

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**EFEITO DO TIPO DE CARBOIDRATO NO DESEMPENHO E NO DESCONFORTO
GASTROINTESTINAL INDUZIDO PELO EXERCÍCIO**

PÚBLIO FREITAS VIEIRA

**UBERLÂNDIA
2020**

PÚBLIO FREITAS VIEIRA

**EFEITO DO TIPO DE CARBOIDRATO NO DESEMPENHO E NO DESCONFORTO
GASTROINTESTINAL INDUZIDO PELO EXERCÍCIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de Concentração: Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Erick Prado de Oliveira

Co-orientador: Prof. Dr. Guilherme Moraes Puga

UBERLÂNDIA

2020

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

V658
2020

Vieira, Públio Freitas, 1993-
Efeito do Tipo de Carboidrato no Desempenho e no
Desconforto Gastrointestinal Induzido Pelo Exercício
[recurso eletrônico] / Públio Freitas Vieira. - 2020.

Orientador: Erick Prado de Oliveira.
Coorientador: Guilherme Moraes Puga.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de
Uberlândia, Pós-graduação em Ciências da Saúde.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.689>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Ciências médicas. I. Oliveira, Erick Prado de, 1983-
, (Orient.). II. Puga, Guilherme Moraes, 1982-
(Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia.
Pós-graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.

CDU: 61

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
 Av. Pará, 1720, Bloco 2H, Sala 09 - Bairro Umuarama, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: 34 3225-8628 - www.ppcs.famed.ufu.br - copme@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ciências da Saúde				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico Nº 028/PPCSA				
Data:	06.11.2020	Hora de início:	14:00h	Hora de encerramento:	16:40h
Matrícula do Discente:	11712CSD028				
Nome do Discente:	Públio Freitas Vieira				
Título do Trabalho:	Efeito do Tipo de Carboidrato no Desempenho e no Desconforto Gastrointestinal Induzido Pelo Exercício				
Área de concentração:	Ciências da Saúde				
Linha de pesquisa:	2: Diagnóstico, tratamento e prognóstico das doenças e agravos à saúde				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Intervenções nutricionais na Sarcopenia				

Reuniu-se em web conferência pela plataforma Mconf-RNP, em conformidade com a PORTARIA Nº 36, DE 19 DE MARÇO DE 2020 da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES, pela Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, assim composta: Professores Doutores: Nailza Maestá (Universidade Metodista de Piracicaba), Cibele Aparecida Crispim (UFU) e Erick Prado de Oliveira (UFU) orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Erick Prado de Oliveira, apresentou a Comissão Examinadora e ao candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Erick Prado de Oliveira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 06/11/2020, às 16:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cibele Aparecida Crispim, Professor(a) do Magistério Superior**, em 09/11/2020, às 12:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nailza Maestá, Usuário Externo**, em 10/11/2020, às 14:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2372408** e o código CRC **36C11FB8**.

FOLHA DE APROVAÇÃO

PÚBLIO FREITAS VIEIRA

Efeito do tipo de carboidrato no desempenho e no desconforto gastrointestinal induzido pelo exercício

Presidente da banca: Prof. Dr. Erick Prado de Oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de Concentração: Ciências da Saúde.

BANCA EXAMINADORA

Titular: Prof. Dra. Cibele Aparecida Crispim

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

Titular: Prof. Dra. Nailza Maestá

Instituição: Universidade Metodista de Piracicaba

*Aos meus pais e a todos que de alguma forma contribuíram com
a minha formação pessoal e profissional.*

AGRADECIMENTOS

Nem sempre as coisas acontecem da forma que queremos ou principalmente no tempo que planejamos. Foi o que senti na pele nesse longo caminho que foi meu mestrado. Não foi fácil nem tranquilo, mas foi possível! Graças a pessoas tão especiais que compartilharam esse e inúmeros outros momentos comigo. É importante ressaltar que uma dissertação não se concebe apenas durante o mestrado, todo o conhecimento necessário e importante começa no início da vida acadêmica, no pré-escolar, diante disso agradeço a todos os professores que já passaram por minha vida, sou imensamente grato por todos os ensinamentos. Como Paulo Freire disse: “Ainda que desejem bons professores para seus filhos, poucos pais desejam que seus filhos sejam professores. Isso nos mostra o reconhecimento que o trabalho de educar é duro, difícil e necessário”.

Quero agradecer ao meu orientador, por todos os ensinamentos e pelo apoio durante essa longa caminhada até aqui. A convivência com o seu grupo de pesquisa, sempre regada à muitas discussões científicas, com toda certeza me levou a um outro nível. A todos do grupo em questão (Laboratório de Nutrição, Exercício e Saúde - LANES) que apoiaram este projeto, foram pacientes nas inúmeras apresentações sobre o tema e deram suas contribuições, meu muito obrigado. Agradeço também o meu co-orientador pela parceria e colaboração, imprescindíveis nos momentos que mais precisávamos.

Aos voluntários, que disponibilizaram seu tempo, suor e sangue para que este trabalho fosse realizado, que apesar do sofrimento imposto pelo protocolo sempre deram seu melhor, meu muito obrigado.

Quero agradecer também a todos os meus alunos e à equipe de Atletismo Medicina UFU, que sempre entenderam quando eu tinha que desmarcar os treinos devido às coletas ou quando eu chegava para a aula preocupado ou chateado por algo que não tinha dado certo. Vocês sempre me apoiaram e fizeram com que a tarefa de conciliar o mestrado com o trabalho fosse mais leve. Apesar disso não quero romantizar essa tarefa, não é nada fácil.

À minha namorada, agradeço por toda atenção, paciência e carinho. Durante todo o mestrado você me auxiliou da melhor maneira possível, desde as contribuições diretas ao trabalho até o apoio em cada momento de estresse e desânimo. Mesmo nas maiores adversidades você sempre esteve ao meu lado oferecendo todo seu amor. Muito obrigado por tudo!

À minha família, que sempre estiveram presente ao meu lado, que mesmo de longe são minha base e referência, que desde muito cedo me incentivaram a estudar e fizeram o impossível para que eu pudesse ter acesso ao melhor. Que me apoiaram plenamente em todas as minhas escolhas, principalmente as esportivas, as quais, moldaram completamente minha vida, muito obrigado por serem minha essência, muito obrigado por tudo!

À Deus, por guiar e iluminar os caminhos que passei e que eu vou passar, por nunca me desamparar, por me dar força e me manter de pé nos momentos mais difíceis, muito obrigado.

“Ausência de evidência não significa evidência de ausência”

Carl Sagan

RESUMO

Introdução: Está bem estabelecido que o consumo de carboidrato (CHO) melhora o desempenho em exercícios de *endurance*. Entretanto, dependendo do tipo e da quantidade, o CHO pode causar desconforto gastrointestinal (GI), podendo piorar o desempenho. **Objetivo:** Avaliar o efeito do consumo de diferentes tipos de CHO no desconforto GI e desempenho em ciclistas treinados durante ciclismo de 1h. **Métodos:** Em três ocasiões, de modo cruzado, randomizado, duplo cego e controlado por placebo, sete ciclistas treinados (idade: $37,7 \pm 3$ anos, potência pico relativa: $4,5 \pm 0,4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$, $\text{VO}_2\text{máx}$: $52,1 \pm 5,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) ingeriram Placebo (PLA), Maltodextrina (MAL) ou Maltodextrina mais Frutose (MAL+FRU); e realizaram 45 min de exercício a 65% da potência pico, imediatamente seguidos por 15 min de ciclismo contrarrelógio (CR). As soluções de CHO tinham concentração de 8% e eram oferecidas em $1,5 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$, sendo MAL+FRU na proporção de 2:1 (maltodextrina:frutose). Questionários de desconforto GI foram aplicados e o sangue foi coletado para análise da glicose plasmática. O desempenho foi avaliado utilizando a Menor Diferença Importante (SWC) e o tamanho do efeito de Cohen D (ES). **Resultados:** As queixas de desconforto GI foram baixas e semelhantes nos três grupos (PLA $4,4 \pm 3,2$; MAL $5,5 \pm 4,9$; MAL+FRU $5,7 \pm 5,8$ $p = 0,89$). O desempenho em CR foi melhor na situação MAL+FRU quando comparado com PLA ($8415,7 \pm 772,6 \text{ m}$ versus $7900,7 \pm 345,5 \text{ m}$, respectivamente, $6,5\% > \text{SWC}$, $\text{ES} = 0,86$) e não foi diferente entre MAL versus PLA ou MAL versus MAL+FRU. Não houve diferença nas concentrações plasmáticas de glicose entre os grupos em nenhum momento. **Conclusão:** O consumo de MAL+FRU melhorou o desempenho de ciclistas quando comparado com o consumo de placebo, mas não em relação ao consumo de MAL de forma isolada. Esta melhora no desempenho não parece ter relação com os sintomas GI, pois não houve correlação entre o desempenho e desconforto GI.

Palavras-chave: Glicose, Frutose, Maltodextrina, Contrarrelógio, Ciclismo.

ABSTRACT

Introduction: It is well established that carbohydrate consumption (CHO) improves performance in endurance exercises. However, depending on the type and quantity, CHO can cause gastrointestinal (GI) discomfort, which can worsen performance. **Objective:** to evaluate the effect of consuming different types of CHO on performance and GI discomfort in trained cyclists. **Methods:** On three occasions, with crossover, randomized, double-blind and placebo-controlled design, seven trained cyclists (age: 37.7 ± 3 years, relative peak power: 4.5 ± 0.4 W \cdot kg⁻¹, VO₂máx : 52.1 ± 5.5 ml \cdot kg \cdot min⁻¹) ingested Placebo (PLA), Maltodextrin (MAL) or Maltodextrin plus Fructose (MAL + FRU) and performed 45 min of exercise at 65% of peak power, immediately followed for 15 min of time trial cycling (TT). CHO solutions had a concentration of 8% and were offered in 1.5 g \cdot min⁻¹, with MAL + FRU in the proportion of 2: 1 (maltodextrin: fructose). GI discomfort questionnaires were applied and blood was collected for plasma glucose analysis. Performance was assessed using the Smallest Important Difference (SWC) and the size of the Cohen D (ES) effect. **Results:** Complaints of GI discomfort were low and similar in the three groups (PLA 4.4 ± 3.2 ; MAL 5.5 ± 4.9 ; MAL + FRU 5.7 ± 5.8 p = 0.89). TT performance was better in the MAL + FRU situation when compared to PLA (distance covered: 8415.7 ± 772.6 m versus 7900.7 ± 345.5 m, respectively, $6.5\% >$ SWC, ES = 0, 86) and it was no different between MAL versus PLA or MAL versus MAL + FRU. There was no difference in plasma glucose concentrations between groups. **Conclusion:** The consumption of MAL + FRU improved the performance of cyclists when compared to the consumption of placebo, but not in relation to the consumption of MAL in isolation. This improvement in performance does not seem to be related to GI symptoms, as there was no increase in GI discomfort in all groups evaluated.

Keywords: Glucose, Fructose, Maltodextrin, Time trial, Cycling.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	Exercício e Desconforto Gastrointestinal	11
2.2	Nutrição e Desconforto Gastrointestinal no Exercício	13
2.3	Consumo de Carboidrato e Desconforto Gastrointestinal	14
2.4	Exercício, Dano Intestinal e Consumo de Carboidratos	16
2.5	Consumo de Carboidrato e Desempenho Esportivo	17
3	OBJETIVOS.....	20
3.1	Objetivo Geral.....	20
3.2	Objetivos Específicos	20
4	REFERÊNCIAS	21
5	ARTIGO.....	31
6	ANEXOS.....	54
6.1	Questionário de Desconforto Gastrointestinal	54

1 INTRODUÇÃO

Diversas são as estratégias nutricionais que visam melhorar o desempenho esportivo, sendo a ingestão de carboidratos (CHO) a principal prática nutricional utilizada durante o exercício (JEUKENDRUP, 2004; THOMAS; ERDMAN; BURKE, 2016). Porém, se realizada de forma inadequada pode causar ou agravar o desconforto gastrointestinal (GI), condição que pode prejudicar o desempenho esportivo (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; REHRER; VAN KEMENADE; *et al.*, 1992).

Estudos têm mostrado que bebidas muito concentradas em carboidratos podem atrasar o esvaziamento gástrico, levando a sintomas do trato GI superior, como arrotos, náuseas e vômitos (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; REHRER; WAGENMAKERS; *et al.*, 1992). Além da concentração, a quantidade total ingerida durante o exercício e o tipo de carboidrato também são fatores importantes, uma vez que há limitação na absorção intestinal (DE OLIVEIRA; BURINI, 2014; JEUKENDRUP, 2014; PETERS *et al.*, 1999). O consumo elevado de glicose ou maltodextrina pode ultrapassar a capacidade absorptiva dos enterócitos, favorecendo o desconforto GI, especialmente em relação a sintomas do trato GI inferior, como cólicas, flatulências e diarreias, devido à fermentação e ação osmótica da glicose residual no lúmen (DE OLIVEIRA, 2017; DE OLIVEIRA; BURINI, 2014). Por isso, para fornecer uma quantidade maior de CHO durante o exercício, estudos têm apontado para o consumo da frutose combinada com glicose (JENTJENS *et al.*, 2004; LECOULTRE *et al.*, 2010). A frutose utiliza um transportador diferente da glicose, e assim não compete em termos de absorção, permitindo que o incremento de CHO ingerido seja absorvido de forma adequada e não permaneça no intestino de forma residual (JEUKENDRUP, 2010; TROMMELEN *et al.*, 2017).

Além de promover uma dinâmica de absorção diferente e auxiliar na prevenção do desconforto GI (JEUKENDRUP, 2014; TROMMELEN *et al.*, 2017) o uso combinado de glicose e frutose pode promover melhor desempenho em exercícios de longa duração, devido — entre outros fatores — à maior oxidação de CHO exógenos (BAUR *et al.*, 2014). Já em exercícios de curta duração, essa relação não está bem estabelecida, uma vez que o consumo de glicose parece não aumentar a oxidação total de CHO durante o exercício (CARTER *et al.*, 2004) e, em relação ao desempenho, faltam pesquisas que comparem diferentes tipos de carboidratos (POCHMULLER *et al.*, 2016). Assim, mais estudos são necessários para esclarecer qual o efeito da ingestão de glicose e frutose no desempenho e desconforto GI em exercícios de até 1 hora.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Exercício e Desconforto Gastrointestinal

O desconforto gastrointestinal (GI) é uma queixa frequente entre atletas de *endurance* e provavelmente é um dos fatores mais comuns que comprometem o desempenho esportivo em eventos de longa duração (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; HOFFMAN; FOGARD, 2011). Talvez o exemplo mais extremo seja o do atual recordista mundial, o francês Wohann Diniz, um grande atleta que sofreu com problemas GI e com isso teve seu desempenho prejudicado enquanto liderava a final dos 50 km da marcha atlética dos Jogos Olímpicos 2016 no Rio de Janeiro. O atleta teve diarreia e um desmaio no decorrer da competição e acabou perdendo a liderança, finalizando a prova apenas em oitavo lugar.

