

EFEITOS DE UMA DIETA RICA EM CARBOIDRATOS NA HIPERTROFIA MUSCULAR EM PRATICANTES DE TREINAMENTO DE FORÇARomário Araujo Oliveira¹**RESUMO**

Introdução: Muitos praticantes de exercícios físicos consomem muito carboidrato, principalmente como suplementos, por ser a principal fonte de energia para a realização de exercícios físicos. Há ainda uma tendência de que o efeito benéfico de uma dieta rica em carboidratos só ocorra em exercícios de longa duração, mas o uso de carboidratos em exercícios como o treinamento de força, tem sido essencial tanto para melhorar o rendimento esportivo nos treinos como para ajudar na hipertrofia muscular. Objetivo: Esta revisão tem como objetivo analisar os efeitos de uma dieta rica em carboidratos na hipertrofia muscular em praticantes de treinamento de força. Revisão de literatura: Os carboidratos podem ser ingeridos antes, durante e após a prática de exercícios físicos. Dos cinco estudos analisados primeiramente, todos validaram que os carboidratos exercem grande influência na hipertrofia muscular, depois foram observados as conclusões de nove estudos referentes ao tema, e todos concluíram que os carboidratos exercem grandes efeitos na hipertrofia muscular, e a maioria dos estudos analisados mostram que um dos principais fatores que medeiam a hipertrofia muscular é a liberação de insulina e o aumento da sensibilidade das células musculares à insulina. Conclusão: Logo, conclui-se que a ingestão de carboidratos exerce grandes efeitos na hipertrofia muscular aos praticantes de treinamento de força.

Palavras-chave: Dieta. Carboidratos. Treinamento de força. Hipertrofia Muscular.

ABSTRACT

Effects of a diet rich in carbohydrates in muscle hypertrophy by practitioners of strength training

Introduction: Many practitioners exercise consume too many carbohydrates, mainly as supplements to be the main source of energy for physical exercises. There is still a trend that the beneficial effect of a diet rich in carbohydrates occurs only in prolonged exercise, but the use of carbohydrates in exercises such as strength training, has been essential both to improve sports performance training in how to help in muscle hypertrophy. Objective: This review aims to examine the effects of a high carbohydrate diet on muscle hypertrophy in practicing strength training. Literature review: The carbohydrates can be consumed before, during and after physical exercise. Of the five studies analyzed first, all validated that carbohydrates exert great influence on muscle hypertrophy, were observed after the findings of nine studies on the subject, and all concluded that carbohydrates exert major effects on muscle hypertrophy, and most of the analyzed studies show that one of the main factors that mediate muscle hypertrophy is insulin release and increased sensitivity of muscle cells to insulin. Conclusion: Therefore, it is concluded that the carbohydrate intake, alone or combined with protein products, exerts major effects on muscle hypertrophy practitioners to strength training.

Key words: Diet. Carbohydrates. Strength training. Muscle hypertrophy.

1-Universidade de Pernambuco e Universidade Gama Filho.

E-mail: romario-brasil@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Os nutrientes carboidratos, proteínas e lipídeos proporcionam a energia necessária para preservar as funções corporais durante o repouso e a atividade física. Além de seu papel como combustível biológico, esses nutrientes, denominados macronutrientes, mantêm a integridade funcional e estrutural do organismo (McArdle, Katch e Katch, 2003).

Ultimamente, os alimentos ou produtos à base de carboidratos estão sendo muito utilizados por atletas ou praticantes de atividade física (Paschoal, 1998).

Pois, segundo McArdle, Katch e Katch (2003) e Powers e Howley (2005) os carboidratos são nutrientes que desempenham importantes funções no organismo, como: principal fonte de energia na realização dos exercícios físicos; preservação e conservação das proteínas, evitando o seu fracionamento; funcionam como ativador metabólico para o catabolismo dos lipídeos; e funcionam como combustível para o sistema nervoso central, sendo armazenados nos músculos e no fígado, na forma de glicogênio.

Muitos praticantes de exercícios físicos consomem muito carboidrato, principalmente como suplementos, por ser a principal fonte de energia para a realização de exercícios físicos, poupando o glicogênio muscular, conforme McArdle, Katch e Katch (2003) e Bacurau (2005) e assim melhorando o rendimento esportivo nos treinos.

No meio esportivo, há ainda uma tendência de que o efeito benéfico de uma dieta rica em carboidratos só ocorra em exercícios de longa duração, exercícios esses que são predominantemente aeróbios (Walberg-Rankin, 2001) como maratona, ciclismo, triatlo etc. Mas o uso de carboidratos em exercícios predominantemente anaeróbios, como o treinamento de força, tem sido essencial tanto para melhorar do rendimento esportivo nos treinos como para ajudar na hipertrofia muscular (Lima e Barros, 2007).

