

FACULDADE LABORO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM NUTRIÇÃO ESPORTIVA, FUNCIONAL E
FITOTERÁPICA

PAULA CRISTINA SILVA DA SILVA

**A INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS NO SISTEMA IMUNE
DE ADULTOS PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA**

São Luís

2018

PAULA CRISTINA SILVA DA SILVA

**A INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS NO SISTEMA IMUNE
DE ADULTOS PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Nutrição Esportiva Funcional e Fitoterápica, da Faculdade Laboro, para obtenção do título de Especialista.

Orientador (a): Prof^a Dra. Máisa Carvalho Rezende Soares

Coorientador (a): Prof^a Ma. Luciana Cruz Rodrigues Vieira

São Luís

2018

Silva, Paula Cristina Silva da

A influência da suplementação de carboidratos no sistema imune de adultos praticantes de atividade física / Paula Cristina Silva da Silva -. São Luís, 2018.

Impresso por computador (fotocópia)

23 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Nutrição Esportiva, Funcional e Fitoterápica) Faculdade LABORO. -. 2018.

Orientadora: Prof^a Dra. Maísa Carvalho Rezende Soares

Coorientadora: Prof^a Ma. Luciana Cruz Rodrigues Vieira

1. Carboidrato. 2. Suplementação. 3. Sistema imunológico. I. Título.

CDU: 612.3

PAULA CRISTINA SILVA DA SILVA

**A INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS NO SISTEMA IMUNE
DE ADULTOS PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Especialização em Nutrição Esportiva,
Funcional e Fitoterápica da Faculdade Laboro,
para obtenção do título de Especialista.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Mestra Luciana Cruz Rodrigues Vieira

Graduada em Farmácia
Especialista em Residência Multiprofissional em Saúde
Mestra em Saúde Materno-Infantil
Universidade Federal do Maranhão

Examinador 1

Examinador 2

A INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS NO SISTEMA IMUNE DE ADULTOS PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA

Paula Crisina Silva da Silva*
Maísa Carvalho Rezende Soares**
Luciana Cruz Rodrigues Vieira***

RESUMO

O carboidrato é um macronutriente que faz toda diferença no desempenho dos atletas ou praticantes de atividade física. Seu consumo adequado é altamente importante para garantir os estoques de glicogênio, manter a glicemia, retardar a fadiga e consequentemente otimizar a performance. Alguns estudos afirmam que ele tem uma grande influência no sistema imunológico. Objetivo: Discutir, através de uma revisão de literatura, a influência da suplementação de carboidratos no sistema imune de adultos praticantes de atividade física. Método: trata-se de um estudo prospectivo, de revisão bibliográfica. Os dados foram levantados através de publicações nacionais e internacionais nos arquivos da Scielo e Pubmed, sendo identificados nove artigos para compor a amostra do estudo. Conclusão: Com base nos estudos pesquisados a suplementação de carboidratos precisa de protocolos adequados quanto ao tipo, intensidade e duração do exercício para se mostrar eficaz. Pois, em alguns estudos a suplementação realmente tem um efeito adequado no sistema imunológico e em outros com protocolos diferentes, o carboidrato se mostra ineficaz.

Palavras-chave: Carboidrato. Suplementação. Sistema imunológico

*Graduada em Nutrição, Pós Graduanda em Nutrição Esportiva, Funcional e Fitoterápica;

** Orientadora, Graduada em educação física, Esp. em medicina e ciências do esporte, Mestra em ciências da saúde, Doutora em ciências da saúde.

***Coorientadora, Graduada em Farmácia, Esp. em Residência Multiprofissional em Saúde, Mestra em Saúde Materno-Infantil.

THE INFLUENCE OF CARBOHYDRATE SUPPLEMENTATION IN THE IMMUNE SYSTEM OF PHYSICAL ACTIVITIES ADULT PRACTITIONERS

ABSTRACT

Carbohydrate is a macronutrient that makes all the difference in the performance of athletes or practitioners of physical activity. Proper intake is highly important to ensure glycogen stores, maintain glycemia, delay fatigue and consequently optimize performance. Some studies claim that it has a great influence on the immune system. Objective: To discuss, through a literature review, the influence of carbohydrate supplementation on the immune system of practicing adults. Method: this is a prospective, bibliographic review. Data were collected through national and international publications in the Scielo and Pubmed records, and nine articles were identified to compose the study sample. Conclusion: Based on the studies studied, carbohydrate supplementation needs adequate protocols regarding the type, intensity and duration of exercise to be effective. For, in some studies, supplementation actually has an adequate effect on the immune system and in others with different protocols, the carbohydrate is ineffective.

Keywords: Carbohydrate. Supplementation. Immune system

1 INTRODUÇÃO

O carboidrato é um macronutriente que faz toda diferença no desempenho dos atletas ou praticantes de atividade física. Seu consumo adequado é altamente importante para garantir os estoques de glicogênio, manter a glicemia, retardar a fadiga e consequentemente otimizar a performance. Alguns estudos dizem que ele tem uma grande influência no sistema imunológico (GOMES, 2014).

