



Correlação entre a suplementação de proteína e carboidrato e variáveis antropométricas e de força em indivíduos submetidos a um programa de treinamento com pesos

Patrícia Veiga de Oliveira¹, Luciana Baptista², Fernando Moreira² e Antônio Herbert Lancha Junior¹

RESUMO

A grande maioria dos indivíduos que aderem a programas regulares de exercícios com pesos têm grande preocupação estética que se resume ao aumento da força e massa musculares à custa do treinamento associado à suplementação. O objetivo deste trabalho foi verificar se a ingestão de uma dieta hiperprotéica (4g.kg⁻¹.d⁻¹), aliada ao treinamento, provoca maior aumento da massa muscular e força quando comparado com o padrão dietético normoprotéico. **Metodologia:** Dezesesseis voluntários foram divididos em dois grupos segundo a suplementação: com proteína (HP), perfazendo 4g.kg⁻¹.d⁻¹, e com carboidrato (NP), na quantidade calórica da suplementação protéica (225g.d⁻¹). Os dois grupos foram submetidos ao treinamento com pesos para os músculos bíceps e tríceps, três vezes por semana durante oito semanas. Foram analisados a força, massa muscular, área de secção transversa muscular, cortisol e insulina. **Resultados:** O grupo HP apresentou maior consumo de proteína e o grupo NP, de carboidrato. Os grupos também apresentaram diferença nos valores de cortisol. O grupo NP apresentou correlação positiva entre o maior aumento na ingestão de carboidrato (%) e o aumento da área M, e também entre a força para o exercício tríceps francês (TFR2) e o aumento da massa muscular e a maior ingestão de carboidrato. **Conclusão:** Sugere-se que a correlação entre a ingestão de carboidrato e o aumento da área muscular e da força para o exercício tríceps francês pelo grupo NP esteja relacionada à situação metabólica favorável para síntese protéica.

ABSTRACT

Correlation between the protein and carbohydrate supplement and anthropometric and strength variables in individuals submitted to a resistance training program

The majority of individuals following regular resistance exercise trainings have a major esthetic concern that may be summarized through the increase in the strength and muscular mass under the training associated to the supplement. The purpose of this paper was to verify if the intake of a high protein diet (4 g.kg⁻¹.d⁻¹) associated to the training causes a higher increase in the muscular mass and strength compared to the normo protein dietetic pattern. **Methodology:** Sixteen volunteers were divided in two groups according to the supplement pattern: a total of 4 g.kg⁻¹.d⁻¹ protein (HP), and carbohydrate (NP) intake following the caloric quantity of the protein supplement (225 g.d⁻¹). Both groups were submitted to

Palavras-chave: Suplementação protéica. Massa muscular. Área de secção transversa muscular. Força.

Keywords: Protein supplement. Muscular mass. Muscular cross section area. Strength.

Palabras-clave: Suplementación protéica. Masa muscular. Área de sección transversa muscular. Fuerza.

the resistance training protocol to the biceps and triceps muscles three times a week for 8 weeks. It was analyzed the strength, the muscular mass, the muscular cross section area, the cortisol and the insulin. **Results:** The HP group presented higher protein intake, and the NP group presented higher carbohydrate intake. Both groups also presented a difference in the cortisol values. The NP group presented a positive correlation between the higher carbohydrate intake (%) and the increase in the muscle area, and also between the strength to the overhead triceps, and the increase in the muscular mass and the higher carbohydrate intake. **Conclusion:** It is suggested that the correlation between the carbohydrate intake and the increase in the muscular area and strength to the overhead triceps found in the NP group is related to the favorable metabolic situation to the protein synthesis.

RESUMEN

Correlación entre la suplementación de proteínas e hidratos de carbono con las variables antropométricas y de fuerza en individuos sometidos a un programa de entrenamiento con pesos