A prevalência de desconforto GI induzido pelo exercício varia de 30 a 90% em atletas de *endurance* de diversos níveis (BROUNS; BECKERS, 1993; DE OLIVEIRA; BURINI, 2011; DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; HOOGERVORST *et al.*, 2019; PFEIFFER *et al.*, 2012) e corresponde a cerca de 70% considerando apenas atletas de elite (PETERS *et al.*, 1999; PUGH *et al.*, 2018). Do total de atletas que sofrem de desconforto GI, cerca de 50% podem apresentar sintomas mais graves (HOOGERVORST *et al.*, 2019; PFEIFFER *et al.*, 2012), e ter o desempenho esportivo prejudicado (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014) ou até mesmo precisar interromper o exercício, o que é evidenciado por estudos em que o desconforto GI foi a causa de desistência em provas de ultramaratona (23% dos atletas desistentes) (HOFFMAN; FOGARD, 2011) e triatlo (7% dos atletas participantes) (JEUKENDRUP *et al.*, 2000).

De intensidade variável, os sintomas GI podem ocorrer no trato gastrointestinal superior (náuseas, arrotos, azia, vômitos e dor abdominal superior) e/ou inferior (cólicas intestinais, inchaço, vontade de defecar e diarreia) (PETERS *et al.*, 1999; WATERMAN; KAPUR, 2012). Geralmente, os sintomas do trato GI inferior são mais preocupantes, mas dependendo da intensidade todos os sintomas podem comprometer tanto o desempenho, como a recuperação subsequente (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014). Alguns quadros, como colite isquêmica grave, presença de sangue nas fezes e pancolite são menos comuns, mas também podem ocorrer e serem deletérias à saúde dos atletas (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; LUCAS; SCHROY, 1998; SCHAUB; SPICHTIN; STALDER, 1985).

O desconforto GI induzido pelo exercício é de origem multifatorial, uma vez que engloba fatores ambientais (temperatura e umidade), mecânicos (impacto e posição durante o

exercício), nutricionais (ingestão de fibras, gorduras, proteínas e bebidas concentradas em carboidratos durante ou logo antes do exercício), genéticos (histórico de queixas anteriores) e fisiológicos (isquemia intestinal), sendo os dois últimos geralmente apontados como causas principais (DE OLIVEIRA; BURINI, 2011; DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; GIL; YAZAKI; EVANS, 1998; KARHU *et al.*, 2017; PFEIFFER *et al.*, 2009; PFEIFFER *et al.*, 2012; TER STEEGE; KOLKMAN, 2012; TER STEEGE; VAN DER PALEN; KOLKMAN, 2008; VAN WIJCK *et al.*, 2011).

A isquemia intestinal é o fator fisiológico mais estudado e corresponde à redução do fluxo sanguíneo visceral que ocorre durante o exercício, quando o sangue é desviado para a musculatura ativa, sistema cardiopulmonar e pele, a fim de atender a demanda aumentada por oxigênio e nutrientes e controle da temperatura (DE OLIVEIRA; BURINI, 2011; MOSES, 2005; TER STEEGE *et al.*, 2012; TER STEEGE; VAN DER PALEN; KOLKMAN, 2008). Essa redução do fluxo sanguíneo esplâncnico pode chegar a 80% em exercícios extenuantes (QAMAR; READ, 1987), resultando em hipóxia da mucosa intestinal, podendo haver danos à mucosa e aumento da permeabilidade intestinal (MARCH *et al.*, 2017; OKTEDALEN *et al.*, 1992; PALS *et al.*, 1997; VAN WIJCK; LENAERTS; GROOTJANS; *et al.*, 2012). O comprometimento do sistema GI pode tanto levar a sintomas prejudiciais ao desempenho esportivo como ter um impacto negativo na recuperação pós-exercício, devido a prejuízos na captação de nutrientes e líquidos, aumento da translocação bacteriana e inflamação sistêmica (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; VAN WIJCK; LENAERTS; GROOTJANS; *et al.*, 2012).

As causas mecânicas do desconforto GI compreendem o impacto promovido pelo exercício e a postura do atleta, que são particularidades de inúmeros esportes (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014). A corrida, sendo um esporte de impacto repetitivo é uma das modalidades com maior prevalência de queixas GI, seguido pelo ciclismo, onde a postura parece ser um fator relevante (BI; TRIADAFILOPOULOS, 2003; DE OLIVEIRA; BURINI, 2009; PETERS *et al.*, 2000; VAN NIEUWENHOVEN; BROUNS; BRUMMER, 2004). Acredita-se que o impacto frequente e o “balanço” dos órgãos durante a corrida podem ser responsáveis pelas queixas intestinais e até mesmo dano à mucosa (DE OLIVEIRA; BURINI, 2009; MOSES, 1990; RUDZKI; HAZARD; COLLINSON, 1995). A compressão abdominal causada pela postura no ciclismo aumenta a pressão causada entre esôfago e estômago o que pode resultar em maiores chances de desconforto GI, principalmente relacionados a sintomas

do trato GI superior, como azia, refluxo, náuseas e arrotos, queixas essas, mais comuns no ciclismo (MOSES, 1990; WATERMAN; KAPUR, 2012).

O histórico de queixas GI influencia os atletas a apresentarem desconforto GI durante o exercício, o que sugere uma pré-disposição genética individual para o surgimento dos sintomas (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014). Pfeiffer e colaboradores (2012) analisaram o consumo alimentar e a presença de desconforto GI de 221 atletas de diversas modalidades (triatletas, maratonistas, ultramaratonistas e ciclistas), e encontraram correlação positiva entre os sintomas relatados com histórico prévio de desconforto GI, que foi de 0,37 e 0,51 para sintomas do trato GI superior e inferior, respectivamente (PFEIFFER *et al.*, 2012). Esses achados são corroborados por outros estudos (PFEIFFER *et al.*, 2009; PFEIFFER *et al.*, 2010).

Em relação às condições ambientais durante o exercício, o calor é um fator que pode influenciar no aparecimento de sintomas GI (COSTA *et al.*, 2020; PFEIFFER *et al.*, 2012). O aumento do fluxo sanguíneo para a pele é uma reação fisiológica padrão ao exercício físico que permite maiores trocas de calor e garante a termorregulação do organismo. Porém, em climas quentes essa resposta pode ser intensificada, o que impõe maior desvio de sangue para a pele e, conseqüentemente, maior restrição ao fluxo sanguíneo mesentérico e hipóxia intestinal (GISOLFI, 2000; PFEIFFER *et al.*, 2012). Além da restrição sanguínea, estudos têm mostrado aumento da permeabilidade intestinal quando o exercício é realizado no calor, situação essa que favorece a translocação bacteriana, aumento de endotoxinas plasmáticas e, provavelmente, o desconforto GI (PUGH *et al.*, 2017; ZUHL *et al.*, 2015).

2.2 Nutrição e Desconforto Gastrointestinal no Exercício

A ingestão alimentar é outro fator que tem forte influência no desconforto GI, por diferentes motivos ela pode agravar ou mesmo causar problemas GI, embora muitos sintomas possam ocorrer na ausência de qualquer consumo alimentar antes ou durante o exercício. (DE OLIVEIRA; BURINI, 2011; DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; LIS, 2019). É sabido que alimentos que atrasam o esvaziamento gástrico ou podem causar um deslocamento maior de fluidos para o lúmen intestinal têm maiores chances de causar problemas gastrointestinais (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014).

A ingestão de gordura, proteína, fibra e/ou FODMAP's (oligossacarídeos, dissacarídeos, monossacarídeos e polióis fermentáveis), especialmente quando ocorre logo antes ou durante o exercício, é associada ao maior risco de desconforto GI e deve ser controlada próximo a competições (DE OLIVEIRA; BURINI, 2011; DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP,

2014; LIS *et al.*, 2018). Esses macronutrientes, principalmente os FODMAP's, podem ser mal absorvidos e exercerem atividade osmótica no intestino, atraindo água (LIS *et al.*, 2016; WIFFIN *et al.*, 2019). Alguns suplementos como a cafeína e o bicarbonato de sódio podem levar a problemas gastrointestinais, principalmente se consumido em altas doses. O alto consumo de cafeína está relacionado a sintomas do trato gastrointestinal inferior, como diarreia, dor intestinal, flatulências e vontade de defecar, já o bicarbonato pode causar desde vômitos e arrotos até sintomas mais graves como diarreia (DE OLIVEIRA, 2017; SPRIET, 2014; WILSON, 2016). A ingestão de medicamentos, embora não seja uma questão apenas nutricional, também pode causar desconforto GI, o uso anti-inflamatórios não esteroides (AINEs) logo antes do exercício é associado a um risco de três a cinco vezes maior de problemas GI em comparação com a ausência de medicação (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; GABRIEL; JAAKKIMAINEN; BOMBARDIER, 1991).

Outro fator, porém, menos estudado, é a desidratação, que ocorre normalmente devido a ingestão inadequada de líquidos e também pode ser uma causa de desconforto GI (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; REHRER; VAN KEMENADE; *et al.*, 1992). A ingestão de carboidratos em geral é muito comum antes e durante o exercício devido à necessidade de reposição energética, mas também podem causar desconforto dependendo da forma como são ingeridos (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; JEUKENDRUP, 2014).

2.3 Consumo de Carboidrato e Desconforto Gastrointestinal

O consumo de Carboidratos (CHO) durante o exercício já foi associado a queixas GI, que variam desde sintomas leves como náuseas e flatulências (PFEIFFER *et al.*, 2009; PFEIFFER *et al.*, 2012) até sintomas mais importantes, que podem afetar diretamente o desempenho, como a diarreia (DE OLIVEIRA, 2017). Especula-se que o consumo de grandes quantidades e/ou altas concentrações de carboidratos sejam a principal causa de desconforto GI relacionada a este macronutriente (DE OLIVEIRA; BURINI, 2014; PETERS *et al.*, 1999; PFEIFFER *et al.*, 2012; REHRER; VAN KEMENADE; *et al.*, 1992; REHRER; WAGENMAKERS; *et al.*, 1992).

O consumo de bebidas hipertônicas em CHO parece resultar em retenção de água no intestino devido à alta osmolalidade e atrasar a absorção (DE OLIVEIRA; BURINI, 2014; DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; JEUKENDRUP, 2014). Já a ingestão excessiva resulta em absorção incompleta e, conseqüente presença de CHO “residual” no lúmen, o que

também está associado ao desconforto GI (DE OLIVEIRA; BURINI, 2014; REHRER; WAGENMAKERS; *et al.*, 1992; TROMMELEN *et al.*, 2017).

O CHO residual no intestino se dá pela própria limitação de absorção intestinal (COYLE, 1992; JEUKENDRUP, 2014). A glicose é absorvida pelo transportador de glicose sódio dependente (SGLT1), que faz o transporte do lúmen pela borda em escova da membrana intestinal para a corrente sanguínea, e tem um limite aproximado de absorção de 1 g/min (FUCHS; GONZALEZ; VAN LOON, 2019; JEUKENDRUP; JENTJENS, 2000; KELLETT, 2001). Quando o consumo ultrapassa essa taxa há uma saturação do transportador e as moléculas de CHO não absorvidas podem se acumular no lúmen intestinal, sofrer fermentação e atrair água por osmose, favorecendo assim o surgimento de desconforto GI (JENTJENS *et al.*, 2004; JEUKENDRUP, 2010; TROMMELEN *et al.*, 2017). Já a absorção de frutose se dá pelo transportador GLUT5, que apresenta taxas de absorção próximas a 0,5 g/min e da mesma maneira da glicose, se consumida em altas quantidades favorece o desconforto GI (CURRELL; JEUKENDRUP, 2008; DOUARD; FERRARIS, 2008; FERRARIS; DIAMOND, 1997; JEUKENDRUP, 2004).

Embora o consumo de CHO possa causar sintomas GI, é sugerido que ele também pode preveni-los se consumido de forma adequada, exercendo um efeito dualístico no desconforto GI (VAN WIJCK; LENAERTS; GROOTJANS; *et al.*, 2012). A ingestão de glicose pode aumentar o fluxo sanguíneo esplâncnico, uma situação conhecida como hiperemia esplâncnica pós-prandial, resultante da vasodilatação microvascular durante a absorção intestinal de glicose, que é mediada pelo receptor de óxido nítrico e de adenosina 1 (GENTILCORE *et al.*, 2008; MATHESON *et al.*, 2011; MONETA *et al.*, 1988). Snipe e colaboradores (2017) mostraram que a ingestão de CHO antes e durante corrida de intensidade moderada no calor reduziu o aumento dos níveis de um marcador de dano intestinal (SNIPE *et al.*, 2017), o que foi corroborado por achados de (JONVIK *et al.*, 2019), reforçando que o consumo adequado de CHO pode reduzir sintomas de desconforto GI.

Ainda não há um consenso sobre a ingestão ideal de CHO para evitar problemas GI. No entanto, levando em consideração as informações sobre a taxa máxima de absorção intestinal pelos transportadores SGLT1 e GLUT5, a ingestão de 1 g/min de glicose mais 0,5 g/min de frutose com concentração entre 6 e 8% parece ser eficaz para que atletas possam usufruir dos benefícios do consumo de CHO para o desempenho e ao mesmo tempo evitar o desconforto GI durante o exercício (DE OLIVEIRA; BURINI, 2011; O'BRIEN; ROWLANDS, 2011). Além disso, estudos tem mostrado que o intestino pode ser treinado a consumir maiores quantidades

de CHO (COX *et al.*, 2010; DE OLIVEIRA; BURINI, 2011; DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; MURRAY, 2006). Costa e colaboradores (2017) mostraram que duas semanas de treinamento intestinal (consumo de 30 g de CHO a cada 20 minutos durante 60 minutos de corrida a 60% do VO₂máx) foi eficaz em diminuir o desconforto GI, comparada com placebo, em um teste de 120 minutos de corrida em intensidade moderada (COSTA; MIALI; *et al.*, 2017).

2.4 Exercício, Dano Intestinal e Consumo de Carboidratos

A redução do fluxo sanguíneo esplâncnico causada pelo exercício pode resultar em isquemia intestinal, e, conseqüentemente, hipóxia e dano aos enterócitos (OKTEDALEN *et al.*, 1992; VAN WIJCK; LENAERTS; GROOTJANS; *et al.*, 2012; VAN WIJCK *et al.*, 2011). O método mais utilizado para avaliar essa lesão do epitélio intestinal é a quantificação da variação nas concentrações plasmáticas de proteína ligadora de ácido graxo intestinal (I-FABP) (COSTA; SNIPE; *et al.*, 2017), uma pequena proteína citosólica presente na metade superior de enterócitos maduros do intestino delgado, que é rapidamente liberada na corrente sanguínea quando há lesão celular (DERIKX *et al.*, 2008; GROOTJANS *et al.*, 2016; PELSERS; HERMENS; GLATZ, 2005; THUIJLS *et al.*, 2011). Acredita-se que o desconforto GI possa estar relacionado ao dano intestinal, porém tal informação carece de evidências e mais estudos são necessários (DE OLIVEIRA; BURINI; JEUKENDRUP, 2014; TER STEEGE; KOLKMAN, 2012).