Segundo Walsh et al. (2011) atletas de elite podem se beneficiar de apoio imunonutritivo para reforçar a imunidade durante períodos de estresse fisiológico, garantindo assim, uma ingestão adequada de energia. Desta maneira, a oferta adequada de CHO (carboidrato) torna-se imprescindível para o treinamento e saúde do atleta.

O efeito da suplementação com hidratos de carbono ou da modificação da dieta tem sido apresentada como influenciadora da distribuição e em alguns casos das respostas imunes associadas ao exercício físico, podendo reduzir os riscos de infecções (BRAUN; SERGE; DUVILLARD, 2004).

O exercício físico pode ser um grande influenciador da resposta imunológica pelo fato de ter a capacidade de manter a imunocompetência (MOREIRA et al., 2007, p.22).

Gleeson, Nieman e Pedersen (2004) recomendam o consumo de uma solução carboidratada durante o treinamento para atenuar alguns dos efeitos imunossupressivos do exercício prolongado, onde acontecem algumas alterações no sistema imune de praticantes de atividade física decorrentes do exercício de alta intensidade, deixando o organismo aberto à infecções e consequentemente prejudicando o seu desempenho.

De acordo com a literatura especializada, ocorrem alterações imunológicas nos atletas que praticam exercício de alta intensidade, que segundo Natale et al. (2003) causa danos aos tecidos, aumento produção de hormônios do estresse e alteração na quantidade circulante e na função de várias células dos sistema imune.

Ressalta-se ainda que a hipoglicemia ocasionada durante o exercício também resulta em elevada resposta ao estresse e uma associada imunossupressão (CLOSE et al., 2005, p. 45).

Baseado neste fato houve a necessidade de buscar estudos relacionados à suplementação de carboidratos nos praticantes de atividade física, pois existem pesquisas afirmando que tal suplementação apresenta um efeito protetor no sistema imunológico.

Diante do exposto será que esses problemas podem ser resolvidos pelo uso de suplementos alimentares como os carboidratos?

Preocupando-se com a problemática abordada, este estudo teve como principal objetivo verificar na literatura a influência da suplementação de carboidratos no sistema imune de adultos praticantes de atividade física.

A coleta de dados consistiu em uma revisão bibliográfica, com artigos publicados na base de dados *Pubmed* e *Scielo*, do ano de 2000 até 2017. Os artigos selecionados foram organizados por afinidade de temáticas em tópicos para discussão e, posteriormente em Quadro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O sistema imunológico é uma rede complexa de células e moléculas que tem a função de proteger o hospedeiro de invasão de microorganismos, prevenir doenças, e facilitar a cicatrização de feridas (SIMPSON et al., 2015, p. 360).

Um exercício intenso pode afetar temporariamente componentes da imunidade inata e adaptativa (CARLSON et al., 2008, p.22). Uma das primeiras linhas de defesa no sistema imunológico inato contra agentes patogênicos é a imunoglobulina A salivar (s-IgA). As citocinas, componentes da imunidade adaptativa, são proteínas que controlam as respostas inflamatórias e imunes que são segregados por vários tipos de células imunes (CARLSON; KENEFICK; KOCH, 2013).

Perturbações no equilíbrio de citocinas pós-exercício pode contribuir para um sistema sistêmico, resposta inflamatória, fadiga (SMITH, 2004, p. 188) e deficiência na proteção imune contra infecção viral (SUZUKI et al., 2003, p.52).

O exercício de treinamento ou resistência também pode aumentar a liberação de citocinas pró-inflamatórias, como o fator de necrose tumoral alfa (TNF-alfa), interleucina-1b (IL-1b) e interleucina-6 (IL-6), seguido de perto por citocinas anti-inflamatórias, como interleucina-10 (IL-10) e antagonista do receptor de interleucina-1 (IL-1ra) (CASTELL et al., 1997; NIEMAN et al., 2001).

O conjunto de alterações induzidas pelo exercício agudo na quantidade de células brancas, citocinas e determinados hormônios altera a função imune e resulta na imunodepressão. A imunodepressão causada pelo exercício pode durar de 3 a 72 horas, período denominado “janela aberta” ou *open window* (NIEMAN, 2007).

Embora seja temporária, a função imunológica diminuída após o exercício intenso aumenta a exposição do atleta a infecções, especialmente durante a rotina de treinos, e prejudica a busca de melhor desempenho esportivo nas competições (KOCH et al., 2007, p.89).

Segundo Liu et al. (2017, p. 29), a mudança na imunidade que ocorre após cada ataque de exercício prolongado é mais clinicamente significativo do que as alterações induzidas pelo treinamento em repouso em atletas.

Na recuperação pós-exercício período de alteração marcante nas proporções de imunidade circulante as células são observadas, com várias populações de células imunes diminuindo para abaixo dos níveis de pré-exercício (WALSH et al., 2011; PEDERSEN; HOFFMAN-GOETZ, 2000).

Portanto, o treinamento de exercícios de resistência exibe uma influência poderosa sobre o sistema imunológico. Como estressor físico, o exercício pode induzir diferentes respostas imunes, dependendo da intensidade e da duração do exercício realizado (LIU et al., 2017).