La gran mayoría de los individuos que se adhieren a los programas regulares de ejercicios con pesos tienen gran preocupación estética que se resume al aumento de la fuerza y masa muscular con empleo del entrenamiento asociado a la suplementación. El objetivo de este trabajo era verificar la ingestión de una dieta hiperprotéica (4g.kg⁻¹.d⁻¹), unido al entrenamiento que provoca un aumento más grande de la masa muscular y fuerza cuando se lo compara al modelo normoprotéico dietético. **Metodología:** Dieciséis voluntarios divididos en dos grupos según el suplementación: con proteína (HP), recibiendo 4g.kg⁻¹.d⁻¹, y con hidratos de carbono (NP), en la cantidad calórica de suplementación protéica (225g.d⁻¹). Los dos grupos se sometieron al entrenamiento con pesos para los músculos bíceps y tríceps, 3 veces por semana durante 8 semanas. La fuerza, la masa muscular, el área de sección transversa muscular, se analizaron así como el cortisol y la insulina. **Resultados:** El grupo HP presentó el consumo de la proteína más grande y el grupo NP, de hidratos de carbono. Los grupos también presentaron diferencia en los valores del cortisol. El grupo NP presentó la correlación positiva entre el aumento más grande en la ingestión de hidratos de carbono (%) y el área de aumento M, y también entre la fuerza para el ejercicio del tríceps (TFR2) y el aumento de la masa muscular y la ingestión más grande de hidratos de carbono. **Conclusión:** Este estudio hace pensar en que la

1. Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo – São Paulo/SP.

2. Hospital Nove de Julho – São Paulo/SP.

Recebido em 18/2/05. Versão final recebida em 25/9/05. Aceito em 27/9/05.

Endereço para correspondência: Rua Pedroso Alvarenga, 220, apto. 13 – 04531-000 – São Paulo, SP. E-mail: pativeoli@hotmail.com

correlación entre la ingestión de hidratos de carbono y el aumento del área muscular y de la fuerza para el ejercicio tríceps por el grupo NP está relacionada con la situación metabólica favorable para la síntesis protéica.

INTRODUÇÃO

Os benefícios proporcionados pela prática de exercícios regulares são bem documentados⁽¹⁾. Em se tratando especificamente dos exercícios com pesos, evidências científicas respaldam que um programa adequado de treinamento induz inúmeros benefícios, tais como: melhorias na resposta da insulina à sobrecarga de glicose e na sensibilidade à insulina, menor probabilidade de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, entre outros⁽²⁾. No entanto, a grande maioria dos indivíduos adultos jovens que aderem a programas regulares de exercícios com pesos têm maior preocupação estética, que se resume ao aumento da força e massa musculares, que não necessariamente se restringem aos limites fisiológicos benéficos à saúde. Para tanto, anualmente são lançados no mercado inúmeras dietas e suplementos protéicos que visam atuar como sinergistas no ganho de massa muscular por meio do treinamento com pesos.

Justificativa

Levando-se em consideração a forma indiscriminada pela qual os indivíduos aderem às dietas e suplementos por tempo indeterminado^(3,4), sem comprovação se tais estratégias irão atuar como sinergistas no aumento da massa muscular e força, o presente trabalho procura verificar se a suplementação protéica aliada à prática de atividade com pesos é realmente mais eficaz no aumento da força e massa muscular quando comparada com indivíduos que receberam a mesma suplementação isocalórica na forma de carboidrato.

Objetivo

Verificar se os efeitos de uma dieta hiperprotéica ($4g.kg^{-1}.d^{-1}$), associada a um programa de exercícios com pesos de alta intensidade, provocam maior aumento da massa muscular e força quando comparados com o padrão dietético normoprotéico em indivíduos suplementados com carboidrato na mesma quantidade calórica do grupo que recebeu proteína.

METODOLOGIA

O projeto iniciou-se com 16 indivíduos e terminou com 12. Todos os voluntários eram alunos da Escola de Educação Física da Polícia Militar de São Paulo em regime de semi-internato, realizavam quatro refeições na Escola (café da manhã, lanche, almoço e lanche); dessa forma, o controle alimentar foi facilitado. Todos também realizavam as mesmas rotinas de atividades físicas pertinentes ao currículo escolar.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Ciências Biomédicas e todos os voluntários assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Análise da dieta

A avaliação nutricional foi realizada pelo preenchimento do inquérito alimentar de três dias (dois dias da semana e um do final de semana) a cada 15 dias, durante todo o período de intervenção (oito semanas). O programa *Virtual Nutri* (versão 2,5) foi utilizado para o cálculo da ingestão alimentar.