Diversos estudos avaliaram o dano intestinal no ciclismo e na corrida em diferentes durações de exercício. Tanto exercícios prolongados (>60min) (MORRISON; CHEUNG; COTTER, 2014; VAN WIJCK; LENAERTS; VAN BIJNEN; *et al.*, 2012; VAN WIJCK *et al.*, 2011) como exercícios mais curtos e intensos (até 30min) (BARBERIO *et al.*, 2015; VAN WIJCK *et al.*, 2013) foram suficientes para induzir aumentos no I-FABP plasmático. Concentrações maiores de I-FABP foram encontradas em exercícios exaustivos (LIS *et al.*, 2015; MORRISON; CHEUNG; COTTER, 2014; VAN WIJCK *et al.*, 2011) especialmente quando realizados no calor (MORRISON; CHEUNG; COTTER, 2014; SESSIONS *et al.*, 2016). Apesar disso, os valores de I-FABP encontrados são amplamente variados nos diversos estudos devido a variações biológicas individuais e a divergências metodológicas, como tempo de coleta da amostra, status de hidratação dos participantes e consumo alimentar (COSTA; SNIPE; *et al.*, 2017).

O dano intestinal parece ser influenciado também por outros fatores, como a ingestão de CHO no momento do exercício, porém, esse assunto ainda é pouco estudado. Sessions e colaboradores (2016) mostraram que a ingestão de altas concentrações de CHO no calor pode aumentar o dano intestinal (SESSIONS *et al.*, 2016). Por outro lado, quando consumido em baixas concentrações o CHO parece ter um efeito protetor ao intestino diminuindo assim o dano intestinal causado pelo exercício (SNIPE *et al.*, 2017).

2.5 Consumo de Carboidrato e Desempenho Esportivo

É indiscutível a importância dos carboidratos para o desempenho esportivo. Sendo um dos principais combustíveis para atividades esportivas em geral, os CHO são usados pelos atletas antes e durante os eventos esportivos (AMERICAN DIETETIC *et al.*, 2009; POCHMULLER *et al.*, 2016). Antes de exercícios de longa duração, o consumo de CHO tem como objetivo normalizar ou supercompensar as reservas de glicogênio muscular, e assim, garantir que o exercício seja iniciado com os estoques de glicogênio muscular e hepático completos (BERGSTROM; HULTMAN, 1966; CORREIA-OLIVEIRA *et al.*, 2013). Já o consumo de carboidratos durante o exercício leva a altas taxas de oxidação de CHO poupando glicogênio e prevenindo a hipoglicemia, além dos possíveis efeitos centrais advindos do contato de CHO a receptores na boca (COLOMBANI; MANNHART; METTLER, 2013; DE ATAIDE E SILVA *et al.*, 2013; JEUKENDRUP, 2014). Todos esses mecanismos levam a uma melhora do desempenho esportivo (POCHMULLER *et al.*, 2016).

Os primeiros estudos que mostraram que o consumo de CHO melhora o desempenho esportivo são datados na década de 1980 (COGGAN; COYLE, 1987; JEUKENDRUP, 2014). Um dos primeiros ensaios clínicos randomizados que avaliaram a ingestão de CHO durante o exercício foi publicado em 1983, Coyle e colaboradores (1983), mostraram que quando consumido durante o exercício o CHO melhorava o desempenho através do atraso na fadiga (COYLE *et al.*, 1983). Nesta época, os estudos apontavam que o consumo de quantidades pequenas, entre 20-22 g/h de glicose, eram suficientes para trazer benefícios ao desempenho (FIELDING *et al.*, 1985; MAUGHAN; BETHELL; LEIPER, 1996). Outros estudos corroboraram esses achados ao longo do tempo, mas também apontaram para benefícios adicionais com a ingestão de maiores quantidades (AMERICAN DIETETIC *et al.*, 2009; JEUKENDRUP; JENTJENS, 2000).

Até meados de 2004 acreditava-se que o consumo de cerca de 60 g/h de CHO de fonte única (glicose) seria a quantidade mais eficaz para o desempenho (JEUKENDRUP, 2014;

JEUKENDRUP; JENTJENS, 2000). Nesse mesmo ano, Jentjens e colaboradores (2004) mostraram que ingerir cerca de 100 g/h de CHO de fontes múltiplas (glicose e frutose) aumentava ainda mais a oxidação de CHO exógeno e poderia propiciar maior desempenho em exercícios de maior duração (JENTJENS *et al.*, 2004). Este achado contribuiu para a reformulação das orientações já disponíveis sobre o tema. Atualmente, existem recomendações de ingestão de CHO durante o exercício de acordo com intensidade e duração, mas que ainda precisam ser confirmadas e ganhar mais suporte da literatura, especialmente, em relação ao tipo e quantidade de CHO (JEUKENDRUP, 2014; POCHMULLER *et al.*, 2016).

Sendo a alta oxidação de CHO o principal mecanismo de melhora do desempenho, a recomendação de 60 a 100 g/h visa atingir a máxima capacidade oxidativa de CHO exógeno, que sugestivamente é limitada pela absorção intestinal (JENTJENS *et al.*, 2004; JEUKENDRUP, 2014; JEUKENDRUP; JENTJENS, 2000). Como já citado, o transporte intestinal de glicose se dá pelo SGLT-1, que tem capacidade de transportar cerca de 1 g/min e o transporte de frutose é através do GLUT5 cuja capacidade é de aproximadamente 0,5 g/min (JENTJENS *et al.*, 2004; TROMMELEN *et al.*, 2017). Teoricamente, a máxima oxidação de CHO exógeno durante o exercício se dá pela ingestão de cerca de 1,5 a 1,8 g/min de glicose mais frutose na proporção 2:1, e isto tem sido associado ao melhor desempenho em exercícios com duração superior a 2,5h (BAUR *et al.*, 2014; JEUKENDRUP, 2014; TROMMELEN *et al.*, 2017).

Trommelen e colaboradores (2017) testaram o consumo de CHO em três diferentes condições (1,8 g/min de glicose, 1,2 g/min de glicose mais 0,6 g/min de frutose ou 0,6 g/min de glicose mais 1,2 g/min de sacarose) durante um teste de ciclismo, em que 10 voluntários pedalarão por 180 minutos a 50% da $W_{m\acute{a}x}$. As taxas máximas de oxidação de CHO exógeno foram cerca de 50% maiores quando a frutose foi co-ingerida com glicose, tanto na situação glicose mais frutose, como na situação glicose mais sacarose, o que poderia favorecer o desempenho (TROMMELEN *et al.*, 2017).

Além da maior oxidação de CHO, têm-se demonstrado que o consumo de glicose mais frutose pode melhorar o desempenho. Oito indivíduos pedalarão por 2 horas a 55% da $W_{m\acute{a}x}$ e em seguida realizavam um contrarrelógio de aproximadamente 60 minutos. Quando os ciclistas ingeriram a bebida que continha glicose mais frutose (1,8 g/min) a melhora no contrarrelógio foi de 8% em relação a situação em que consumiam apenas glicose (CURRELL; JEUKENDRUP, 2008). Achados esses que foram corroborados por Tripplet e colaboradores

(2010) que encontraram melhorias de 7% no desempenho quando os ciclistas consumiram glicose mais frutose versus apenas glicose (TRIPLETT *et al.*, 2010).

Mais recentemente, Baur e colaboradores (2014) testaram o consumo de placebo, glicose moderada (1 g/min), alta glicose (1,5 g/min) e glicose mais frutose (1,5 g/min na proporção 2:1) enquanto 8 ciclistas pedalarão por 120 minutos a 55% da $W_{m\acute{a}x}$ e em seguida realizavam um contrarrelógio de 30 km. O desempenho no grupo glicose mais frutose foi cerca de 3% melhor que em alta glicose, mas não houve diferenças significativas quando comparado com glicose moderada (BAUR *et al.*, 2014). Todavia, o método estatístico utilizado por Baur e colaboradores pode não ter sido adequado, uma vez que, inferência baseada em magnitude pode apresentar falhas e atualmente os pesquisadores são desencorajados em utilizá-lo (SAINANI, 2018; WELSH; KNIGHT, 2015).

Em exercícios mais curtos (até 1 h de duração), as recomendações sugerem que não é necessário o consumo de altas doses de carboidratos e que apenas o bochecho de CHO pode ser suficiente para se obter benefícios ao desempenho (JEUKENDRUP, 2014). Tais recomendações são fundamentadas na premissa de que os estoques de glicogênio são suficientes para a manutenção do desempenho, visto que, a infusão de glicose durante um contrarrelógio de 1 h não melhorou o desempenho, apesar da maior disponibilidade e captação de CHO pelos tecidos (CARTER *et al.*, 2004). Porém, segundo os próprios autores, a infusão de glicose no momento do exercício pode interferir de forma significativa no desempenho e, assim, mascarar os resultados sobre o mesmo. Além disso, a infusão foi apenas de glicose e estudos mais recentes têm mostrado que a ingestão de frutose, além de permitir maior fornecimento de CHO por unidade de tempo, aumenta a produção e a oxidação de lactato, o que pode influenciar positivamente o desempenho (BAUR *et al.*, 2014; LECOULTRE *et al.*, 2010; TROMMELEN *et al.*, 2017). Apesar disso, no nosso melhor conhecimento, não há estudos que testaram o efeito da ingestão de 1,5 g/min de glicose mais frutose na proporção 2:1 em exercícios com duração de 1 h.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Comparar o efeito do consumo de diferentes tipos de carboidratos (maltodextrina vs. maltodextrina mais frutose) no desempenho e no desconforto gastrointestinal induzido pelo exercício físico.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito do consumo de diferentes tipos de carboidratos nos sintomas do desconforto gastrointestinal causados pelo exercício físico;
- Avaliar o efeito do consumo de diferentes tipos de carboidratos no desempenho em exercícios de curta duração;
- Analisar a influência do desconforto gastrointestinal no desempenho.

4 REFERÊNCIAS

AMERICAN DIETETIC, A.; DIETITIANS OF, C.; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS, M.; RODRIGUEZ, N. R. *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. **Med Sci Sports Exerc**, 41, n. 3, p. 709-731, Mar 2009.

BARBERIO, M. D.; ELMER, D. J.; LAIRD, R. H.; LEE, K. A. *et al.* Systemic LPS and inflammatory response during consecutive days of exercise in heat. **Int J Sports Med**, 36, n. 3, p. 262-270, Mar 2015. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1389904>

BAUR, D. A.; SCHROER, A. B.; LUDEN, N. D.; WOMACK, C. J. *et al.* Glucose-fructose enhances performance versus isocaloric, but not moderate, glucose. **Med Sci Sports Exerc**, 46, n. 9, p. 1778-1786, Sep 2014. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000284>

BERGSTROM, J.; HULTMAN, E. Muscle glycogen synthesis after exercise: an enhancing factor localized to the muscle cells in man. **Nature**, 210, n. 5033, p. 309-310, Apr 16 1966. <https://doi.org/10.1038/210309a0>

BI, L.; TRIADAFILOPOULOS, G. Exercise and gastrointestinal function and disease: an evidence-based review of risks and benefits. **Clin Gastroenterol Hepatol**, 1, n. 5, p. 345-355, Sep 2003. [https://doi.org/10.1053/S1542-3565\(03\)00178-2](https://doi.org/10.1053/S1542-3565(03)00178-2)

BROUNS, F.; BECKERS, E. Is the gut an athletic organ? Digestion, absorption and exercise. **Sports Med**, 15, n. 4, p. 242-257, Apr 1993. <https://doi.org/10.2165/00007256-199315040-00003>

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**, 36, n. 9, p. 1543-1550, Sep 2004. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000139892.69410.D8>

COGGAN, A. R.; COYLE, E. F. Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion. **J Appl Physiol (1985)**, 63, n. 6, p. 2388-2395, Dec 1987. <https://doi.org/10.1152/jappl.1987.63.6.2388>

COLOMBANI, P. C.; MANNHART, C.; METTLER, S. Carbohydrates and exercise performance in non-fasted athletes: a systematic review of studies mimicking real-life. **Nutr J**, 12, p. 16, Jan 28 2013. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-16>

CORREIA-OLIVEIRA, C. R.; BERTUZZI, R.; DAL'MOLIN KISS, M. A.; LIMA-SILVA, A. E. Strategies of dietary carbohydrate manipulation and their effects on performance in cycling time trials. **Sports Med**, 43, n. 8, p. 707-719, Aug 2013. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0054-9>

COSTA, R. J. S.; GASKELL, S. K.; MCCUBBIN, A. J.; SNIPE, R. M. J. Exertional-heat stress-associated gastrointestinal perturbations during Olympic sports: Management strategies for

athletes preparing and competing in the 2020 Tokyo Olympic Games. **Temperature (Austin)**, 7, n. 1, p. 58-88, 2020. <https://doi.org/10.1080/23328940.2019.1597676>

COSTA, R. J. S.; MIALL, A.; KHOO, A.; RAUCH, C. *et al.* Gut-training: the impact of two weeks repetitive gut-challenge during exercise on gastrointestinal status, glucose availability, fuel kinetics, and running performance. **Appl Physiol Nutr Metab**, 42, n. 5, p. 547-557, May 2017. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0453>

COSTA, R. J. S.; SNIPE, R. M. J.; KITIC, C. M.; GIBSON, P. R. Systematic review: exercise-induced gastrointestinal syndrome-implications for health and intestinal disease. **Aliment Pharmacol Ther**, 46, n. 3, p. 246-265, Aug 2017. <https://doi.org/10.1111/apt.14157>

COX, G. R.; CLARK, S. A.; COX, A. J.; HALSON, S. L. *et al.* Daily training with high carbohydrate availability increases exogenous carbohydrate oxidation during endurance cycling. **J Appl Physiol (1985)**, 109, n. 1, p. 126-134, Jul 2010. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00950.2009>

COYLE, E. F. Carbohydrate feeding during exercise. **Int J Sports Med**, 13 Suppl 1, p. S126-128, Oct 1992. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024615>

COYLE, E. F.; HAGBERG, J. M.; HURLEY, B. F.; MARTIN, W. H. *et al.* Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. **J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol**, 55, n. 1 Pt 1, p. 230-235, Jul 1983. <https://doi.org/10.1152/jappl.1983.55.1.230>

CURRELL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates. **Med Sci Sports Exerc**, 40, n. 2, p. 275-281, Feb 2008. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815adf19>

DE ATAIDE E SILVA, T.; DI CAVALCANTI ALVES DE SOUZA, M. E.; DE AMORIM, J. F.; STATHIS, C. G. *et al.* Can carbohydrate mouth rinse improve performance during exercise? A systematic review. **Nutrients**, 6, n. 1, p. 1-10, Dec 19 2013. <https://doi.org/10.3390/nu6010001>