Muitas das intervenções nutricionais foram investigadas como potenciais contramedidas à imunodepressão induzida pelo exercício, onde a suplementação aguda com carboidrato (CHO) é frequentemente citada como as de maior eficácia (GUNZER; KONRAD; PAIL, 2012; GLEESON, 2006).

A Suplementação com CHO foi consistentemente mostrada para contornar muitas das perturbações imunes e endócrinas induzidas pelo exercício (por exemplo, cortisol aumentado, citoquina e redistribuição de leucócitos respostas; diminuição da

degranulação de neutrófilos e oxidante funções de explosão, proliferação e funções de linfócitos função de células assassinas naturais (DAVISON; GLEESON, 2005; MOREIRA et al., 2007).

A influência dos suplementos nutricionais na resposta imune e infecciosa ao exercício prolongado é uma área de pesquisa ativa por vários pesquisadores (GLEESON; NIEMAN; PEDERSEN, 2004).

Os suplementos avançados podem ser úteis contrariando a supressão imune para adultos durante estresse mental e físico incomum (HAMER; WOLVERS; ALBERS, 2004, p. 638).

2.1 Carboidratos

Os carboidratos são importantes combustíveis para o sistema nervoso central, tem efeito anticetogênico e ação poupadora de proteínas (KATCH; MCARDLE, apud SANTOS 2011, p.42). A ingestão de carboidratos também tem sido associada à redução da elevação da resposta do cortisol no exercício, o que representa um fator de regulação imunológica (NIEMAN; PEDERSEN apud BORGES et al., 2012; SANTOS, 2011).

A ingestão de carboidratos durante o exercício prolongado melhora o desempenho e pode retardar a fadiga nas modalidades esportivas que envolvem exercícios intermitentes e de alta intensidade, prevenindo a queda da glicemia após duas horas de exercício (RODRIGUES et al., 2003). Além disso, a ingestão de carboidratos pode minimizar as alterações negativas no sistema imunológico devido ao exercício físico (NIEMAN et al., 2001, p. 112).

2.2 Sistema Imunológico

O sistema imunológico é uma entidade de defesa notavelmente adaptável, podendo gerar uma variedade enorme de células e moléculas capazes de reconhecer e eliminar uma quantidade limitada de microorganismos invasores. Há duas divisões funcionais, o sistema imune inato e o adaptativo. O sistema imune inato se caracteriza

por responder aos estímulos de maneira não específica, composto por neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos, células natural killer, sistema complemento, proteínas de fase aguda e enzimas (DAVIS et al., 2004).

A segunda linha de defesa, caracterizada como imunidade adaptativa, é composta por linfócitos T e B e por imunoglobulinas. A resposta imune parece ser bem organizada, ocorrendo uma primeira ação do sistema imune inato e, em segunda instância, o mecanismo de atuação eficaz do sistema imune adaptativo (PEDERSEN; HOFFMAN, 2000).

As alterações da resposta imune, temporárias, causadas por uma sessão de exercícios são conhecidas como resposta aguda ao exercício, conforme Rosa e Vaisberg (2002).

Assim, segundo os principais autores da área, de acordo com o tipo de suplemento ingerido e exercício praticado, ocorrem mudanças específicas no sistema imunológico. O quadro sinoptico a seguir resume tais particularidades:

Quadro 1 – Revisão de literatura: relação do uso de carboidrato e as mudanças no sistema imunológico. São Luís, 2018.

AUTOR	TIPO DE SUPLEMENTO	TIPO DE EXERCÍCIO PRATICADO	MUDANÇAS NO SISTEMA IMUNOLÓGICO	OBSERVAÇÕES
DAVISON et al, 2015.	Carboidrato (Pó de carboidrato, sabor de limão) 60 g CHO por hora durante o exercício (além do pré e bolus pós-exercício de ~ 40 g cada) para um tamanho médio do sujeito.	Esteira 120 min	Não houve efeito na resposta imune in vivo	Não houve diferença entre o uso do CHO e o placebo entre os grupos na função imune in vivo. Portanto, esses resultados sugerem que a suplementação de CHO não proteja contra imunodepressão induzida por exercício prolongado quando avaliado usando um marcador imune in vivo.
SVENDSEN et al, 2016	Os participantes ingeriram bebidas com 2% de carboidratos (L-CHO) antes, durante e depois das sessões de treino . Na segunda ocasião, 6% de carboidratos (H-CHO) foram ingerido antes, durante e após o treinamento,+ 20 g de proteína na bebida pós-exercício	Ciclismo – Cada participante completou 2 períodos de 8 dias de treinamento, separado por um período de 15 dias. Em um julgamento os participantes utilizaram altas soluções de carboidratos para beber antes, durante e após cada sessão de treino (H-CHO). No outro julgamento eles receberam uma solução com baixo teor de carboidratos combinada com o sabor (L-CHO)	Aumento da IL-1 α e de IL-1 β , em cultura de sangue total foi maior em L-CHO. Leucócitos totais e os neutrófilos em repouso aumentaram após o treinamento intenso em ambas as ocasiões.	Aumento da ingestão de carboidratos durante o exercício, 20 a 60g/H não fornece qualquer benefício adicional na preservação dos parâmetros imunológicos de ciclistas altamente treinados.
CÂNDIDO et al, 2017	Repositor hidroeletrolítico(gatorade) contendo carboidrato (sacarose e frutose) 6 g/100 ml; sódio 45	Rúgbi Cada sessão de treino durou 120 min, 40 min de ginástica, 40 min de técnica e 40 min de jogo-	Houve diferença significativa entre grupos para taxa de secreção de IgA-s somente no momento 1	A hipótese de que a suplementação com bebida CHO em presença do consumo prévio de dieta com alto teor de carboidrato por três dias de um jogo-treino de