Desta forma, o presente estudo de revisão tem como objetivo analisar os efeitos de uma dieta rica em carboidratos na hipertrofia muscular em praticantes de treinamento de força.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo trata-se de uma pesquisa analítica do tipo revisão narrativa. Para a realização deste estudo, foram consultadas as bases de dados SCIELO, LILACS e PUBMED. Os estudos analisados se encontravam após o ano de 1990.

Foram considerados apenas estudos feitos com seres humanos, nos idiomas português e inglês e foram excluídos estudos feitos com animais.

Para a realização da pesquisa foram utilizados os seguintes termos em português: “carboidratos”, “treinamento de força”, “treinamento resistido”, “musculação”, “carboidratos e treinamento de força”, “carboidratos e treinamento resistido”, “carboidratos e musculação”. E em inglês foram os seguintes termos: “*carbohydrates*”, “*strength training*”, “*carbohydrates and strength training*”.

TREINAMENTO DE FORÇA

Segundo Santarém (2000) o treinamento de força é definido como um conjunto de exercícios que apresentam alguma forma de resistência graduável ocasionando a contração muscular, sendo que em sua maioria a resistência são pesos.

O treinamento de força, também conhecido como treinamento contra resistência, treinamento com pesos ou, popularmente, musculação, tornou-se uma das formas mais populares de exercício para melhorar a aptidão física e para o condicionamento de atletas e não-atletas. É um tipo de exercício que exige que a musculatura do corpo promova movimentos (ou tente mover) contra a oposição de uma força geralmente exercida por algum tipo de equipamento.

Os indivíduos que participam de um programa de treinamento de força esperam que ele produza determinados benefícios, tais como aumento de força, aumento de massa magra (hipertrofia muscular), diminuição da gordura corporal, melhoria do desempenho físico em atividades esportivas e da vida diária e melhoria do desempenho motor (Fleck e Kraemer, 2006).

Um programa de treinamento de força bem elaborado e consistentemente desenvolvido pode produzir todos esses

benefícios. Com isso, pode produzir alterações na composição corporal, na força, na hipertrofia muscular e no desempenho motor que muitos indivíduos desejam (Fleck e Kraemer, 2006; Bompa e Cornachia, 2000).

HIPERTROFIA MUSCULAR

A hipertrofia muscular é definida como um aumento/crescimento da massa muscular (McArdle, Katch e Katch, 2003; Fleck e Kraemer, 2006).

O termo Hipertrofia é conceituado de uma forma bem resumida, de acordo com Bompa e Cornachia (2000) como o aumento da área da secção transversa do músculo. Os tradicionais exercícios com pesos são reconhecidos pela sua eficiência em aumentar a massa muscular (Santarém, 2000).

Ainda abordando os conceitos do termo hipertrofia, Wilmore e Costill (2001) afirmam que a hipertrofia é o aumento do tamanho muscular, decorrente do treinamento de força, onde ocorrem alterações estruturais reais do músculo.

O treinamento de força realizado dentro dos seus princípios (volume, intensidade, intervalo de recuperação entre as séries, ordem dos exercícios, entre outros) pode ocasionar ganhos substanciais na força e na hipertrofia muscular (Fleck e Kraemer, 2006; Bompa e Cornachia, 2000).

O exercício de força representa um estímulo específico que normalmente resulta em aumento de massa muscular, indicando aumento de proteínas intracelulares como actina e miosina e, também de outras moléculas como creatina, glicogênio e água (Henriksson, 1995; Deschenes e Kraemer, 2002).

Os aumentos observados no volume muscular são derivados dos aumentos agudos e crônicos no *turnover* (catabolismo e anabolismo) proteico muscular, de forma que a síntese exceda a degradação proteica, como explica Novaes e Vianna (2003).

INGESTÃO RECOMENDADA DE CARBOIDRATOS

A ingestão de carboidratos varia de pessoa para pessoa, dependendo do nível de atividade física dela, para pessoas sedentárias recomenda-se que as calorias diárias sejam consumidas entre 50-55% na forma de

carboidratos; as pessoas fisicamente ativas devem consumir 55-60% de carboidratos nas suas calorias diárias; e as que treinam intensamente, como os atletas, devem consumir nas suas calorias diárias 60-70% de carboidratos. Em todos esses casos, devem-se consumir carboidratos preferencialmente na forma complexa, como os alimentos ricos em fibras, os açúcares não-refinados, os grãos e os vegetais (McArdle, Katch e Katch, 2003).

O consumo apropriado de carboidrato é de fundamental importância para a otimização dos estoques iniciais de glicogênio muscular, a manutenção dos níveis de glicose sanguínea durante o exercício e a adequada reposição das reservas de glicogênio na fase de recuperação (American Dietetic Association, Dietitians of Canada e American College of Sports Medicine, 2001).