DE OLIVEIRA, E. P. Runner's diarrhea: what is it, what causes it, and how can it be prevented? **Curr Opin Gastroenterol**, 33, n. 1, p. 41-46, Jan 2017. <https://doi.org/10.1097/MOG.0000000000000322>

DE OLIVEIRA, E. P.; BURINI, R. C. The impact of physical exercise on the gastrointestinal tract. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, 12, n. 5, p. 533-538, Sep 2009. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32832e6776>

DE OLIVEIRA, E. P.; BURINI, R. C. Food-dependent, exercise-induced gastrointestinal distress. **J Int Soc Sports Nutr**, 8, p. 12, Sep 28 2011. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-8-12>

DE OLIVEIRA, E. P.; BURINI, R. C. Carbohydrate-dependent, exercise-induced gastrointestinal distress. **Nutrients**, 6, n. 10, p. 4191-4199, Oct 13 2014. <https://doi.org/10.3390/nu6104191>

DE OLIVEIRA, E. P.; BURINI, R. C.; JEUKENDRUP, A. Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. **Sports Med**, 44 Suppl 1, p. S79-85, May 2014. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0153-2>

DERIKX, J. P.; MATTHIJSEN, R. A.; DE BRUINE, A. P.; VAN BIJNEN, A. A. *et al.* Rapid reversal of human intestinal ischemia-reperfusion induced damage by shedding of injured enterocytes and reepithelialisation. **PLoS One**, 3, n. 10, p. e3428, 2008. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003428>

DOUARD, V.; FERRARIS, R. P. Regulation of the fructose transporter GLUT5 in health and disease. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, 295, n. 2, p. E227-237, Aug 2008. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.90245.2008>

FERRARIS, R. P.; DIAMOND, J. Regulation of intestinal sugar transport. **Physiol Rev**, 77, n. 1, p. 257-302, Jan 1997. <https://doi.org/10.1152/physrev.1997.77.1.257>

FIELDING, R. A.; COSTILL, D. L.; FINK, W. J.; KING, D. S. *et al.* Effect of carbohydrate feeding frequencies and dosage on muscle glycogen use during exercise. **Med Sci Sports Exerc**, 17, n. 4, p. 472-476, Aug 1985. <https://doi.org/10.1249/00005768-198508000-00012>

FUCHS, C. J.; GONZALEZ, J. T.; VAN LOON, L. J. C. Fructose co-ingestion to increase carbohydrate availability in athletes. **J Physiol**, 597, n. 14, p. 3549-3560, Jul 2019. <https://doi.org/10.1113/JP277116>

GABRIEL, S. E.; JAAKKIMAINEN, L.; BOMBARDIER, C. Risk for serious gastrointestinal complications related to use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs. A meta-analysis. **Ann Intern Med**, 115, n. 10, p. 787-796, Nov 15 1991. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-115-10-787>

GENTILCORE, D.; HAUSKEN, T.; MEYER, J. H.; CHAPMAN, I. M. *et al.* Effects of intraduodenal glucose, fat, and protein on blood pressure, heart rate, and splanchnic blood flow in healthy older subjects. **Am J Clin Nutr**, 87, n. 1, p. 156-161, Jan 2008. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.1.156>

GIL, S. M.; YAZAKI, E.; EVANS, D. F. Aetiology of running-related gastrointestinal dysfunction. How far is the finishing line? **Sports Med**, 26, n. 6, p. 365-378, Dec 1998. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826060-00001>

GISOLFI, C. V. Is the GI System Built For Exercise? **News Physiol Sci**, 15, p. 114-119, Jun 2000. <https://doi.org/10.1152/physiologyonline.2000.15.3.114>

GROOTJANS, J.; LENAERTS, K.; BUURMAN, W. A.; DEJONG, C. H. *et al.* Life and death at the mucosal-luminal interface: New perspectives on human intestinal ischemia-reperfusion. **World J Gastroenterol**, 22, n. 9, p. 2760-2770, Mar 7 2016. <https://doi.org/10.3748/wjg.v22.i9.2760>

HOFFMAN, M. D.; FOGARD, K. Factors related to successful completion of a 161-km ultramarathon. **Int J Sports Physiol Perform**, 6, n. 1, p. 25-37, Mar 2011. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.1.25>

HOOGERVORST, D.; VAN DER BURG, N.; VERSTEEGEN, J. J.; LAMBRECHTSE, K. J. *et al.* Gastrointestinal Complaints and Correlations with Self-Reported Macronutrient Intake in Independent Groups of (Ultra)Marathon Runners Competing at Different Distances. **Sports (Basel)**, 7, n. 6, Jun 7 2019. <https://doi.org/10.3390/sports7060140>

JENTJENS, R. L.; MOSELEY, L.; WARING, R. H.; HARDING, L. K. *et al.* Oxidation of combined ingestion of glucose and fructose during exercise. **J Appl Physiol (1985)**, 96, n. 4, p. 1277-1284, Apr 2004. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00974.2003>

JEUKENDRUP, A. A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. **Sports Med**, 44 Suppl 1, p. S25-33, May 2014. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0148-z>

JEUKENDRUP, A. E. Carbohydrate intake during exercise and performance. **Nutrition**, 20, n. 7-8, p. 669-677, Jul-Aug 2004. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.04.017>

JEUKENDRUP, A. E. Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, 13, n. 4, p. 452-457, Jul 2010. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e328339de9f>

JEUKENDRUP, A. E.; JENTJENS, R. Oxidation of carbohydrate feedings during prolonged exercise: current thoughts, guidelines and directions for future research. **Sports Med**, 29, n. 6, p. 407-424, Jun 2000. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029060-00004>

JEUKENDRUP, A. E.; VET-JOOP, K.; STURK, A.; STEGEN, J. H. *et al.* Relationship between gastro-intestinal complaints and endotoxaemia, cytokine release and the acute-phase reaction during and after a long-distance triathlon in highly trained men. **Clin Sci (Lond)**, 98, n. 1, p. 47-55, Jan 2000. <https://doi.org/10.1042/cs0980047>

JONVIK, K. L.; LENAERTS, K.; SMEETS, J. S. J.; KOLKMAN, J. J. *et al.* Sucrose but Not Nitrate Ingestion Reduces Strenuous Cycling-induced Intestinal Injury. **Med Sci Sports Exerc**, 51, n. 3, p. 436-444, Mar 2019. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001800>

KARHU, E.; FORSGARD, R. A.; ALANKO, L.; ALFTHAN, H. *et al.* Exercise and gastrointestinal symptoms: running-induced changes in intestinal permeability and markers of gastrointestinal function in asymptomatic and symptomatic runners. **Eur J Appl Physiol**, 117, n. 12, p. 2519-2526, Dec 2017. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3739-1>

KELLETT, G. L. The facilitated component of intestinal glucose absorption. **J Physiol**, 531, n. Pt 3, p. 585-595, Mar 15 2001. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0585h.x>

LECOULTRE, V.; BENOIT, R.; CARREL, G.; SCHUTZ, Y. *et al.* Fructose and glucose co-ingestion during prolonged exercise increases lactate and glucose fluxes and oxidation compared with an equimolar intake of glucose. **Am J Clin Nutr**, 92, n. 5, p. 1071-1079, Nov 2010. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29566>

LIS, D.; AHUJA, K. D.; STELLINGWERFF, T.; KITIC, C. M. *et al.* Food avoidance in athletes: FODMAP foods on the list. **Appl Physiol Nutr Metab**, 41, n. 9, p. 1002-1004, Sep 2016. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0428>

LIS, D.; STELLINGWERFF, T.; KITIC, C. M.; AHUJA, K. D. *et al.* No Effects of a Short-Term Gluten-free Diet on Performance in Nonceliac Athletes. **Med Sci Sports Exerc**, 47, n. 12, p. 2563-2570, Dec 2015. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000699>

LIS, D. M. Exit Gluten-Free and Enter Low FODMAPs: A Novel Dietary Strategy to Reduce Gastrointestinal Symptoms in Athletes. **Sports Med**, 49, n. Suppl 1, p. 87-97, Feb 2019. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-01034-0>

LIS, D. M.; STELLINGWERFF, T.; KITIC, C. M.; FELL, J. W. *et al.* Low FODMAP: A Preliminary Strategy to Reduce Gastrointestinal Distress in Athletes. **Med Sci Sports Exerc**, 50, n. 1, p. 116-123, Jan 2018. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001419>

LUCAS, W.; SCHROY, P. C., 3rd. Reversible ischemic colitis in a high endurance athlete. **Am J Gastroenterol**, 93, n. 11, p. 2231-2234, Nov 1998. <https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.1998.00621.x>

MARCH, D. S.; MARCHBANK, T.; PLAYFORD, R. J.; JONES, A. W. *et al.* Intestinal fatty acid-binding protein and gut permeability responses to exercise. **Eur J Appl Physiol**, 117, n. 5, p. 931-941, May 2017. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3582-4>

MATHESON, P. J.; LI, N.; HARRIS, P. D.; ZAKARIA EL, R. *et al.* Glucose-induced intestinal vasodilation via adenosine A1 receptors requires nitric oxide but not K(+)(ATP) channels. **J Surg Res**, 168, n. 2, p. 179-187, Jun 15 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2010.02.013>

MAUGHAN, R. J.; BETHELL, L. R.; LEIPER, J. B. Effects of ingested fluids on exercise capacity and on cardiovascular and metabolic responses to prolonged exercise in man. **Exp Physiol**, 81, n. 5, p. 847-859, Sep 1996. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.1996.sp003981>

MONETA, G. L.; TAYLOR, D. C.; HELTON, W. S.; MULHOLLAND, M. W. *et al.* Duplex ultrasound measurement of postprandial intestinal blood flow: effect of meal composition. **Gastroenterology**, 95, n. 5, p. 1294-1301, Nov 1988. [https://doi.org/10.1016/0016-5085\(88\)90364-2](https://doi.org/10.1016/0016-5085(88)90364-2)

MORRISON, S. A.; CHEUNG, S. S.; COTTER, J. D. Bovine colostrum, training status, and gastrointestinal permeability during exercise in the heat: a placebo-controlled double-blind study. **Appl Physiol Nutr Metab**, 39, n. 9, p. 1070-1082, Sep 2014. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0583>

MOSES, F. M. The effect of exercise on the gastrointestinal tract. **Sports Med**, 9, n. 3, p. 159-172, Mar 1990. <https://doi.org/10.2165/00007256-199009030-00004>

MOSES, F. M. Exercise-associated intestinal ischemia. **Curr Sports Med Rep**, 4, n. 2, p. 91-95, Apr 2005. <https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000306079.74945.ea>

MURRAY, R. Training the gut for competition. **Curr Sports Med Rep**, 5, n. 3, p. 161-164, May 2006. <https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000306307.10697.77>

O'BRIEN, W. J.; ROWLANDS, D. S. Fructose-maltodextrin ratio in a carbohydrate-electrolyte solution differentially affects exogenous carbohydrate oxidation rate, gut comfort, and performance. **Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol**, 300, n. 1, p. G181-189, Jan 2011. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00419.2010>

OKTEDALEN, O.; LUNDE, O. C.; OPSTAD, P. K.; AABAKKEN, L. *et al.* Changes in the gastrointestinal mucosa after long-distance running. **Scand J Gastroenterol**, 27, n. 4, p. 270-274, Apr 1992. <https://doi.org/10.3109/00365529209000073>

PALS, K. L.; CHANG, R. T.; RYAN, A. J.; GISOLFI, C. V. Effect of running intensity on intestinal permeability. **J Appl Physiol** (1985), 82, n. 2, p. 571-576, Feb 1997. <https://doi.org/10.1152/jappl.1997.82.2.571>

PELSERS, M. M.; HERMENS, W. T.; GLATZ, J. F. Fatty acid-binding proteins as plasma markers of tissue injury. **Clin Chim Acta**, 352, n. 1-2, p. 15-35, Feb 2005. <https://doi.org/10.1016/j.cccn.2004.09.001>

PETERS, H. P.; BOS, M.; SEEBREGTS, L.; AKKERMANS, L. M. *et al.* Gastrointestinal symptoms in long-distance runners, cyclists, and triathletes: prevalence, medication, and etiology. **Am J Gastroenterol**, 94, n. 6, p. 1570-1581, Jun 1999. <https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.1999.01147.x>

PETERS, H. P.; WIERSMA, W. C.; AKKERMANS, L. M.; BOL, E. *et al.* Gastrointestinal mucosal integrity after prolonged exercise with fluid supplementation. **Med Sci Sports Exerc**, 32, n. 1, p. 134-142, Jan 2000. <https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00020>

PFEIFFER, B.; COTTERILL, A.; GRATHWOHL, D.; STELLINGWERFF, T. *et al.* The effect of carbohydrate gels on gastrointestinal tolerance during a 16-km run. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, 19, n. 5, p. 485-503, Oct 2009. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.19.5.485>

PFEIFFER, B.; STELLINGWERFF, T.; HODGSON, A. B.; RANDELL, R. *et al.* Nutritional intake and gastrointestinal problems during competitive endurance events. **Med Sci Sports Exerc**, 44, n. 2, p. 344-351, Feb 2012. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822dc809>

PFEIFFER, B.; STELLINGWERFF, T.; ZALTAS, E.; JEUKENDRUP, A. E. CHO oxidation from a CHO gel compared with a drink during exercise. **Med Sci Sports Exerc**, 42, n. 11, p. 2038-2045, Nov 2010. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e0efe6>

POCHMULLER, M.; SCHWINGSHACKL, L.; COLOMBANI, P. C.; HOFFMANN, G. A systematic review and meta-analysis of carbohydrate benefits associated with randomized controlled competition-based performance trials. **J Int Soc Sports Nutr**, 13, p. 27, 2016. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0139-6>

PUGH, J. N.; FEARN, R.; MORTON, J. P.; CLOSE, G. L. Gastrointestinal symptoms in elite athletes: time to recognise the problem? **Br J Sports Med**, 52, n. 8, p. 487-488, Apr 2018. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098376>

PUGH, J. N.; SAGE, S.; HUTSON, M.; DORAN, D. A. *et al.* Glutamine supplementation reduces markers of intestinal permeability during running in the heat in a dose-dependent manner. **Eur J Appl Physiol**, 117, n. 12, p. 2569-2577, Dec 2017. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3744-4>

QAMAR, M. I.; READ, A. E. Effects of exercise on mesenteric blood flow in man. **Gut**, 28, n. 5, p. 583-587, May 1987. <https://doi.org/10.1136/gut.28.5.583>

REHRER, N. J.; VAN KEMENADE, M.; MEESTER, W.; BROUNS, F. *et al.* Gastrointestinal complaints in relation to dietary intake in triathletes. **Int J Sport Nutr**, 2, n. 1, p. 48-59, Mar 1992. <https://doi.org/10.1123/ijsn.2.1.48>

REHRER, N. J.; WAGENMAKERS, A. J.; BECKERS, E. J.; HALLIDAY, D. *et al.* Gastric emptying, absorption, and carbohydrate oxidation during prolonged exercise. **J Appl Physiol** (1985), 72, n. 2, p. 468-475, Feb 1992.

