

ARTIGO DE REVISÃO: POSSÍVEIS EFEITOS ERGOGÊNICOS DO ENXÁGUE BUCAL COM CARBOIDRATO

Luis Paulo de Souza Gomes¹
Marcus Vinicius Santos do Nascimento²
Bárbara Lúcia Fonseca Chagas³
Marina Rodrigues Barbosa⁴
Amandio Aristides Rihan Geraldês⁵
Isis Suruagy Correia Moura⁶

Nutrição



RESUMO

O enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC) constituiu-se como um possível recurso ergogênico (RE) capaz de agir no sistema nervoso central (SNC). Postula-se que seus efeitos podem gerar sinais aferentes positivos que ativam áreas do cérebro modificando eferências motoras para músculos em atividade, retardando o processo de fadiga. Sendo assim, com o objetivo de identificar e analisar os estudos que relacionam o EBSC com o desempenho físico e a fadiga, realizou-se uma consulta à base de dados do MEDLINE (1966-2014), LILACS (1982-2014) e SCIELO (1997-2014). Os artigos deveriam atender aos seguintes critérios: estarem publicados em inglês ou em português, as amostras compostas por humanos adultos e, por fim, terem sido publicados entre janeiro de 1997 a dezembro de 2014. Buscas adicionais foram realizadas, utilizando-se as referências dos artigos identificados na pesquisa eletrônica. Há evidências de que o uso do EBSC pode retardar a fadiga e conseqüentemente melhorar o desempenho físico. Entretanto, mais estudos devem ser realizados, buscando investigar a participação destes RE em várias modalidades esportivas com diferente duração e intensidade. Além de verificar sua possível influência sob diferentes aspectos tais como a função dos receptores de carboidrato na cavidade oral em estados de alimentação variados.

PALAVRAS CHAVE

Carboidrato. Enxágue bucal. Desempenho Esportivo.

ABSTRACT

The mouth rinse with carbohydrate solution (MRC) was established as a potential ergogenic aid (EA) capable of acting on the central nervous system (CNS). It is postulated that its effects can generate positive afferent signals that activate brain areas modifying motor efferent to working muscles, delaying fatigue process. Thus, in order to identify and analyze studies that relate MRC with physical performance and fatigue, there was an appeal to the MEDLINE database (1966-2014), LILACS (1982-2014) and SCIELO (1997-2014). Articles should meet the following criteria: being published in English or Portuguese, samples composed of adult humans and, finally, have been published between January 1997 and December 2014. Additional searches were conducted, using the references of articles identified in the electronic search. There is evidence that the use of the MRC can delay fatigue and thus improve physical performance. However, more studies should be conducted in order to investigate the participation of these EA in various sports with different duration and intensity. In addition to checking its effect on different aspects such as the role of carbohydrate receptors in the oral cavity in various power states.

KEYWORDS

Carbohydrate, mouth rinse, sports performance.

1 INTRODUÇÃO

Recursos ergogênicos (RE) são procedimentos ou fenômenos capazes de aprimorar a capacidade de realizar um trabalho físico ou o desempenho atlético (THEIN ET AL., 1995). A busca permanente por novos e mais eficientes RE capazes de aprimorar o desempenho físico, nas mais diversas modalidades esportivas, tem motivado inúmeras pesquisas e publicações relacionadas ao tema. Entre os mais recentes, destacam-se os RE com possíveis ações sobre o sistema nervoso central, como por exemplo, o enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC) usado nos estudos de Carter e outros autores (2004) e Pottier e outros autores (2010).

É reconhecido que em exercícios com duração maior que 60min e intensidade maior que 75% do VO_{2max} , a suplementação com carboidrato (CHO) pode aprimorar o desempenho físico (YASPELKIS ET AL., 1993; NEUFER ET AL., 1987). Todavia, em exercícios com duração inferior a este período os resultados são controversos. Ou seja, enquanto alguns trabalhos como os de Anantaramane e outros autores (1995) e Palmer e outros autores (1998), apontam para a melhora do desempenho, outros, não encontraram benefício algum a exemplo de Clark e outros autores (2000) e Carter e outros autores (2004).

Uma possível explicação para este paradoxo foi reportado por Carter e outros autores (2004), quando os autores demonstraram que a via de administração do CHO era importante para a melhora no desempenho de exercícios com ~60min de duração. Estes pesquisadores, descobriram que uma infusão intravenosa de glicose promoveu aumento da glicose plasmática, entretanto, não afetou o tempo para completar uma sessão de exercício com duração de ~60min, em comparação com infusão de solução salina, destaca Carter e outros autores (2004). Apesar do exposto, o uso do EBSC reduziu o tempo para completar o mesmo teste, sugerindo um possível efeito não metabólico, mas central do CHO (CARTER ET AL., 2004).

Embora as evidências apontem efeitos promissores no que se refere ao uso destes RE de ação central, ainda são escassas as pesquisas destinadas a verificar seus efeitos no esforço físico. Sendo assim, com o objetivo de identificar e analisar os estudos que relacionam o EBSC com o desempenho físico e a fadiga, realizou-se uma consulta à base de dados do Medline (1966-2014), Lilacs (1982-2014) e Scielo (1997-2014). Nestas buscas, foram utilizadas as recomendações do *Medical Subject Headings* (MeSH) como critério, utilizaram-se, portanto, os seguintes unitermos: *fatigue*, *exercise*, *moutrinse*, *exercise* e *performance*.

