



Gabrielly Mota Sales

## **INFLUÊNCIA DO CONSUMO DE CARBOIDRATOS NA HIPERTROFIA MUSCULAR EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Presidente Antônio Carlos, como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Nutrição

Juiz de Fora  
2020

Gabrielly Mota Sales

**INFLUÊNCIA DO CONSUMO DE CARBOIDRATOS NA HIPERTROFIA  
MUSCULAR EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Presidente Antônio Carlos, como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

Orientador: Daniel Gustavo Schimitz de Freitas

Juiz de Fora  
2020

Gabrielly Mota Sales

**INFLUÊNCIA DO CONSUMO DE CARBOIDRATOS NA HIPERTROFIA  
MUSCULAR EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Gustavo Schimitz de Freitas

Prof. Ms. Anna Marcella Neves Dias

# INFLUÊNCIA DO CONSUMO DE CARBOIDRATOS NA HIPERTROFIA MUSCULAR EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO

## INFLUENCE OF CARBOHYDRATE CONSUMPTION ON MUSCLE HYPERTROPHY IN MUSCULATION PRACTICERS

GABRIELLY MOTA SALES<sup>1</sup>, DANIEL GUSTAVO SCHIMITZ DE FREITAS<sup>2</sup>

### Resumo

**Introdução:** No universo das atividades físicas, o treinamento resistido vem se popularizando e o público interessado apresenta diversos objetivos. Dentre eles, o mais predominante é a hipertrofia muscular (60,8%), a qual é caracterizada pelo aumento da área da secção transversa do músculo. Esse processo sofre influência de fatores como o treinamento resistido, fatores de crescimento, respostas hormonais e aporte nutricional. O carboidrato vem ganhando destaque na prática esportiva pois seu consumo influencia positivamente no aumento de massa muscular. **Objetivo:** Discutiu-se, por meio de revisão de literatura, de que forma o consumo de carboidrato pode influenciar no ganho de massa muscular em pessoas que praticam musculação. **Métodos:** Esta pesquisa foi um estudo de revisão bibliográfica e análise crítica de trabalhos pesquisados por meio das bases de dados: *Scientific Eletronic Library Online*, Google Acadêmico, PubMed e Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde. Para a seleção dos artigos foram utilizados como critérios de inclusão: revisão de literatura ou estudos experimentais em português ou inglês que foram escritos preferencialmente entre 2016 e 2020, porém estudos de grande relevância sobre o tema, mesmo não sendo recentes, também foram utilizados. Como critérios de exclusão: artigos associados a alguma patologia. **Revisão de literatura:** O aumento da área de secção transversa do músculo, também chamado de hipertrofia muscular sofre influência de diversos fatores, dentre eles, aporte nutricional se faz muito importante. O consumo adequado de carboidrato está diretamente relacionado a liberação da insulina e a reserva de glicogênio, ações favoráveis ao processo hipertrófico, fatores que influenciam diretamente no processo de hipertrofia muscular. **Considerações finais:** Apesar de não haver consenso na literatura quanto a quantidade, horário e índice glicêmico do carboidrato a ser ingerido, é possível concluir que, sua ingestão influencia positivamente na hipertrofia muscular.

**Descritores:** Hipertrofia. Carboidrato. Musculação. Nutrição.

### Abstract

**Introduction:** In the universe of physical activities, resistance training has become popular and the interested public has several objectives. Among them, the most

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Medicina Nutrição da Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC – Juiz de Fora –MG

<sup>2</sup> Educador físico, Professor do Curso de Nutrição da Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC, mestrado

prevalent is muscle hypertrophy (60.8%), which is characterized by an increase in the cross-sectional area of the muscle. This process is influenced by factors such as resistance training, growth factors, hormonal responses and nutritional support. Carbohydrate has been gaining prominence in sports because its consumption positively influences the increase in muscle mass. **Objective:** It was discussed, through a literature review, how the consumption of carbohydrate can influence the gain of muscle mass in people who practice weight training. **Methods:** This research was a study of bibliographic review and critical analysis of works researched through the databases: Scientific Electronic Library Online, Google Scholar, PubMed and Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences. For the selection of articles were used as inclusion criteria: literature review or experimental studies in Portuguese or English that were preferably written between 2016 and 2020, but studies of great relevance on the topic, even if not recent, were also used. Exclusion criteria: articles associated with some pathology. **Literature review:** The increase in the cross-sectional area of the muscle, also called muscle hypertrophy, is influenced by several factors, among them, nutritional input is very important. Adequate carbohydrate consumption is directly related to insulin release and glycogen storage, actions favorable to the hypertrophic process, factors that directly influence the process of muscle hypertrophy. **Final considerations:** Although there is no consensus in the literature regarding the amount, schedule and glycemic index of the carbohydrate to be ingested, it is possible to conclude that its intake positively influences muscle hypertrophy.

**Keywords:** Hypertrophy. Carbohydrate. Weight training. Nutrition.

## INTRODUÇÃO

No universo das atividades físicas, o treinamento resistido, também conhecido como musculação, vem se popularizando entre adolescentes, adultos e idosos seja por iniciativa própria ou indicação médica visto que essa modalidade promove diversos efeitos fisiológicos positivos. O público interessado apresenta diversos objetivos, sejam eles, aumento de massa muscular, fortalecimento muscular, perda de peso, melhoria da saúde e qualidade de vida.<sup>1</sup>

Em um estudo realizado, foi possível observar que os praticantes de musculação têm entre seus objetivos a melhoria da saúde (13,72%), a perda de peso (24,5%) e, de forma predominante, a hipertrofia muscular (60,8%), a qual é caracterizada pelo aumento da área da secção transversa do músculo que acontece, principalmente, quando a taxa de síntese proteica é maior do que a de degradação. Esse processo sofre influência de diversos fatores como o treinamento resistido, fatores de crescimento, respostas hormonais e aporte nutricional, sendo este último

de grande importância, visto que influencia diretamente no ganho de massa muscular, perda de peso e desempenho.<sup>2-5</sup>