RUDZKI, S. J.; HAZARD, H.; COLLINSON, D. Gastrointestinal blood loss in triathletes: it's etiology and relationship to sports anaemia. **Aust J Sci Med Sport**, 27, n. 1, p. 3-8, Mar 1995.

SAINANI, K. L. The Problem with "Magnitude-based Inference". **Med Sci Sports Exerc**, 50, n. 10, p. 2166-2176, Oct 2018. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001645>

SCHAUB, N.; SPICHTIN, H. P.; STALDER, G. A. [Ischemic colitis as a cause of intestinal bleeding after marathon running]. **Schweiz Med Wochenschr**, 115, n. 13, p. 454-457, Mar 30 1985.

SESSIONS, J.; BOURBEAU, K.; ROSINSKI, M.; SZCZYGIEL, T. *et al.* Carbohydrate gel ingestion during running in the heat on markers of gastrointestinal distress. **Eur J Sport Sci**, 16, n. 8, p. 1064-1072, Nov 2016.

SNIPE, R. M. J.; KHOO, A.; KITIC, C. M.; GIBSON, P. R. *et al.* Carbohydrate and protein intake during exertional heat stress ameliorates intestinal epithelial injury and small intestine permeability. **Appl Physiol Nutr Metab**, 42, n. 12, p. 1283-1292, Dec 2017. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0361>

SPRIET, L. L. Exercise and sport performance with low doses of caffeine. **Sports Med**, 44 Suppl 2, p. S175-184, Nov 2014. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0257-8>

TER STEEGE, R. W.; GEELKERKEN, R. H.; HUISMAN, A. B.; KOLKMAN, J. J. Abdominal symptoms during physical exercise and the role of gastrointestinal ischaemia: a study in 12 symptomatic athletes. **Br J Sports Med**, 46, n. 13, p. 931-935, Oct 2012. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090277>

TER STEEGE, R. W.; KOLKMAN, J. J. Review article: the pathophysiology and management of gastrointestinal symptoms during physical exercise, and the role of splanchnic blood flow. **Aliment Pharmacol Ther**, 35, n. 5, p. 516-528, Mar 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2036.2011.04980.x>

TER STEEGE, R. W.; VAN DER PALEN, J.; KOLKMAN, J. J. Prevalence of gastrointestinal complaints in runners competing in a long-distance run: an internet-based observational study in 1281 subjects. **Scand J Gastroenterol**, 43, n. 12, p. 1477-1482, 2008. <https://doi.org/10.1080/00365520802321170>

THOMAS, D. T.; ERDMAN, K. A.; BURKE, L. M. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. **Med Sci Sports Exerc**, 48, n. 3, p. 543-568, Mar 2016. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>

THUIJLS, G.; VAN WIJCK, K.; GROOTJANS, J.; DERIKX, J. P. *et al.* Early diagnosis of intestinal ischemia using urinary and plasma fatty acid binding proteins. **Ann Surg**, 253, n. 2, p. 303-308, Feb 2011. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318207a767>

TRIPLETT, D.; DOYLE, J. A.; RUPP, J. C.; BENARDOT, D. An isocaloric glucose-fructose beverage's effect on simulated 100-km cycling performance compared with a glucose-only beverage. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, 20, n. 2, p. 122-131, Apr 2010. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.2.122>

TROMMELEN, J.; FUCHS, C. J.; BEELEN, M.; LENAERTS, K. *et al.* Fructose and Sucrose Intake Increase Exogenous Carbohydrate Oxidation during Exercise. **Nutrients**, 9, n. 2, Feb 20 2017. <https://doi.org/10.3390/nu9020167>

VAN NIEUWENHOVEN, M. A.; BROUNS, F.; BRUMMER, R. J. Gastrointestinal profile of symptomatic athletes at rest and during physical exercise. **Eur J Appl Physiol**, 91, n. 4, p. 429-434, Apr 2004.

VAN WIJCK, K.; LENAERTS, K.; GROOTJANS, J.; WIJNANDS, K. A. *et al.* Physiology and pathophysiology of splanchnic hypoperfusion and intestinal injury during exercise: strategies for evaluation and prevention. **Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol**, 303, n. 2, p. G155-168, Jul 15 2012. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00066.2012>

VAN WIJCK, K.; LENAERTS, K.; VAN BIJNEN, A. A.; BOONEN, B. *et al.* Aggravation of exercise-induced intestinal injury by Ibuprofen in athletes. **Med Sci Sports Exerc**, 44, n. 12, p. 2257-2262, Dec 2012. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318265dd3d>

VAN WIJCK, K.; LENAERTS, K.; VAN LOON, L. J.; PETERS, W. H. *et al.* Exercise-induced splanchnic hypoperfusion results in gut dysfunction in healthy men. **PLoS One**, 6, n. 7, p. e22366, 2011. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022366>

VAN WIJCK, K.; PENNING, B.; VAN BIJNEN, A. A.; SENDEN, J. M. *et al.* Dietary protein digestion and absorption are impaired during acute postexercise recovery in young men. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, 304, n. 5, p. R356-361, Mar 1 2013. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00294.2012>

WATERMAN, J. J.; KAPUR, R. Upper gastrointestinal issues in athletes. **Curr Sports Med Rep**, 11, n. 2, p. 99-104, Mar-Apr 2012. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e318249c311>

WELSH, A. H.; KNIGHT, E. J. "Magnitude-based inference": a statistical review. **Med Sci Sports Exerc**, 47, n. 4, p. 874-884, Apr 2015. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000451>

WIFFIN, M.; SMITH, L.; ANTONIO, J.; JOHNSTONE, J. *et al.* Effect of a short-term low fermentable oligosaccharide, disaccharide, monosaccharide and polyol (FODMAP) diet on exercise-related gastrointestinal symptoms. **J Int Soc Sports Nutr**, 16, n. 1, p. 1, Jan 15 2019.

WILSON, P. B. Dietary and non-dietary correlates of gastrointestinal distress during the cycle and run of a triathlon. **Eur J Sport Sci**, 16, n. 4, p. 448-454, 2016. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1046191>

ZUHL, M.; DOKLADNY, K.; MERMIER, C.; SCHNEIDER, S. *et al.* The effects of acute oral glutamine supplementation on exercise-induced gastrointestinal permeability and heat shock protein expression in peripheral blood mononuclear cells. **Cell Stress Chaperones**, 20, n. 1, p. 85-93, Jan 2015. <https://doi.org/10.1007/s12192-014-0528-1>

5 ARTIGO

Efeito do Consumo de Diferentes Tipos de Carboidratos no Desconforto Gastrointestinal e Desempenho em Ciclismo de 1 hora

Públio F. Vieira^{1,2}, Luciana A. de Medeiros², Flávia M. S. de Branco^{1,2}, Emília R. Vaz³,
Andressa N. M. Bredariol^{1,2}, Victor A. F. Bastos³, Luiz R. Goulart³, Guilherme M.
Puga⁴, Erick P. de Oliveira^{1,2}

¹Laboratório de Nutrição, Exercício e Saúde, Universidade Federal de Uberlândia. ²Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia. ³Laboratório de Nanobiotecnologia, Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia. ⁴Laboratório de Fisiologia Cardiorrespiratória e Metabólica, Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO

Objetivo: Avaliar o efeito do consumo de diferentes tipos de CHO no desconforto GI e desempenho em ciclistas treinados durante ciclismo de 1h. **Métodos:** Em três ocasiões, de modo cruzado, randomizado, duplo cego e controlado por placebo, sete ciclistas treinados (idade: $37,7 \pm 3$ anos, potência pico relativa: $4,5 \pm 0,4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$, $\text{VO}_{2\text{máx}}$: $52,1 \pm 5,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) ingeriram Placebo (PLA), Maltodextrina (MAL) ou Maltodextrina mais Frutose (MAL+FRU); e realizaram 45 min de exercício a 65% da potência pico, imediatamente seguidos por 15 min de ciclismo contrarrelógio (CR). As soluções de CHO tinham concentração de 8% e eram oferecidas em $1,5 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$, sendo MAL+FRU na proporção de 2:1 (maltodextrina:frutose). Questionários de desconforto GI foram aplicados e o sangue foi coletado para análise da glicose plasmática. O desempenho foi avaliado utilizando a Menor Diferença Importante (SWC) e o tamanho do efeito de Cohen D (ES). **Resultados:** As queixas de desconforto GI foram baixas e semelhantes nos três grupos (PLA $4,4 \pm 3,2$; MAL $5,5 \pm 4,9$; MAL+FRU $5,7 \pm 5,8$ $p = 0,89$). O desempenho em CR foi melhor na situação MAL+FRU quando comparado com PLA ($8415,7 \pm 772,6 \text{ m}$ *versus* $7900,7 \pm 345,5 \text{ m}$, respectivamente, $6,5\% > \text{SWC}$, $\text{ES} = 0,86$) e não foi diferente entre MAL *versus* PLA ou MAL *versus* MAL+FRU. Não houve diferença nas concentrações plasmáticas de glicose entre os grupos em nenhum momento. **Conclusão:** O consumo de MAL+FRU melhorou o desempenho de ciclistas quando comparado com o consumo de placebo, mas não em relação ao consumo de MAL de forma isolada. Esta melhora no desempenho não parece ter relação com os sintomas GI, pois não houve correlação entre o desempenho e desconforto GI.

Palavras-chave: Glicose, Frutose, Maltodextrina, Contrarrelógio, Desempenho.

Introdução

O desconforto gastrointestinal (GI) é um problema comum na prática de exercícios, especialmente em atletas de *endurance* (1), que relatam diversos sintomas, como náuseas, vômitos, dor abdominal, diarreia, flatulências, entre outros (1-4). De natureza multifatorial, o desconforto GI durante o exercício tem sido associado a fatores ambientais, genéticos, mecânicos, nutricionais e fisiológicos, como por exemplo a isquemia (1, 2, 5-7).

Durante exercícios intensos, o fluxo sanguíneo esplâncnico pode ser desviado em até 80% para a musculatura ativa e, com isso, o trato GI recebe menor oxigenação (1, 6, 8). A isquemia reduz a integridade celular e aumenta a lesão nas vilosidades intestinais, o que pode causar aumento do dano, da permeabilidade intestinal, translocação bacteriana e inflamação intestinal (1, 9-11). Outro fator importante, especialmente no ciclismo, é a posição sentada e inclinada à frente, que causa compressão abdominal e por isso pode influenciar o surgimento de sintomas GI devido a fatores mecânicos (1).

Além dos fatores isquêmicos e mecânicos, diversos fatores nutricionais podem levar ao desconforto ou agravá-lo, como a baixa ingestão de líquidos e consequente desidratação, o consumo de produtos lácteos ou alimentos ricos em fibras, proteínas e gorduras próximo ao momento do exercício e também a ingestão de bebidas contendo exclusivamente frutose ou muito concentradas em carboidratos (CHO) (1).

Está bem estabelecido que o consumo de CHO durante exercícios de *endurance* melhora o desempenho (12-16) e a sua ingestão é altamente recomendada para atletas de diversas modalidades (15-17), o que ainda não é consenso em exercícios de maior intensidade e menor duração, uma vez que os dados são limitados e carecem de um melhor controle metodológico (18). Enquanto Carter e colaboradores (19) não viram melhora do desempenho quando glicose

é infundida durante ciclismo de 1 h, outros estudos mostraram benefícios ao desempenho com o consumo de CHO em exercícios de mesma duração (20-22).

Apesar do CHO melhorar o desempenho para a maioria dos atletas, dependendo da quantidade e concentração, a ingestão de CHO durante o exercício pode favorecer o desconforto GI (1, 2, 16), e conseqüentemente, pode reduzir o desempenho (2, 23). Quando a glicose ou maltodextrina é ingerida em taxas maiores que $1 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$, que corresponde ao limite aproximado de absorção pelo transportador de glicose sódio dependente 1 (SGLT-1) (24-26), as moléculas não absorvidas podem se acumular no lúmen intestinal, sofrer fermentação e atrair água por osmose, o que favorece o desconforto intestinal e pode afetar o desempenho (1, 26-28). Para alcançar ingestões acima deste limite e ao mesmo tempo evitar este inconveniente, o consumo de glicose mais frutose tem sido proposto (1, 26, 28). A absorção de frutose ocorre através do GLUT-5, que tem como captação máxima aproximadamente $0,5 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$. Assim, a frutose não compete com a glicose em termos de absorção e, ofertando as duas moléculas é possível alcançar taxas de absorção de CHO próximas de $1,5 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$ (27, 29, 30). Partindo desta premissa, o consumo de CHO de múltiplos transportadores poderia minimizar o desconforto GI frente à ingestão de grandes quantidades de CHO. Além disso, devido à maior capacidade absorptiva e com isso maior oxidação de CHO, muitos estudos têm mostrado melhora do desempenho em exercícios de *endurance* devido ao maior fornecimento de CHO via consumo de glicose e frutose (14, 16, 26, 30).

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar se a elevada ingestão de maltodextrina causaria sintomas de desconforto GI durante 60 minutos de ciclismo e se quantidades isocalóricas de carboidratos de múltiplos transportadores (maltodextrina + frutose) poderiam amenizar esse desconforto. De forma secundária, tivemos como objetivo avaliar se o alto consumo de carboidratos melhoraria o desempenho em ciclismo de alta intensidade. Nossa hipótese inicial era que o consumo de maltodextrina mais frutose (MAL+FRU) melhoraria o

desempenho, e parte desta melhora poderia ser explicada pelo fato de carboidratos de múltiplos transportadores induzir menor desconforto GI, quando comparado ao consumo exclusivo de MAL.

Métodos

Participantes

Sete ciclistas treinados participaram deste estudo (31), idade: $37,7 \pm 3$ anos, massa corporal: $76,8 \pm 4,9$ kg, potência pico de trabalho: $340,2 \pm 39,8$ W, potência pico relativa: $4,5 \pm 0,4$ W·kg⁻¹, VO_{2máx}: $52,1 \pm 5,5$ ml·kg·min⁻¹ (Tabela 1). Para ser incluído no estudo, o voluntário deveria ser do sexo masculino, ter entre 30 e 40 anos de idade e pedalar pelo menos 4 vezes por semana perfazendo um mínimo de 150 km semanais há pelo menos 3 anos. Os critérios de exclusão foram: histórico de desconforto GI, tabagismo, lesões musculoesqueléticas, uso de anti-inflamatórios, diuréticos, prebióticos e/ou probióticos nas últimas 3 semanas, uso de esteroides anabolizantes e suplementos que podem influenciar no desconforto e/ou desempenho como glutamina, nitrato, cafeína, creatina e bicarbonato; e aicmofobia. Os sujeitos foram informados sobre a natureza e os possíveis riscos dos procedimentos experimentais antes de assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia.