Para serem inclusos na consulta, os artigos deveriam atender aos seguintes critérios: estarem publicados em inglês ou em português, utilizado em suas amostras humanos adultos e, por fim, terem sido publicados entre janeiro de 1997 a dezembro de 2014. Buscas adicionais foram realizadas, utilizando-se as referências dos artigos identificados na pesquisa eletrônica.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 EBSC E EXERCÍCIO FÍSICO

As primeiras evidências da possível eficiência do EBSC como RE derivaram-se de pesquisas que buscavam esclarecer os achados controversos da suplementação oral com CHO, em exercícios realizados com duração entre 30 a 60min (CARTER ET AL., 2004; JEUKENDRUP ET AL., 1997). Nessa direção, um estudo realizado por Carter e outros autores (2004) e Jeukendrupe outros autores (1997), investigando os efeitos da infusão de glicose no desempenho de uma prova de ciclismo de 40 km, revelou que, embora existisse uma elevada concentração de glicose plasmática, houve pequena participação do CHO exógeno na oxidação, não sendo verificada melhora no desempenho dos sujeitos, quando comparada com a infusão de solução salina. Tais resultados sugeriam que o CHO poderia exercer uma possível ação central, mediante a ativação de receptores presentes na cavidade oral ou no trato gastrointestinal, capaz de aumentar a ação motora ou ativar os centros de prazer/recompensa no cérebro (JEUKENDRUP ET AL., 1997).

Buscando confirmar a possibilidade do uso do CHO como RE de ação central Carter e outros autores (2004), investigaram o efeito do EBSC em um teste de ciclismo com duração de ~60min, utilizando apenas o EBSC, excluindo qualquer influência da participação do trato gastrointestinal e da oxidação do CHO. O experimento consistiu em enxaguar a boca com CHO (não doce e insípido: 25 ml solução com 6,4% de maltodextrina) ou com uma solução placebo (água), durante cinco segundos e, posteriormente, cuspir a solução em um recipiente. Os resultados encontrados demonstraram melhora no desempenho físico quando a solução do enxágue continha CHO (incremento de 2,8%), corroborando os resultados do outro estudo realizado por Rollo e outros autores (2011), que utilizou ingestão de carboidrato (incremento de 2,3%). Desta forma, Carter e outros autores (2004), demonstraram a possibilidade do EBSC atuar via receptores presentes na cavidade oral. Entretanto, mais investigações são necessárias para um melhor entendimento de tal mecanismo.

Na tentativa de compreender a participação do CHO em exercícios de alta intensidade e moderada duração, Pottier e outros autores (2010), realizaram a comparação entre duas situações: enxaguar a boca com SC (Solução de Carboidrato) com sabor doce (Bebida Carboidratada Eletrolítica – BCE com 6% de CHO) e, ingerir essa mesma solução, durante uma prova de ciclismo. Os autores submeteram 12 ciclistas, em quatro condições experimentais: (1) EBSC por cinco segundos; (2) enxaguar a boca com solução placebo por cinco segundos – adoçante artificial; (3) ingerir SC e (4) ingerir solução placebo (SP). As soluções eram administradas a cada 12,5% do tempo para completar a prova.

Ao fim da intervenção, verificou-se que o EBSC aprimorou o desempenho quando comparado a SP e que seu efeito parece estar relacionado com a produção de mais potência no exercício, para um mesmo grau de desconforto, mensurado pela Percepção Subjetiva de Esforço (PSE).

Embora os achados de Pottier e outros autores (2010), sejam semelhantes ao de Carter e outros autores (2004), uma diferença importante entre os desenhos dos estudos consistiu na solução do enxágue. Enquanto Pottier e outros autores (2010), utilizaram BCE (composta por uma mistura de mono e dissacarídeos), Carter e outros autores (2004), utilizaram uma solução com maltodextrina, demonstrando que ambos os açúcares, simples/doce ou complexos/não doce, podem promover um efeito ergogênico.

Em relação à ingestão da SC, não houve melhora no desempenho, sugerindo que o curto período em que a bebida permaneceu na cavidade oral (menos de 5s), antes de deglutir, pode ter contribuído para este resultado. Provavelmente, o tempo não foi suficiente para ativar os receptores que apresentam ligações com as áreas do cérebro responsáveis pela sensação de prazer/recompensa (POTTIER ET AL., 2010).

Na mesma direção, Chambers, Bridge e Jones(2009),verificando a influência do enxágue no desempenho de oito ciclistas treinados, em uma prova de duração de ~60min (75% da carga máxima), utilizaram o seguinte protocolo: (1) enxágue bucal com glicose; (2) enxágue bucal com maltodextrina e (3) enxágue bucal com solução placebo. Todas as soluções continham adoçante artificial para reduzir possíveis diferenças sensoriais, e o enxágue (com duração de 10s) foi realizado a cada 12,5% do tempo para terminar o exercício.

Naquele estudo, os resultados demonstraram que ambas as soluções com CHO, promoveram um incremento na carga de trabalho, promovendo um melhor desempenho (redução de 2-3% do tempo para completar o exercício) quando comparada a SP. Estes resultados sugerem que o aumento do desempenho no exercício pode ser devido à ativação de regiões do cérebro envolvidas com a recompensa e o controle motor, sugerindo a participação de receptores na cavidade oral que respondem ao CHO independente da doçura (CHAMBERS; BRIDGE; JONES, 2009).