	<p>mg/100 ml; potássio, 12 mg/100 ml; cloreto, 42 mg/100 ml</p> <p>Solução placebo: Foi usado um refresco de baixa caloria (Clight®), sabor tangerina, com cor, sabor e textura idênticos às da solução com carboidrato, com a seguinte composição: sódio, 87 mg/100 ml; cloreto, 80 mg/100 ml. Cada atleta consumiu 3 ml/kg de peso corporal das bebidas a cada 15 min. Os atletas se hidrataram nos minutos 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 120 do treinamento e nos minutos 135, 150, 165 e 180 após (recuperação).</p>	treino	h Pós-Exercício	rúgbi não exerceria efeito sobre indicadores imunológicos da mucosa oral foi confirmada neste estudo.
ALEXANDER et al ,2001	<p>Em cada sessão de teste, os indivíduos consumiram um suplemento de CHO (Gatorlode®, 20% de maltodextrina e solução de dextrose, Quaker Oats) ou um placebo de bebida PLC (aspartame e sabor cítrico, Quaker Oats). As bebidas de tratamento consistiam em um volume de fluido que forneceu 1,0 g · kg de massa corporal de carboidratos ou um</p>	<p>Exercício de alta resistência</p> <p>A sessão de treinamento começou com dois conjuntos de aquecimento de 10 repetições de agachamentos traseiros em 40% e 50% de 1RM. Seguiu-se por 5 séries de 10 repetições do agachamento traseiro a 65% 1RM e concluiu por 3 séries de 10 repetições de meia agachamento a 85% 1RM. Um minuto de</p>	Leucocitose, linfocitose, monocitose e neutrofilia, linfopenia (1,5 horas), neutrofilia (sustentada por um período de 4 horas de recuperação)	O tratamento com CHO foi eficaz para aumentar as concentrações de glicose no sangue. Central para a hipótese de ingestão de carboidratos exibindo um efeito interativo na resposta imune ao exercício é um aumento nos níveis de glicose no sangue. A concentração de glicose no sangue aumentou durante as duas condições de exercício.

	<p>volume igual de placebo. Duas doses da bebida de tratamento atribuída foram consumidas cada dia do teste, a primeira às 10 min antes do início do exercício, a segunda 10 min depois do exercício.</p>	<p>descanso foi dado entre cada conjunto. O tempo total para completar o protocolo de treinamento foi de 18 a 20 minutos.</p>		
<p>MENDES et al, 2009</p>	<p>Solução carboidratada um repositores hidroeletrolítico comercial (Gatorade®) com a seguinte composição: carboidrato (sacarose e frutose), 6g/100ml; sódio, 45mg/100ml; potássio, 12mg/100ml; cloreto, 42mg/ 100ml. Para a solução placebo foi utilizado preparado sólido para refresco de baixa caloria (Clight®), sabor tangerina, com cor, sabor e textura idênticos aos da solução carboidratada, com a seguinte composição: sódio, 87mg/100ml; cloreto, 80mg/100ml). Cada atleta consumiu 3ml por quilo de peso corporal de solução a cada 15 minutos. Os atletas se hidrataram nos minutos 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 120 do treinamento e nos minutos 135, 150, 165 e 180 após (recuperação),</p>	<p>Judô Os sujeitos foram submetidos a duas sessões de treino de judô, com três dias de intervalo entre elas. Cada sessão de treino durou 120 minutos, sendo 40 minutos de ginástica localizada, 40 minutos de técnica e 40 minutos de lutas. Os atletas repousaram 60 minutos no dojô após o final do treino</p>	<p>Aumento dos leucócitos plasmáticos; Maior concentração sanguínea de cortisol; redução da concentração de linfócitos (diferença significativa no grupo placebo); Os níveis de monócitos reduziram significativamente após o exercício(não houve diferença entre os grupos);Aumento dos eosinófilos (observada apenas no grupo placebo); Concentração de neutrófilos aumentou, independente da solução consumida, porém se observou concentrações menores no grupo do carboidrato</p>	<p>Embora a ingestão de carboidrato tenha demonstrado reduzir as perturbações do sistema imune em esportes de resistência, no judô ainda não existem relatos científicos sobre tal fato. Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com os de outros, onde se observou um efeito protetor dos carboidratos sobre a concentração de linfócitos. O consumo de carboidratos durante o exercício tende a reduzir as concentrações plasmáticas de monócitos.</p>