Desenho Experimental

O estudo foi randomizado, cruzado, duplo cego e controlado por placebo. Os voluntários realizaram cinco visitas ao laboratório, a primeira foi destinada à realização de um teste incremental em cicloergômetro (Cefise, Biotec 2100) para obtenção do consumo máximo de oxigênio e determinação da potência pico (PP); e a segunda, para realização da familiarização, na qual os voluntários efetuaram todos os procedimentos do protocolo experimental.

Na terceira, quarta e quinta visita, os voluntários foram inicialmente submetidos à avaliação antropométrica (peso e estatura), análise da composição corporal e hidratação por meio da bioimpedância elétrica. Logo após, o protocolo experimental foi aplicado, diferindo entre cada visita apenas pelo tipo de carboidrato consumido durante o teste. O intervalo entre as visitas (*washout*) foi de, no mínimo, sete dias. Os voluntários não foram autorizados a treinar nas 24 horas antecedentes aos testes e foram orientados a evitar exercícios exaustivos dois dias antes de cada visita ao laboratório.

Teste Incremental

O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) e a potência pico ($W_{máx}$) foram determinados por meio do teste incremental até a exaustão em cicloergômetro calibrado. Após aquecimento de 3 minutos a 100 watts (W), os voluntários iniciaram o teste incremental com incremento de 50 W a cada 2 minutos de estágio até a fadiga voluntária. Durante todo o teste, o volume de ar expirado foi analisado respiração-por-respiração utilizando circuito aberto de calorimetria indireta (Quark, Cosmed, Roma, Itália) para cálculo do consumo máximo de oxigênio. A frequência cardíaca (FC) foi obtida por meio de um frequencímetro digital (RS800CX, Polar Instruments Inc., Oy, Finlândia). A cadência e potência foram registrados a cada segundo de teste por software acoplado ao cicloergômetro (Cefise, Ergometric) e a percepção de esforço (Borg de 6 a 20) foi registrada ao final de cada estágio.

Protocolo Experimental

Os voluntários chegaram ao laboratório às 8:00 a.m. após jejum noturno de 9 horas e foram submetidos à avaliação antropométrica e de bioimpedância (Figura 1). Em seguida, os voluntários preencheram um questionário de desconforto gastrointestinal e iniciaram o protocolo de exercício.

Os voluntários fizeram um aquecimento de 5 minutos a 100W em cicloergômetro calibrado e, em seguida, deram início a 60 minutos de exercício, sendo os 45 minutos iniciais de ciclismo constante a 65% da potência pico, seguido por 15 minutos de ciclismo contrarrelógio, nos quais, os voluntários produziram o maior trabalho possível. Os dados de potência, cadência e velocidade foram coletados a cada segundo de teste e a frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço (PSE) foram coletados a cada 3 minutos. Nos momentos 0, 15, 30 e 45 minutos de exercício, os voluntários ingeriram uma das bebidas e sangue capilar era coletado para análise da glicose plasmática. No momento cinco minutos após o término do exercício, uma amostra de sangue capilar foi novamente coletada para quantificação da glicemia. Após a última coleta de sangue, foi aplicado um questionário de desconforto gastrointestinal e, em seguida, um recordatório alimentar das últimas 24 horas (Figura 1).

Consumo de Carboidrato

A bebida fornecida aos voluntários no momento do teste era composta por água e carboidrato com concentração de 8%, sendo: 90 g de maltodextrina diluídos em 1125 ml de água ou 60 g de maltodextrina mais 30 g de frutose diluídos em 1125 ml de água. Na situação placebo foi fornecido apenas água com suco em pó artificial isento de carboidratos (Clight®). Nas 3 situações, o suco artificial foi utilizado para conferir sabor semelhante às bebidas. A quantidade total de CHO fornecido foi de $1,5 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$, que foi fracionada em 4 vezes, sendo administrada 281,25 ml nos momentos 0, 15, 30 e 45 minutos de exercício.

Questionários de Desconforto Gastrointestinal

Nas visitas 3, 4 e 5, imediatamente antes e após o protocolo de exercício, os voluntários preencheram um questionário para avaliação dos sintomas GI. O questionário foi organizado em três seções, cada uma com 4 a 7 perguntas. A seção 1 abordou os problemas abdominais superiores (refluxo, azia, inchaço, cólicas, vômitos, náuseas e arrotos). A seção 2 foi para

problemas abdominais inferiores (cólicas intestinais, flatulência, vontade de defecar, dor abdominal, fezes moles e diarreia). E a seção 3 abordou os problemas sistêmicos (tontura, cefaleia, câimbras musculares e vontade de urinar). Cada voluntário classificou os 17 itens em uma escala de 10 pontos, variando de 0, nenhum problema, até 9, pior problema possível. Esse questionário tem sido amplamente utilizado em pesquisas anteriores que avaliaram o desconforto GI (2, 32-34).

Controle da Ingestão Dietética

A ingestão dietética dos indivíduos foi avaliada ao final dos protocolos experimentais por meio de recordatório alimentar de 24h, a fim de estimar a ingestão prévia de macronutrientes ao dia de teste, especialmente carboidratos. Neste formulário foram descritos todos os alimentos consumidos no dia anterior, as quantidades, o local e o horário das refeições e lanches. As análises dos dados foram realizadas utilizando o software Diet Pro® (versão 5.7i). A análise e controle alimentar foi realizada por profissional qualificado e os voluntários foram orientados a seguir seu padrão dietético habitual em todas as visitas.

Avaliação Antropométrica e de Composição Corporal

Na terceira, quarta e quinta visita, antes do início do protocolo experimental, os indivíduos foram avaliados em relação ao peso e à altura, por meio de uma balança eletrônica e um estadiômetro fixo em parede. A avaliação da composição corporal foi feita por meio de um aparelho tetrapolar de bioimpedância elétrica (BIA) (Biodynamics®, Seattle, WA, 450). Todas as preparações prévias para realização da BIA seguiram as recomendações do fabricante (para detalhes ver Dos Reis e colaboradores) (35). Os indivíduos só iniciavam o protocolo experimental se o estado de hidratação estivesse entre 69 e 75%, visto que a desidratação pode influenciar os sintomas do desconforto GI (1).

Análise Estatística

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi realizado para avaliar a normalidade dos dados. Para os dados que apresentaram distribuição normal, foi utilizado a análise de variância ANOVA One-Way, quando houve um F significativo, foi realizado o teste post hoc de Tukey. Para os dados com distribuição não paramétrica, foi realizado o teste Mann Whitney U e teste de Wilcoxon, para os dados que apresentaram diferenças foi feito o teste post hoc de Dunn. Para os testes de hipótese nula foi admitido um nível alfa de significância de 5% para todas as análises. Para essas análises foi utilizado o software SPSS versão 22.0 (Inc, Ok, USA). A menor diferença importante (SWC) foi fixado em 0,2 vezes o desvio padrão da média somado ao erro típico, o erro típico foi determinado pela multiplicação do coeficiente de variação para esse tipo de teste de desempenho (3,5%) (36), pela média do desempenho dos voluntários, dividido por 100 (37). Tamanho do Efeito de Cohen's d (ES) foi realizado para as variáveis de desempenho (38).

Resultados

Os dados de desempenho em exercício (distância percorrida em CR) estão demonstrados na figura 2. A distância percorrida pelos voluntários em CR foi maior que o SWC em MAL+FRU, mas não em MAL (PLA $7900,7 \pm 345,5$ metros; MAL $8092,2 \pm 250,8$ metros; MAL+FRU, $8415,7 \pm 772,6$ metros; $6,5\% > \text{SWC}$, ES = 0,86). Comparado ao PLA três voluntários apresentaram melhorias no desempenho com MAL+FRU considerando o SWC e quatro voluntários apresentaram valores absolutos de desempenho maiores, mas não além do SWC. As potências médias individuais são apresentadas na figura 3, houve uma tendência de melhora em MAL+FRU *versus* PLA (Média \pm SD [90% IC]: PLA $226,2 \pm 28,8$ [214,5–240,7] watts; MAL $230,9 \pm 33,5$ [217,6–244,1] watts; MAL+FRU $241,9 \pm 43,8$ [228,1–255,8] watts; $p = 0,085$, ES = 0,43). Não houve influência da ordem da condição (PLA, MAL ou MAL+FRU, $p = 0,79$).

As concentrações plasmáticas de glicose aumentaram no momento pós exercício em relação a todos os outros momentos (pré, 15, 30 e 45 min de exercício) em todas as situações ($p = 0,004$). Não houve diferenças significativas entre as condições em nenhum momento ($p = 0,09$) (Figura 4). Em relação a ingestão de alimentos nas 24 horas anteriores às visitas, não foram encontradas diferenças para a ingestão de energia, carboidratos, proteínas e lipídeos entre as intervenções (Tabela 2).

FC média e máxima (PLA $158,7 \pm 7,8$ e $180,7 \pm 10,8$ bpm; MAL $161 \pm 8,7$ e $183,2 \pm 9$ bpm; MAL+FRU $157 \pm 11,3$ e $182,5 \pm 10,8$ bpm; $p = 0,67$ e $p = 0,82$, respectivamente), PSE médio e pós 45 min de exercício (PLA $14,5 \pm 2,9$ e $15,8 \pm 3,6$; MAL $15 \pm 1,7$ e $16,2 \pm 1,7$; MAL+FRU $14,1 \pm 2,9$ e $14,8 \pm 3,4$, $p = 0,75$ e $p = 0,85$, respectivamente) e percentual de água corporal total por massa magra (PLA $72,5 \pm 0,9$; MAL $72,5 \pm 0,9$; MAL+FRU $72,6 \pm 1,1$, $p = 0,88$) foram estatisticamente iguais em todas as situações.

Todos os voluntários chegaram ao laboratório sem nenhum desconforto GI, iniciaram o exercício com pontuações igual a zero para todos os sintomas GI avaliados. Os escores totais de desconforto GI pós-exercício foram $4,4 \pm 3,2$; $5,5 \pm 4,9$ e $5,7 \pm 5,8$ nas situações PLA, MAL e MAL+FRU, respectivamente. Não houve diferenças significativas entre as situações e momentos ($p = 0,89$) e não houve correlações significativas entre desconforto GI e desempenho. Os escores dos sintomas são apresentados na tabela 3.

Temperatura e umidade relativa do ar não foram diferentes entre as situações (PLA $24,8 \pm 1,4$ °C e $56,2 \pm 13,3\%$; MAL $25,2 \pm 1,6$ °C e $59 \pm 13,7\%$; MAL+FRU $25,7 \pm 1,2$ °C e $56,5 \pm 13,4\%$, $p = 0,68$ e $p = 0,10$, respectivamente)

Discussão

O presente estudo mostrou que a ingestão combinada de MAL+FRU ($1 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$ de maltodextrina mais $0,5 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$ de frutose) aumentou o desempenho em ciclismo contrarrelógio

quando comparado com a ingestão de PLA, porém não foi observada diferença com a ingestão isocalórica de MAL. Ao contrário do esperado, o consumo de MAL ($1,5 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$) em quantidade superior ao limite de absorção intestinal, que é cerca de $1,0 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$ (24, 27), não causou maior desconforto GI do que o grupo MAL+FRU. De acordo com a hipótese inicial deste estudo, a ingestão de MAL+FRU induziria menor desconforto GI, melhorando o desempenho. Porém, nas três situações avaliadas, os escores obtidos no questionário de desconforto GI foram baixos e não houve diferença entre eles, o que mostra que o aumento do desempenho após o consumo de MAL+FRU não ocorreu por fatores gastrointestinais.

A taxa máxima de oxidação de CHO exógeno em exercício quando apenas monômeros de glicose são ingeridos é de aproximadamente $60 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$ (24, 25, 27, 28). Estudos têm sugerido que essa taxa máxima de oxidação é limitada pela absorção intestinal de glicose e seria o transportador intestinal de glicose sódio dependente 1 (SGLT-1) o responsável por essa limitação (24, 25). Assim, quando a ingestão de glicose ultrapassa o limite de captação do SGLT-1 pode ocorrer acúmulo de CHO no lúmen intestinal e, conseqüentemente, de água, por efeito osmótico da glicose, resultando em desconforto GI (1, 27, 28), o que não ocorreu neste estudo, mesmo com uma ingestão superior a esse limite.

Devido à natureza multifatorial do desconforto GI durante o exercício, vários são os fatores que podem explicar a baixa queixa de desconforto GI nos voluntários deste estudo. A duração do exercício pode não ter sido suficiente para levar a sintomas significantes, uma vez que a maior prevalência de desconforto ocorre em exercícios prolongados (1); todavia, Van Wijck (39) e colaboradores observaram desconforto GI em exercício com duração e intensidade semelhantes ao nosso estudo. Outro ponto importante é que os voluntários do presente estudo não possuíam histórico de desconforto GI, o que pode ter resultado nos baixos escores encontrados mesmo com a ingestão de glicose acima do “limite” de transporte. Parece haver

um forte componente genético para o desconforto e indivíduos que não possuem histórico de sintomas são menos propensos a apresentá-los (1, 2, 7).

Outro fator é a quantidade de CHO ingerida ($1,5 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$), que pode ter sido relativamente baixa para causar desconforto GI, o que é corroborado por estudos que utilizaram a mesma quantidade de CHO e não observaram alta queixa GI (14). Em contrapartida outros estudos observaram desconforto GI e utilizaram quantidades mais elevadas ($1,8 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$) (28, 30). Vale ressaltar que optamos por $1,5 \text{ g}$ de CHO por minuto por se tratar da quantidade sugerida pelas atuais recomendações nutricionais em exercício de *endurance* (16). Além disso, para o grupo MAL+FRU corresponde a taxa de absorção máxima para os 2 tipos de CHO ($1,0 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ para a glicose e $0,5 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ para a frutose) (24, 27, 30). Entretanto, essa quantidade pode ser considerada alta para a maioria das pessoas e muitos atletas não seguem totalmente a recomendação (2, 40), sendo necessário, inclusive, treinar o intestino para essa quantidade de CHO (23, 41).

Em relação ao desempenho, a melhora observada não parece ser devido à nossa hipótese inicial, que era baseada na perspectiva de que o consumo de MAL+FRU levaria a um menor desconforto GI em relação ao consumo de apenas MAL e, com isso, de forma indireta, os atletas poderiam alcançar melhor desempenho. Como não houve diferença no desconforto GI, o mesmo não explica a interessante melhora observada.

Trabalhos anteriores mostram que a ingestão de carboidratos de múltiplos transportadores aumenta as taxas de oxidação de CHO exógeno e podem aumentar o desempenho em exercícios de *endurance*, quando comparado a ingestão de apenas glicose (14, 28, 42-45). Porém, em exercícios com duração de 30-60 minutos, a ingestão de grandes quantidades de carboidrato não parece aumentar o desempenho (16, 46). Interessantemente, observamos melhora de desempenho com a ingestão de MAL+FRU, mesmo com duração de exercício relativamente curta (60 min), porém, intenso e exaustivo nos seus minutos finais.