De acordo com relatos anteriores, possivelmente a diferença do efeito do enxágue do CHO e sua ingestão está no tempo de permanência do líquido na cavidade oral (BASTOS-SILVA; LIMA-SILVA; ARAÚJO, 2014). Nesse sentido, surgem alguns trabalhos, utilizando um tempo maior de enxágue (10segundos), cujo objetivo é verificar se uma maior duração de enxágue com CHO poderia potencializar a estimulação dos receptores orais deCHO.

Desta forma, Sinclair e outros autores (2014) compararam o efeito de diferentes durações, cinco segundos e dez segundos, de enxágue bucal com CHO sobre o desempenho em uma prova de 30 minutos de ciclismo. Na oportunidade foram realizadas quatro visitas: as visitas 02-03-04 foram os testes onde os participantes pedalaram a distância máxima que conseguissem durante 30 minutos, os participantes receberam 25mL de uma solução de 6,4% de maltodextrina ou água para enxaguar a cada seis minutos. Na situação placebo, água foi dada para enxaguar a boca por cinco segundos. Nas outras duas ocasiões, foram dadas uma solução de maltodextrina para enxaguar por cinco segundos ou dez segundos.

Os resultados desse estudo não mostraram diferença significativa na potência média entre as situações de maltodextrina em cinco segundos ($152,3 \pm 17,4$ W) quando comparado com a água ($145,7 \pm 13,5$ W) ou maltodextrina em dez segundos ($155,6 \pm 17$ W). Por outro lado, houve diferença quando comparado a potência média na situação de maltodextrina em dez segundos ($155,6 \pm 17$ W) e água ($145,73 \pm 13,5$ W). Apesar de se observar melhora na distância com os cinco segundos de enxágue bucal com maltodextrina em comparação ao placebo, apenas na situação de dez segundos de enxágue bucal com maltodextrina, houve diferença significativamente em relação à água, sugerindo uma dose resposta do efeito ergogênico do enxágue com relação à duração do mesmo (BASTOS-SILVA; LIMA-SILVA; ARAÚJO, 2014).

Sugerindo que o enxágue repetido de CHO durante o exercício pode causar um efeito negativo sobre o desempenho, Gam, Guelfi e Fournier (2013) verificaram o efeito do enxágue bucal com CHO comparado com o nãoenxágue. Dez ciclistas do sexo masculino, moderadamente treinados, compareceram ao laboratório em cinco ocasiões, separadas por sete dias.

Os testes de tempo consistiram em um ensaio com enxágue bucal com CHO, um ensaio com enxágue bucal com água e um ensaio sem enxágue bucal. As sessões foram conduzidas, na mesma hora do dia, para cada participante e com um período de quatro horas pós-prandial. Para os ensaios com enxágue, os participantes receberam ou 25mL de uma solução de 6,4% de maltodextrina ou 25mL de água pura em um copo de plástico para lavar e enxaguar a boca durante cinco 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 enxágue ($67,6 \pm 12,6$ minutos) do que na situação água ($69,4 \pm 13,8$ minutos). Não houve diferença estatística entre os ensaios CHO e sem enxágue. Em suma, os autores concluíram que enxaguar repetidamente a boca pode resultar em uma diminuição do desempenho em relação a não enxaguar a boca.

Apesar dos vários estudos, demonstrando os benefícios do EBSC no desempenho físico, algumas pesquisas não encontraram vantagens ou potenciais efeitos no uso do EBSC. Por exemplo, Whitham e McKinney (2007), investigaram o efeito do EBSC (maltodextrina) durante uma sessão de corrida de 15min a 65% do VO_{2max} , seguida por 45min com velocidade determinada pelo corredor e não encontraram diferenças na PSE, nem no desempenho. No entanto, não ficou claro porque os resultados diferiram dos estudos que encontraram benefícios com EBSC.

É provável que o fato de que, naquele estudo, ter sido utilizada uma esteira rolante não-automatizada (registro de velocidade com intervalo de cinco minutos), requerendo intervenções manuais para alterações de velocidade, pode ter promovido um menor grau de sensibilização ao EBSC. Dessa forma, alterar a velocidade pode não ser suficiente para detectar qualquer efeito sutil do EBSC (WHITHAM; MCKINNEY, 2007).

Tentando esclarecer a questão, Rollo e outros autores (2008), investigaram a influência do EBSC em teste de corrida em esteira automatizada (com registro de velocidade com intervalo de 15 segundos) com dez corredores amadores, submetidos a 30 minutos de corrida a uma velocidade correspondente a um PSE de valor igual a 15. A velocidade nos primeiros cinco minutos de teste foi maior quando os participantes enxaguaram a boca com SC quando comparado com SP, promovendo um total de distância percorrida superior (incremento de 1,7%).

O registro de velocidade de 15s e a esteira automatizada proporcionaram uma melhor identificação das respostas ao EBSC, o que pode, parcialmente, explicar a diferença nos resultados encontrados por Whitham e McKinney (2007). Adicionalmente,

Rollo *et al* (2011), avaliando o efeito do EBSC em dez indivíduos durante um teste de uma hora de corrida, em alta intensidade, verificaram que a distância percorrida e a velocidade dos testes foram maiores com o EBSC quando comparado ao enxágue com SP (incremento de 1,5% na distância e de 1,4% na velocidade).

