779–94.

Chong, E., Guelfi, K.J., and Fournier, P.A. 2011. Effect of a carbohydrate mouth rinse on maximal sprint performance in competitive male cyclists. *J. Sci. Med. Sport.* **14**(2):162-7.

Chong, E., Guelfi, K.J., and Fournier, P.A. 2014. Combined glucose ingestion and mouth rinsing improves sprint cycling performance. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* **24**(6):605-12.

Coyle, E.F., Coggan, A.R., Hemmert, M.K., and Ivy, J.L. 1986. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *J. Appl. Physiol.* **61**(1):165–72.

Gant, N., Stinear, C.M., and Byblow, W.D. 2010. Carbohydrate in the mouth immediately facilitates motor output. *Brain. Res.* **1350**:151-8.

Gandevia, S.C. 2001. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol. Rev.* **81**(4) 1725–89.

Hermens, H.J., Freriks, B., Disselhorst-klug, C., and Rau, G. 2000. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* **10**(5):361-74.

Howley, E.T., Bassett, D.R. Jr, and Welch, H.G. 1995. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med. Sci. Sports Exerc.* **27**(9):1292-301.

Jackson, A.S., and Pollock, M.L. 1985. Practical assessment of body composition. *Physician Sportsmed.* **13**:76-90.

Jeukendrup, A., Brouns, F., Wagenmakers, A.J., and Saris, W.H. 1997. Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance. *Int. J. Sports. Med.* **18**(2):125-9.

Kwatny, E., Thomas, D.H., and Kwatny, H.G. 1970. An application of signal processing techniques to the study of myoelectric signals. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* **17**(4):303-13.

Lane, S.C., Bird, S.R., Burke, L.M., and Hawley, J.A. 2013. Effect of a carbohydrate mouth rinse on simulated cycling time-trial performance commenced in a fed or fasted state. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **38**(2):134-9.

Lepers, R., Hausswirth, C., Maffiuletti, N.A., Brisswalter, J., and Van Hoecke, J. 2000. Evidence of neuromuscular fatigue after prolonged cycling exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* **32**(11):1880–6.

Lepers, R., Maffiuletti, N.A., Rochette, L., Brugniaux, J., and Millet, G.Y. 2002. Neuromuscular fatigue during a long-duration cycling exercise. *J. Appl. Physiol.* **92**(4):1487-93.

Mirka, G.A. 1991. The quantification of EMG normalization error. *Ergonomics.* **34**(3):343-52.

Painelli, V.S., Roschel, H., Gualano, B., Del-Favero, S., Benatti, F.B., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., and Lancha, A.H. Jr. 2011. The effect of carbohydrate mouth rinse on maximal strength and strength endurance. *Eur. J. Appl. Physiol.* **111**(9):2381-6.

Phillips, S.M., Findlay, S., Kavaliuskas, M., and Grant, M.C. 2014. The Influence of Serial Carbohydrate Mouth Rinsing on Power Output during a Cycle Sprint. *J. Sports Sci. Med.* **13**(2):252-8.

Pottier, A., Bouckaert, J., Gilis, W., Roels, T., and Derave, W. 2010. Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* **20**(1):105-11.

Rollo, I., Williams, C., Gant, N., and Nute, M. 2008. The influence of carbohydrate mouth rinse on self-selected speeds during a 30-min treadmill run. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* **18**(6):585-600.

Sidhu, S.K., Bentley, D.J., and Carroll, T.J. 2009. Locomotor exercise induces long-lasting impairments in the capacity of the human motor cortex to voluntarily activate knee extensor muscles. *J. Appl. Physiol.* **106**(2):556-65.

Sinclair, J., Bottoms, L., Flynn, C., Bradley, E., Alexander, G., McCullagh, S., Finn, T., and Hurst, H.T. 2014. The effect of different durations of carbohydrate mouth rinse on cycling performance. *Eur. J. Sport Sci.* **14**(3):259-64.

Siri, W.E. 1961. Body composition from fluids spaces and density: analyses of methods. In: *Techniques for measuring body composition*, Washington, DC: National Academy of Science and Natural Resource Council.

Turner, C.E., Byblow, W.D., Stinear, C.M., and Gant, N. 2014. Carbohydrate in the mouth enhances activation of brain circuitry involved in motor performance and sensory perception. *Appetite.* **80**:212-9.

Whitham, M., and McKinney, J. 2007. Effect of a carbohydrate mouthwash on running time-trial performance. *J. Sports Sci.* **25**(12):1385-92.



3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As evidências disponíveis indicam que o enxágue bucal com CHO rotineiramente durante exercícios de alta intensidade e com duração aproximada de 01 hora pode ter um efeito benéfico sobre o desempenho. Tornou-se evidente que os mecanismos responsáveis pelo efeito ergogênico do enxague bucal com CHO durante este tipo de atividade não são metabólicos, mas via sistema nervoso central. Além disso, o enxágue bucal com CHO demonstrou ser um eficiente método para o aumento da permanência em exercícios de resistência de longa duração. Fato devido ao aumento da ativação neural no músculo e ativação de regiões do córtex ligadas ao prazer e recompensa. Entretanto, tais efeitos não se replicam a exercícios de resistência de curta duração, possivelmente o curto espaço de tempo da realização da atividade não permita a atuação de tais mecanismos de forma ergogênica.