Suplementação

Os indivíduos foram divididos aleatoriamente em dois grupos: metade do grupo ($n = 8$) suplementado com proteína (HP) e a outra metade ($n = 8$) suplementada com carboidrato (NP). A quantidade de proteína suplementada foi calculada a partir da análise

de ingestão protéica obtida por meio de registros alimentares. Cada indivíduo recebeu suplementação protéica equivalente para fazer, juntamente com as proteínas ingeridas na dieta, $4g.kg^{-1}.d^{-1}$. Os suplementos protéicos utilizados foram a proteína do soro do leite sabor baunilha (70%) e leite em pó desnatado (30%). O carboidrato utilizado foi a maltodextrina. A quantidade de carboidrato suplementada ($225g.d^{-1}$) foi calculada pela equivalência calórica fornecida pela suplementação protéica e foi reajustada após quatro semanas.

Os suplementos foram previamente testados e homogeneizados com água, para que, com a adição de aromatizantes, adoçantes, corantes e leite em pó, ficassem com sabor, cor e aroma muito semelhantes, dificultando a identificação das amostras pelos voluntários. Todos os saquinhos contendo os suplementos foram identificados por números (1-16). Todos os indivíduos foram orientados a homogeneizar os suplementos com 1.000ml de água e consumi-los em quatro porções durante o dia todo (pela manhã, na hora do almoço, à tarde e à noite).

Teste de 1-RM e prescrição da atividade

Todos os indivíduos previamente ao teste realizaram alongamento e aquecimento: 10 repetições para todos os exercícios (barra de 7kg). Todos realizaram em média quatro tentativas para alcançar a carga máxima para todos os exercícios (a carga foi estimada através da Escala de Borg⁽⁵⁾). O treinamento consistia de quatro exercícios: rosca direta (RD), rosca testa (RT), rosca *scotch* (RS), e tríceps francês (TFR), realizados em cinco séries de oito repetições, três vezes por semana (intervalo de um dia entre os treinos). Os intervalos consistiam em três minutos entre as séries e de cinco minutos entre os exercícios.

Uma semana antes do início do processo de intervenção todos os indivíduos foram familiarizados com todos os movimentos na carga de 80%, em que foram realizadas todas as correções necessárias dos movimentos e postura. O período de intervenção teve duração de oito semanas. Todos os voluntários possuíam uma ficha para o controle da frequência e foram orientados a não faltar a nenhum treinamento (totalizando 24 sessões). Caso necessário, poderiam faltar somente a um treino e deveriam repô-lo ao final das oito semanas. Caso necessitassem faltar a mais de um treinamento, seriam excluídos do projeto. Após quatro semanas todas as cargas foram reajustadas (teste de 1-RM). Todos os treinos foram supervisionados.

Avaliação da composição corporal

Dobras cutâneas e circunferência: Utilizou-se o compasso de Harpenden para a mensuração das dobras cutâneas e uma fita métrica para a mensuração das circunferências. As dobras cutâneas analisadas foram: tríceps, bíceps, subescapular, supra-iliaca, supra-espinal, abdômen, coxa e perna. A medida das circunferências foi realizada com uma fita métrica nas regiões do tórax, cintura, quadris, bíceps relaxado e contraído, antebraço, coxa e perna. As mensurações foram efetuadas três vezes consecutivas e o valor utilizado foi a média das três. Todas as medidas foram realizadas com o mesmo aparelho pelo mesmo avaliador. O protocolo utilizado para o cálculo da densidade foi o de Durnin e Womersley⁽⁶⁾ e para o cálculo da percentagem de gordura (pré-intervenção = % de gord 1 e pós-intervenção = % gord 2) e massa muscular (pré-intervenção = Mm1 e pós-intervenção = Mm2), a equação de Siri⁽⁷⁾. Todos os voluntários foram pesados na balança eletrônica e a estatura foi mensurada em um estadiômetro de prancha.

Teste de força (isocinético)

Todos os voluntários realizaram alongamento e aquecimento dos membros superiores. O aquecimento consistiu de três séries de 15 repetições com *thera band*, uma faixa elástica presa em uma unidade fixa na qual os participantes realizavam movimentos de

flexão e extensão de cotovelo dos dois braços. O teste de força no dinamômetro isocinético foi realizado no aparelho *Cyber Norm*, com o atleta deitado em decúbito dorsal com o membro superior estabilizado para tentar reproduzir os movimentos de extensão e flexão de cotovelo. Foram realizadas cinco repetições (60°/s); adaptado de Neu *et al.*⁽⁸⁾. Foram analisados os picos de torque (PT) para flexores e extensores esquerdo e direito.