Além disso, a ingestão de carboidratos pode minimizar as alterações negativas no sistema imunológico devido ao exercício físico (Nieman e colaboradores, 2001).

As recomendações de carboidrato para atletas são de 6-10g/kg de peso corporal por dia ou 60-70% da ingestão energética diária (American Dietetic Association, Dietitians of Canada e American College of Sports Medicine, 2001; Applegate, 1991; Walberg-Rankin, 1995); entretanto, a necessidade individual dependerá do gasto energético diário, da modalidade esportiva, do sexo e das condições ambientais (American Dietetic Association, Dietitians of Canada e American College of Sports Medicine, 2001).

DINÂMICA DOS CARBOIDRATOS COM OS EXERCÍCIOS FÍSICOS

Durante o repouso, a gordura é a principal fonte de energia e ela contribui com cerca de 50-70% da necessidade energética durante o exercício leve a moderado, os outros 30-50% chegam a ser supridos preferencialmente pelos carboidratos (McArdle, Katch e Katch, 2003).

Nos exercícios de alta intensidade e de curta duração (treino de força, corrida de 100 m) e de longa duração (maratona, triatlo, ciclismo), o glicogênio muscular é a fonte primária de energia, seguida do glicogênio hepático, porém em exercícios prolongados, quando o estoque de carboidratos (glicogênio) depleta, o organismo se utiliza de outras fontes, como as gorduras, na forma de ácidos

graxos livres, pois estes acabam suprindo a maior demanda de energia, e em uma pequena proporção, a demanda energética é suprida pelas proteínas, ocasionando assim uma proteólise (catabolismo das proteínas) (McArdle, Katch e Katch, 2003).

Logo, uma dieta deficiente em carboidratos depleta rapidamente o glicogênio muscular e hepático, afetando profundamente o desempenho físico em exercícios intensos e/ou prolongados (McArdle, Katch e Katch, 2003).

Depletados os níveis de carboidratos, aumenta-se a mobilização e oxidação de gorduras (ácidos graxos livres) e de um pouco de proteína (aminoácidos) durante a realização de um exercício intenso e prolongado, e chegando assim à fadiga e ao catabolismo muscular (McArdle, Katch e Katch, 2003).

Os carboidratos estocados na forma de glicogênio muscular e hepático e a glicose sanguínea são utilizados pelos músculos como fonte primária de combustível durante exercícios aeróbios e anaeróbios (Kater e colaboradores, 2011).

Como a produção de energia a partir do glicogênio pode ocorrer na ausência de oxigênio, o glicogênio muscular constitui o principal fornecedor de energia nos primeiros minutos do exercício, quando a utilização de oxigênio não satisfaz as demandas metabólicas (McArdle, Katch e Katch, 2003).

A ingestão de carboidratos antes, durante e após o exercício pode contribuir para o desempenho no sentido de aperfeiçoar os depósitos de glicogênio muscular e hepático e manter a normalidade da glicemia (Kater e colaboradores, 2011).

Os carboidratos, principalmente na forma líquida, podem ser ingeridos antes, durante e depois da prática de atividade física, para garantir energia, retardar a fadiga periférica e repor o estoque de glicogênio respectivamente (Paschoal, 1998).

Os efeitos metabólicos e ergogênicos obtidos pela ingestão de carboidratos antes, durante e após o exercício físico, têm merecido especial atenção no que diz respeito à melhoria do desempenho físico (Cyrino e Zucas, 1999).

Os carboidratos são importantes substratos energéticos para a contração muscular durante o exercício prolongado realizado sob intensidade moderada e em

exercícios de alta intensidade e curta duração (Cyrino e Zucas, 1999).

INGESTÃO DE CARBOIDRATOS ANTES DO TREINO DE FORÇA

Antes do treino de força, uma refeição ou lanche deve providenciar quantidades suficientes de líquidos para manter a hidratação, ser relativamente baixo em gorduras e fibras para facilitar o esvaziamento gástrico e minimizar o estresse gastrointestinal, ser relativamente alto em carboidratos para maximizar a manutenção da glicose sanguínea e moderado em proteínas e composto por alimentos que o atleta esteja familiarizado, para reduzir os riscos de intolerância (American College of Sports Medicine, American Dietetic Association e Dietitians of Canada, 2000).

A utilização de estratégias nutricionais envolvendo a ingestão de uma alimentação rica em carboidratos antes da prática de exercícios de força aumenta as reservas de glicogênio, tanto muscular quanto hepático (Coggan, 1997; Costill e Hargreaves, 1992) pois se acredita que a alta concentração de glicogênio muscular pré-exercício é essencial para o ótimo desempenho (Jentjens e colaboradores, 2001) garantindo assim energia suficiente para a realização do treino.