Na tocante alimentação, o carboidrato vem ganhando destaque na nutrição esportiva, pois é o substrato que apresenta maior potencial energético, uma vez que pode ser metabolizado de forma aeróbica e anaeróbica, e é responsável por estimular a secreção de insulina, hormônio que atua potencializando as respostas do hormônio do crescimento (GH) e da testosterona e no movimento de nutrientes para o interior da célula muscular, principalmente a glicose, otimizando o processo de síntese proteica e, conseqüentemente, o aumento de massa muscular.<sup>6,7</sup>

O glicogênio muscular, que é principal forma de armazenamento do carboidrato, é a fonte primária de energia em exercícios de alta intensidade, o que torna fundamental a manutenção dos seus estoques, que são limitados. É importante destacar que a diminuição da concentração do glicogênio, associada ao aumento da demanda durante o exercício, acarreta o aumento da mobilização de ácidos graxos livres e aminoácidos, ocasionando, conseqüentemente, o catabolismo das proteínas (proteólise). Este processo afetará negativamente a hipertrofia muscular, visto que o mesmo ocorre quando a síntese proteica excede a degradação. Ainda, a depleção de glicogênio está fortemente correlacionada com a fadiga, responsável por gerar diminuição no rendimento do treinamento de força, acarretando na atenuação do processo de hipertrofia.<sup>7-9</sup>

Ainda que seu valor seja conhecido, há muitas divergências na literatura relacionadas a orientação do consumo de carboidrato por praticantes de musculação e sua importância nesse meio. O presente trabalho se torna relevante devido a necessidade de entender melhor o papel desse macronutriente, com relação ao tipo, horário de consumo e quantidade, no processo de hipertrofia muscular possibilitando uma conduta e orientação mais assertiva quanto à alimentação de indivíduos que buscam esse objetivo. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi discutir, por meio de revisão de literatura, como o consumo de carboidrato pode influenciar no ganho de massa muscular em pessoas que praticam musculação.

## **MÉTODOS**

Esta pesquisa foi um estudo de revisão bibliográfica e análise crítica de trabalhos pesquisados eletronicamente por meio das seguintes bases de dados:

*Scientific Eletronic Library Online* – Scielo, Google Acadêmico, PubMed e Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde – LILACS. Para a obtenção dos artigos foram utilizados os seguintes descritores: carboidrato; musculação; hipertrofia; nutrição na hipertrofia e carboidrato na hipertrofia.

Para a seleção dos artigos foram utilizados como critérios de inclusão: artigos de revisão de literatura ou estudos experimentais publicados em português ou inglês que apresentaram relação com o tema proposto principalmente a partir de 2016, entretanto, estudos mais antigos e de grande relevância também foi utilizado. E como critérios de exclusão: artigos que o estudo apresentou associação com alguma patologia, principalmente diabetes.

A seleção dos artigos envolveu uma leitura prévia do resumo e, ao cumprir com os critérios de inclusão, foi realizada uma leitura posterior na íntegra, a fim de coletar as informações de interesse, possibilitando a elaboração do trabalho. A conclusão do trabalho foi baseada em uma síntese das informações coletadas.

## **TREINAMENTO RESISTIDO**

Há muitos séculos, o treinamento resistido já estava presente na civilização humana. Para obter sucesso na defesa das terras e nas caças, os homens buscavam fortalecer os músculos e adquirir mais força através de exercícios com pesos. Milos de Crotona era um atleta Olímpico de lutas que viveu na época de 500 a 580 a.C. e, para aumentar a força nos membros inferiores, carregava um bezerro nas costas e sua força aumentava na mesma proporção do aumento de peso do bezerro.<sup>10</sup>

O treinamento resistido, também conhecido como treinamento com pesos, treinamento de força ou, popularmente, musculação, é definido como um programa de exercícios que apresentam alguma forma de resistência como anilhas, halteres, bandas de estiramento ou barras. O indivíduo realiza movimentos musculares contra essa força de oposição gerando microlesões nas fibras musculares e, por consequência, estímulos de reparação e fortalecimento das mesmas.<sup>7,11-13</sup>

Em estudos epidemiológicos, quando há prática regular de exercícios físicos como a musculação, benefícios como menor possibilidade de morte e melhor qualidade de vida são encontrados. A melhoria dos aspectos metabólicos e psicológicos, redução do percentual de gordura, resistência muscular e hipertrofia muscular, também são benefícios promovidos por essa modalidade. A literatura

demonstra que este último é o que direciona a maioria das pessoas para a prática de musculação.<sup>1, 2, 14-18</sup>

A hipertrofia é caracterizada pelo aumento da área de secção transversa do músculo esquelético, decorrente da adaptação ao treinamento de força. O músculo é formado por células chamadas fibras musculares, constituídas por diversos filamentos de miofibrilas dispostas em paralelo e situadas no sarcoplasma juntamente com mitocôndrias e outras estruturas subcelulares. O sarcoplasma é parte que corresponde ao citoplasma da célula constituído por eletrólitos e proteínas. Entendendo isso, a hipertrofia pode ser classificada em dois tipos: miofibrilar, quando há aumento em diâmetro das miofibrilas ou sarcoplasmática, quando há aumento de todas as estruturas internas da fibra muscular, exceto da miofibrila.<sup>12,19</sup>