Análise do cortisol e insulina

Foram coletados dos indivíduos, em jejum de 12 horas, 10ml de sangue da veia antecubital às 8:00 horas. O sangue foi centrifugado e congelado (-10°C) para posterior análise do cortisol e da insulina. O cortisol sérico e a insulina foram analisados pela técnica de radioimunoensaio (*kit Cortisol Coat-A-Count* e *kit insulina*).

Tomografia computadorizada

As aquisições das imagens foram realizadas no aparelho *Siemens – Somation Plus 4*, no Centro de Tomografia por Computador do Hospital Nove de Julho. Todas as análises foram realizadas com o aplicativo *Statistics* do próprio aparelho. O protocolo utilizado para a aquisição das imagens foi adaptado de MacDougall *et al.*⁽⁹⁾. Antes de entrar na sala, os indivíduos eram marcados no braço dominante no ponto de maior circunferência do bíceps flexionado. Em seguida, uma fita métrica era posicionada na distância entre os ossos acrômio e olécrano e anotado o ponto de referência na fita métrica onde a marca da caneta havia sido feita anteriormente. Esse procedimento foi realizado para demarcar exatamente o ponto de corte em que seriam obtidas as imagens tomográficas nos dois momentos, pré e pós-intervenção. As imagens foram realizadas com os voluntários deitados em decúbito dorsal, com os braços relaxados ao lado do corpo, com a palma das mãos viradas para cima. Foram obtidas duas imagens tomográficas através de cortes axiais de 10mm de espessura no ponto de referência demarcado anteriormente. A primeira imagem obtida serviu para ajustar o campo de visão do músculo bíceps, sendo desprezada e não avaliada. A segunda imagem obtida foi analisada com o auxílio do *mouse* do equipamento, desenhando a circunferência dos músculos do braço e aplicando o valor de densidade muscular entre 30 e 100 unidades hounsfield (UH) para o cálculo da área do músculo na espessura de 10mm, predefinidas por Goodpaster *et al.* (1997). Foram comparados os valores das áreas musculares pré e pós-intervenção (área M1 e área M2, respectivamente).

O cronograma de todos os testes realizados encontra-se representado na tabela 1.

TABELA 1
Cronograma de testes

| | Período semanas | | | |
|------------------------------|-----------------|---|---|---|
| | 0 | 2 | 4 | 8 |
| Registro alimentar de 3 dias | x | x | x | x |
| Composição corporal | x | | | x |
| Dinamometria | x | | | x |
| Teste de 1-RM | x | | x | x |
| Tomografia | x | | | x |
| Coleta de sangue | x | | | x |

Análise estatística

Foi realizada análise descritiva apresentando média e desvio-padrão. Para verificar se a amostra possuía distribuição normal foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov. Para verificar se houve diferença entre as variáveis estudadas entre os grupos HP e NP, utilizou-se o teste *t* de Student para amostras independentes e, para verificar a diferença dentro de cada grupo entre as primeiras

e segundas medidas, o teste *t* de Student pareado. Para avaliar a correlação entre as variáveis foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson (*r*). O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. O *software* utilizado foi o *SPSS* versão 10,0.

RESULTADOS

Os dados descritivos da população encontram-se nas tabelas 2, 3 e 4. Os dados de força estão na tabela 5.

TABELA 2
Dados de idade, estatura e peso corporal

| | HP | | NP | |
|-------------|------------|------------|-------------|------------|
| | Pré | Pós | Pré | Pós |
| Idade | 30,2 ± 1,9 | | 27,5 ± 1,8 | |
| Altura (cm) | 176 ± 4,4 | | 172,9 ± 6,7 | |
| Peso (kg) | 73,3 ± 8,9 | 72,6 ± 5,0 | 68,7 ± 5,7 | 70,4 ± 4,8 |