Rollo *et al* (2011) investigaram a influência da ingestão de uma BCE versus o enxágue bucal no desempenho de corredores, observando benefício ergogênico apenas nos sujeitos que ingeriram BCE, sugerindo que ainda é prematuro recomendar o uso do EBSC como RE para atletas, reforçando, assim, a necessidade de mais experimentos que investiguem o efeito do EBSC em exercícios de intensidade moderada a alta com duração entre 30 a 60min. Além disso, existe a necessidade de investigação do uso do EBSC como RE em situações de exercício de alta intensidade e curta duração. O único estudo que utilizou esse tipo de exercício não observou benefício no desempenho (JEUKENDRUP ET AL., 2003).

Recentemente, novas perspectivas de utilização do EBSC têm sido exploradas, utilizando-se outros tipos de exercício, bem como sua associação com outras substâncias ditas ergogênicas. Com esse intuito, Gant; Stinear; Byblow (2010) realizaram estudo para investigar o efeito do EBSC na excitabilidade corticomotora, o protocolo de exercício exigiu que 17 participantes executassem flexões isométricas do cotovelo por 30 minutos (enxágue bucal com CHO ou placebo).

Os resultados apontaram que a amplitude do potencial motor evocado aumentou 9% com o enxágue, quando o músculo foi ativado voluntariamente. Vale ressaltar que esse estudo foi pioneiro em demonstrar que CHO na cavidade oral aumenta a excitabilidade da via corticomotora. Esses achados são especialmente importantes, visto que, mostra evidências de que os mecanismos responsáveis pelo efeito ergogênico do EBSC durante este tipo de atividade não são metabólicos, mas sim pela via do sistema nervoso central (BASTOS-SILVA; LIMA-SILVA; ARAÚJO, 2014; ATAIDE; SILVA ET AL., 2013).

No estudo de Chong; Guelfi; Fournier (2011) 14 ciclistas foram submetidos a quatro ensaios: 6,4% de maltodextrina, 7,1% de glicose, água ou sem enxágue (enxágue de cinco segundos), após o enxágue, os participantes realizaram um sprint máximo durante 30 segundos. Os resultados demonstraram que 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 enxágue (854 ± 19 W). Os resultados deste estudo mostraram que o EBSC não afetou o desempenho de um Sprint máximo, porém, o autor relata que o teste utilizado pode não ter sido sensível suficiente para mostrar diferenças significantes.

Visando a possibilidade de aplicação prática do EBSC em esportes caracterizados por esforços intermitentes, Beavene *et al* (2013), Dorling e Earnest (2013) investigaram o efeito do EBSC sobre o desempenho de sprints repetidos. Os protocolos

utilizados foram os testes *Loughborough Intermittent Shuttle Test* (LIST) e o *Repeated Sprint Ability* (RSA). As condições experimentais foram constituídas por 25 mL de solução (6,4% de maltodextrina ou água com enxágue de aproximadamente cinco segundos). Os participantes enxaguaram a boca 30 segundos antes de cada item da LIST e cada teste RSA.

Os resultados encontrados não evidenciaram 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.). Esses autores sugerem que os mecanismos relacionados como a causa da fadiga durante a atividade intensa (redução nos fosfatos intramusculares) podem bloquear as ações ergogênicas causadas pelo EBSC.

Na mesma direção, Bortolotto e outros autores (2013), investigaram nove atletas de futebol da categoria infantil, submetendo-os ao teste de RSA (composto por seis sprints de 40 m (ida/volta = 20 m + 20 m), separados por 20s de recuperação passiva), as condições experimentais foram: enxágue bucal com carboidrato ou placebo e controle. O EBSC ou placebo foi conduzido 5min antes e imediatamente antes do início dos testes em doses de 100mL, durante dez segundos. Os resultados desse estudo sugerem que o EBSC não parece capaz de melhorar o desempenho, sobre sprints repetidos, de jovens jogadores de futebol.

Na tentativa de investigar os efeitos do EBSC sobre o treinamento de força, Painele e outros autores (2011) testaram seu efeito sobre a contração voluntária máxima, utilizando o teste de uma repetição máxima (1-RM), e sobre a força de resistência, utilizando seis séries a 70% de 1-RM no exercício supino reto. Os sujeitos foram submetidos a três condições experimentais: sem enxágue bucal, enxágue bucal com placebo (contendo um adoçante não calórico, igual à dextrose em gosto e aparência) e enxágue bucal com CHO (25mL de uma solução com 6,4% de dextrose) e duração de 10-15 segundos.

As evidências apontaram que não houve diferenças significativas entre os ensaios para o número de repetições e volume total do exercício (número de repetições x carga levantada [kg]). O mesmo se repetiu no teste de 1-RM entre as condições experimentais (CHO $101 \pm 7,2$ kg; placebo $101 \pm 7,4$ kg; sem enxágue $101 \pm 7,2$ kg). Muito embora não tenham ocorrido diferenças, os autores não descartam a possibilidade do EBSC estimular os centros de recompensa/motivação no cérebro, porém o estímulo pode não ter sido suficiente para melhorar o desempenho de força máxima.