INGESTÃO DE CARBOIDRATOS DURANTE O TREINO DE FORÇA

A ingestão de carboidratos durante o esforço ajuda na manutenção da glicemia sanguínea e na oxidação destes substratos (Coggan, 1997; Costill e Hargreaves, 1992).

Durante o exercício físico, é importante que a ingestão de carboidratos, preferencialmente como suplementos, seja rapidamente absorvida para que se mantenham as concentrações da glicose sanguínea, quando os depósitos endógenos de carboidratos tendem a se reduzir significativamente. Desse modo, a administração de carboidratos pode resultar em aumento na disponibilidade da glicose sanguínea, reduzindo a depleção de glicogênio muscular observada nas fases iniciais do desempenho físico (Cyrino e Zucas, 1999).

INGESTÃO DE CARBOIDRATOS APÓS O TREINO DE FORÇA

O processo de recuperação envolve a restauração dos estoques de glicogênio hepático e muscular. Após o término do exercício é necessário que a ingestão do glicogênio muscular seja completa, não comprometendo assim a recuperação do praticante (Guerra, 2002).

Segundo Coyle (2005) citado por Silva, Miranda e Liberali (2008) alimentos ricos em carboidratos com índice glicêmico moderado e alto são boas fontes de carboidratos para a síntese de glicogênio muscular e devem ser a primeira escolha de carboidratos nas refeições de recuperação.

Após a sessão de treinamento de força, a ingestão de carboidratos se faz extremamente necessária para a reposição das reservas de glicogênio muscular depletadas durante a prática do treino. Esse procedimento tem sido também recomendado para facilitar a ressíntese do glicogênio muscular entre as sessões de treinamento (Liebman e Wilkinson, 1996) e colaborar no ganho de massa muscular (Bacurau, 2005).

PESQUISAS ENVOLVENDO A UTILIZAÇÃO DE UMA DIETA RICA EM CARBOIDRATOS NA HIPERTROFIA MUSCULAR

Há estudos que demonstram que o consumo de carboidratos pós-exercício é ideal para estimular o anabolismo muscular.

No estudo Borsheim e colaboradores (2004) dois grupos de oito indivíduos realizaram uma sessão de exercícios resistidos (10 séries de 8 repetições de leg press a 80 % de 1 repetição máxima). Os indivíduos de um grupo (CHO) receberam uma bebida consistindo em 100 g de carboidratos, ingeridos uma hora após o exercício. Os indivíduos do outro grupo (PLA) receberam uma solução placebo. Borsheim e colaboradores (2004) demonstraram que a ingestão de 100 g de carboidratos após a sessão de exercício de força tem efeito positivo no balanço proteico, ocasionando o anabolismo muscular.

Chandler e colaboradores (1994) em seu estudo examinaram o efeito dos carboidratos e/ou suplementos de proteína sobre o estado hormonal do corpo após os exercícios de musculação, nove experientes

levantadores de peso do sexo masculino foram divididos em três grupos, grupo dos carboidratos (CHO; 1,5 g/kg de peso corporal), grupo das proteínas (PRO; 1,38 g/kg de peso corporal) e grupo das proteínas com carboidratos (CHO/PRO; 1,06 g de carboidrato por kg de peso corporal e 0,41 g de proteína por kg de peso corporal), as substâncias foram ingeridas imediatamente e duas horas depois de um treino de musculação padronizado. Amostras de sangue venoso foram colhidas antes e imediatamente após o exercício e durante oito horas de recuperação. Os grupos CHO e CHO/PRO estimularam e elevaram mais as concentrações de insulina do que o grupo PRO. O grupo CHO/PRO elevou os níveis de hormônio do crescimento (GH) seis horas após os exercícios, sendo superior ao grupo PRO e grupo CHO. O grupo CHO/PRO aumentou mais os níveis de insulina do que os outros grupos. Este aumento de insulina cria um ambiente hormonal favorável ao anabolismo, o que compreende a ressíntese de glicogênio, síntese proteica e hipertrofia muscular.

No estudo de Thyfault e colaboradores (2004a) foram examinados os efeitos da suplementação de carboidrato líquido sobre anabolismo após exercícios de intensidade alta. Nove homens treinados consumiram carboidrato ou placebo, dez minutos antes e imediatamente após duas sessões de exercício de resistência. Observou-se diferença significativa na concentração de insulina imediatamente após o exercício e uma hora e meia após o exercício nos que consumiram carboidrato. As concentrações de cortisol, amônia e glicose não foram significativamente diferentes entre os tratamentos. Os autores concluíram que, apesar dos indicadores indiretos de degradação proteica não sofrerem alterações com a ingestão do carboidrato, a maior concentração de insulina é um forte indicativo do favorecimento do anabolismo após o exercício.