Acredita-se que o aumento da oxidação de CHO exógeno possa poupar as reservas de glicogênio hepático e muscular (12, 25, 28, 47); e quando há ingestão de frutose ocorre um aumento ainda maior na oxidação de CHO via metabolismo do lactato, que não pode ser alcançado com o consumo apenas de glicose (28, 48, 49). Além disso, o consumo habitual de CHO por ciclistas treinados tende a ser baixo e parece não atender as doses recomendadas pré competição (7 a 10 g·kg⁻¹) (40), o que ocorreu no presente estudo, em que os voluntários ingeriram em média 5 g·kg⁻¹ nos dias anteriores as visitas. Dessa maneira, o consumo combinado de maltodextrina mais frutose possivelmente poupou glicogênio muscular, além de uma melhor manutenção da ressíntese de ATP no contrarrelógio (30), resultando em melhor desempenho na situação MAL+FRU. O mesmo não ocorreu na situação MAL, provavelmente pelo não aproveitamento da quantidade total de CHO ingerida limitada pela absorção intestinal.

Alguns estudos têm sugerido que o contato do CHO com receptores presentes na boca possa influenciar o desempenho por meio da estimulação do sistema nervoso central (14, 16, 46, 50). Em exercícios que duram até 1 hora, como é o caso do protocolo que utilizamos, o glicogênio muscular parece não ser o fator limitante, e por isso, o efeito central poderia explicar o melhor desempenho (16). Porém, nós observamos melhora apenas quando múltiplos carboidratos foram ingeridos e, uma vez que o efeito ergogênico central do bochecho independe do sabor e tipo de CHO ingerido (16, 46, 50), é improvável que o mesmo tenha sido o fator determinante para o melhor desempenho neste estudo.

Nossos resultados mostraram uma melhora além do SWC de 6,5% na situação MAL+FRU versus PLA e uma melhora, porém não maior que o SWC de 4% na situação MAL+FRU versus MAL, melhorias essas que estão de acordo com a literatura em geral, que mostram benefícios no desempenho com o consumo de glicose e frutose em exercícios de *endurance* variando de 3 a 8% (14, 30, 51). Todavia, esse percentual de melhora pode ser mais moderado em situações de vida real, visto que os voluntários iniciaram o exercício após jejum

noturno, em situações pós-prandiais (mais comuns em períodos competitivos) o acréscimo no desempenho pode não ser tão expressivo com consumo de CHO durante exercícios ≤ 60 min (52, 53), como é o caso do protocolo utilizado neste estudo.

Este estudo apresenta algumas limitações. O número de voluntários é pequeno, porém foi suficiente para detectar diferenças estatísticas. Não analisamos a oxidação de carboidratos e com isso não podemos determinar diretamente o mecanismo para a melhora do desempenho. Além disso, o jejum ao qual os voluntários foram submetidos não reflete uma situação prática de competição, em que os atletas provavelmente estariam alimentados, porém, este controle nos permite analisar o desconforto de forma mais fidedigna, controlando outras variáveis dietéticas que poderiam confundir o resultado (54). Apesar das limitações, podemos destacar como pontos fortes deste estudo o controle dietético, que foi realizado por meio do recordatório alimentar (aplicado em todas as visitas de teste); a avaliação do nível de hidratação dos atletas em todas as visitas, visto que a desidratação aumenta as chances de desconforto GI (1); a familiarização prévia com o protocolo de exercício e o cegamento efetivo, visto que nenhum voluntário conseguiu distinguir qual bebida estava consumindo em nenhuma situação. Além disso, no nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que comparou diferentes tipos de carboidratos em exercícios com 1 hora de duração.

Em conclusão, o consumo combinado de MAL+FRU durante exercício de 1h melhorou o desempenho de ciclistas quando comparado com o consumo de placebo, mas não em relação ao consumo de MAL de forma isolada. Esta melhora no desempenho não tem relação com os sintomas GI, pois não houve aumento de desconforto GI em todos os grupos avaliados. Mais estudos são necessários para determinar os mecanismos que levaram a um melhor desempenho com o consumo de CHO de múltiplos transportadores em exercícios de curta duração (≤ 1 h).

Referências

1. de Oliveira EP, Burini RC, Jeukendrup A. Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. *Sports Med.* 2014;44 Suppl 1:S79-85. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0153-2>
2. Pfeiffer B, Stellingwerff T, Hodgson AB et al. Nutritional intake and gastrointestinal problems during competitive endurance events. *Medicine and science in sports and exercise.* 2012;44(2):344-51. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822dc809>
3. Rehrer NJ, van Kemenade M, Meester W, Brouns F, Saris WH. Gastrointestinal complaints in relation to dietary intake in triathletes. *Int J Sport Nutr.* 1992;2(1):48-59. <https://doi.org/10.1123/ijsn.2.1.48>
4. Wilson PB. Frequency of Chronic Gastrointestinal Distress in Runners: Validity and Reliability of a Retrospective Questionnaire. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2017;27(4):370-6. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0305>
5. de Oliveira EP, Burini RC. Food-dependent, exercise-induced gastrointestinal distress. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2011;8:12. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-8-12>
6. ter Steege RW, Geelkerken RH, Huisman AB, Kolkman JJ. Abdominal symptoms during physical exercise and the role of gastrointestinal ischaemia: a study in 12 symptomatic athletes. *Br J Sports Med.* 2012;46(13):931-5. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090277>
7. Pfeiffer B, Cotterill A, Grathwohl D, Stellingwerff T, Jeukendrup AE. The effect of carbohydrate gels on gastrointestinal tolerance during a 16-km run. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009;19(5):485-503. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.19.5.485>
8. Qamar MI, Read AE. Effects of exercise on mesenteric blood flow in man. *Gut.* 1987;28(5):583-7. <https://doi.org/10.1136/gut.28.5.583>
9. van Wijck K, Lenaerts K, Grootjans J et al. Physiology and pathophysiology of splanchnic hypoperfusion and intestinal injury during exercise: strategies for evaluation and prevention. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2012;303(2):G155-68. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00066.2012>
10. Berkes J, Viswanathan VK, Savkovic SD, Hecht G. Intestinal epithelial responses to enteric pathogens: effects on the tight junction barrier, ion transport, and inflammation. *Gut.* 2003;52(3):439-51. <https://doi.org/10.1136/gut.52.3.439>
11. Fink MP, Delude RL. Epithelial barrier dysfunction: a unifying theme to explain the pathogenesis of multiple organ dysfunction at the cellular level. *Crit Care Clin.* 2005;21(2):177-96. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2005.01.005>
12. Coyle EF, Coggan AR, Hemmert MK, Ivy JL. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *J Appl Physiol (1985).* 1986;61(1):165-72. <https://doi.org/10.1152/jappl.1986.61.1.165>
13. Smith JW, Zachwieja JJ, Peronnet F et al. Fuel selection and cycling endurance performance with ingestion of [¹³C]glucose: evidence for a carbohydrate dose response. *J Appl Physiol (1985).* 2010;108(6):1520-9. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91394.2008>
14. Baur DA, Schroer AB, Luden ND, Womack CJ, Smyth SA, Saunders MJ. Glucose-fructose enhances performance versus isocaloric, but not moderate, glucose. *Medicine and science in sports and exercise.* 2014;46(9):1778-86. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000284>
15. Stellingwerff T, Cox GR. Systematic review: Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014;39(9):998-1011. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0027>

16. Jeukendrup A. A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. *Sports Med.* 2014;44 Suppl 1:S25-33. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0148-z>
17. Currell K, Conway S, Jeukendrup AE. Carbohydrate ingestion improves performance of a new reliable test of soccer performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009;19(1):34-46. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.19.1.34>
18. Pochmuller M, Schwingshackl L, Colombani PC, Hoffmann G. A systematic review and meta-analysis of carbohydrate benefits associated with randomized controlled competition-based performance trials. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2016;13:27. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0139-6>
19. Carter JM, Jeukendrup AE, Mann CH, Jones DA. The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial. *Medicine and science in sports and exercise.* 2004;36(9):1543-50. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000139892.69410.D8>
20. el-Sayed MS, Balmer J, Rattu AJ. Carbohydrate ingestion improves endurance performance during a 1 h simulated cycling time trial. *Journal of sports sciences.* 1997;15(2):223-30. <https://doi.org/10.1080/026404197367506>
21. Jeukendrup A, Brouns F, Wagenmakers AJ, Saris WH. Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance. *International journal of sports medicine.* 1997;18(2):125-9. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972607>
22. Bishop NC, Blannin AK, Walsh NP, Gleeson M. Carbohydrate beverage ingestion and neutrophil degranulation responses following cycling to fatigue at 75% VO₂ max. *International journal of sports medicine.* 2001;22(3):226-31. <https://doi.org/10.1055/s-2001-16386>
23. Costa RJS, Miall A, Khoo A et al. Gut-training: the impact of two weeks repetitive gut-challenge during exercise on gastrointestinal status, glucose availability, fuel kinetics, and running performance. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2017;42(5):547-57. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0453>
24. Jeukendrup AE, Jentjens R. Oxidation of carbohydrate feedings during prolonged exercise: current thoughts, guidelines and directions for future research. *Sports Med.* 2000;29(6):407-24. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029060-00004>
25. Jeukendrup AE, Wagenmakers AJ, Stegen JH, Gijsen AP, Brouns F, Saris WH. Carbohydrate ingestion can completely suppress endogenous glucose production during exercise. *Am J Physiol.* 1999;276(4):E672-83. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1999.276.4.E672>
26. Fuchs CJ, Gonzalez JT, van Loon LJC. Fructose co-ingestion to increase carbohydrate availability in athletes. *J Physiol.* 2019;597(14):3549-60. <https://doi.org/10.1113/JP277116>
27. Jeukendrup AE. Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition.* 2004;20(7-8):669-77. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.04.017>
28. Trommelen J, Fuchs CJ, Beelen M et al. Fructose and Sucrose Intake Increase Exogenous Carbohydrate Oxidation during Exercise. *Nutrients.* 2017;9(2). <https://doi.org/10.3390/nu9020167>
29. Douard V, Ferraris RP. Regulation of the fructose transporter GLUT5 in health and disease. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2008;295(2):E227-37. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.90245.2008>
30. Currell K, Jeukendrup AE. Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates. *Medicine and science in sports and exercise.* 2008;40(2):275-81. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815adf19>

31. De Pauw K, Roelands B, Cheung SS, de Geus B, Rietjens G, Meeusen R. Guidelines to classify subject groups in sport-science research. *International journal of sports physiology and performance*. 2013;8(2):111-22. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.2.111>
32. Coutts AJ, Slattery KM, Wallace LK. Practical tests for monitoring performance, fatigue and recovery in triathletes. *J Sci Med Sport*. 2007;10(6):372-81. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.02.007>
33. Lis D, Stellingwerff T, Kitic CM, Ahuja KD, Fell J. No Effects of a Short-Term Gluten-free Diet on Performance in Nonceliac Athletes. *Medicine and science in sports and exercise*. 2015;47(12):2563-70. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000699>
34. Peters HP, Wiersma WC, Akkermans LM et al. Gastrointestinal mucosal integrity after prolonged exercise with fluid supplementation. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(1):134-42. <https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00020>
35. Dos Reis AS, Santos HO, Limirio LS, de Oliveira EP. Phase Angle Is Associated With Handgrip Strength but Not With Sarcopenia in Kidney Transplantation Patients. *J Ren Nutr*. 2019;29(3):196-204. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2018.10.005>
36. Jeukendrup A, Saris WH, Brouns F, Kester AD. A new validated endurance performance test. *Medicine and science in sports and exercise*. 1996;28(2):266-70. <https://doi.org/10.1097/00005768-199602000-00017>
37. Swinton PA, Hemingway BS, Saunders B, Gualano B, Dolan E. A Statistical Framework to Interpret Individual Response to Intervention: Paving the Way for Personalized Nutrition and Exercise Prescription. *Front Nutr*. 2018;5:41. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00041>
38. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. ed. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates; 1988.
39. van Wijck K, Lenaerts K, van Loon LJ, Peters WH, Buurman WA, Dejong CH. Exercise-induced splanchnic hypoperfusion results in gut dysfunction in healthy men. *PLoS One*. 2011;6(7):e22366. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022366>
40. Havemann L, Goedecke JH. Nutritional practices of male cyclists before and during an ultraendurance event. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2008;18(6):551-66. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.18.6.551>
41. Miall A, Khoo A, Rauch C et al. Two weeks of repetitive gut-challenge reduce exercise-associated gastrointestinal symptoms and malabsorption. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28(2):630-40. <https://doi.org/10.1111/sms.12912>
42. Jentjens RL, Moseley L, Waring RH, Harding LK, Jeukendrup AE. Oxidation of combined ingestion of glucose and fructose during exercise. *J Appl Physiol (1985)*. 2004;96(4):1277-84. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00974.2003>
43. Rowlands DS, Houltham S, Musa-Veloso K, Brown F, Paulionis L, Bailey D. Fructose-Glucose Composite Carbohydrates and Endurance Performance: Critical Review and Future Perspectives. *Sports Med*. 2015;45(11):1561-76. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0381-0>
44. Wallis GA, Rowlands DS, Shaw C, Jentjens RL, Jeukendrup AE. Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and fructose during exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 2005;37(3):426-32. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000155399.23358.82>
45. Roberts JD, Tarpey MD, Kass LS, Tarpey RJ, Roberts MG. Assessing a commercially available sports drink on exogenous carbohydrate oxidation, fluid delivery and sustained exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2014;11(1):8. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-8>

46. Jeukendrup AE, Chambers ES. Oral carbohydrate sensing and exercise performance. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2010;13(4):447-51. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e328339de83>
47. De Bock K, Derave W, Ramaekers M, Richter EA, Hespel P. Fiber type-specific muscle glycogen sparing due to carbohydrate intake before and during exercise. *J Appl Physiol (1985).* 2007;102(1):183-8. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00799.2006>
48. Jentjens RL, Shaw C, Birtles T, Waring RH, Harding LK, Jeukendrup AE. Oxidation of combined ingestion of glucose and sucrose during exercise. *Metabolism.* 2005;54(5):610-8. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2004.12.004>
49. Lecoultre V, Benoit R, Carrel G et al. Fructose and glucose co-ingestion during prolonged exercise increases lactate and glucose fluxes and oxidation compared with an equimolar intake of glucose. *Am J Clin Nutr.* 2010;92(5):1071-9. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29566>
50. Chambers ES, Bridge MW, Jones DA. Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. *J Physiol.* 2009;587(Pt 8):1779-94. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2008.164285>
51. Triplett D, Doyle JA, Rupp JC, Benardot D. An isocaloric glucose-fructose beverage's effect on simulated 100-km cycling performance compared with a glucose-only beverage. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010;20(2):122-31. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.2.122>
52. 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. <https://doi.org/10.1139/apnm-2012-0300>
53. Nilsson LH, Hultman E. Liver glycogen in man--the effect of total starvation or a carbohydrate-poor diet followed by carbohydrate refeeding. *Scand J Clin Lab Invest.* 1973;32(4):325-30. <https://doi.org/10.3109/00365517309084355>
54. Ockner RK, Manning JA. Fatty acid-binding protein in small intestine. Identification, isolation, and evidence for its role in cellular fatty acid transport. *J Clin Invest.* 1974;54(2):326-38. <https://doi.org/10.1172/JCI107768>

Tabelas

Tabela 1. Características dos Participantes (n = 7)

Variáveis	Média (DP)	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	37,7 ± 3	34	40
Massa Corporal (kg)	76,8 ± 4,9	69,4	84,2
Altura (m)	1,77 ± 0,1	1,73	1,83
Índice de Massa Corporal (kg·m ⁻²)	24,1 ± 1,5	21,8	26,5
Massa Magra (kg)	63,7 ± 4,9	56	71,2
Massa Gorda (%)	17,5 ± 2,5	14,1	23,2
VO ₂ máx (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	52,1 ± 5,5	45,5	60,5

Tabela 2. Consumo alimentar 24 horas antes de cada visita (n = 7)

	PLA	MAL	MAL+FRU	p
Calorias (kcal)	3193 ± 390 (2831-3554)	3335 ± 759 (2633-4037)	3576 ± 1073 (3018-3718)	0,41
Carboidrato (g·kg ⁻¹)	4,74 ± 1,12 (3,7-5,7)	4,71 ± 1,73 (3,1-6,3)	5,38 ± 1,37 (4,1-6,6)	0,49
Proteína (g·kg ⁻¹)	1,65 ± 0,59 (1,1-2,1)	1,79 ± 0,47 (3,1-6,3)	1,95 ± 0,86 (1,1-2,7)	0,36
Lipídeos (g·kg ⁻¹)	1,85 ± 0,62 (1,2-2,4)	2,05 ± 0,44 (1,6-2,4)	2,03 ± 0,79 (1,3-2,7)	0,22

Valores apresentados em média ± DP (95% IC).