Uma das novas possibilidades de uso do EBSC pode ser sua associação com outra substância potencialmente ergogênica como é o caso da cafeína. Beavens e outros autores (2013) pesquisaram os efeitos EBSC e/ou enxágue bucal com cafeína em repetidos sprints máximos. Foram realizados dois experimentos distintos, onde

o primeiro consistia em três 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 calórica).

Após cinco minutos de aquecimento, os 12 participantes enxaguaram a boca com a solução durante cinco segundos. Em seguida, pedalarão a 50 rpm, antes de ser dada uma contagem regressiva para iniciar um sprint máximo de seis segundos com uma resistência de 10% da massa corporal (cinco sprints de seis segundos, com 24 segundos pedalando sem carga entre cada esforço). Adicionalmente, durante cada 24 segundos do período de recuperação ativa, mais cinco segundos de enxágue bucal foram realizados. No experimento 02, idêntico ao 01, excetuando-se o comparativo EBSC com uma solução de 6% de glicose mais 1,2% de cafeína. Como resultado obteve-se que o EBSC aumentou o pico da potência no sprint 01, e ambos, cafeína e CHO, melhoraram a potência média do sprint 01. No entanto, no experimento 02 foi demonstrado que a combinação de cafeína e carboidratos melhorou a produção de energia durante os sprints em comparação com apenas o carboidrato.

Desta forma, os efeitos aditivos da cafeína ao EBSC na produção de energia sugerem que mecanismos distintos estão envolvidos na melhoria do desempenho, quando utilizadas essas duas substâncias. Considerando essa possibilidade, Arnaouti e outros autores (2012), submetem dez ciclistas treinados a um teste exaustivo de ciclismo a 75% de sua potência máxima, após desidratação induzida (2% de perda de massa corporal), estes passaram por três sessões experimentais: enxágue bucal de 25 ml de água pura cinco minutos antes do exercício; ingestão de 25 ml de água pura cinco minutos antes do exercício; sem ingestão de fluidos.

Os resultados apontaram que a ingestão de pequenas quantidades de água e não o seu enxágue bucal proporcionou um maior tempo de exercício até a exaustão em sujeitos desidratados. Embora o referido estudo não tenha feito o comparativo, esses achados sugerem que possíveis efeitos ergogênicos podem estar associados apenas a presença de CHO na boca e não de água como foi mostrado aqui.

3 EFEITO DO EBSC E ALIMENTAÇÃO PRÉ-EXERCÍCIO

O estado de alimentação pré-exercício pode explicar as divergências entre algumas investigações que observaram o efeito do EBSC ou a ingestão do CHO durante exercícios com duração entre 30 e 60 min. Estudos como os de Jeukendrup e outros autores (1997), Jeukendrup e outros autores (2008) e Simon e outros autores (2007), relataram melhoria no desempenho, envolvendo indivíduos que realizaram jejum noturno ou estejam em estado pós-absortivo (>4h) esclarecem Rollo e outros autores (2010) e Small e outros autores (2007), sugerindo que o efeito do EBSC apenas teria benefício em situações onde o glicogênio hepático estivesse praticamente esgotado. Todavia, o uso do EBSC nas quais os participantes receberam uma alimentação rica

em CHO, três a quatro horas antes da realização dos testes, demonstraram melhora no desempenho, afirmam Carter e outros autores (2004) e Pottier e outros autores (2010).

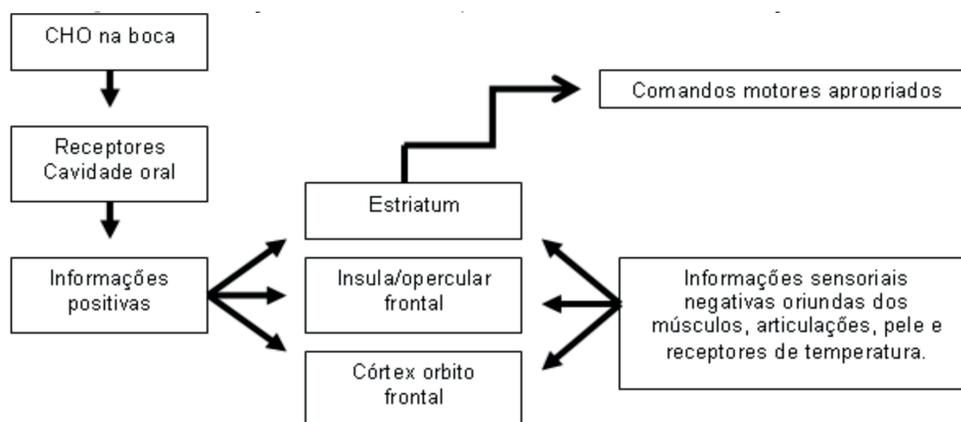
É possível inferir que a alimentação pré-exercício pode influenciar as respostas cerebrais ao estímulo oral do CHO, interferindo, dessa forma, no efeito ergogênico do EBSC. Nesse sentido, Beelene e outros autores (2009), investigaram o impacto do EBSC (maltodextrina) no desempenho em uma prova de uma hora de duração em ciclo ergômetro ($75\% W_{máx}$), com início do exercício duas horas após uma refeição. O desempenho, o PSE e a carga/potência não diferiram quando os participantes enxaguaram a boca com SC ou SP, sugerindo que o EBSC não melhora o desempenho quando aplicado em situações práticas. Tais contradições no estado de alimentação dificultam o entendimento ergogênico do EBSC, sugerindo assim a necessidade de maiores investigações sobre diferentes protocolos dietéticos.