TABELA 3
Dados de cortisol, insulina e avaliação nutricional

| | HP | | NP | |
|------------------|--------------|---------------|-------------|----------------|
| | Pré | Pós | Pré | Pós |
| Cortisol (µg/dl) | 15,9 ± 6,4 | 19 ± 5,4* | 16,4 ± 2,7 | 13,1 ± 2*^ |
| Insulina (UI/ml) | 2,1 ± 0,7 | 1,7 ± 0,5 | 1,8 ± 0,4 | 2,0 ± 0,5 |
| kcal | 3.108 ± 491 | 3.710 ± 216* | 3.193 ± 496 | 3.767 ± 493* |
| P (g) | 133,5 ± 32,5 | 296,8 ± 31,3* | 127,8 ± 20 | 129,9 ± 14,4*^ |
| P (%) | 17,3 ± 2,8 | 32,1 ± 3,4* | 16,3 ± 2 | 14 ± 1,3*^ |
| C (g) | 362,1 ± 48,6 | 337,8 ± 48,3* | 418,7 ± 81 | 580,7 ± 72*^ |
| C (%) | 47,1 ± 3,2 | 37,4 ± 3,5* | 52,9 ± 9,2 | 63 ± 2,5*^ |
| L (g) | 120,5 ± 25,9 | 112,4 ± 12,6 | 104,3 ± 36 | 100 ± 21,4 |
| L (%) | 32,7 ± 5 | 32,5 ± 3,2 | 29,5 ± 7,5 | 29,6 ± 6,3 |

* $p < 0,01$ diferença significativa pré e pós dentro do próprio grupo; ^ $p < 0,01$ quando os dois grupos são comparados; P(g) = ingestão de proteína em gramas; P(%) = ingestão de proteína em relação à ingestão calórica; C(g) = ingestão de carboidrato em grama; C(%) = ingestão de carboidrato em relação à ingestão calórica; L(g) = ingestão de lipídeo em grama; L(%) = ingestão de lipídeo em relação à ingestão calórica.

TABELA 4
Dados de antropometria da população estudada

| | HP | | NP | |
|---------------------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| | Pré | Pós | Pré | Pós |
| Mm (kg) | 61,2 ± 6,2 | 61,5 ± 3,3 | 58,3 ± 4,4 | 61,4 ± 6,2* |
| % de gordura | 16,2 ± 2,3 | 15,2 ± 2,3* | 15,2 ± 3,2 | 12,7 ± 2,7* |
| Área M (cm ²) | 46,5 ± 11,4 | 51,7 ± 12,5* | 48,1 ± 9,0 | 54,6 ± 11,7* |

* $p < 0,05$ indica diferença significativa dentro do próprio grupo. Mm = massa muscular; Área M = área de secção transversa muscular; % de gordura = percentagem de gordura.

TABELA 5
Variáveis de força

| | HP | | NP | |
|------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | Pré | Pós | Pré | Pós |
| RD (kg) | 36,2 ± 4,9 | 44,7 ± 5,2* | 37,2 ± 4,4 | 44,1 ± 1,9* |
| RS (kg) | 33,7 ± 7,0 | 46,8 ± 5,1* | 32,2 ± 5,1 | 47,6 ± 4,3* |
| RT (kg) | 37,6 ± 8,6 | 47,3 ± 9,5* | 33,9 ± 7,9 | 45,1 ± 8,2* |
| TFR (kg) | 28,5 ± 6,5 | 42,3 ± 8,4* | 31,6 ± 7,9 | 43,8 ± 6,5* |
| PTFD (N/m) | 48,1 ± 8,7 | 57,8 ± 11,8* | 49,9 ± 9,1 | 58,7 ± 6,2* |
| PTFE (N/m) | 50 ± 7,9 | 52,4 ± 10,8* | 50,5 ± 5,7 | 52,1 ± 7,9* |
| PTED (N/m) | 56,6 ± 12,8 | 61,5 ± 3,3* | 54,5 ± 12,8 | 50,2 ± 10,9* |
| PTEE (N/m) | 61,9 ± 14,6 | 63,2 ± 15,6* | 57 ± 11,0 | 50 ± 6,5* |

* $p < 0,05$ indica diferença significativa dentro do próprio grupo. RD = rosca direta; RS = rosca *scotch*; RT = rosca testa; TFR = tríceps francês; PTFD = pico de torque para flexores direito; PTFE = pico de torque para flexores esquerdo; PTED = pico de torque para extensores direito; PTEE = pico de torque para extensores esquerdo.