No estudo de Miller e colaboradores (2003) a amostra do estudo foi composta por seis homens e quatro mulheres, no protocolo do estudo eles deveriam realizar 10 séries de 10 repetições no leg press e 8 séries de 8 repetições no extensor de joelhos, voluntários realizaram os exercícios resistidos de membros inferiores e depois ingeriram uma das três bebidas: bebida com aminoácidos

(AA), bebida com carboidratos (CHO) ou uma mistura de AA e CHO (MIX), uma e duas horas após os exercícios. A união de carboidrato com aminoácido mostrou melhores resultados na síntese de proteína muscular, provocando um anabolismo muscular.

Na pesquisa de Tarnopolsky e colaboradores (2001) foi comparado a eficiência de um suplemento contendo creatina e carboidrato com um contendo proteína e carboidrato no período pós-treino de força, durante um período de oito semanas. Foram selecionados 19 homens jovens destreinados, divididos em dois grupos. No grupo 1 (n=11), receberam creatina monidratada (10g) mais glicose (75g), já no grupo 2 (n=8), receberam proteína (10g de caseína) mais glicose (75g). Foram realizadas avaliações de DEXA para massa corporal total e realizado o teste de 1RM para força na máquina de extensão de perna. A massa corporal total aumentou mais no grupo 1 (mais 4,3 kg, 5,4%) comparado com o grupo 2 (mais 1,9 kg, 2,4%), e o

aumento de força não foi significativamente diferente entre os grupos (grupo 1 = mais 4,0 kg, 6,4%; grupo 2 = mais 2,6 kg, 4,1%) (P = 0,11 para interação). Uma explicação melhor sobre o grupo 1 do estudo de Tarnopolsky e colaboradores, (2001) grupo este que combinou creatina monidratada e glicose, pode ser compreendida nos estudos de Green e colaboradores (1996a, 1996b) os quais mostraram que a combinação de creatina com carboidrato faz com que os estoques musculares de creatina atinjam, mais facilmente, o seu limite máximo. Provavelmente esse efeito é mediado pela insulina (Steenge e colaboradores, 1998).

Esses dois estudos realizados por Green e colaboradores (1996a, 1996b) demonstraram que, combinando creatina com carboidrato simples, como a glicose, ocorre aumento do transporte de creatina dentro do músculo, com isso pode-se ocasionar maior aumento de massa muscular.

Quadro 1 - Resultados de estudos sobre a influência de uma dieta rica em carboidratos na hipertrofia muscular em praticantes de treinamento de força.

Autores	Amostra	Dieta	Resultados
Chandler e colaboradores (1994)	Nove experientes levantadores de peso do sexo masculino	Grupo CHO: 1,5 g/kg de peso corporal de carboidratos. Grupo PRO: 1,38 g/kg de peso corporal de proteínas. Grupo CHO/PRO: 1,06 g de carboidrato por kg de peso corporal e 0,41 g de proteína por kg de peso corporal.	O grupo CHO/PRO elevou os níveis de hormônio do crescimento seis horas após os exercícios, sendo superior ao grupo PRO e grupo CHO. O grupo CHO/PRO aumentou mais os níveis de insulina do que os outros grupos. Este aumento de insulina cria um ambiente hormonal favorável ao anabolismo, o que compreende a ressíntese de glicogênio, síntese proteica e hipertrofia muscular.
Tarnopolsky e colaboradores (2001)	19 homens jovens destreinados	No grupo 1: creatina monidratada (10g) mais glicose (75g). Grupo 2: proteína (10g de caseína) mais glicose (75g).	A massa corporal total aumentou mais no grupo 1 (mais 4,3 kg, 5,4%) comparado com o grupo 2 (mais 1,9 kg, 2,4%).
Miller e colaboradores (2003)	Seis homens e quatro Mulheres	Ingerir uma das três bebidas: aminoácidos (AA), carboidratos (CHO), ou AA e CHO (MIX), uma e duas horas após os exercícios.	A união de carboidrato com aminoácido mostrou melhores resultados na síntese de proteína muscular.
Børsheim e colaboradores (2004)	Oito indivíduos.	Grupo CHO: bebida contendo 100 g de carboidratos, ingeridos uma hora após o exercício. Grupo PLA: solução placebo.	A ingestão de 100 g de carboidratos após exercício resistido tem efeito positivo no balanço proteico, ocasionando o anabolismo muscular.