4 MECANISMO DE AÇÃO DO EBSC E RESPOSTAS CEREBRAIS

Simon e outros autores (2006) reportam que na cavidade oral existem 50 a 100 receptores gustativos, capazes de perceber cinco sabores elementares: doce, salgado, amargo, azedo e unami (saboroso). Tais receptores estão distribuídos ao longo da língua, palato, epiglote e esôfago e, ao serem ativados (pela presença de líquidos contendo CHO na cavidade oral, por exemplo), desencadeiam atividades elétricas que são transmitidas aos neurônios gustativos (nervos craniais: I, VII, IX e X) explica Frank e outros autores (2008).

Small e outros autores (2007), explicam que essas informações chegam ao núcleo do trato solitário na medula e depois são transmitidas, via tálamo, para o córtex primário da gustação localizado na ínsula anterior, no opérculo frontal e no córtex secundário da gustação, no córtex orbitofrontal (Figura 1).

Figura 1– Ilustração do modelo simplificado do mecanismo de ação do EBSC



Fonte: Adaptado de Bortolotto e outros autores (2011).

Considerando que o córtex insular projeta neurônios para diversas regiões corticais, dentre as quais o córtex motor, acredita-se que o córtex insular pode ser uma possível rota de ativação do córtex motor ipsilateral (ST CLAIR GIBSON ET AL., 2003).

Buscando elucidar os mecanismos capazes de explicar o papel do EBSC como RE de ação central, Chamberse outros autores (2009) utilizaram a ressonância magnética por imagem para identificar as possíveis áreas do cérebro que eram ativadas durante o EBSC (glicose e maltodextrina). O exame de imagem verificou uma similar ativação de áreas do cérebro, tais como: a insula/frontal, o *operculum*, córtex orbito frontal e o *estriatum*, em resposta tanto a glicose quanto a maltodextrina. Outras Investigações por neuroimagem, também, informaram que uma SC ativa regiões adicionais do cérebro em comparação com um adoçante artificial, sugerindo que pode haver vias de transdução do gosto que respondem ao CHO, independentemente da doçura (WILLIAMSON ET AL., 1999; SIDHU, BENTLEY; CARROLL, 2009).

A atividade do córtex insular, do córtex orbito frontal, do córtex motor e do córtex cingulado, vêm sendo relacionadas a percepção de fadiga (SIDHU ET AL., 2009; BARTOLOTTI ET AL., 2011). Nesse sentido, Sidhue outros autores (2009) demonstraram que durante provas de ciclismo podem ocorrer reduções na capacidade do córtex motor em dirigir os músculos extensores de joelho, sugerindo que diminuição da excitabilidade do córtex motor pode ser um dos mecanismos responsáveis pela queda da produção de potência ao longo do exercício físico. Por outro lado, após o enxágue bucal com SC, a excitabilidade do córtex motor, durante exercício físico extenuante pode ser aumentado em cerca de 30% segundo Bortolotti e outros autores (2011).

Durante o exercício, as respostas positivas provocadas pelo EBSC podem reprimir os sinais aferentes negativos de caráter físicos, metabólicos e térmicos provenientes dos músculos, articulações e receptores de temperatura que são enviados ao cérebro (POTTIER ET AL., 2010). Quando não reprimidos, esses sinais podem, consciente ou inconscientemente, contribuir para a fadiga central e inibição de unidades motoras dos músculos em exercício (GANT; STINEAR; BYBLOW, 2010).

Desta forma, a melhoria do desempenho em exercícios físicos, observada por meio da EBSC pode estar associada a mecanismos centrais, provavelmente, através do aumento da capacidade do córtex motor (facilitada pelo córtex insular) em recrutar os músculos esqueléticos para a produção de trabalho durante esforços de longa duração e ativação de centros cerebrais responsáveis pela motivação e prazer/recompensa (CARTER ET AL., 2004; CHAMBERS ET AL., 2009; POTTIER ET AL., 2010).

5 CONCLUSÃO

É importante ressaltar que embora haja algumas divergências entre os estudos aqui abordados, nenhum deles relata efeitos adversos ou redução no de-

sempenho físico quando se utiliza o EBSC (BASTOS-SILVA; LIMA-SILVA; ARAÚJO, 2014). Nesse sentido a maioria dos artigos analisados no presente estudo reportam melhoras no desempenho físico com o uso do EBSC, assim como no estudo de Ataíde, Silva e outros autores (2013), Bastos-Silva, Lima-Silva e Araújo (2014), que durante metanálise e revisões sistemáticas, constataram tais melhoras, que variam entre 1,50% a 11,59%. Esses achados fortalecem as evidências ergogênicas do EBSC em exercícios com duração inferior à uma hora e com intensidade, variando de moderada a alta, além disso, constata-se também que seus efeitos envolvem mecanismos relacionados ao sistema nervoso central, excluindo-se suas ações metabólicas.

REFERÊNCIAS

- ANANTARAMAN, R.; CARMINES, A. A.; GAESSER, G. A.; WELTMAN, A. Effects of carbohydrate supplementation on performance during 1 hour of highintensity exercise. **Int J Sports Med.**,v.16, n.7, 1995.p.461-65.
- ARNAOUTIS, G.*et al.* Water Ingestion Improves Performance Compared withMouth Rinse in Dehydrated Subjects. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.44, n.1, 2012.p.175-179.
- AUGUSTINE, J. R. Circuitry and functional aspects of the insular lobe in primates including humans.**BrainResearchReviews**, v.22, n.3, 1996.p.229-244.
- BASTOS-SILVA, V.J.; LIMA-SILVA, A.E; ARAUJO,G.G. Efeito do enxague bucal com carboidrato no desempenho físico: revisão sistemática. **Rev. Acta Brasileira do Movimento Humano**,v.4, n.2, abr-jun, 2014.p.54-76.
- BEAVEN, C.M.*et al.* Effects of caffeine and carbohydrate mouth rinses on repeated sprint performance. **ApplPhysiolNutrMetab.**,v.38, n.6,2013.p.633-637.
- BEELEN, M.; *et al.* Carbohydrate mouth rinsing in the fed state: lack of enhancement of time-trial performance. **Int J Sport NutrExercMetab.**, v.19, n.4, 2009.p.400-409.
- BORTOLOTTI, H.*et al.* Carbohydrate mouth rinse does not improve repeated sprint performance. **RevBrasCineantropom Desempenho Hum.**,v.15, n.6, 2013. p.639-645.
- BORTOLOTTI, H.; ALTIMARI, L. R.; VITO-COSTA, M.; CYRINO, E. S. **Enxágue bucal com carboidrato: recurso ergogênico capaz de otimizar o desempenho físico.** **Rev Bras CineantropomDesempenho Hum.**, v.13, n.2, 2011.p.158-161.
- CARTER, J. M.; JEUKENDRUP, A. E.; JONES, D. A.The effect of carbohydrate mouth rinse on 1h cycle trial performance.**Med Sci Sports Exerc.**, 2004.36(12): 2107-2111.

- CARTER, J. M.; JEUKENDRUP, A. E.; MANN, C. H.; JONES, D. A. The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial. **Med Sci Sports Exerc.**, v.36, n.9, 2004.p.1543-1550.
- CHAMBERS, E. S.; BRIDGE, M. W.; JONES, D. A. Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. **J Physiol.**, v.587, n.8, 2009.p.1779-1794.
- CHONG, E.; GUELFI, K. J.; FOURNIER, P. A. Effect of a carbohydrate mouth rinse on maximal sprint performance in competitive male cyclists. **J Sci Med Sport.**, v.14, n.2, 2011.p.162-167
- CLARK, V. R.; HOPKINS, W. G.; HAWLEY, J. A.; BURKE, L. M. Placebo effect of carbohydrate feedings during a 40-km cycling time trial. **Med Sci Sports Exerc.**, v.32, n.9, 2000.p.1642-1647.
- COGGAN, A.R.; COYLE, E.F. Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion. **J Appl Physiol.**, v.63, n.6, 1987.p.2388-2395.
- DE ATAIDE E SILVA, T. *et al.* Can carbohydrate mouth rinse improve performance during exercise? A systematic review. **Nutrients**, v.6, n.1, 2013.p.1-10.
- DESBROW, B.; ANDERSON, S.; BARRETT, J.; RAO, E.; HARGREAVES, M. Carbohydrate-electrolyte feedings and 1 h time trial cycling performance. **Int J Sport NutrExercMetab.**, v.14, n.5, 2004.p.541-549.
- DORLING, J.L.; EARNEST, C.P. Effect of carbohydrate mouth rinsing on multiple Sprint performance. **J Int Soc Sports Nutr.**, v.10, n.1, 2013.p.41.
- FRANK, G.K. *et al.* Sucrose activates human tastepathways differently from artificial sweetener. **Neuroimage**, v.39, 2008.p.1559-1569.
- GAM, S.; GUELFI, K.J.; FOURNIER, P.A. Opposition of carbohydrate in a mouth rinse solution to the detrimental effect of mouth rinsing during cycling time trials. **Int J Sport NutrExercMetab.**, v.23, n.1, 2013.p.48-56.
- GANT, N.; STINEAR, C. M.; BYBLOW, W. D. Carbohydrate in the mouth immediately facilitates motor output. **Brain Res.**, 2010.1350:151-158.
- HAASE, L.; CERF-DUCASTEL, B.; MURPHY, C. Cortical activation in response to pure taste stimuli during the physiological states of hunger and satiety. **Neuroimage**, v.44, 2009.p.1008-1021.

JEUKENDRUP, A. E. Carbohydrate intake during exercise and performance. **Nutrition**, v.20, n.7-8, 2004.p.669-677.

JEUKENDRUP, A. *et al.* Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1h time-trial cycling performance. **Int J Sports Med.**, v.18, 1997.p.125-129.

JEUKENDRUP, A. E.; HOPKINS, S. ARAGON-VARGAS, L. F.; HULSTON C. No effect of carbohydrate feeding on 16 km cycling time trial performance. **Eur J Appl Physiol.**, v.104, 2008.p.831-837.

JEUKENDRUP, A.E. *et al.* Glucose kinetics during prolonged exercise in highly trained human subjects: effect of glucose ingestion. **J Physiol (Lond)**, v.515, 1999.p.579-589.

LAMBERT, E.V.; ST CLAIR GIBSON, A.; NOAKES, T. D. Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. **Br J Sports Med.**, v.39, 2005.p.52-62.