A figura 1 representa a variação do cortisol quando os dois grupos são comparados.

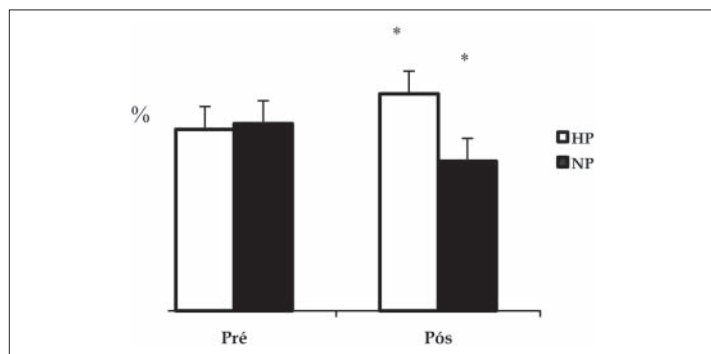


Fig. 1 – Análise da variação do cortisol pré e pós quando os grupos HP e NP são comparados

As correlações estão representadas na tabela 6. O grupo NP apresentou correlação significativa entre o aumento da ingestão de carboidrato % e o aumento da área muscular (área M2), $r = 0,9$; $p = 0,001$, figura 2. Não houve correlação significativa para as mesmas no grupo HP ($r = 0,13$; $p = 0,8$). Em relação à força, o grupo NP apresentou correlação positiva entre o aumento de força para o exercício tríceps francês (TFR2) e o aumento da massa muscular (Mm2), $r = 0,8$; $p = 0,01$. O grupo HP não apresentou correlação significativa entre as mesmas variáveis ($r = 0,01$; $p = 0,8$).

TABELA 6
Correlação entre as variáveis nutricionais, antropométricas e força

| | r | | | | | |
|---------|---------|--------------|-------------|------|------|--------------|
| | Área M2 | | D(%) área M | | TFR2 | |
| | HP | NP | HP | NP | HP | NP |
| C(%)2 | -0,5 | -0,32 | -0,37 | -0,2 | 0,4 | 0,85* |
| D% C(%) | 0,13 | 0,9* | -0,3 | 0,58 | 0,28 | 0,82 |
| Mm2 | 0,73 | 0,9** | 0,37 | 0,28 | 0,01 | 0,8* |

* $P = 0,01$; ** $p = 0,02$. O software utilizado foi o SPSS (versão 10,0).

Área M2 = área de secção transversa muscular após intervenção; D(%) área M = delta percentual da área de secção transversa muscular; TFR2 = força mensurada através do exercício tríceps francês após intervenção. C(%)2 = Ingestão de carboidrato (g); D%C (%) = delta percentual de carboidrato ingerido (%).

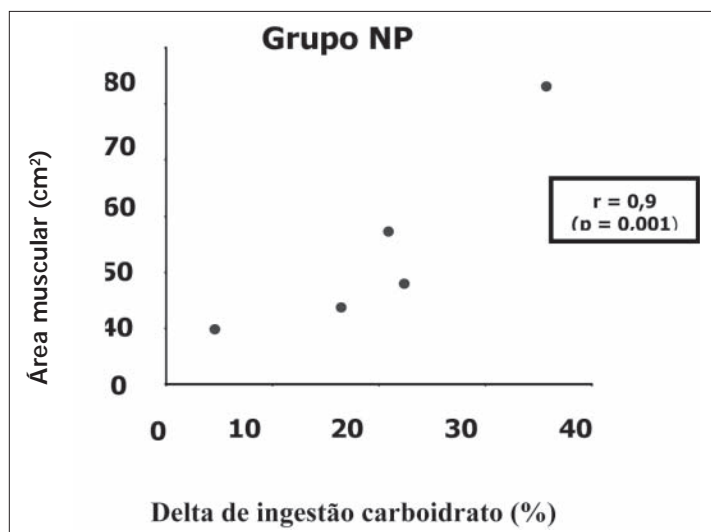


Fig. 2 – Correlação entre o delta de ingestão de C (%) e a área de secção transversa muscular pós-intervenção

O grupo NP também apresentou correlação positiva entre o aumento da ingestão de carboidrato (C2%) e o aumento de força para o exercício tríceps francês (TFR2), $r = 0,85$; $p = 0,04$; não foi observada correlação significativa entre as duas variáveis no grupo HP ($r = 0,4$; $p = 0,3$).