Thyfault e colaboradores (2004a)	Nove homens treinados	Consumiram carboidrato ou placebo, dez minutos antes e imediatamente após duas sessões de exercício de resistência.	Observou-se diferença significativa na concentração de insulina imediatamente após o exercício e uma hora e meia após o exercício nos que consumiram carboidrato. Os autores concluíram que, a maior concentração de insulina é um forte indicativo do favorecimento do anabolismo após o exercício.
----------------------------------	-----------------------	---	--

CONCLUSÕES DE ESTUDOS SOBRE OS EFEITOS DE UMA DIETA RICA EM CARBOIDRATOS NA HIPERTROFIA MUSCULAR

Em alguns estudos, os autores concluíram que muitos praticantes de treinamento de força fazem uso de uma dieta rica em carboidratos, porque além de melhorar o rendimento durante os treinos, os mesmos ajudam na hipertrofia muscular; a secreção e concentração de insulina desempenham papel chave no processo anabólico pós-exercício (Lima e Barros, 2007).

O consumo de carboidratos faz com que libere insulina, que é um hormônio que desempenha um papel importante no aumento na captação de glicose pelos músculos, podendo dá um efeito anabólico aos mesmos (Chromiak e colaboradores, 2004) ocasionando assim um aumento na massa muscular.

Os exercícios resistidos, isto é, de força melhoram a sensibilidade à insulina por aumentar a massa magra, devido a um grande abastecimento de glicose disponível em resposta a uma alta ingestão de carboidratos (Thyfault e colaboradores, 2004b).

Nos exercícios de força, o treinamento físico associado ao uso de dietas ricas em carboidratos pode proporcionar um aumento nas reservas de glicogênio muscular, acentuando o processo de hipertrofia muscular (Cyrino e Zucas, 1999).

Ao contrário do que ocorrem com atletas de endurance, dietas ricas em carboidratos são pouco comuns entre fisiculturistas e atletas praticantes de treinamento de força e potência, talvez isso possa ser explicado por fatores como a escolha por dietas hiperproteicas ou a carência de estudos relacionando treinos de alta intensidade com papel dos carboidratos, mas o consumo de carboidratos durante e

após o exercício causa alterações hormonais que são benéficas para a reposição do glicogênio muscular e promoção de outros processos anabólicos (Silva, Miranda e Liberali, 2008).

Quando o carboidrato é consumido após o exercício, as concentrações de glicose e insulina no sangue aumentam. A insulina é um potente hormônio anabólico que estimula a síntese de glicogênio, gorduras e proteínas (Kater e colaboradores, 2011).

Após o treinamento de força de alta intensidade, a ingestão de carboidratos maximiza a resposta da síntese proteica e reposição dos estoques de glicogênio quando ingeridos imediatamente após o treino, ou por um período de até duas horas após o término do treino (Aoki e Bacurau, 2003).

O exercício de força é um potente estimulador para o anabolismo muscular, proporcionando maior síntese em comparação com a degradação proteica. Porém, o anabolismo ocorre apenas no período de recuperação e o consumo de carboidratos e/ou proteínas é determinante (Koopman e colaboradores, 2007).

Os carboidratos fornecem energia para a realização imediata da atividade física, os estoques de energia nas células musculares e no fígado são estocados através do consumo de carboidratos, aumentando dessa forma o rendimento durante o treinamento de força, obtendo como produto, a potencialização do processo de ganho de massa magra.

A insulina auxilia o movimento de nutrientes, principalmente a glicose, e facilita a incorporação de proteínas nas células otimizando o processo de síntese proteica. O treinamento de força aumenta a sensibilidade da musculatura à ação da insulina. A falta da insulina pode resultar em deterioração proteica e estimular a produção do cortisol, dessa forma se torna importante o consumo de

carboidratos para que ocorra uma resposta efetiva da insulina.

O consumo de carboidratos atua de forma direta na liberação da insulina, sendo que esta potencializará as respostas

hormonais do hormônio do crescimento (GH) e da testosterona, potentes hormônios anabolizantes que aperfeiçoarão o processo de ganho de massa magra (Souza Júnior e Lopes, 2008).

Quadro 2 - Conclusões de estudos sobre a influência de uma dieta rica em carboidratos na hipertrofia muscular.

Autores	Conclusões dos estudos
Cyrino e Zucas (1999)	Nos exercícios de força, o treinamento físico associado ao uso de dietas ricas em carboidratos pode proporcionar um aumento nas reservas de glicogênio muscular, acentuando o processo de hipertrofia muscular.
Aoki e Bacurau (2003)	Após o treinamento de força de alta intensidade, a ingestão de carboidratos maximiza a resposta da síntese proteica e reposição dos estoques de glicogênio.
Chromiak e colaboradores (2004)	O consumo de carboidratos faz com que libere insulina, que é um hormônio que desempenha um papel importante no aumento na captação de glicose pelos músculos, podendo dá um efeito anabólico aos mesmos.
Thyfault e colaboradores (2004b)	Os exercícios de força melhoram a sensibilidade à insulina por aumentar a massa magra, devido a um grande abastecimento de glicose disponível em resposta a uma alta ingestão de carboidratos.
Koopman e colaboradores (2007)	O exercício de força é um potente estimulador para o anabolismo muscular, mas o anabolismo ocorre apenas no período de recuperação e o consumo de carboidratos e/ou proteínas é determinante.
Lima e Barros (2007)	Os carboidratos ajudam na hipertrofia muscular, sendo que a secreção e concentração de insulina desempenham papel chave no processo anabólico pós-exercício.
Souza Júnior e Lopes (2008)	O treinamento de força aumenta a sensibilidade da musculatura à ação da insulina. O consumo de carboidratos atua de forma direta na liberação da insulina, sendo que está potencializará as respostas hormonais do GH e da testosterona, potentes hormônios anabolizantes que aperfeiçoarão o processo de ganho de massa magra.
Silva, Miranda e Liberali (2008)	O consumo de carboidratos durante e após o exercício de força causa alterações hormonais que são benéficas para a reposição do glicogênio muscular e promoção de outros processos anabólicos.
Kater e colaboradores (2011)	Quando o carboidrato é consumido após o exercício, as concentrações de glicose e insulina no sangue aumentam. A insulina é um potente hormônio anabólico que estimula a síntese de glicogênio, gorduras e proteínas.

CONCLUSÃO

Na maioria dos estudos analisados podemos ver que os carboidratos auxiliam no processo de hipertrofia muscular, principalmente quando os carboidratos são ingeridos após o treino de força, pois os mesmos fazem com que acarrete uma maior liberação de insulina (importante hormônio anabólico) ou até mesmo de outros hormônios anabolizantes, favorecendo, além da ressíntese do glicogênio muscular e hepático, um aumento na síntese proteica. Três estudos mostraram que união de carboidratos com produtos proteicos trazem melhores resultados na síntese proteica e no anabolismo muscular.

Logo, conclui-se que a ingestão de carboidratos exerce grandes efeitos na hipertrofia muscular aos praticantes de treinamento de força, mas antes de qualquer pessoa se submeter a algum tipo de dieta, a mesma deve ser orientada e prescrita por nutricionistas, de preferência nutricionistas esportivos.

REFERÊNCIAS

1-American College of Sports Medicine; American Dietetic Association; Dietitians of Canada. Nutrition and Athletic Performance. Can J Diet Prac Res. Núm. 61. 2000. p. 176-92.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

- 2-American Dietetic Association; Dietitians of Canada; American College of Sports Medicine. Position of American Dietetic Association, Dietitians of Canada and American College of sports Medicine: nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc.* Vol. 100. Núm. 12. 2001. p. 1543-56.
- 3-Aoki, M.S.; Bacurau, R.F. Carboidratos de alto índice glicêmico x Saúde. *Muscle in form.* Ano 6. Núm. 36. 2003. p. 42-43.
- 4-Applegate, E. A. Nutritional considerations for ultraendurance performance. *Int J Sport Nutr.* Vol. 1. Núm. 2. 1991. p. 118-26.
- 5-Bacurau, R. F. Nutrição e suplementação esportiva. 3ª edição. São Paulo. Phorte Editora Ltda. 2005.
- 6-Bompa, T.O; Cornacchia, L.J. Treinamento de Força Consciente. São Paulo. Editora Phorte, 2000.
- 7-Borsheim, E. e colaboradores. Effect of carbohydrate intake on net muscle protein synthesis during recovery from resistance exercise. *J Appl Physiol.* Vol. 96. Núm. 2. 2004, p. 674-678
- 8-Chandler, R. M. e colaboradores. Dietary supplements affect the anabolic hormones after weight-training exercise. *J Appl Physiol.* Vol. 76. 1994. p. 839-845.
- 9-Chromiak, J. A. e colaboradores. Effect of a 10-week strength training program and recovery drink on body composition, muscular strength and endurance, and anaerobic Power and capacity. *Journal of Nutrition.* Vol. 20. Núm. 5. 2004. p. 420-427.
- 10-Coggan, A. R. Plasma glucose metabolism during exercise: effect of endurance training in humans. *Medicine & Science in Sports and Exercise.* Vol. 29. Núm. 5. 1997. p. 620-627.
- 11-Costill, D. L.; Hargreaves, M. Carbohydrate, nutrition and fatigue. *Sports Medicine.* Vol. 13. Núm. 2. 1992. p. 86-92.
- 12-Cyrino, E. S.; Zucas, S. M. Influência da ingestão de carboidratos sobre o desempenho físico. *Revista da Educação Física/UEM.* Vol. 10. Num. 1. 1999. p. 73-79.
- 13-Deschenes, M. R.; Kraemer, W. J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil.* Vol. 81. 2002. p. 3-16.
- 14-Fleck, S. J.; Kraemer, W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3ª edição. Porto Alegre. Artmed. 2006.
- 15-Guerra, I. Importância da alimentação do atleta visando a melhora da performance. *Revista Nutrição em Pauta.* Vol. 4. 2002. p. 63-66.
- 16-Green, A L. e colaboradores. Carbohydrate ingestion augments creatine retention during creatine feeding in humans. *Acta Physiologica Scandinavica.* Vol. 158. 1996a. p. 195-202.
- 17-Green, A L. e colaboradores. Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. *American Journal of Physiology.* Vol. 271. 1996b. p. 821-826.
- 18-Henriksson, J. Effect of training and nutrition on the development of skeletal muscle. *J Sports Sci.* Vol. 13. 1995. p. 25-30.
- 19-Jentjens, R. L. P. G. e colaboradores. Addition of protein and amino acids to carbohydrates does not enhance postexercise muscle glycogen synthesis. *J Appl Physiol.* Vol. 91. 2001. p. 839-46.
- 20-Kater, D. P. e colaboradores. Anabolismo pós-exercício: influência do consumo de carboidratos e proteínas. *Colloquium Vitae.* Vol. 3. Núm. 2. 2011. p. 34-43.
- 21-Koopman, R. e colaboradores. Nutritional interventions to promote post-exercise muscle protein synthesis. *Sports Med.* Vol. 37. Núm. 10. 2007. p. 895-906.
- 22-Liebman, M.; Wilkinson, J. G. Metabolismo dos carboidratos e condicionamento físico. *In: Wolinsky, I.; Hickson Júnior, J. F. Nutrição no exercício e no esporte, p.15-50.* São Paulo: Roca, 1996.
- 23-Lima, G. G.; Barros, J. J. Efeitos da suplementação com carboidratos sobre a resposta endócrina, hipertrofia e a força muscular. *Revista Brasileira de Prescrição e*

Fisiologia do Exercício. São Paulo. Vol. 1. Núm. 2. 2007. p. 74-89.

24-McArdle, W.; Katch, F. I.; Katch, V. L. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 5ª edição. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2003.

25-Miller, S.L. e colaboradores. Independent and Combined Effects of Amino Acids and Glucose after Resistance Exercise. American College of Sports Medicine, Vol. 35. Núm. 3. 2003. p449-55.

26-Nieman, D. C.; e colaboradores. Cytokine changes after a marathon race. Appl Physiol. Vol. 91. Num. 1. 2001. p. 109-114.

27-Novaes, J. S.; Vianna, J. M. Personal training e Condicionamento Físico em Academia. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

28-Paschoal, V. C. P. Carboidratos e performance. Journal of Biomolecular Medicine and Free Radicals. Vol. 4. Núm. 1. 1998. p. 10-12.

29-Powers, S. K.; Howley, E. T. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 5ª edição. Barueri. Manole. 2005.

30-Santarém, J. M. O que são exercícios resistidos?. Centro de Estudo em Ciências da Atividade Física/FMUSP. 2000.

31-Silva, A. L.; Miranda, G. D. F.; Liberali, R. A influência dos carboidratos antes, durante e após os treinos de alta intensidade. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva. São Paulo. Vol. 2. Núm. 10. 2008. p. 211-224.

32-Souza Júnior, S. L. P.; Lopes, J. G. C. Otimização no ganho de massa magra através da ingestão de carboidratos após o treinamento de força. Revista Digital. Buenos Aires. Ano 13. Núm. 124. 2008.

33-Steenge, G. R.; Lambourne, J.; Casey, A. e colaboradores. Stimulatory effect os insulin on creatine accumulation in human skeletal muscle. American Journal of Physiology. Vol. 275. 1998. p. 974-979.

34-Tarnopolsky, M. A.; e colaboradores. Creatine-dextrose and protein-dextrose induce similar strength gains during training. Medicine & Science in Sports & Exercise. Vol. 33. Núm. 12. 2001. p. 2044-2052.

35-Thyfault, J. P. e colaboradores. Effects of liquid carbohydrate ingestion on markers of anabolism following high-intensity resistance exercise. J Strength Cond Res. Vol. 18. Núm. 1. 2004a. p. 174-179.

36-Thyfault, J. P. e colaboradores. Postprandial metabolism in resistance-trained versus sedentary males. Med Sci Sports Exerc. Vol. 36. Núm. 4. 2004b. p. 709-716.

37-Walberg-Rankin, J. Dietary carbohydrate as an ergogenic aid for prolonged and brief competitions in sport. Int J Sport Nutr. Núm. 5. 1995. p. 13-28.

38-Walberg-Rankin, J. Efeito da ingestão de carboidratos no desempenho de atletas de exercícios de alta intensidade. Gatorade Sports Science Institute. 2001.

39-Wilmore, J.H.; Costill, D.L. Fisiologia do Esporte e do Exercício. São Paulo. Editora Manole. 2001.

Recebido para publicação 31/10/2013
Aceito em 15/03/2014