	de forma duplo-cega			
SCHARHAG,J et al, 2006	Ao longo de cada teste, os ciclistas receberam 50 ml kg de fluido corporal (10 ml kg dentro de 60 minutos antes do início, 5 ml kg a cada 30 minutos durante o teste). Para suplementação de CHO, 60 e 120 g, respectivamente, de maltodextrina foram adicionados a 1 L de água mineral.	Ciclismo	Aumento de neutrófilos e leucócitos, mas as concentrações foram significativamente maiores no teste de placebo do que em ambos CHO imediatamente e 1 h após o exercício. As concentrações de monócitos aumentaram significativamente em apenas o teste do placebo Aumento significativo da IL-6 foi observado imediatamente após exercício em todos os ensaios que permaneceu inalterado 1 h após a cessação do exercício. Além disso, os aumentos foram significativamente maiores no teste de placebo do que nos ensaios 6 e 12% CHO imediatamente e 1 h após o exercício	A ingestão de pelo menos 6% de bebidas CHO durante o exercício prolongado parece ser suficiente para reduzir o estresse metabólico e para atenuar o exercício induzido pelo estresse imune. Maiores concentrações de CHO não parecem gerar vantagens imunológicas adicionais.
STARKIE et al, 2001	Ingestão de 8 ml (kg) de um carboidrato a 6,4% solução de eletrólito (CHO; Lucozade Sport, SmithKline Beecham, Reino Unido) ou água. Um adicional de 2 ml (kg)	Corrida e ciclismo Sete homens moderadamente treinados completaram 60 minutos de exercício em uma carga de trabalho correspondente a limite	No plasma a concentração de IL-6 foi elevada durante o exercício, enquanto o modo de exercício não influencia significativamente a	A ingestão de CHO atenua a concentração plasmática de IL-6 tanto do ciclismo como do exercício.

	do mesmo fluido foi consumido por indivíduos após 20 e 40 minutos de exercício por um total ingestão de líquidos de 12 ml (kg)	de lactato de cada indivíduo em quatro ocasiões randomizadas. Dois ensaios foram realizados em um ergômetro de bicicleta (Cyc) e dois em uma esteira rolante (Run) com (CHO) ou sem (Con) a ingestão de uma bebida CHO ao longo do exercício.	concentração plasmática, a ingestão de CHO resultou em uma mistura da resposta de citocinas plasmáticas	
BACURAU et al, 2002	<p>Carboidrato Em ambos os ensaios, os atletas receberam uma solução de carboidratos (95% de polímeros de glicose e 5% de frutose) a 10% (p / v), 1 g / kg h a cada 20 minutos, ou um placebo, começando no 10º minuto do primeiro exercício. Os grupos receberam o mesmo volume de água (artificialmente azedo ou rico em carboidratos), em dupla ocultação maneira. Os atletas foram autorizados a beber 500 ml de água durante os ensaios. Então, ambos os grupos, o placebo e carboidratos suplementados, ingeriram o mesmo valor de líquido durante os ensaios (3366,77278,5 ml).</p>	<p>Ciclismo Os atletas fizeram o ciclo durante 20 minutos a uma velocidade correspondente a 90% do obtido no anaeróbio limiar, variando de 42 a 46 km / h, e descansado para 20 min. Este protocolo foi repetido seis vezes por teste. Os atletas receberam, durante o julgamento, água e um solução de carboidratos ou um placebo</p>	<p>O exercício induziu a uma redução da proliferação celular mononuclear do sangue periférico, bem como a produção de citocinas por células cultivadas em resposta a LPS (IL-1) e PHA (IL-2, IL-4, TNF-a e IFN-g). Todas estas alterações foram impedidas pela ingestão de uma bebida de carboidrato pelos atletas, exceto que a produção de IFN-g, que foi igualmente diminuída (17%) no SG. Concentração de IL-6 plasmática aumentada após as lutas de exercícios de 1.0170.2 e 1.270.2 pg / ml para grupo de placebo (PG) e atletas de do grupo SG.</p>	<p>A suplementação de carboidratos durante o exercício também permitiu que a concentração de glicose e glutamina permanecesse constante. Como esses substratos são essenciais para a função dos linfócitos e dos macrófagos, tanto como precursores sintéticos e de energia, isso poderia ser outro mecanismo importante envolvido na manutenção da resposta imune observada em atletas após suplementação de carboidratos.</p>

<p>GLEESON E BISHOP, 2000</p>	<p>Carboidrato (Polímeros de glicose derivados de hidrólise controlada de amido de milho (17 kJ / g). Uma quantidade adequada do produto foi dissolvido em água para produzir uma solução CHO a 6%. Placebo era um Adoçante artificial (Hermesetas Gold, 2: 1 Aspartame-Acesulfame-K, Hermes Sweeteners, Zurique, Alemanha). Uma solução foi preparada contendo três comprimidos por litro de água (não CHO, 0,8 kJ / tablet). Durante os dois ensaios de exercício, cada um O sujeito consumiu um volume igual de fluido contendo CHO ou PI. O volume das bebidas pré e pós-exercício foi mantido constante para todos os assuntos. Todos os indivíduos bebiam 0,75 litros após a primeira amostra de sangue, mas antes de começar o exercício e 0,5 litros durante a hora de recuperação. Durante o exercício, os sujeitos bebiam 0,28 0,05 litros a</p>	<p>Ciclismo Os sujeitos foram encorajados a manter um ciclismo cadência entre 80 e 100 rpm</p>	<p>O número de linfócitos em circulação foi significativamente maior durante o exercício e significativamente menor durante a recuperação em ambos os ensaios. Este estudo confirmou relatórios anteriores que CHO comparado com a ingestão de PI é associado com maior concentrações de glicose no sangue, redução da concentração de cortisol menor perturbação de leucócitos circulantes e uma atenuação da diminuição induzida pelo exercício na função proliferativa das células T.</p>	<p>O exercício pode influenciar a resposta imune a exercício mantendo os níveis de glicose no sangue reduzindo assim o cortisol. Ingestão de CHO durante o exercício (em comparação com PI) impediu qualquer redução na expansão da célula população evitando qualquer aumento associado ao exercício na morte de células em cultura.</p>
-------------------------------	--	--	--	---

	<p>cada 15 min. O volume consumido por cada sujeito durante o exercício foi ajustado individualmente para garantir que todos foram alimentados com 3.2 g CHO / kg de peso corporal no total durante o período de teste.</p>			
--	---	--	--	--

Fonte: Pubmed / Scielo

De acordo com o estudo do Glen Davison et al. (2015), os indivíduos que foram submetidos a exercício de esteira por 120 minutos, ingeriram 60g de uma bebida esportiva à base de carboidrato por hora além da ingestão em pré *bolus* pós exercício de ~ 40g, não tiveram efeitos benéficos relacionados ao sistema imunológico, segundo Gleeson, Nieman e Pedersen (2004) , há uma falta de consenso na literatura sobre qual o tipo de carboidrato e a concentração da solução que ocasionaria efeitos positivos sobre células imunológicas, apesar de que os mesmos autores recomendam o consumo de uma solução carboidratada durante o treinamento para atenuar alguns dos efeitos imunossupressivos do exercício prolongado.

No ciclismo, Svendsen et al. (2016), resolveram realizar a pesquisa em duas sessões de treinamento, e com isso pôde-se observar algumas mudanças como aumento da IL-1 α e de IL-1 β , em cultura de sangue total foi maior em L-CHO, que foi a primeira sessão e foi utilizado 2% de carboidrato antes, durante e depois do treino. Leucócitos totais e os neutrófilos em repouso aumentaram após o treinamento intenso nas duas sessões. Corroborando com o estudo citado acima, Scharhag et al. (2006) afirma que apesar da quantidade, do tipo e do modo de administração dos carboidratos serem diferentes, os neutrófilos e os leucócitos se modificaram, e de acordo com Ana Todo-Bom e Pinto (2007), o exercício agudo e o moderado provocam um aumento dos neutrófilos, que se mantém mesmo durante o repouso.

Além disso, Scharhag et al. (2006) e Starkie et al. (2001) nas suas pesquisas observaram um aumento da IL-6. Prestes et al. (2006) relatam que esse aumento frente ao exercício pode estar ligado à depleção de glicogênio muscular e aumentada mobilização de substrato por outros tecidos.

No Rúgbi, Cândido et al. (2017) conseguiram confirmar com esse estudo que uma dieta com alto teor de carboidrato por três dias de um jogo-treino de rúgbi não exerceria efeito sobre indicadores imunológicos da mucosa oral, visto que apenas houve uma taxa de secreção de IgA-s somente no momento 1 h Pós-Exercício. Dessa forma, há a necessidade de mais estudos relacionados deste esporte com outros tipos e outras dosagens de carboidratos.

Koch et al. (2001) na pesquisa de exercício de alta resistência, tiveram repostas como: Leucocitose, linfocitose, monocitose e neutrofilia, linfopenia (1,5 horas),

neutrofilia (sustentada por um período de 4 horas de recuperação). Exercício de alta intensidade recorrente provocará uma queda do número de neutrófilos (ROSA; VAISBERG, 2002).

Após o exercício excêntrico, há alterações nas populações de células inflamatórias circulantes. Inicialmente, neutrófilos e, posteriormente, monócitos e linfócitos são recrutados para o local de inflamação, onde produzem ERO (espécies reativas de oxigênio) e enzimas proteolíticas para limpar e reparar o tecido lesado. A infiltração de neutrófilos é estimulada por fatores quimiotáticos, incluindo prostaglandinas, fator de necrose tumoral (TNF)- α , interleucina (IL)-1 β e IL-6. Essas duas últimas citocinas são conhecidas por aumentar em resposta ao exercício (CRUZAT et al., 2007).

No judô, autores como Mendes et al. (2009), observaram que além do aumento dos neutrófilos e leucócitos, há uma redução dos monócitos que, segundo Rosa e Vaisberg (2002) o estresse do exercício parece ter efeito estimulante na maioria das funções das células da série monócito/macrófago.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos pesquisados a suplementação de carboidratos precisa de protocolos adequados ao tipo, intensidade e duração do exercício para se mostrar eficaz. Pois em alguns exercícios como a esteira há 120 minutos não causou nenhum efeito, em esportes como o Rúgbi houve diferença significativa entre os grupos somente no momento 1 hora pós-exercício e em outros como um estudo de ciclismo teve efeito benéfico porque reduziu a produção de citocinas por células cultivadas em resposta a LPS (IL-1) e PHA (IL-2, IL-4, TNF-a e IFN-g), no estudo foi constatado que todas estas alterações foram impedidas pela ingestão de uma bebida de carboidrato pelos atletas. Porém no estudo do ciclismo pode-se observar resultados controversos, pois em outros trabalhos foram utilizados protocolos diferenciados.

Dessa forma, torna-se necessário apresentação de mais estudos, até mesmo com outros esportes para saber se realmente essa suplementação está aliada a um efeito protetor no organismo e para esclarecer outras questões.

REFERÊNCIAS

- TODO-BOM, A; PINTO, AM. Exercício físico – Resposta Imunoinflamatória. **Rev Portlmuoalergologia**, v.1 5, n. 2, p.1 2 3 - 1 3 3, 2007.
- BACURAU , RFP; BASSIT, RA; SAWADA, L; NAVARRO, F; MARTINS-JUNIOR, E; Rosa, L. F. B. P.C. Carbohydrate supplementation during intense exercise and the immune response of cyclists. **Clinical Nutrition**, v. 21, n.5, p. 423–429,2002.
- BORGES, GF; TEIXEIRA, AM; FERREIRA, JP. Meta-análise do efeito no sistema imunitário da suplementação de hidratos de carbono no exercício físico. **Motricidade**, v.8. n. 2.p.83-97, 2012.
- BRAUN, WA; SERGE, P; DUVILLARD, V. Influence of carbohydrate delivery on the immune response during exercise and recovery from exercise. **Revista Nutrition**; v.20 p.645-50, 2004.
- CÂNDIDO, RF; BARBOZA, SD; ROGERIO, AP; MOTA, GR; MENDES, EL. Dieta elevada em carboidratos complexos minimiza necessidade de suplementação durante jogo-treino de rúgbi: foco no sistema imune. **Rev Bras Ciênc Esporte**, v.39 n.1, p. 85-90, 2017.
- CARLSON, LA; HEADLEY, S; DEBRUIN, J; TUCKOW, AT; KOCH, AJ; KENEFICK, RW. Carbohydrate supplementation and immune responses after acute exhaustive resistance exercise. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, v.18, n.3, p.247-59, 2008.
- CARLSON, LA; KENEFICK, RW; KOCH, AJ. Influence of carbohydrate ingestion on salivary immunoglobulin A following resistance exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.10, n.14, 2013.
- CASTELL, LM; POORTMANS, JR; LECLERCQ, R; BRASSEUR, M; DUCHATEAU, J; NEWSHOLME, EA. Some aspects of the acute phase response after a marathon race, and the effects of glutamine supplementation. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v.75, p.47–53, 1997.
- CLOSE, GL; ASHTON, T; CABLE, T; DORAN, D; NOYES, C; MCARDLE, F; MACLAREN, DPM. Effects of carbohydrate on delayed onset muscle soreness and reactive oxygen species after contraction induced muscle damage. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.39, n.12, p.948-53, 2005.
- CRUZAT, VF; ROGERO, MM; BORGES, MC; TIRAPÉGUI, J. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n. 5, 2007.

DAVISON, G; GLEESON, M. Influence of acute vitamin C and/or carbohydrate ingestion on hormonal, cytokine, and immune responses to prolonged exercise. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, v.15, p. 465–479, 2005.

DAVISON, G; KEHHAYA, C; DIMENT, BC; WALSH, NP. Carbohydrate supplementation does not blunt the prolonged exercise-induced reduction of in vivo immunity. **Eur J Nutr**, 2015.

DAVIS, JM; MURPHY, EA; BROWN, AS; CARMICHAEL, MD; GHAFAR, A; MAYER, EP. Effects of moderate exercise and oat β -glucan on innate immune function and susceptibility to respiratory infection. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v. 286, n.2, p.366-372, 2004.

GLEESON, M; BISHOP, NC. Modification of immune responses to exercise by carbohydrate, glutamine and anti-oxidant supplements. **Immunology and Cell Biology** v.78, p. 554–561, 2000.

GLEESON, M.; NIEMAN, DC; PEDERSEN, BK. Exercise, nutrition and immune function. **Journal of Sports Sciences**, London, v.22, p.115-25, 2004.

GLEESON, M. Can nutrition limit exercise-induced immunodepression? **Nutr. Rev**, v.64, p. 119–13, 2006.

GOMES, JLP. **O Uso de suplementos na prática de atividades físicas: uma revisão sistemática**. Dissertação.Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS-São Leopoldo, 2014.

GUNZER, W; KONRAD, M; PAIL, E. Exercise-Induced Immunodepression in Endurance Athletes and Nutritional Intervention with Carbohydrate, Protein and Fat—What Is Possible, What Is Not? **Nutrients**, v. 4, n. 9, p. 1187–1212, 2012.

HAMER, M; WOLVERS, D; ALBERS, R. Using Stress Models to Evaluate Immuno-Modulating Effects of Nutritional Intervention in Healthy Individuals. **Journal of the American College of Nutrition**, v.23, N. 6, p. 637–646, 2004.

KOCH, AJ; WHERRY, AD; PETERSON, MC; JOHNSON, JC; STUART, MK; Sexton WL: Salivary immunoglobulin A response to a collegiate rugby game. **J Strength Cond Res**, v. 21, p.86–90, 2007.

KOCH, AJ; POTTEIGER, JA; CHAN, MA; BENEDICT, SH; FREY, BB. Minimal Influence of Carbohydrate Ingestion on the Immune Response Following Acute Resistance Exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.11, p.149-161, 2001.

LIU, D; WANG, R; GRAN, AG; ZHANG, J; GORDON, PM; WEI, Y; CHE, P. Immune adaptation to chronic intense exercise training: new microarray evidence. **BMC Genomics**, v.18, p.29, 2017.

MCARDLE, WD; KATCH, FI; KATCH, VL. **Fisiologia do Exercício: nutrição e Desempenho Humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

MENDES, EL; BRITO, CJ; BATISTA, ECS; SILVA, CHO; PAULA, SO; NATALI, AJ. Influência da Suplementação de Carboidrato na Função Imune de Judocas Durante o Treinamento. **Rev Bras Med Esporte**. v. 15, n. 1, 2009.

MOREIRA, A; KEKKONEN, RA; DELGADO, L.; FONSECA, J; KORPELA, R; HAAHTELA, T. Nutritional modulation of exercise induced immunodepression in athletes: a systematic review and meta-analysis. **European Journal of Clinical Nutrition**, Portugal, v.61 p.443– 460, 2007.

NATALE, VM.; BRENNER, IK.; MOLDOVEANU, AI.; VASILIOU, P; SHEK, P; SHEPHARD, RJ. Effect of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. São Paulo Medical Journal: **Revista Paulista de Medicina**, São Paulo, v.121, n.1, p.9-14, 2003.

NIEMAN, DC; HENSON, DA; SMITH, LL; UTTER, AC; VINCI, DM; DAVIS, JM; KAMINSKY, DE; SHUTE, M. Cytokine changes after a marathon race. **J Appl Physiol**, v. 91, p.109–114, 2001.

NIEMAN, DC. Marathon training and immune function. **Sports Medicine**, v.37, n.4-5, p. 412-5, 2007.

PEDERSEN, B; HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. **Physiol Rev** , v.80, p. 1055–1081, 2000.

PRESTES, J; DONATO, FF; DLAS, R; FRONLINNI, AB; CAVAGLIERI, CR. Papel da Interleucina-6 como um sinalizador em diferentes tecidos durante o exercício físico. **Fitness & Performance Journal**, v.5, n. 6, p. 348-353, 2006.

RODRIGUES, T; MEYER, F; LANCHÁ JUNIOR, AH; DE ROSE, EH. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esport**, v. 9, n. 2, 2003.

ROSA, LFPBC; VAISBERG, MW. Influências do exercício na resposta imune. **Rev Bras Med Esporte**, v.8 n.4, 2002.

SANTOS, AC. Análise de produção científica: suplementação de carboidrato no exercício físico como recurso ergogênico. **TCC em Educação Física**. Faculdade do Clube do Náutico Mogiano. São Paulo. 2011.

SCHARRHAG, J; MEYER, T; AAURACHER, M; GABRIEL, HH; KINDERMANN, W. Effects of Graded Carbohydrate Supplementation on the Immune Response in Cycling. **Medicine & science in sports & exercise**. 2006.

STARKIE, RL; ARKINSTALL, MJ; KOUKOULAS, L; HAWLWY, JA; FEBBRAIO, MA. Carbohydrate ingestion attenuates the increase in plasma interleukin-6, but not skeletal muscle interleukin-6 mRNA, during exercise in humans. **Journal of Physiology**, v.533, n.2, p.585–591, 2001.

SIMPSON, RJ; KUNZ, H; AGHA, N; GRAFF, R. Exercise and the Regulation of Immune Functions. **Progress in Molecular Biology and Translational Science**, v. 135, ISSN 1877-1173, 2015.

SMITH, LL . Tissue trauma: The underlying cause of overtraining syndrome? **J Strength Cond Res** . v. 18, p. 185 – 193, 2004.

SUZUKI, K; NAKAJI, S; KURAKAKE, S; TOSTUKA, M; SATO, K; KURIYAMA, T; FUJIMOTO, H; SHIBUSAWA, K; MACHIDA, K; SUGAWARA, K . Exhaustive exercise and type-1/type-2 cytokine balance with special focus on Interleukin-12 p40/p70 . **Exerc Immunol Rev**, v. 9 , p. 48 – 58, 2003.

SVENDSEN, IS; KILLER, SC; CARTTER, JM; RANDELL, RK; JEUKENDRUP, AE; GLEESON, M. Impact of intensified training and carbohydrate supplementation on immunity and markers of overreaching in highly trained cyclists. **Eur J Appl Physiol**, v.116, p.867–877, 2016.

WALSH, NP; GLEESON, M; PYNE, DB; NIEMAN, DC; DHABHAR, FS; SHEPHARD, RJ; OLIVER, SJ; BERMON, S; KAJENIENE, A. Position statement. Part two: Maintaining immune health. **Exerc Immunol Rev**, v. 17 p. 64-103, 2011.