MCCONELL, G.K.; CANNY, B. J.; DADDO, M. C.; NANCE, M. J.; SNOW, R. J. Effect of carbohydrate ingestion on glucose kinetics and muscle metabolism during intense endurance exercise. **J Appl Physiol.**, v.89, 2000.p.1690-1698.

NEUFER, P. D. *et al.* Improvements in exercise performance: effects of carbohydrate feedings and diet. **J Appl Physiol.**, v.62, n.3, 1987.p.983-988.

NIKOLOPOULOS, V.; ARKINSTALL, M. J.; HAWLEY, J. A. Reduced neuromuscular activity with carbohydrate ingestion during constant load cycling. **Int J Sport Nutr Exerc Metab.**, v.14, 2004.p.161-170.

PAINELLI, V.S. *et al.* The effect of carbohydrate mouth rinse on maximal strength and strength endurance. **Eur J Appl Physiol.**, v.111, n.9, 2011.p.2381-2386.

PALMER, G. S. *et al.* Carbohydrate ingestion immediately before exercise does not improve 20km time trial performance in well trained cyclists. **Int J Sports Med.**, v.19, n.6, 1998.p.415-418.

POTTIER, A. *et al.* Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance. **Scand J Med Sci Sports**, v.20, n.1, p.105-111.

ROLLO, I.; COLE, M.; MILLER, R.; WILLIAMS, C. Influence of mouth rinsing a carbohydrate solution on 1-h running performance. **Med Sci Sports Exerc.**, v.42, n.4, 2010.p.798-804.

- ROLLO, I.; WILLIAMS, C.; GANT, N.; NUTE, M. The influence of carbohydrate mouth rinse on self-selected speeds during a 30-min treadmill run. **Int J Sport NutrExercMetab.**, v.18, n.6, 2008.p.585-600.
- ROLLO, I.; WILLIAMS, C.; NEVIL, M. Influence of ingesting versus mouth rinsing a carbohydrate solution during a 1-h run. **Med Sci Sports Exerc.**, v.43, n.3, 2011.p.468-475.
- SIDHU, S. K.; BENTLEY, D. J.; CARROLL, T. J. Locomotor exercise induces long-lasting impairments in the capacity of the human motor cortex to voluntarily activate knee extensor muscles. **J Appl Physiol.**, v.106, n.2, 2009.p.556-560.
- SIMON, S. A. *et al.* The neural mechanisms of gustation: a distributed processing code. **Nat Rev Neurosci.**, v.7, n.11, 2006.p.890-901.
- SINCLAIR, J. *et al.* The effect of different durations of carbohydrate mouth rinse on cycling performance. **Eur J Sport Sci.**, v.14, n.3, 2011.p.259-264.
- SMALL, D. M. *et al.* The role of the human orbitofrontal cortex in taste and flavor processing. **Ann N Y Acad Sci.**, v.1121, 2007.p.136-151.
- ST CLAIR GIBSON, A. *et al.* The conscious perception of the sensation of fatigue. **Sports Med.**, v.33, n.3, 2003.p.167-176.
- ST CLAIR GIBSON, A.; LAMBERT, M. L.; NOAKES, T. D. Neural control of force output during maximal and submaximal exercise. **Sports Med.**, v.31, n.9, 2001.p.637-650.
- THEIN, L. A.; THEIN, J. M.; LANDRY, G. L. Ergogenic aids. **Physical Therapy.**, v.75, n.5, 1995.p.426-439.
- WHITHAM, M.; MCKINNEY, J. Effect of a carbohydrate mouthwash on running time-trial performance. **J Sports Sci.**, v.25, n.12, 2007.p.1385-1392.
- WILLIAMSON, J. W. *et al.* Activation of the insular cortex is affected by the intensity of exercise. **J Appl Physiol.**, v.87, n.3, 1999.p.1213-1219.
- YASPELKIS, B.B. *et al.* Carbohydrate supplementation spares muscle glycogen during variable-intensity exercise. **J Appl Physiol.**, v.75, n.4, 1993.p.1477-1485.

Data do recebimento: 24 de novembro de 2015

Data da avaliação: 26 de novembro de 2015

Data de aceite: 30 de novembro de 2015

-
1. Licenciatura Plena em Educação Física. Mestre em Nutrição pela Universidade Federal de Alagoas. Docente do Curso de Educação Física da UNIT. CREF 1156-G/S. Email: siulpaulo@yahoo.com.br
 2. Nutricionista. Mestre em Educação Física pela Universidade Federal de Sergipe. Docente do Curso de Nutrição da UNIT. CRN5 5373. Email: marcusnascimentone@gmail.com
 3. Nutricionista. Mestrado em andamento em Educação Física pela Universidade Federal de Sergipe. CRN5 6018. Email:barbarachagas90@yahoo.com.br.
 4. Nutricionista. Doutorado em Fisiologia pela Universidade Federal de São Carlos. Docente do Curso de Nutrição da UNIT. CRN58470. Email: marinarbarbosa@yahoo.com.br.
 5. Doutorado em Ciência do Desporto e Educação Física pela Universidade do Porto. Professor Adjunto da Universidade Federal de Alagoas. Email: amandioargeraldes@gmail.comNutricionista.
 6. Doutorado em Neurociência pela Universidade Federal de Pernambuco. Docente do Curso de Nutrição da Estácio. CRN55373. Email: isis_suruagy@yahoo.com.br