A hipertrofia muscular é influenciada por fatores como o treinamento resistido, responsável por estimular a síntese proteica muscular, bem como a degradação da mesma. Assim sendo, a hipertrofia ocorrerá quando a produção proteica exceder a degradação gerando assim um balanço proteico positivo. Outros elementos são: idade, sexo, fatores genéticos, níveis hormonais, intensidade do exercício, total de repetições, velocidade/tempo de repetição, período de descanso, volume de treinamento e nutrição adequada. Especialistas afirmam que a nutrição equivale a 60% do processo hipertrófico e isso acontece pois o fornecimento adequado de macronutrientes é capaz de favorecer a reparação e reconstrução dos tecidos lesionados durante o exercício.<sup>4,5,8,17,20,21</sup>

## **CARBOIDRATO**

O carboidrato, é um macronutriente sintetizado nas plantas verdes pelo processo de fotossíntese a partir da água e do dióxido de carbono da atmosfera, tal reação química origina a fórmula geral  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . Esta molécula, pode ser quebrada a partir do processo de hidrólise, e seu tamanho final será responsável pela classificação do carboidrato em: monossacarídeo (uma molécula), dissacarídeo (duas moléculas de monossacarídeo) oligossacarídeo (3 a 9 moléculas de monossacarídeos) ou polissacarídeo (mais de 9 moléculas de monossacarídeos).<sup>6,11,22</sup>

O carboidrato pode ser metabolizado de forma anaeróbica e aeróbica, esta última gera dióxido de carbono e água como produtos, enquanto o produto final da via

anaeróbica é o lactato. Devido a essa capacidade metabólica, é o substrato que apresenta maior potencial energético, além de fazer parte da composição do DNA (ácido desoxirribonucleico), RNA (ácido ribonucleico), membranas mucosas e membrana plasmática, ser agente de sinalização celular, preservadores de proteínas, controladores do metabolismo lipídico e combustível para o sistema nervoso central.  
6,7

Na região ocidental, os carboidratos são responsáveis por constituir cerca de 60% das calorias diárias consumidas por um indivíduo. Os carboidratos estão presentes todos os dias na dieta da população por meio de pães, arroz, doces, refrigerantes, massas, cereais, legumes e frutas, já que estes são considerados alimentos fonte de carboidrato, ou seja, alimentos que apresentam grande concentração de carboidratos em sua composição.<sup>11</sup>

## **CARBOIDRATO E HORMÔNIOS RELACIONADOS À HIPERTROFIA**

O controle dos níveis hormonais influencia diretamente no exercício resistido e desempenha grande importância para a obtenção ou não, da hipertrofia muscular. Quando se trata de carboidrato, um dos hormônios de maior relação é a insulina. Este hormônio anabólico é liberado pelas células beta pancreáticas, após receber estímulo direto do consumo de carboidrato e tem como funções a regulação do metabolismo da glicose sanguínea, ativação da síntese do glicogênio e lipídeos, formação de estoque de glicogênio, ativação da transcrição de genes específicos e da mTOR (mammalian target of rapamycin), proteína que auxilia a regulação do crescimento e monitoramento nutricional e celular.<sup>23,24</sup>

Em concentrações plasmáticas de 15 a 30mU/ml, a insulina estimula a síntese proteica e suprime o catabolismo das mesmas. O efeito supressor é mediado pela via PI3K-Akt, após a ligação da insulina ao seu receptor transmembrana no sarcolema, a proteína quinase B, Akt, inibe um fator de transcrição relacionado com a expressão gênica associada à ubiquitina via proteassoma e autofagia, duas principais vias de degradação de proteínas. O estímulo da síntese proteica ocorre, pois, as fases de iniciação e alongamento da tradução proteica e a incorporação de proteína nas células são estimuladas pela presença da insulina. Tais interferências facilitam um balanço proteico positivo, fator que está diretamente relacionado com a hipertrofia muscular.

Além de todas as funções já citadas, a insulina é capaz de potencializar a função do GH e testosterona e reduzir a atividade cortisol, hormônios que apresentam relação direta com a hipertrofia muscular.<sup>7</sup>

O GH é um hormônio de caráter anabólico secretado pela glândula pituitária. Suas funções estão associadas ao metabolismo de substratos com alta capacidade de lipólise e baixa utilização de glicose, diminuição da síntese de glicogênio, contrarregulação de hormônios catabólicos e aumento do transporte de aminoácidos para a célula muscular. A relação entre carboidrato e insulina garante a energia necessária para o metabolismo do crescimento, além disso, no pós-treino, os dois hormônios associados, atuam como moduladores da síntese proteica determinando o tamanho final do músculo.<sup>23,28</sup>

As células de *Leydig*, encontradas em maior quantidade nos testículos e em menor quantidade nos ovários e adrenal, são responsáveis pela produção da testosterona. Este hormônio é responsável por aumentar em diâmetro e comprimento as células dos dendritos, promover aumento de força, potencializar a síntese proteica, elevar o anabolismo muscular, reduzir o catabolismo e auxiliar na regeneração de nervos e tecidos musculares. Esta última função, é potencializada pela presença do carboidrato pois, a musculatura estimulada durante o treinamento aumenta a captação de glicose através da migração das proteínas transportadoras de glicose (GLUT-4) do interior das células musculares para a membrana, favorecendo a recuperação do indivíduo.<sup>25</sup>

Em resposta ao estresse ou exercício físico, o córtex adrenal libera o cortisol, glicocorticoide que, apresenta funções catabólicas das fibras musculares do tipo II e é responsável por aumentar a lipólise, degradação proteica muscular e reduzir a síntese da mesma, gerando como consequência aumento de aminoácidos e ácidos graxos na corrente sanguínea. Na presença da insulina, a liberação do cortisol é diminuída e sua função comprometida pois a mesma atua de forma antagônica ocupando os receptores desse hormônio na célula, impedindo assim o catabolismo proteico e auxiliando na hipertrofia muscular.<sup>29-31</sup>

Com as informações mostradas acima, é possível observar que o carboidrato atua não apenas de forma direta, mas também, de forma indireta no aumento de massa muscular através da influência que exerce sobre hormônios importantes nesse processo. Tal fato ressalta ainda mais a importância do consumo de carboidratos por

praticantes de exercícios resistidos, uma vez que a nutrição esta fortemente relacionada com os resultados obtidos.<sup>9</sup>

## **RESERVAS DE CARBOIDRATO E HIPERTROFIA MUSCULAR**

Após sofrer o processo de glicogênese, o carboidrato advindo da dieta é armazenado, limitadamente, no tecido muscular e hepático na forma de glicogênio. O glicogênio presente nos músculos, 250-400g, é destinado exclusivamente para a utilização dos mesmos. Em uma situação pós prandial, o fígado estoca entre 80-110g de glicogênio, quantidade que equivale a 4-5% do seu peso, utilizado para a manutenção da glicemia e para suprir as necessidades energéticas do sistema nervoso central.<sup>6,32</sup>

Em exercícios de resistência, o glicogênio é a principal fonte de energia, podendo reduzir aproximadamente 25-40% do seu estoque. Sendo assim repor e/ou preservar as reservas através do consumo adequado de carboidrato, minimiza a depleção do estoque muscular e hepático, fato que pode gerar prejuízos ao treino e a hipertrofia muscular.<sup>13, 30,33</sup>

A depleção do glicogênio está associada a dificuldade em manter a intensidade do esforço, redução da intensidade e qualidade do exercício sustentado, habilidade motora, concentração, recuperação muscular, diminuição da produção de trabalho, aumento da percepção de esforço, fadiga muscular e central e overreaching.<sup>9,33-37</sup>

Ainda, a redução dos estoques de glicogênio muscular estimula a gliconeogênese hepática. Esse metabolismo tem como objetivo manter os níveis de glicemia através do aumento da participação proteica e lipídica. Tal fato pode inibir a resposta hipertrófica muscular ao treinamento de resistência pois, as proteínas contribuirão menos na síntese proteica muscular e haverá aumento da proteólise a fim de gerar energia. Assim sendo, manter em níveis adequados os estoques de glicogênio é importante para evitar diversos fatores que influenciam de forma negativa na hipertrofia.<sup>2,34,36,38,39</sup>

## **INGESTÃO DE CARBOIDRATO ANTES, DURANTE E APÓS O TREINO DE FORÇA**

O momento da ingestão de energia é fundamental na dieta do desporto. A redução do glicogênio muscular e hepático, é responsável por gerar prejuízos na

prática de exercícios resistidos. Sendo assim, a manipulação do carboidrato antes, durante e após o treino é considerada uma estratégia necessária para aumentar e/ou recuperar os estoques de combustível energético, fornecer substratos para que o corpo retorne a homeostase ou aumente a adaptação ao estresse durante o exercício, estimular a liberação de insulina e otimizar o processo de recuperação muscular pós treino e consequente aumento de força muscular e desempenho.<sup>11,33,40</sup>

A refeição que antecede o treinamento, tem a função de: ajudar a absorver sucos gástricos (redução da fome), aumentar as reservas de glicose, manter a glicemia capilar prevenindo, como consequência, a hipoglicemia, retardar a fadiga e tranquilizar a mente de que o corpo está abastecido. Para serem digeridos e começarem a ser armazenados no fígado e músculo, os glicídios demoram aproximadamente 4 horas, apesar deste fato, não existe ainda na literatura, um consenso sobre o intervalo ideal de consumo deste macronutriente visto que as recomendações podem variar de 1 hora a 6 horas antes do exercício e dependendo da quantidade de carboidrato e tempo de treino.<sup>1,2,40-43</sup>

Cuidados devem ser tomados em relação a refeição pré-treino para que o indivíduo não desenvolva hipoglicemia de rebote e desconforto gástrico, esta refeição não deve ser realizada em um intervalo menor de 1 hora, ser pobre em gorduras e fibras, moderada em proteínas e rica em carboidrato e suficiente na quantidade de líquidos.<sup>9,38</sup>

Durante o treino, a ingestão de carboidrato fornece substratos para o músculo, diminui efeitos imunossupressores gerados pelo exercício, ativa centros de recompensa no sistema nervoso central, ajuda a manter a glicemia, prevenindo a hipoglicemia, auxilia na manutenção dos níveis de glicogênio muscular, evitando a gliconeogênese a partir das proteínas musculares e diminui o uso de aminoácidos devido a liberação da insulina. A percepção de bem estar e desempenho são aumentadas quando, em exercícios entre 45-75 minutos, há frequente contato de glicídios com a boca e cavidade oral.<sup>42-47</sup>

Após o treinamento resistido, consumir alimentos com alto teor de carboidrato se faz extremamente necessário. Essa refeição tem como objetivo otimizar a recuperação muscular, maximizar a resposta da síntese proteica, facilitar as adaptações hipertróficas, auxiliar no ganho de massa muscular e, principalmente, restaurar as reservas de glicogênio muscular e hepático. A rápida recuperação dos estoques glicídicos depende do tempo de ingestão dos mesmos, para comprovar tal

afirmativa, estudos indicam que nas primeiras duas horas que sucedem o exercício, a taxa de reposição é mais elevada, podendo reduzir 50% após esse período.<sup>6,7,14,47-49</sup>

A ingestão de carboidrato se faz importante em qualquer momento próximo ao treino pois, o mesmo desenvolve benefícios importantes nas refeições pré-treino, intra-treino e pós-treino, suprimindo, principalmente, as necessidades do indivíduo de construção, manutenção e reposição de glicogênio. Assim sendo, não há determinado o melhor momento para a ingestão do carboidrato, assunto que ainda merece ampla discussão.<sup>11</sup>

## **INGESTÃO DE CARBOIRATO QUANTO AO ÍNDICE GLICÊMICO**

Os carboidratos apresentam ritmos diferentes de digestão e absorção devido a fatores do alimento, como o índice glicêmico (IG). Esse índice reflete a concentração sanguínea de glicose após o consumo de um alimento rico em carboidrato, e devido a variações dessa concentração, os alimentos são classificados em: baixo IG (< ou = 55), médio IG (entre 56 e 69) e elevado IG (> ou = 70). Apesar de ser usada como estratégia nutricional, há na literatura divergências quanto ao tipo de carboidrato, em relação ao IG, devem ser consumidos após e principalmente antes do treino.<sup>6,11,22</sup>

Para alguns estudos, a refeição pré-treino deve ser composta por carboidratos de alto índice glicêmico devido ao fato de promoverem aporte calórico rapidamente e melhor esvaziamento gástrico evitando assim, desconforto durante o treinamento. Em contrapartida, seu consumo nessa refeição deve ser observado devido a possibilidade de gerar hipoglicemia de rebote devido a rápida elevação da insulina da glicemia plasmática.<sup>9,11,47</sup>

Sendo assim, o consumo de alimentos com baixo IG antes da sessão de treinamento é também defendida pelo fato de produzirem menores picos glicêmicos e como consequência, menores estímulos insulínicos evitando a hipoglicemia de rebote, fornecerem liberação sustentada de glicose durante o exercício além de promover ao indivíduo melhor performance quando comparado a um alimento de alto IG. Apesar dos benefícios, seu consumo pode gerar desconforto gástrico por apresentarem digestão e absorção lenta.<sup>6,9,40</sup>

Devido à alta taxa de absorção e digestão, no período pós treino, o consumo de alimentos com alto IG é mais recomendado para repor mais rapidamente as reservas de glicogênio muscular. Entretanto, alguns estudos mostram que o consumo

concomitante de alimentos com alto e baixo IG se torna mais eficaz na recuperação e no rendimento por promoverem melhor taxa de oxidação, menor desconforto gástrico e rápida ressíntese de glicogênio. Já outros, mostram que o tipo de IG não influencia no rendimento do indivíduo.<sup>7,22,33,47,50</sup>

A escolha do alimento a ser consumido é um dos fatores determinantes para a obtenção de bons resultados provenientes do exercício físico. Entretanto assim como no tópico relacionado ao horário de consumo, o tipo de índice glicêmico a ser consumido apresenta, nos estudos, conclusões conflitais, visto que ambos desenvolvem benefícios e prejuízos dependendo de outros fatores.<sup>2</sup>

## **RECOMENDAÇÕES DIÁRIAS DE CARBOIDRATO**

Dentre os fatores dietéticos, pode-se dizer que a quantidade ideal de carboidrato consumida sobressai ao horário e tipo desse macronutriente a ser ingerido, ou seja, se o indivíduo se preocupa apenas com o índice glicêmico do carboidrato e o horário de ingestão, ignorando o fator quantidade, seu rendimento no treino será comprometido, afetando conseqüentemente a hipertrofia muscular. Nível de atividade física, gasto energético diário, sexo, modalidade esportiva e condições ambientais, são fatores influenciadores da energia consumida durante os treinos e conseqüentemente da quantidade individual de carboidratos que deve ser ingerida.<sup>7</sup>

Em porcentagens, uma pessoa fisicamente ativa deve ingerir de 60%-65% ou de 55%-60% do valor calórico total no dia dependendo do autor a ser considerado. As que treinam intensamente, as recomendações diárias variam de 60%-70%. Diretrizes utilizando quilo de massa corporal também são utilizadas para que as recomendações sejam individualizadas de acordo com tamanho corporal do indivíduo, sendo assim, as literaturas recomendam, para atividades de moderada intensidade, valores variados que correspondem de 3-8g/kg/dia e para atletas de 6-12g/kg/dia.<sup>6,7, 27,33,38,40</sup>

Como observado, apesar de importante a quantidade de carboidrato ingerida, há na literatura inúmeras divergências quanto ao tema que variam drasticamente os números recomendados. Ainda assim, o carboidrato quando ingerido em quantidades consideravelmente menores do que as indicadas, não geram prejuízos no desempenho do exercício resistido ou dificuldade para gerar respostas adaptativas após o treinamento.<sup>27</sup>

## RELAÇÃO ENTRE O CARBOIDRATO E A HIPERTROFIA MUSCULAR

Dentre os macronutrientes, o carboidrato é um dos mais importantes quando o assunto é hipertrofia muscular. Tal afirmação pode ser feita, pelo fato de o mesmo ser a principal fonte de energia utilizada na prática de exercícios resistidos, promover estoques de glicogênio muscular e estimular a liberação de insulina, importante hormônio anabólico. Diversos estudos em torno do assunto foram realizados e comprovam a eficácia do carboidrato na hipertrofia muscular.<sup>7,9</sup>

Em Campo Mourão-PR um estudo realizado com 26 indivíduos mostrou que 42,1% dos homens encontravam-se em excesso leve ou moderado de massa muscular, enquanto no sexo feminino, 42,9% apresentavam depleção leve e nenhuma em excesso leve ou moderado. Tal fato pode ser explicado pelo baixo consumo de carboidratos e calorias por ambos os sexos, porém, os homens consumiam altas quantidades de proteína, o que parece ter favorecido a manutenção de massa magra, contudo, há necessidade de mais estudos nessa especialidade.<sup>5</sup>

A fim de determinar os efeitos da proteína whey antes e durante o exercício de resistência (ER) na composição corporal e força, 17 homens foram randomizados para participar do grupo proteína do leite ou placebo de carboidrato. Foi possível observar que o grupo placebo obteve melhores resultados no tamanho de 2 dos 3 músculos analisados, quando comparado ao consumo proteico.<sup>20</sup>

Um estudo, com o objetivo de comparar os efeitos de diferentes formas de proteína do soro do leite em composição corporal e desempenho no treinamento de resistência foi realizado com 56 homens divididos em quatro grupos. Um grupo recebeu carboidrato e os outros três, diferentes tipos de proteínas. Em todos os grupos houve aumento de massa muscular, força e adaptação de resistência para os exercícios avaliados, comprovando o efeito ergogênico não só da proteína, mas também do carboidrato na hipertrofia muscular.<sup>21</sup>

No campo científico, acredita-se que a proteína associada ao carboidrato promove maiores efeitos sobre a hipertrofia muscular, um estudo realizado com 22 indivíduos não foi capaz de comprovar tal fato. Os indivíduos foram separados no grupo proteína e proteína associado ao carboidrato, os resultados não mostraram diferença significativa na força e aumento muscular. Tal estudo deve ser analisado com cautela, uma vez que não foi avaliada a perda de glicogênio muscular e não foi exposto a dosagem utilizada dos macronutrientes.<sup>8</sup>

Os efeitos da ingestão de carboidratos na produção de força e tempo de exaustão muscular foi investigado utilizando contrações estáticas no quadríceps, através de eletroestimulação. O estudo contou com a participação de seis homens divididos em dois grupos, carboidrato e placebo. Os resultados indicam que o tempo até a exaustão para indivíduos que receberam maior quantidade de carboidrato foi maior ( $29 \pm 13,1$  minutos) quando comparado ao grupo placebo ( $16 \pm 8,1$  minutos). A produção de força também foi maior no grupo carboidrato ( $5540,1 \pm 726,1$  N) do que no placebo ( $3638,7 \pm 524,5$  N).<sup>37</sup>

O número de repetições no supino foram analisados por meio de um estudo cego, cruzado, controlado por placebo e randomizado após a ingestão de carboidrato. Os participantes que receberam a bebida de carboidrato antes da realização do exercício perceberam aumento no número de repetições ( $12,9 \pm 2,4$ ) quando comparados ao grupo placebo ( $11,3 \pm 1,9$ ), mostrando aumento de resistência muscular. Após a exaustão, a percepção de esforço também foi maior no grupo carboidrato ( $4 \pm 0,93$ ) quando comparado ao grupo placebo ( $3,1 \pm 0,64$ ).<sup>41</sup>

Durante o treinamento é importante que a glicemia seja controlada para que não haja mal-súbito devido a uma hipoglicemia. A resposta glicêmica em praticantes de musculação foi analisada após a ingestão de carboidratos. Quase 90% dos participantes consumiam carboidrato de forma inadequada e tiveram pequena queda da glicemia, fato influenciado pela baixa intensidade e tempo de treino. Os participantes que consumiram carboidratos no tempo e/ou quantidades recomendadas, obtiveram uma manutenção melhor da glicemia em comparação aos demais.<sup>9</sup>

Nove homens treinados consumiram carboidrato ou placebo, dez minutos antes e imediatamente após duas sessões de exercício de resistência, foi possível observar significativa diferença na concentração de insulina nos dois momentos nos indivíduos que consumiram carboidrato. Maior concentração de insulina indicativo do favorecimento do anabolismo, o que é auxiliado positivamente no processo de hipertrofia muscular, visto que é um hormônio anabólico.<sup>28</sup>

Apesar de importante, o consumo carboidrato é inadequado pela maioria das pessoas que buscam hipertrofia muscular. Na cidade de Santo André, os hábitos alimentares de 80 praticantes de musculação foram avaliados, e observou-se que apenas 4%, 42% e 6% dos indivíduos consumiam carboidrato adequadamente antes,

durante e após o treino, respectivamente. Tal fato reforça a necessidade do acompanhamento nutricional para correta prescrição e orientação nutricional.<sup>49</sup>

Em concordância com a revisão de literatura apresentada, os estudos práticos confirmam o positivo efeito do consumo de carboidrato quando se trata de aumento de massa muscular esquelética. Entretanto, há necessidade da orientação de um nutricionista em relação a alimentação adequada para que o objetivo de hipertrofia muscular seja alcançado de forma correta e com mais facilidade.<sup>2</sup>

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O aporte nutricional adequado é um dos fatores que influenciam o aumento da área de secção transversa do músculo esquelético, caracterizando a hipertrofia muscular, em resposta ao treinamento de resistência. Dentre os três macronutrientes, proteína, lipídio e carboidrato, este último ganha destaque por desempenhar funções fortemente ligadas ao processo citado acima como o estímulo da liberação e potencialização da função de hormônios anabólicos, poupança de proteína muscular, facilitando o balanço proteico positivo e geração de reservas de energia que serão utilizadas durante o treinamento resistido.

Embora não haja na literatura um consenso quanto ao melhor horário, tipo de índice glicêmico e quantidade de carboidrato a ser ingerido, é possível concluir que a ingestão de carboidratos exerce grandes efeitos na hipertrofia muscular em praticantes de treinamento de força. A prática de exercício físico exige adequação e orientação nutricional direcionada em relação a quantidades, horários e tipos de alimentos ou suplementos ideais para cada indivíduo, sendo assim, a atuação de um profissional nutricionista é de extrema importância.

## **REFERÊNCIAS**

- 1- Brito CL, Santos AKM, Galvão FGR, Moura SS, Vieira PD. Consumo alimentar de indivíduos que frequentam academia de musculação. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 2018; 12 (75): 929-35.
- 2- Santos NA, Figueiredo MA, Galvão GKC, Silva JSL, Silva MGF, Negromonte AG et al. Consumo alimentar de praticantes de musculação em academias na cidade de Pesqueira-PE. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 2016; 10 (55): 68-78.

- 3- Marque RF. Treinamento resistido e regulação da massa muscular. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. 2016; 10 (62): 438-40.
- 4- Brook MS, Wilkinson DJ, Smith K, Atherton PJ. It's not just about protein turnover: the role of ribosomal biogenesis and satellite cells in the regulation of skeletal muscle hypertrophy. Revista Europeia de Ciência do Esporte. [periódico na Internet]. 2019. [citado 2020 Mai 25]; [cerca de 13p.]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30741116/>.
- 5- Caetano F, Ikeda RKS, Silva RC. Perfil nutricional de praticantes de atividade de força. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva. 2019; 13 (80): 459-67.
- 6- Santos JAR. Carbohidratos, gorduras e proteínas: importância nutricional e suporte ao exercício prolongado. Perspectiva: Ciência e Saúde. 2019; 4 (1): 13-42.
- 7- Oliveira RA. Efeitos de uma dieta rica em carboidratos na hipertrofia muscular em praticantes de treinamento de força. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. 2014; 8 (47): 435-44.
- 8- Santos PC. Efeitos do treinamento de força associado à suplementação de proteína e carboidrato na força e hipertrofia muscular de homens jovens destreinados [dissertação]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2017.
- 9- Silva MA, Saron MLG, Souza CA, Souza EB. Avaliação dos efeitos da ingestão prévia de carboidratos sobre a resposta glicêmica de praticantes de musculação. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva. 2018; 12 (76): 1011-19.
- 10- Medeiros RS, Souza FD; Oliveira GA. Efeitos e benefícios da musculação para o idoso. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento [periódico na internet]. 2019; [citado 2020 mai 20]; 9: [cerca de 8p.]. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/musculacao-para-o-idoso>
- 11- Santos KNPM, Silva AJ, Coelho RG. Suplementação prévia de carboidrato e o desempenho no treinamento de força – uma revisão. Revista Científica Multidisciplinar das Faculdades São José. 2016; 8 (2): 1-16.
- 12- João GA, Charro AM, Figueira Junior A. Manual da musculação competitiva: do iniciante ao avançado. Rio de Janeiro: Phorte; 2018.
- 13- Ribeiro KC, Theiss PM. Perfil Alimentar de Indivíduos Praticantes de Musculação com Índícios de Vigorexia em Curitiba – PR. Revista Eletrônica Biociências, Biotecnologia e Saúde. 2018; 8 (17): 75-84.
- 14- Moraes ACL, Silva LLM, Macêdo EMC. Avaliação do consumo de carboidratos e proteínas no pós-treino em praticantes de musculação. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva. 2014; 8 (46): 247-53.

- 15- Mazon JM, Santolin M, Bastiani DC. Avaliação da ingestão de proteína e conhecimento sobre nutrição de praticantes de musculação em Erechim-RS. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 2018; 12 (72): 463-71.
- 16- Fanti YO, Marques NF, Marques AC, D'Almeida KSM, Silveira JT, Moura AF. Uso de suplementação e composição corporal de praticantes de musculação na cidade de Itaquí-RS. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 2017; 11 (62): 192-201.
- 17- Bastiani DC, Ceni GC, Mazon JM. Relação entre o consumo de carboidratos e composição corporal em praticantes de musculação de uma academia de Erechim-RS. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 2018; 12 (72): 472-82.
- 18- Generoso Junior AC, Silveira JQ. A influência do acompanhamento nutricional para a redução de gordura corporal e aumento de massa magra em mulheres praticantes de treinamento funcional. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 2017; 11 (64): 485-93.
- 19- Newmire DE, Willoughby DS. Partial Compared with Full Range of Motion Resistance Training for Muscle Hypertrophy: A Brief Review and an Identification of Potential Mechanisms. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [periódico na Internet]. 2018. [citado 2020 Jun 05]; [cerca de 12 p.]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29985227/>
- 20- Weisgarber KD, Candow DG, Vogt ESM. Whey protein before and during resistance exercise has no effect on muscle mass and strength in untrained young adults. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2012; 22:463 -9.
- 21- Lockwood CM, Roberts MD, Dalbo VJ, Smith-Ryan AE, Kendall KL, Moon JR et al. Effects of hydrolyzed whey versus other whey protein supplements on the physiological response to 8 weeks of resistance exercise in college-aged males, 2017; 36(1):16-27.
- 22- Fontan JF, Amadio MB. O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: revisão sistemática. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2015; 21 (2): 153-7.
- 23- Shoenfeld B. *Science and development of muscle hypertrophy*. New York: Human Kinetics Publishers; 2016.
- 24- Salles BCC, Terra MC, Paula FBA. Sinalização mediada pela insulina em vias anabólicas. *Revista Farmácia Generalista*. 2019; 1 (2): 25-45.
- 25- Macedo AG, Silva AB, Oliveira DM, Simionato AR, Goes ATR, Pessoa Filho DM. Treinamento resistido e sistema endócrino: revisão de literatura. *Dossiê de Educação Física: Esporte e Saúde*. 2020; 16 (3): 1-15.

- 26- Cava E, Yeat NC, Mittendorfer B. Preserving Healthy Muscle during Weight Loss. *Advances in Nutrition*. [periódico na Internet]. 2017 [citado 2020 Jun 20]; [cerca de 8 p.]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28507015/>
- 27- Escobar KA, VanDusseldorp A, Kerksick CM. Carbohydrate intake and resistance-based exercise: are current recommendations reflective of actual need? *British Journal of Nutrition*. [periódico na Internet]. 2017 [citado 2020 Jun 22]; [cerca de 12 p.]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27993175/>
- 28- Thyfault JP, Carper MJ, Richmond SR, Hulver MW, Potteiger JA. Effects of liquid carbohydrate ingestion on markers of anabolism following high-intensity resistance exercise. *J Força Cond Res*. 2004; 18 (1): 174-9.
- 29- Herrera NA, Zago AS, Rush JWE, Amaral SL. Low-intensity resistance training attenuates dexamethasone-induced atrophy in the flexor hallucis longus muscle. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. [periódico na Internet]. 2014. [citado 2020 Jun 25]; [cerca de 7 p.]. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/116636>
- 30- Macedo AG, Krug ALO, Souza LM, Martuscelli AM, Constantino PB, Zago AS et al. Time-course changes of catabolic proteins following muscle atrophy induced by dexamethasone. *Steroids*. [periódico na Internet]. 2016. [citado 2020 Jun 25]; [cerca de 6 p.]. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/176908/2-s2.084959127600.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 31- Ramos SMN, Carvalho LPB, Estevão LMC, Bezerra RR, Macedo JL, Souza FCA. A influência do exercício físico sobre o cortisol e glicose sanguínea de praticantes de atividade física. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 2019; 13 (81): 666-74.
- 32- Santinoni E, Rosa G. Suplementação de carboidratos em esportes de alta intensidade. *Revista Brasileira de Nutrição Funcional* [periódico na Internet]. 2015: [citado 2020 Jun 26]; 64: [cerca de 11 p.]. Disponível em: <https://www.vponline.com.br/portal/noticia/pdf/f5573e9a0a5002af0dbbab0974f6d37c.pdf>
- 33- Kerksick CM, Arent S, Schoenfeld BJ, Stout JR, Campbells B, Wilborn CD et al. International society of sports nutrition position stand: nutrient. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* [periódico na Internet]. 2017: [citado 2020 Jun 26]; 14 (33): [cerca de 21 p.]. Disponível em: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12970-017-0189-4>
- 34- Pellegrini AR, Nogiri FS, Barbosa MR. Consumo de suplementos nutricionais por praticantes de musculação da cidade de São Carlos-SP. *Revista Brasileira De Nutrição Esportiva*. 2017; 11(61): 59-73.
- 35- Jeukendrup AE. Periodized Nutrition for Athletes. *Sports Med* [periódico na Internet]. 2017: [citado 2020 Jun 30]; 47: [cerca de 12 p.]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28332115/>

- 36- Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. Elsevier. 2016; 116(3): 501-28.
- 37- Wax B, Brown SP, Webb HE, Kavazis AN. Effects of carbohydrate supplementation on force output and time to exhaustion during static leg contractions superimposed with electromyostimulation. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012; 26(6): 1717–23.
- 38- Hernandez AJ, Nahas RM. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2009; 15 (3): 3-12.
- 39- Oliveira FJS, Avi CM. Ingestão de carboidratos por praticantes de musculação de uma academia do município de Monte Azul Paulista-SP. *Revista Ciências Nutricionais Online*. 2018; 2 (2): 11-17.
- 40- Thomas DT, Burke LM, Erdman KA. Nutrition and Athletic Performance. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*. [periódico na Internet]. 2015. [citado 2020 ago 4]; cerca de 25p.]. Disponível em: [https://www.migliaccio.it/wp-content/uploads/2018/07/Nutrition\\_and\\_Athletic\\_Performance.25.pdf](https://www.migliaccio.it/wp-content/uploads/2018/07/Nutrition_and_Athletic_Performance.25.pdf).
- 41- Almeida CM, Balmant BD. Avaliação do hábito alimentar pré e pós-treino e uso de suplementos em praticantes de musculação de uma academia no interior do estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 2017; 11 (62): 104-17.
- 42- Naderi A, Oliveira EP, Ziegenfuss TN, Willems MET. Timing, optimal dose and intake duration of dietary supplements with evidence-based use in sports nutrition. *Journal of Exercise Nutrition and Biochemistry*. 2016; 20 (4): 1-12.
- 43- Santos MPP, Spinel H, Bastos-Silva VJ, Learsi SK, Araujo GG. Ingestion of a drink containing carbohydrate increases the number of bench press repetitions. *Revista de Nutrição* [periódico na internet]. 2019 [citado 2020 ago 8]; 32; [cerca de 9p]. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1415-52732019000100509&lng=pt&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1415-52732019000100509&lng=pt&nrm=iso)
- 44- Beck KL, Thomson JS, Swift RJ, von Hurst PR. Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery. *Open access J Sport Med*. 2015; 6: 259-67.
- 45- Ferreira DAS. Nutrição e suplementação no desporto [tese]. Lisboa: Faculdade de medicina de Lisboa; 2017.
- 46- Costa TA, Gonçalves HR, Anschau FR, Viaro LF, Borgheti R, Santos FB, et.al. Suplementação com bebida artesanal que contém carboidrato em atletas da ginástica rítmica. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. 2016; 39 (2): 115-22.

- 47- Mata F, Valenzuela PL, Gimenez J, Tur C, Ferreira D, Domínguez R, Sanchez-Oliver AJ, Sanz JMM. Carbohydrate Availability and Physical Performance: Physiological Overview and Practical Recommendations. *Nutrients*. 2019; 11 (5): 1-10.
- 48- Morais ACL, Silva LLM, Macêdo EMC. Avaliação do consumo de carboidratos e ++proteínas no pós-treino em praticantes de musculação. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva [periódico na internet]*. 2014 [citado 2020 ago 15]; 8(46); [cerca de 6p.]. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/455>
- 49- Caparros DR, Baye AS, Rodrigues F, Stulbach TE, Navarro F. Análise da adequação do consumo de carboidratos antes, durante e após treino e do consumo de proteínas após treino em praticantes de musculação de uma academia de Santo André SP. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva [periódico na internet]*. 2015 [citado 2020 ago 17]; 9(52); [cerca de 8p]. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Q6DmsXsB-ZYJ:www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/542+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>
- 50- Mori E, Beserra TL, Braga VFC, Galvão FGR, Araújo JER, Leite PKV, et al. A influência do uso de carboidratos sobre o desempenho físico: Revisão sistemática. *Revista Interfaces*. 2017; 5 (15): 33-8.