Tabela 3. Escores dos sintomas de desconforto gastrointestinal durante o exercício

	PLA	MAL	MAL+FRU
Refluxo	0 (0-3)	0 (0-5)	0 (0-6)
Azia	0 (0-4)	0 (0-0)	0 (0-2)
Inchaço	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)
Cólica Estomacal	0 (0-1)	0 (0-2)	0 (0-0)
Vômitos	0 (0-1)	0 (0-2)	0 (0-2)
Náuseas	0 (0-1)	0 (0-3)	0 (0-0)
Arrotos	2 (0-6)	1 (0-5)	0 (0-6)
Cólica Intestinal	0 (0-1)	0 (0-1)	0 (0-0)
Flatulência	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)
Vontade de defecar	0 (0-0)	0 (0-1)	0 (0-0)
Dor Abdominal	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-2)
Fezes Moles	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)
Diarreia	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)
Tontura	0 (0-2)	1 (0-2)	0 (0-3)
Cefaleia	0 (0-1)	0 (0-2)	0 (0-1)

Valores apresentados em mediana (mínimo – máximo)

Figuras

Protocolo experimental

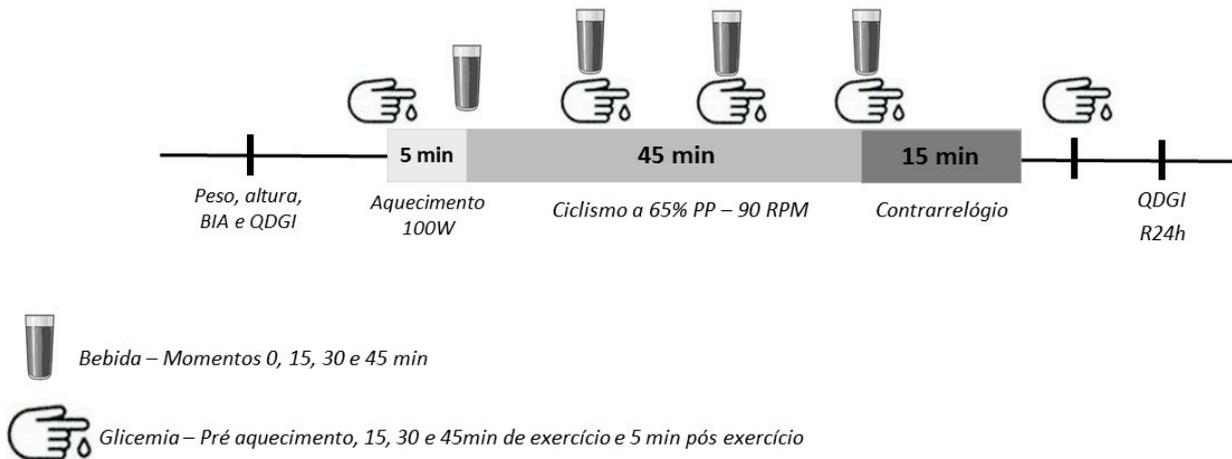


Figura 1. Protocolo Experimental. PP = Potência Pico. BIA = Bioimpedância Elétrica. QDGI = Questionário de Desconforto Gastrointestinal. R24h = Recordatório Alimentar de Vinte e Quatro Horas.

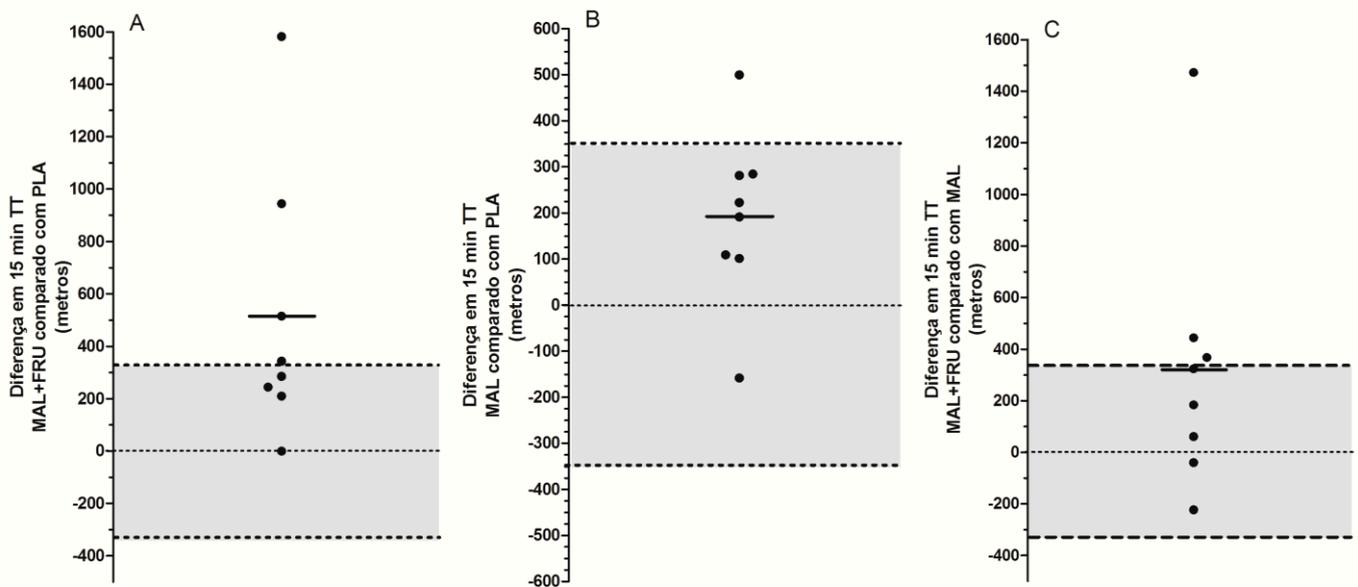


Figura 2. Desempenho no ciclismo contrarrelógio de 15 minutos para cada voluntário. (A) Maltodextrina mais Frutose versus Placebo. (B) Maltodextrina versus Placebo. (C) Maltodextrina mais Frutose versus Maltodextrina. A área sombreada representa o intervalo para a menor diferença importante (SWC) no desempenho em CR.

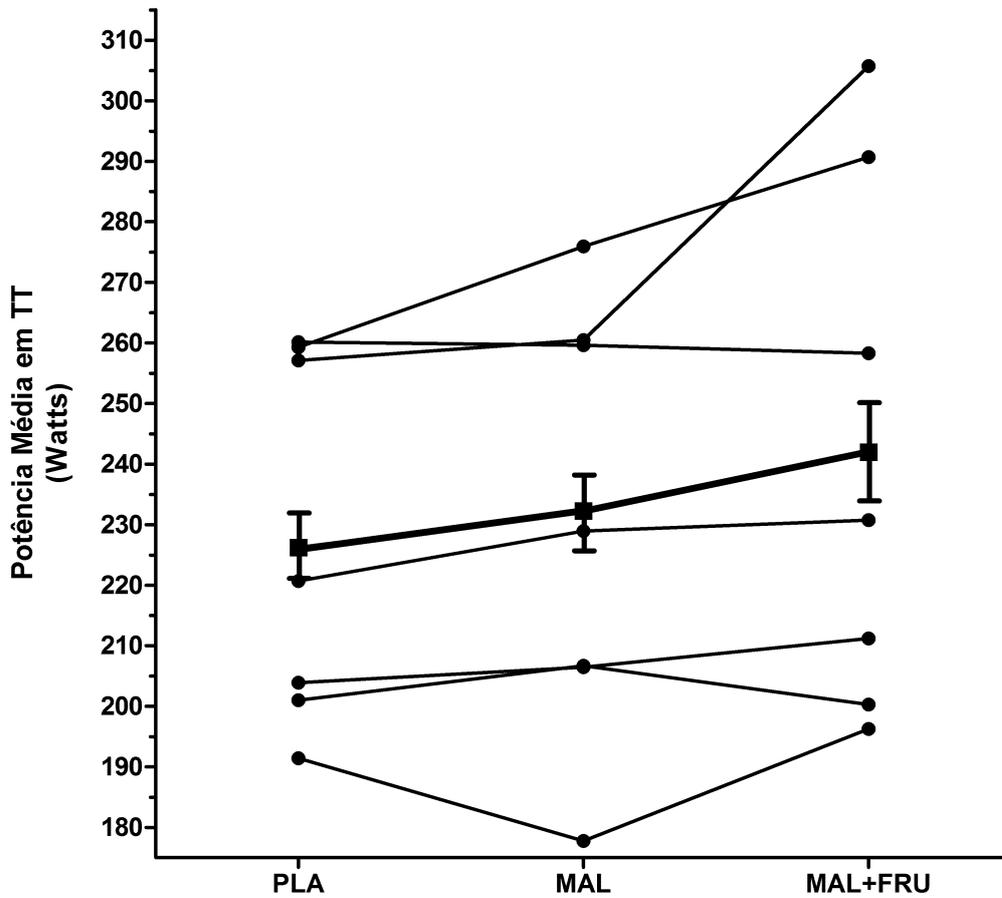


Figura 3. Potência Média individual em CR nas diferentes situações, placebo (PLA), maltodextrina (MAL) e maltodextrina mais frutose (MAL+FRU). Linha densa com símbolos quadrados representa valores médios em cada situação. Houve uma tendência de melhor desempenho na situação MAL+FRU quando comparado com PLA ($p = 0,085$, $ES = 0,43$).

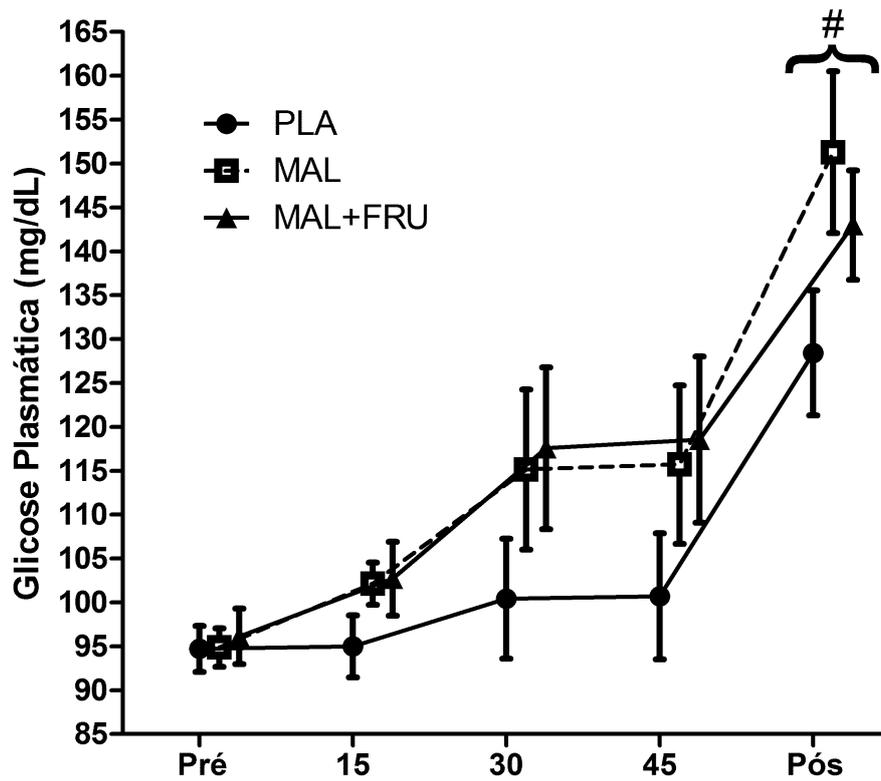


Figura 4. Concentração plasmática de glicose em cada situação, placebo (PLA), maltodextrina (MAL) e maltodextrina + frutose (MAL+FRU). Os valores de glicose plasmática foram maiores em todas as situações no momento 5 min após o exercício (# $p = 0,004$). Não houve diferenças significativas entre os grupos ($p = 0,09$).

6 ANEXOS

6.1 Questionário de Desconforto Gastrointestinal

Código do voluntário: _____ Visita: _____ Data: ____/____/____

Orientação: Para cada sintoma abaixo assinale uma pontuação de 0 (nenhum problema) a 9 (pior problema possível) para sintomas experimentados desde o início do exercício até o presente momento.

Seção 1

Sintomas	Nenhum problema									Pior problema
Refluxo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Azia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Inchaço	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cólicas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vômitos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Náuseas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Arrotos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Seção 2

Sintomas	Nenhum problema									Pior problema
Cólica intestinal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flatulências	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vontade de defecar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dor abdominal esquerda	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dor abdominal direita	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fezes moles	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diarreia	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Seção 3

Sintomas	Nenhum problema									Pior problema
Tontura	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cefaleia (dor de cabeça)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Câimbras musculares	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vontade de urinar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Observações: