



## NUTRIÇÃO COM CARBOIDRATOS E PERFORMANCE EM ESPORTES COLETIVOS

(Publicado: Fevereiro de 2015/Autores: **Clyde Williams, Ian Rollo**/Tópicos: Carboidratos, Treino e Performance)

- Para alcançar o sucesso nos esportes coletivos, os jogadores devem ter resistência, força, velocidade e energia, assim como uma variedade de habilidades específicas a cada esporte que podem ser executadas de maneira rápida e com precisão durante uma competição.
- Os jogadores de esportes coletivos passam cerca de metade do tempo realizando corridas com velocidade baixa a moderada, a partir das quais eles conseguem realizar muitas arrancadas como apoio às oportunidades de marcar pontos ou gols, ou para impedir que o outro time marque.
- Diferente dos esportes tradicionais de resistência nos quais os atletas correm, pedalam ou nadam em uma só direção, jogadores nos esportes coletivos têm que mudar constantemente a sua direção assim como fazer rápidas alterações na sua velocidade. As distâncias percorridas, o número e a frequência das mudanças de direção são em grande parte imprevisíveis e variam de acordo com cada modalidade, e até mesmo entre as diferentes posições ocupadas dentro de cada esporte específico.
- Em esportes coletivos que envolvem contato físico de todo o corpo como o futebol americano, o rugby e o futebol australiano (conhecido como "Aussie Rules"), os jogadores precisam ser fortes o suficiente para atacar assim como para brigar com seus oponentes pela posse da bola. Para lidar com as demandas dos treinos e competições, a nutrição dos jogadores deve ser desenvolvida para cobrir seus gastos de energia assim como manter um bom estado de saúde. Uma questão central no planejamento nutricional para os jogadores que participam em esportes coletivos é a quantidade e tipo de carboidratos em suas dietas devido à contribuição essencial deste macronutriente ao metabolismo energético durante exercícios com alta intensidade.
- Cada arrancada realizada geralmente não dura mais que 2-4 segundos e conta com estoques de fosfocreatina (PCr) e de glicogênio da musculatura esquelética. A recuperação entre cada arrancada pode variar de alguns segundos até diversos minutos, quando há uma parada no jogo.
- Arrancadas frequentes com recuperação inadequada drenam as concentrações de PCr e glicogênio muscular, especialmente em esportes coletivos de total contato físico.
- Repor os estoques de glicogênio do fígado e dos músculos antes dos treinos e competições tem um impacto positivo na performance enquanto a falha neste preparo nutricional resulta em uma performance abaixo da esperada.
- Ingerir carboidratos durante o exercício não apenas ajuda na performance, mas parece melhor preservar as habilidades esportivas em comparação com ingerir água apenas.
- A recuperação adequada dos treinos e competições de esportes coletivos requer que os jogadores consumam uma quantidade adequada (~9g/kg de massa corporal) de carboidratos com alto índice glicêmico (IG). Há também algumas evidências de que a mistura com carboidratos e proteínas possa atenuar o surgimento tardio da dor e sensibilidade muscular, comumente presentes nos jogadores de esportes coletivos.

### LEITURA RECOMENDADA

**Julho de 2018 SSE #181:** O Conceito "Potência Crítica" e a Performance nos Exercícios de Alta Intensidade

**Agosto de 2018 SSE #184:** A Dependência da Ingestão Adequada de Carboidratos para o Sucesso da Performance de Resistência e Alta Intensidade

**Dezembro de 2018 SSE #187:** Pesquisas sobre "Como Minimizar a Lesão e Maximizar o Retorno ao Jogo: Lições dos Ligamentos Modificados"

### INTRODUÇÃO

A performance de sucesso em esportes coletivos como o futebol americano, futebol, rugby, hockey de campo e no gelo e basquete depende da cooperação mútua entre os jogadores do time para marcar mais gols/pontos que o time oponente. Apesar de cada um destes esportes ter diferentes regras em relação à duração da partida, equipamentos, substituições, todos eles compartilham de padrões comuns de jogo. Todos estes esportes envolvem breves períodos com atividades de alta intensidade intercaladas com atividades de menor intensidade, que ajudam o jogo assim como fornecem breves oportunidades de recuperação.

Alterações no ritmo e direção - e em alguns esportes, disputas físicas pela posse de bola - exigem grandes demandas dos estoques de energia dos jogadores, particularmente do glicogênio muscular (Balsom et al., 1999b; Nicholas et al., 1999). Estas diversas demandas físicas aceleram o início da fadiga que é evidente não apenas na redução da velocidade da corrida e distância percorrida na parte final da partida, mas também uma redução na performance de habilidades específicas.

Portanto, para lidar com estas demandas dos treinos e competições, a nutrição dos jogadores deve ser desenvolvida para cobrir seus gastos de energia e para manter um bom estado de saúde. Uma questão central no planejamento nutricional para os jogadores de esportes coletivos é a quantidade e tipo dos carboidratos em suas dietas devido à contribuição essencial feita por este macronutriente ao metabolismo energético durante exercícios de alta intensidade (Burke et al., 2011). Portanto, o objetivo deste artigo é explorar a relação entre a nutrição dos carboidratos e a performance em esportes coletivos, examinando as pesquisas disponíveis na literatura sobre este tópico.

### DEMANDA FÍSICA NOS ESPORTES COLETIVOS

As características comuns dos esportes coletivos é o padrão "stop and go" (intermitente) dos jogos, nos quais os jogadores realizam atividades repetitivas com breves exercícios de alta intensidade pontuados por períodos com atividades de menor intensidade. No

entanto, há uma variação considerável entre os esportes coletivos e mesmo em uma única modalidade, há diferenças nos tipos, intensidades e duração das atividades entre os períodos de corrida com alta velocidade. Descrições quantitativas dos padrões de atividade de diversos esportes coletivos agora estão disponíveis como resultado de estudos utilizando GPS e análises de vídeo. Por exemplo, análises do padrão de atividade em jogadores de hockey de campo, do sexo feminino e de elite, durante jogos internacionais mostraram que as atividades com baixa intensidade (andar e ficar em pé) somaram 55%, jogging e corridas ocuparam cerca de 38% enquanto a proporção de corridas e arrancadas rápidas foi de 5% e 1,5% do tempo de jogo (Macutkiewicz & Sunderland, 2011). As jogadoras realizaram em média 17 arrancadas com uma taxa cardíaca geral de 172 bpm e elas percorreram 5.541 m. Uma análise similar das jogadoras de futebol feminino de elite mostrou que a distância média percorrida foi de 10,3 km dos quais 1,31 km foi com corridas de alta velocidade (Krustrup et al., 2006). Ficar em pé e caminhar ocupou 50% e corridas com baixa velocidade 34% do tempo de jogo. O tempo remanescente foi gasto com corridas de alta velocidade nas quais houve uma média de 25 arrancadas que variaram de acordo com a posição de cada jogadora.

Em esportes de contato como o rugby, 85% e 15% do jogo foram gastos em atividades de baixa e alta intensidade, respectivamente (Duthie et al., 2003). Atividades de alta intensidade envolvem cerca de 6% de corridas e 9% de ataques e disputas pela posse de bola. A distância total percorrida em uma partida de rugby é cerca de 6 km, que é menos que os 10-11km percorridos em partidas realizadas pelos jogadores do futebol de elite (Mohr et al., 2003), mas o gasto de energia em geral é provavelmente maior devido à frequência dos ataques de corpo inteiro. No futebol americano, cada time é formado por duas equipes, uma para a defesa e outra para o ataque, então há substituições frequentes que são ditadas por qual time tem a posse de bola. Apesar de cada equipe passar menos tempo em campo que o rugby, o gasto de energia durante os ataques de alta intensidade e disputas pela posse de bola é subestimado pelas análises dos padrões de atividade isoladamente (Hoffman et al., 2002). Estes estudos também mostraram que há diferenças significativas entre as posições na quantidade de corridas e ataques realizados pelos jogadores durante as partidas. As diferenças no gasto de energia em geral também serão compostas pela altura, massa corporal e forma física dos jogadores.

A duração de cada arrancada nos esportes coletivos é raramente maior que 2-4 segundos, e a recuperação é frequentemente tão pequena quanto alguns segundos e apenas se prolonga para alguns minutos durante algumas paradas no jogo (Spencer et al., 2005). Durante atividades com níveis mais baixos os jogadores tentam se recuperar da última jogada realizada enquanto se movimentam pelo espaço disponível para contribuir com oportunidades de marcar ou defender contra as oportunidades de marcar do oponente.

Em esportes onde não há um grande contato físico como o hockey de campo, futebol e o basquete, ganhar a posse de bola rotineiramente envolve colisões de corpo inteiro. Por outro lado, os ataques e colisões de corpo inteiro e a disputa para pegar ou tirar a bola do oponente é um método aceito de se ganhar a posse de bola em esportes de total contato físico como o hockey no gelo, futebol americano e todos os tipos de rugby.

Uma das características comuns de participar em esportes coletivos é a presença da dor e sensibilidade muscular após o exercício,

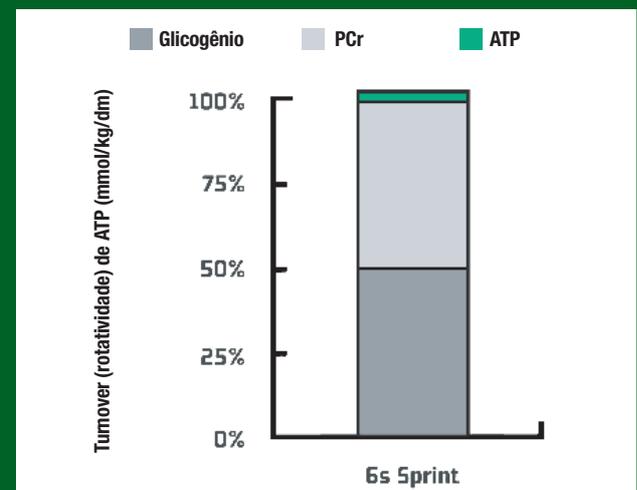
e em esportes com contato físico total, é o alto risco para lesões. Portanto, a recuperação dos treinos e competições inclui lidar com a dor muscular excessiva e lesões (Bailey et al., 2007; Thompson et al., 1999).

Para lidar com o alto gasto energético de treinos e competições com altas demandas físicas, a ingestão de energia dos jogadores de esportes coletivos deve ser relacionada com estas demandas. Devido à grande e fundamental contribuição do metabolismo do carboidrato (CHO) para a produção de energia durante corridas de alta velocidade assim como o grande contato físico, uma atenção especial será dada a este macronutriente essencial nas dietas dos jogadores (Burke et al., 2011).

### METABOLISMO DE ENERGIA DURANTE OS EXERCÍCIOS DE ALTA INTENSIDADE

Nossa habilidade para realizar exercícios com altas intensidades depende da capacidade da nossa musculatura esquelética em rapidamente repor adenosina trifosfato (ATP) utilizado como suporte para todos os processos com altas demandas de energia durante os exercícios. Os dois sistemas metabólicos que geram ATP na musculatura esquelética são conhecidos como “anaeróbico” e “aeróbico”. Para evitar um mau entendimento sobre a função destes dois sistemas de energia, é importante reconhecer que eles trabalham em conjunto, não isoladamente. Por exemplo, durante uma arrancada curta, a alta taxa de produção de ATP na musculatura esquelética é fornecida pelo metabolismo de energia anaeróbico enquanto, ao mesmo tempo, o metabolismo aeróbico continua a fornecer ATP, por exemplo, para o coração e outros órgãos para ajudar nas funções fisiológicas.

A produção anaeróbica de ATP é alimentada pela degradação de fosfocreatina intramuscular (PCr) e glicogênio, um polímero da glicose. A PCr é uma molécula com alto conteúdo de energia que rapidamente converte o produto da quebra do ATP, exemplo, a adenosina difosfato (ADP), de volta como molécula de ATP. O músculo contém cerca de 4-5 vezes mais PCr que sua menor concentração de ATP. Por exemplo, em uma arrancada de 6s, a PCr e o glicogênio contribuem com quase as mesmas quantidades de “rotatividade” (turnover) do ATP (Gaitanos et al., 1993) (Figura 1).



**Figura 1** . Contribuições da produção de ATP durante uma arrancada de 6s em uma esteira não-motorizada. PCr, fosfocreatina; dm, músculo seco. Adaptado de Gaitanos et al. J. Appl. Physiol. 1993.

Enquanto a degradação aeróbica de glicogênio é um processo mais lento, ela produz cerca de 12 vezes mais ATP por molécula de glicose (~35mmol), comparado à sua degradação anaeróbica. Mais ATP é produzido até mesmo pela oxidação de ácidos graxos (~140mmol). No entanto, enquanto o metabolismo aeróbico é muito devagar para dar conta da alta taxa de turnover do ATP necessário durante as curtas arrancadas, ele fornece aos jogadores a energia necessária para realizar uma série de atividades de menor intensidade, entre as arrancadas. Além disso, é o metabolismo aeróbico do glicogênio e dos ácidos graxos, durante a recuperação entre as arrancadas, que é responsável pela ressíntese de PCr. À medida que o jogo progride e o número de arrancadas aumenta, há ainda uma maior contribuição do metabolismo aeróbico, especialmente durante as atividades de menor intensidade entre as arrancadas (Balsom et al., 1999b; Parolin et al., 1999). A maioria dos programas de treinamento para os jogadores participando de esportes coletivos incluem atividades com arrancadas intercaladas com exercícios desenvolvidos para melhorar a capacidade aeróbica. Enquanto a nutrição adequada de carboidratos garante a máxima performance durante os treinos e competições, os treinos periódicos no estado de jejum pré-exercício fornecem um meio adicional de “estressar” os sistemas oxidativos mitocondriais para melhorar sua capacidade de produção de ATP (Bartlett et al., 2014).

## PROTÓCOLOS PARA O ESTUDO DOS ESPORTES COLETIVOS

Apesar dos estudos tradicionais de laboratório continuarem a fornecer perspectivas para a importância das intervenções nutricionais para a performance no exercício, eles não reproduzem as demandas dos esportes “stop and go” que incluem acelerações, desacelerações e corridas em uma série de velocidades. Diversos estudos com corridas intermitentes em diversas velocidades basearam seus métodos em corridas de “vai-e-vem” de 20 m (Leger & Lambert, 1982). Um destes métodos é o Teste de Corrida “Vai-e-Vem” Intermitente de Loughborough (LIST) que foi desenvolvido para simular o padrão de atividades característico do futebol e outros esportes “stop and go” (Nicholas et al., 2000). O protocolo consiste em duas partes: a parte A é um período fixo de corridas “vai-e-vem” com velocidades variadas por uma distância de 20 m; a parte B consiste em corrida contínua, alternando a cada 20 m entre 95% e 55% da captação máxima de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) até a fadiga espontânea. A parte A consiste em 5 blocos de 15 minutos com atividades e recuperação de 3 minutos entre cada bloco. Em cada bloco de 15 minutos, os corredores completam o seguinte ciclo de atividades, uma caminhada, um sprint, jogging (55% do  $VO_{2max}$ ) e uma corrida (95% do  $VO_{2max}$ ), e cada ciclo é repetido 11-12 vezes. Um bip audível gerado por computador ajuda os participantes a manter seu ritmo pré-determinado com a exceção dos sprints. Os tempos para 15 minutos do sprint de 20 m são gravados por computador utilizando portas de cronometragem de tempo com sensores fotoelétricos. As respostas fisiológicas e as distâncias percorridas durante o teste LIST de 90 minutos se assemelham muito com aquelas gravadas nos jogos de futebol profissional.

O protocolo LIST também foi modificado para simular as atividades comuns no basquete e também incluem diversos testes de cognição (Welsh et al., 2002; Winnick et al., 2005). Bangsbo e colaboradores (2006) estenderam o protocolo de corrida “vai-e-vem” para incluir uma variedade completa de atividades relacionadas com o futebol além dos sprints, corridas e caminhadas. O teste para o futebol “Copenhagen” (CST – Copenhagen Soccer Test) inclui uma cobertura completa das atividades relacionadas ao futebol que muito se assemelham às demandas fisiológicas e metabólicas de um jogo de futebol (Bendixsen et al., 2012). Por

exemplo, foi mostrado que completar o teste CST reduziu os conteúdos de glicogênio muscular em valores muito parecidos com os documentados durante jogos de futebol em campeonatos. O conteúdo de glicogênio muscular após os jogos de futebol competitivos são reduzidos em 50-60% do valor anterior ao jogo. Ele e outros notaram que a perda de glicogênio durante a corrida intermitente com velocidades variadas não é igual nos tipos 1 e 2 de fibras musculares (Bendixsen et al., 2012; Nicholas et al., 1999). Em geral, a redução da concentração do glicogênio muscular é acompanhada (e também responsável) por uma queda paralela na performance em sprints múltiplos (Gaitanos et al., 1993).

É importante reconhecer que nestes estudos as intensidades dos exercícios são prescritas, sendo a velocidade dos sprints a única velocidade que pode ser escolhida pelo participante, enquanto em jogos de campeonatos os jogadores apresentam seu próprio ritmo para evitar a exaustão. Esta limitação ao protocolo LIST foi recentemente abordada com a adição de sessões auto-ritmadas ao protocolo (Ali et al., 2014). Isto melhora a validade ecológica do teste e também permite que a performance dos jogadores sejam monitoradas mais de perto durante o início gradual da fadiga.

## NUTRIÇÃO COM CARBOIDRATOS E A PERFORMANCE EM ESPORTES COLETIVOS

De todos os esportes coletivos, a performance dos jogadores de futebol e as alterações fisiológicas e metabólicas implícitas foram amplamente estudadas. Estudos iniciais sobre o glicogênio muscular e os padrões de atividade dos jogadores durante os jogos de futebol mostraram que aqueles com baixo conteúdo de glicogênio anterior ao jogo percorreram menores distâncias em comparação com aqueles com altos conteúdos (Bangsbo et al., 2006; Rollo, 2014). Estas observações resultaram em recomendações para jogadores de esportes coletivos para completarem seus estoques de CHO antes das competições, assim como durante a recuperação entre os treinos. Quando há diversos dias entre as partidas, os treinos curtos e a maior ingestão de CHO nos dias que precedem a competição é um método bem aceito de restauração dos conteúdos de glicogênio muscular e do fígado (Burke et al., 2011; Sherman et al., 1981). Apesar de existirem diversos estudos de referência sobre corrida e ciclismo que mostram os benefícios da prática de exercícios com os estoques de glicogênio completos, há um menor número de estudos sobre a performance em esportes coletivos.

### Ingestão de carboidratos antes do exercício

Sabendo que a fadiga durante exercícios prolongados de alta intensidade está diretamente associada com a depleção de glicogênio muscular, não é uma surpresa que os benefícios para a performance com o aumento da ingestão de carboidratos tenham recebido muita atenção, particularmente na preparação para os exercícios de resistência. No entanto, as intervenções nutricionais antes dos treinos e competições em esportes coletivos tem recebido menos atenção.

Abordando esta questão para o hockey no gelo, Akermark e colaboradores (1996) examinaram o impacto de uma dieta enriquecida com CHO (60%) e uma mista (CHO 40%), em dois grupos de jogadores durante 3 dias entre dois jogos. Eles encontraram que o grupo com a dieta rica em CHO patinou significativamente mais

(30%) e percorreu uma maior distância (~5 km contra ~3,5 km) durante o segundo jogo em comparação com os jogadores com a dieta com menor quantidade de CHO. Em um estudo de campo similar, Balsom e colaboradores (1999a) examinaram o impacto de cargas de CHO na performance durante um jogo de futebol de 90 minutos, 4 jogadores por time. Eles reduziram os estoques de glicogênio dos jogadores 48 horas antes com uma corrida de “vai-e-vem” com velocidades variadas e depois alteraram o conteúdo de CHO de suas dietas para 65% ou 30% da ingestão energética diária. Análises de padrão de movimento durante o jogo mostrou que os jogadores realizaram 30% mais corridas de alta intensidade após o alto consumo de CHO em comparação com o menor conteúdo antes da partida.

Consumir uma refeição rica em CHO antes do exercício, ~2-3 horas antes dos treinos e competições, ajuda a restaurar o glicogênio do fígado, que é reduzido após o jejum noturno assim como gera um pequeno aumento no conteúdo de glicogênio muscular. Refeições com alto teor de CHO que fornecem cerca de 2,5 g/kg de massa corporal (MC) consumidas 3 horas antes do exercício aumentam o conteúdo de glicogênio muscular em ~11% (Chryssanthopoulos et al., 2004). Este aumento relativamente pequeno no glicogênio muscular é uma consequência da captação de glicose pelo fígado e um certo atraso na absorção e digestão, especialmente quando a refeição é ingerida apenas 2 horas antes do exercício.

O tipo de CHO consumido na refeição pré-exercício pode influenciar a performance no exercício subsequente? Diversos estudos compararam as possíveis vantagens de refeições pré-exercício com CHO de alto índice glicêmico (IG) e baixo índice glicêmico (IG). Um estudo sugeriu que uma refeição pré-exercício com CHO de baixo IG, consumida 3 horas antes do exercício, melhorou a capacidade de resistência durante a corrida submáxima em esteira (Wu & Williams, 2006). Neste estudo, o metabolismo de gordura foi maior após a refeição com CHO de baixo IG em comparação com o metabolismo de gordura após a refeição com alto IG. No entanto, esta potencial vantagem não traduz uma melhora na performance durante curtos períodos com sprints (Erith et al., 2006), já que o metabolismo de gordura não consegue fornecer ATP rápido o suficiente como suporte ao exercício com alta intensidade. Por outro lado, ao se consumir refeições com o mesmo conteúdo energético com carboidratos de alto IG ou de baixo IG (2,5 g/kg MC) após o jejum noturno, apenas o café da manhã com alto IG aumenta o glicogênio muscular (11-15%) 3 horas depois (Wee et al., 2005).

### Ingestão de carboidratos durante o exercício

Apesar dos benefícios da ingestão de solução com carboidratos e eletrólitos (CHO-E) durante a corrida de resistência serem bem estabelecidos, uma menor atenção foi dada ao exercício extenso intermitente. Então, Nicholas e colaboradores (1995) forneceram aos jogadores em uma partida, uma solução com 6,5% de CHO-E ou uma solução (P) placebo, com cor e gosto parecidos, entre cada bloco de 15 minutos no teste LIST. Após a realização de 5 blocos do teste, os jogadores completaram a parte B, exemplo, alternando sprints de 20 m com jogging para recuperação da fadiga. A ingestão da solução CHO-E resultou em um tempo de corrida 33% maior, por exemplo, além dos 75 minutos levados para completar os 5 blocos do teste, em comparação com quando os jogadores ingeriram a solução P. Um resultado similar foi obtido

por Davis e colaboradores (2000) utilizando uma forma modificada do teste LIST para examinar as influências da ingestão de uma solução com CHO-E de 6%, com e sem suplementação de cromo, na performance de corrida de resistência “vai-e-vem” intermitente. Ingerir a solução com CHO-E de 6% melhorou o tempo de corrida em 32% em comparação com a ingestão de placebo, mas não houve benefício adicional com a inclusão do cromo. Melhoras similares na performance foram relatadas quando os jogadores ingeriram CHO em gel. Os dois estudos publicados sobre o impacto da ingestão de CHO em gel na performance em corrida de “vai-e-vem”, com velocidades variadas, relataram melhora na capacidade de resistência na corrida (Patterson & Gray, 2007; Phillips et al., 2012).

Em muitos jogos de esportes coletivos, vários minutos são adicionados ao tempo de jogo devido às paradas causadas por lesões. Por exemplo, em partidas no futebol internacional um adicional de 30 minutos é jogado quando o placar está empatado no final do tempo de jogo regular. Este tempo extra (“prorrogação”) apresenta uma variedade de desafios que inclui o início da fadiga associado à depleção do glicogênio muscular. A nutrição durante o breve intervalo anterior à prorrogação apresenta apenas efeitos modestos na recuperação dos jogadores. Uma estratégia adicional é garantir que os conteúdos de glicogênio do fígado e da musculatura sejam restaurados após os treinos e antes das competições, pela carga de CHO. Para testar esta hipótese, jogadores de futebol do nível universitário completaram 6 blocos do teste LIST (90 minutos) e depois consumiram uma dieta com alto teor de CHO por 48 horas, antes de repetir o teste LIST até a fadiga (Foskett et al., 2008). A carga de CHO aumentou o conteúdo de glicogênio muscular em cerca de 50% a mais que o valor normal para estes jogadores. Durante performance subsequente no teste LIST, eles ingeriram uma solução com CHO-E de 6,5%, ou um placebo com gosto e cor similares ao longo do exercício. Ao final dos 90 minutos, os jogadores - que estavam correndo com um parceiro com forma física semelhante - continuaram a completar os blocos modelo-padrão com 15 minutos de atividades até o momento da fadiga. O tempo total de exercício durante o teste com CHO-E foi significativamente maior (158 minutos), em comparação com o teste placebo (131 minutos).

Em ambientes quentes, o rápido aumento na temperatura corporal, ao invés da depleção de glicogênio, é a causa para a redução na performance durante a corrida intermitente extensa com velocidades variadas (Mohr et al., 2010; Morris et al., 2005). Evitar a desidratação severa pela adoção de uma estratégia adequada de hidratação é a abordagem aceita para treinar e competir no calor. Portanto, há um benefício de ingerir uma solução com CHO-E ao invés de somente água durante esportes coletivos no calor? Abordando esta questão, Morris e colaboradores (2003) não encontraram benefícios na performance quando jogadores não-aclimatados realizaram o protocolo LIST em uma temperatura ambiental de 30°C, enquanto ingerindo uma solução com CHO-E de 6,5% ou placebo com gosto e cor semelhantes. Contudo, é importante notar que neste estudo, o ritmo dos jogadores foi prescrito em todas as sessões do protocolo, menos nas sessões de sprint – quando suas temperaturas internas atingiram valores criticamente altos em que jogadores simplesmente pararam de correr. No “mundo real” das competições esportivas, estes jogadores teriam estabelecido um ritmo próprio para evitar o início precoce da fadiga e/ou para evitar serem substituídos. Nestas circunstâncias, é razoável especular que a ingestão de uma solução com CHO-E teria benefícios em comparação com a ingestão de apenas água. Estes incluem manter a concentração de glicose sanguínea, retardar a depleção de

glicogênio, preservar o nível das habilidades e não esquecer do possível impacto no metabolismo cerebral e a relação com a motivação (Rollo & Williams, 2011).

## INGESTÃO DE CARBOIDRATOS E A PERFORMANCE NAS HABILIDADES ESPECÍFICAS

Um componente essencial da performance em esportes coletivos é a execução de habilidades de alto nível. A variedade e complexidade das habilidades variam significativamente entre os esportes coletivos e jogadores. Contudo, à medida que o jogo progride e os jogadores se tornam fadigados, há uma redução no nível de execução destas habilidades (Sunderland & Nevill, 2005). No entanto, o nível de proficiência da habilidade que o jogador consegue atingir, especialmente quando realizada em velocidade, é um fator de destaque entre o jogador recreacional e o jogador profissional. Não de maneira surpreendente, estudos observando os esportes coletivos profissionais encontraram que os times que melhor mantinham a performance nas habilidades ao longo de um jogo, terminaram a temporada em uma posição melhor em suas ligas (Rampinini et al., 2009). Infelizmente, há muito pouca informação sobre a performance em habilidades em muitos esportes coletivos "stop and go", em grande parte, devido à dificuldade em estabelecer testes confiáveis e válidos ecologicamente (Ali et al., 2009). A maioria dos estudos sobre habilidades específicas nos esportes é sobre o basquete e futebol.

Por exemplo, em um estudo sobre habilidades específicas do futebol, a ingestão de soluções com CHO de 6,0-7,5%, fornecendo ~30-60g CHO/hora, foi associada com uma performance superior nas habilidades nos estágios finais do jogo, comparando com a ingestão de solução placebo (Ali et al., 2007; 2009; Russell & Kingsley, 2014). Currell e colaboradores (2009) também relataram uma melhora significativa na performance de dribles no futebol, quando os jogadores ingeriram 55g de CHO/hora em comparação com um placebo com gosto similar. Estudos avaliando a performance no passe no futebol, após a realização de 90 minutos do teste LIST, mostraram que a ingestão de solução com CHO-E (~52g/h) tendeu a preservar a performance nas habilidades em maior extensão, comparando com a ingestão de um placebo com gosto e cor semelhantes (Ali et al., 2007).

Na tentativa de examinar a influência da ingestão de uma solução com CHO-E na alteração das habilidades e humor, Welsh e colaboradores (2002) modificaram o protocolo LIST para melhor se assemelhar aos períodos de atividades no basquete. Eles incluíram 4 blocos de 15 minutos (tempos do basquete), caminhando e realizando saltos verticais com descanso de 20 minutos (meio tempo) entre o segundo e o terceiro bloco (tempo). Ao final do quarto tempo, o jogador completou corridas "vai-e-vem" com intervalos de 20 minutos, alternando entre 120% do  $VO_{2max}$  e 55% do  $VO_{2max}$  até a fadiga espontânea. Nestes breves períodos de descanso entre cada bloco de 15 minutos, os jogadores também realizaram um conjunto de testes mentais e físicos: saltos verticais, teste modificado de amarelinha para avaliar a habilidade motora de corpo inteiro e teste da função mental, por exemplo, teste de "efeito Stroop" com palavras e cores assim como responder um questionário sobre o estado de humor (POMS). Os jogadores ingeriram uma solução com CHO-E de 6%, ou um placebo com cor e gosto similares, imediatamente antes e ao longo dos exercícios. O tempo da corrida de "vai-e-vem" até a fadiga foi 37% maior quando os jogadores ingeriram a solução de CHO-E e os tempos dos sprints foram melhores mantidos durante o último tempo, em comparação com o teste placebo. Este estudo foi estendido com um número

maior de jogadores do sexo masculino e feminino, para avaliar o impacto da ingestão de solução com CHO-E de 6% nas funções dos SNC e periférico.

Mais uma vez, eles encontraram tempos de sprints de 20 m mais rápidos, melhor habilidade motora e melhor estado de humor durante o último tempo quando os jogadores ingeriram a solução com CHO-E (Winnick et al., 2005). Benefícios similares foram relatados em um estudo do basquete sobre habilidades de arremesso com jogadores jovens após a ingestão de solução com CHO-E (solução de 6%: 70-73 g/hora) durante um jogo simulado com 4 tempos (Dougherty et al., 2006).

É importante notar que diferente dos estudos de laboratório sobre a performance em habilidades, onde a frequência e a quantidade da ingestão de CHO-E é cuidadosamente controlada, há poucas oportunidades para a ingestão de líquidos durante jogos reais de futebol. No basquete, as oportunidades para a ingestão de líquidos durante os tempos na partida são de alguma forma maiores. Contudo, as evidências disponíveis sugerem que os jogadores deveriam procurar oportunidades para ingerir soluções contendo CHO-E durante os intervalos e tempos, quando eles ocorrem ao longo do jogo.

## INGESTÃO DE CARBOIDRATOS E A RECUPERAÇÃO DA PERFORMANCE

Consumir carboidratos imediatamente após o exercício aumenta a taxa de repleção do glicogênio muscular e do fígado (Casey et al., 2000; Ivy, 1998). No entanto, a restauração do glicogênio parece ser mais lenta após esportes "stop and go", possivelmente porque eles incluem um grande número de contrações excêntricas prejudiciais da musculatura esquelética (Asp et al., 1998). Evidências mais recentes confirmam que a ressíntese de glicogênio é menor tanto após um jogo de futebol simulado com 60 minutos ou após um jogo de 90 minutos, mas lança dúvidas com relação aos exercícios excêntricos (Gunnarsson et al., 2013).

Apesar dos mecanismos implícitos da restauração do glicogênio muscular após a participação em esportes "stop and go" ainda precisarem ser explicados, a questão pragmática seria se as dietas de recuperação com alto teor de CHO restauram a performance durante exercícios subsequentes ou não. Para abordar esta questão, Nicholas e colaboradores (1997) recrutaram jogadores que realizaram 5 blocos do teste LIST (75 minutos), seguidos por sprints alternados com jogging para recuperação por 20m até a fadiga, e então repetiram suas performances 22 horas mais tarde.

Durante a recuperação, eles consumiram suas dietas normais com um adicional de CHO para atingir a ingestão total de 9g/kg de MC, ou as suas dietas normais de CHO (5 g/kg MC) com um adicional de proteínas extras para igualar a ingestão de energia com a dieta com alto conteúdo de CHO. Após a dieta de recuperação com alto teor de CHO, os jogadores conseguiram igualar suas performances em relação ao dia anterior. Ao contrário, quando eles consumiram a quantidade normal de CHO e a quantidade igual de energia, os jogadores falharam em reproduzir suas performances do dia anterior.

Foi sugerido que adicionar proteína ao CHO durante a recuperação aumenta a taxa de ressíntese de glicogênio, e então, melhora consecutivamente a capacidade de exercício. No entanto, nem todos os estudos respaldam estes resultados tanto após corrida na esteira (Betts & Williams, 2010), como após um jogo de futebol em um campeonato (Gunnarsson et al., 2013). Porém, pode haver um

caso específico para o consumo da mistura de CHO-proteína após o exercício. Por exemplo, para atingir a taxa máxima da síntese de glicogênio após o exercício, jogadores devem consumir uma grande quantidade de CHO (~1,2 g/kg de MC), que eles podem não tolerar. Misturas com CHO e proteína, com energia semelhante, contêm menos CHO e ainda resultam em uma taxa similar de res-síntese de glicogênio, em comparação com o CHO isoladamente.

Logo, a informação disponível mostra que uma boa recuperação é atingida pelo início imediato da ressíntese de glicogênio após o exercício. Além disso, consumir carboidratos de alto IG após o exercício aproveita a bioquímica celular que é estimulada para rapidamente repor os estoques de glicogênio do fígado e muscular, em maior extensão do que consumir carboidratos de baixo IG (Burke et al., 1993). A ingestão após o exercício de soluções com CHO-eletrólitos tem a vantagem de não apenas contribuir com a ressíntese de glicogênio, mas também contribuir com a reidratação. Adicionalmente, enquanto a mistura de CHO e proteína após o exercício pode não resultar em maior estoque de glicogênio, há sugestões de que ela possa atenuar o surgimento tardio da dor e sensibilidade muscular presentes nos jogadores em muitos esportes coletivos (Cockburn et al., 2010), apesar de isto não ser uma visão consensual (Pasiakos et al., 2014). Contudo, há um consenso geral de que a ingestão de proteínas após o exercício fornece substratos para uma maior síntese de proteínas (Pasiakos et al., 2014; Phillips, 2011).

## RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS

- Durante corridas intermitentes breves de alta intensidade, há uma gradual redução na performance à medida que o jogo progride, o que é em grande parte, o resultado da redução nos conteúdos de glicogênio na musculatura esquelética.
- Consumir soluções com carboidratos e eletrólitos (60-90 g/h) durante exercícios extensos tem diversas vantagens para a performance:
  - Estende o tempo de corrida, além do atingido quando se bebe somente água;
  - Preserva a velocidade nas arrancadas em comparação com a alcançada quando se bebe somente água;
  - Tende a preservar as habilidades específicas ao esporte em comparação com quando se bebe somente água.
- Consumir carboidratos após um jogo em esportes coletivos é essencial para a recuperação adequada.
  - Consumir carboidratos imediatamente após o exercício aproveita o estímulo para a síntese de glicogênio na musculatura esquelética.
  - As dietas de recuperação e as pré-exercício agem em conjunto quando o jogador treina duas vezes no mesmo dia, e então o plano nutricional é essencial para alcançar uma ótima performance.
  - As preferências alimentares individuais devem ser incluídas no planejamento nutricional dos jogadores, considerando de maneira geral seus gastos de energia durante os treinos e competições.
  - Quando os jogadores terminam um treinamento diário pesado eles necessitam de uma dieta de recuperação que inclua 9-10 g de CHO/kg de MC, para restaurar a performance.
  - As misturas com carboidratos e proteínas consumidas durante a recuperação podem ajudar a atenuar o surgimento tardio da dor e sensibilidade muscular pós-exercício.

## RESUMO

Resumindo, uma abordagem pragmática é necessária para garantir que a ingestão de carboidratos dos jogadores esteja associada adequadamente às demandas dos treinos e competições. Na ausência de informações confiáveis sobre os gastos de energia dos jogadores, o foco deve ser em três elementos; (1) a dieta dos jogadores, garantindo a ingestão suficiente de carboidratos e proteínas, (2) monitoramento das variações na massa e composição corporal, para garantir que os jogadores não estejam perdendo ou ganhando peso e (3) a habilidade dos jogadores em lidar com treinos e competições como o reflexo de suas próprias percepções em relação à sua performance, além da percepção dos técnicos. Estas observações, em conjunto com o monitoramento nutricional habitual, permitem o ajuste da nutrição dos jogadores para que eles consigam lidar com as demandas dos treinos e competições, assim como manter um bom estado de saúde. Esta abordagem é um passo positivo em direção a individualização das necessidades de carboidratos dos jogadores em esportes coletivos (Jeukendrup, 2014).

## REFERÊNCIAS

- Akermark, C., I. Jacobs, M. Rasmussen, and J. Karlsson (1996). Diet and muscle glycogen concentration in relation to physical performance in Swedish elite ice hockey players. *Int. J. Sport Nutr.* 6:272-284.
- Ali, A., C. Williams, C. Nicholas, and A. Fosskett (2007). The influence of carbohydrate-electrolyte ingestion on soccer skill performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 39:1969-1976.
- Ali, A., C. Williams, M. Hulse, A. Strudwick, J. Reddin, L. Howarth, J. Eldred, M. Hirst, and S. McGregor (2009). Reliability and validity of two tests of soccer skill. *J. Sports Sci.* 25:1461-1470.
- Ali, A., A. Fosskett, and N. Gant (2014). Measuring intermittent exercise performance using shuttle running. *J. Sports Sci.* 32:601-609.
- Asp, S., J. Daugaard, S. Kristiansen, B. Kiens, and E. Richter (1998). Exercise metabolism in human skeletal muscle exposed to prior eccentric exercise. *J. Physiol.* 509:305-313.
- Bailey, D., S. Erith, J. Griffin, T. Dowson, D. Brewer, N. Gant, and C. Williams (2007). Influence of cryotherapy on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle-running exercise. *J. Sports Sci.* 25:1163-1170.
- Balsom, P., K. Wood, P. Olsson, and B. Ekblom (1999a). Carbohydrate intake and multiple sprint sports: with special reference to football (soccer). *Int. J. Sports Med.* 20:48-52.
- Balsom, P., G. Gaitanos, K. Soderlund, and B. Ekblom (1999b). High intensity exercise and muscle glycogen availability in humans. *Acta Physiol. Scand.* 165:337-345.
- Bangsbo, J., M. Mohr, and P. Krstrup (2006). Physical and metabolic demands of training and match play in the elite player. *J. Sports Sci.* 24:665-674.
- Bartlett, J.D., J.A. Hawley, and J.P. Morton (2014). Carbohydrate availability and exercise training adaptation: Too much of a good thing? *Eur. J. Sport Sci.* 19:1-10.
- Bendixsen, M., R. Bischoff, M. Randers, M. Mohr, I. Rollo, C. Suetta, J. Bangsbo, and P. Krstrup (2012). The Copenhagen soccer test: Physiological response and fatigue development. *Med. Sci. Sports Exerc.* 44: 1595-1603.
- Betts, J., and C. Williams (2010). Short-term recovery from prolonged exercise: Exploring the potential for protein ingestion to accentuate the benefits of carbohydrate supplements. *Sports Med.* 40:941-959.
- Burke, L.M., G.R. Collier, and M. Hargreaves (1993). Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feedings. *J. Appl. Physiol.* 75:1019-1023.
- Burke, L., J. Hawley, S. Wong, and A. Jeukendrup (2011). Carbohydrates for training and competition. *J. Sports Sci.* 29:S17-S27.
- Casey, A., R. Mann, K. Banister, J. Fox, P.G. Morris, I. Macdonald, and P.L. Greenhaff (2000). Effect of carbohydrate ingestion on glycogen resynthesis in human liver and skeletal muscle, measured by <sup>13</sup>C MRS. *Am. J. Physiol.* 278:E65-E75.
- Cockburn, E., E. Stevenson, P. Hayes, P. Robson-Anley, and G. Howatson (2010). Effect of milk-based carbohydrate-protein supplement timing on the attenuation of exercise-induced muscle damage. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 35:270-277.

- Chryssanthopoulos, C., C. Williams, A. Nowitz, and G. Bogdanis (2004). Skeletal muscle glycogen concentration and metabolic responses following a high glycaemic carbohydrate breakfast. *J. Sports Sci.* 22:1065-1071.
- Currell, K., S. Conway, and A. Jeukendrup (2009). Carbohydrate ingestion improves performance of a new reliable test of soccer performance. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 19:34-46.
- Davis, J., R. Welsh, and N. Alderson (2000). Effects of carbohydrate and chromium ingestion during intermittent high-intensity exercise to fatigue. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 10:476-485.
- Dougherty, K., L. Baker, M. Chow, and L. Kenney (2006). Two percent dehydration impairs and six percent carbohydrate drink improves boys basketball skills. *Med. Sci. Sports Exerc.* 38:1650-1658.
- Duthie, G., D. Pyne, and S. Hooper (2003). Applied physiology and game analysis of rugby union. *Sports Med.* 33:973-991.
- Erith, S., C. Williams, E. Stevenson, S. Chamberlain, P. Crews, and I. Rushbury (2006). The effect of high carbohydrate meals with different glycemic indices on recovery of performance during prolonged intermittent high-intensity shuttle running. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 16:393-404.
- Foskett, A., C. Williams, L. Boobis, and K. Tsintzas (2008). Carbohydrate availability and muscle energy metabolism during intermittent running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 40:96-103.
- Gaitanos, G.C., C. Williams, L.H. Boobis, and S. Brooks (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J. Appl. Physiol.* 75:712-719.
- Gunnarsson, T., M. Bendiksen, R. Bischoff, P. Christensen, B. Lesivig, K. Madsen, F. Stephens, P. Greenhaff, P. Krstrup, and J. Bangsbo (2013). Effect of whey protein- and carbohydrate-enriched diet on glycogen resynthesis during the first 48 h after a soccer game. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 23:508-515.
- Hoffman, J., C. Maresch, R. Newton, M. Ruben, D. French, J.S. Volek, J. Sutherland, N. Robertson, A.L. Gomez, N.A. Ratamess, J. Kang, and W.J. Kraemer (2002). Performance, biochemical and endocrine changes during a competitive football game. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34:1845-1853.
- Ivy, J. (1998). Glycogen resynthesis after exercise: effect of carbohydrate intake. *Int. J. Sports Med.* 19:S142-S145.
- Jeukendrup, A. (2014). A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. *Sports Med.* 44:S25-S33.
- Krstrup, P., M. Mohr, H. Ellingsgaard, and J. Bangsbo (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37:1242-1248.
- Leger, L., and J. Lambert (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict V<sub>O2</sub>max. *Eur. J. Appl. Physiol.* 49:1-12.
- Macutkiewicz, D., and C. Sunderland (2011). The use of GPS to evaluate activity profiles of elite women hockey players during match play. *J. Sports Sci.* 29:967-973.
- Mohr, M., P. Krstrup, and J. Bangsbo (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J. Sports Sci.* 21:519-528.
- Mohr, M., I. Mujika, J. Santisteban, M. Randers, R. Bischoff, R. Solano, A. Hewitt, A. Zubillaga, E. Peltola, and P. Krstrup (2010). Examination of fatigue development in elite soccer in a hot environment: a multi-experimental approach. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 20:S125-S132.
- Morris, J., M. Nevill, D. Thompson, J. Collie, and C. Williams (2003). The influence of a 6.5% carbohydrate-electrolyte solution on performance of prolonged intermittent high intensity running at 30°C. *J. Sports Sci.* 31:371-381.
- Morris, J., M. Nevill, L. Boobis, I. Macdonald, and C. Williams (2005). Muscle metabolism, temperature, and function during prolonged intermittent high intensity running in air temperatures of 33°C and 17°C. *Int. J. Sport Med.* 26:805-814.
- Nicholas, C., C. Williams, H. Lakomy, G. Phillips, and A. Nowitz (1995). Influence of ingesting a carbohydrate-electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high intensity shuttle running. *J. Sports Sci.* 13:283-290.
- Nicholas, C., P. Green, R. Hawkins, and C. Williams (1997). Carbohydrate intake and recovery of intermittent running capacity. *Int. J. Sport Nutr.* 7:251-260.
- Nicholas, C., C. Williams, L. Boobis, and N. Little (1999). Effect of ingesting a carbohydrate-electrolyte beverage on muscle glycogen utilisation during high intensity, intermittent shuttle running. *Med. Sci. Sport Exec.* 31:1280-1286.
- Nicholas, C., F. Nuttall, and C. Williams (2000). The Loughborough Intermittent Shuttle Test: A field test that simulates the activity pattern of soccer. *J. Sports Sci.* 18:97-104.
- Parolin, M., A. Chesley, M. Matsos, L. Spriet, N. Jones, and G. Heigenhauser (1999). Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH during maximal intermittent exercise. *Am. J. Physiol.* 277:E890-E900.
- Pasiakos, S., H. Lieberman, and T. McLellan (2014). Effects of protein supplements on muscle damage, soreness and recovery of muscle function and physical performance: a systematic review. *Sports Med.* 44:665-670.
- Patterson, S., and S. Gray (2007). Carbohydrate-Gel supplementation and endurance performance during intermittent high-intensity shuttle running. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 17:445-455.
- Phillips, S. (2011). Exercise and protein nutrition: The science of muscle hypertrophy: making dietary protein count. *Proc. Nutr. Soc.* 70:100-103.
- Phillips, S.M., A.P. Turner, M.F. Sanderson, and J. Sproule (2012). Carbohydrate gel ingestion significantly improves the intermittent endurance capacity, but not sprint performance, of adolescent team games players during a simulated team games protocol. *Eur. J. Appl. Physiol.* 112:1133-1141.
- Rampinini, E., F. Impellizzeri, A. Castagna, J. Coutt, and U. Wisloff (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league effect of fatigue and competitive level. *J. Sci. Med. Sport.* 120:227-233.
- Rollo, I., and C. Williams (2011). Effect of mouth-rinsing carbohydrate solutions on endurance performance. *Sports Med.* 41:449-461.
- Rollo, I. (2014). Carbohydrate: The football fuel. *Sports Sci. Exchange.* 27(127):1-8.
- Russell, M., and M. Kingsley (2014). The efficacy of nutritional interventions on soccer skill performance. *Sports Med.* 44:957-970.
- Sherman, W., D. Costill, W. Fink, and J. Miller (1981). Effect of exercise-diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance. *Int. J. Sports Med.* 2:114-118.
- Spencer, M., D. Bishop, B. Dawson, and C. Goodman (2005). Physiology and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Med.* 35:1025-1044.
- Sunderland, C., and M.E. Nevill (2005). High intensity intermittent running and field hockey skill performance in the heat. *J. Sports Sci.* 23:531-540.
- Thompson, D., C. Nicholas, and C. Williams (1999). Muscle soreness following prolonged intermittent high intensity shuttle running. *J. Sports Sci.* 17:387-395.
- Wee, S., C. Williams, K. Tsintzas, and L. Boobis (2005). Ingestion of a high-glycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise. *J. Appl. Physiol.* 99:707-714.
- Welsh, R., M. Davis, J. Burke, and H. Williams (2002). Carbohydrates and physical/ mental performance during intermittent exercise to fatigue. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34:723-731.
- Winnick, J., J. Davis, R. Welsh, and M. Carmichael (2005). Carbohydrate feedings during team sport exercise preserve physical and CNS function. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37:306-315.
- Wu, C.-L., and C. Williams (2006). A low glycemic index meal before exercise improves running capacity in man. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 16:510-527.