Houve correlação positiva entre o aumento da massa muscular (Mm2 e o aumento da área M2 ($r = 0,9$; $p = 0,02$) no grupo NP; o grupo HP não apresentou correlação significativa entre as duas variáveis ($r = 0,73$; $p = 0,09$).

DISCUSSÃO

Verificou-se que o grupo HP apresentou ingestão de 32,1% ($4g \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$) de proteína e 37,4% de carboidrato, e o grupo NP ingeriu 14% de proteína ($1,8g \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$) e 63% de carboidrato. Segundo Lemon *et al.*⁽¹⁰⁾, $0,89g \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$ de proteína são necessários para manter o balanço nitrogenado positivo em indivíduos sedentários, porém, para atletas de *endurance* e indivíduos que praticam exercícios com peso, esse balanço positivo ocorre com a ingestão de $1,2-1,5g \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$, respectivamente.

Os resultados apresentados pelo teste *t* pareado demonstram que a suplementação e a atividade física foram eficientes dentro de cada grupo na promoção do aumento da massa e área de secção transversa musculares e do aumento de força após oito semanas.

Tarnopolsky *et al.*⁽¹¹⁾ verificaram que quando a ingestão protéica da dieta aumenta de $0,86$ para $1,4g \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$, a síntese protéica aumenta em homens submetidos ao treinamento com peso, mas quando a ingestão é superior a $2,4g \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$, nenhuma diferença significativa foi encontrada; no entanto, os autores não utilizam a suplementação com carboidrato para que se possa fazer alguma comparação. Não foram encontradas diferenças significativas para os dados antropométricos, para as variáveis de força e para as análises de insulina.

É importante ressaltar que a coleta foi realizada após um período de 12 horas de jejum, não representando, dessa forma, o efeito agudo provocado logo após a sessão de treinamento, como é realizada por diversos autores.

No presente trabalho foram verificadas diferenças significativas nas concentrações de cortisol; o grupo NP apresentou uma diminuição de $-18,1\%$, e o grupo HP, um aumento de $33,6\%$. Thyfault *et al.*⁽¹²⁾ verificaram o efeito agudo da suplementação com carboidrato líquido ($1g \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$, antes e após a atividade) ou suplementação com placebo associados ao exercício com peso (dois dias de treinamento). Foram analisadas as concentrações de cortisol, insulina, amônia e glicose. Verificou-se aumento nas concentrações de insulina após o exercício e após uma hora e meia do término da atividade. Não houve diferença significativa para os outros hormônios quando os dois grupos são comparados.

De acordo com a análise de correlação, acredita-se que o aumento de força para o exercício tríceps francês esteja diretamente associado ao aumento da massa muscular e da ingestão de carboidrato no grupo NP. Por meio das análises, demonstrou-se que o grupo NP apresentou maior aumento da área de secção transversa muscular, quando comparado com o grupo HP.

Rozenek *et al.*⁽¹³⁾ submeteram dois grupos ao treinamento com pesos (quatro séries de oito repetições a 70% de 1-RM, 10 exercícios, durante oito semanas) e suplementação. Um grupo recebeu 356g de glicose e $3,0g \cdot kg^{-1}$ de proteína e o outro grupo recebeu 450g de carboidrato e $1,7g \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$ de proteína (grupo placebo), totalizando o equivalente a 2.020kcal a mais por dia. Não houve diferença significativa na avaliação da massa muscular, percentagem de gordura e força entre os grupos. Os autores levantaram a hipótese de que deve haver um limite de otimização da proteína ingerida e que, provavelmente quando esse limite é extrapolado, não há benefícios para o ganho de força e massa muscular.

Apesar de não terem sido realizadas certas dosagens que pudessem precisar este fato, acredita-se que a alta concentração de proteína ($4\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$) tenha provocado um desequilíbrio no ciclo de Krebs, para produção energética pela falta do substrato carboidrato, aumentando as concentrações de corpos cetônicos, aumento nas concentrações do cortisol, comprometendo a síntese protéica. Em contrapartida, verificou-se no grupo NP uma diminuição nas concentrações de cortisol, acompanhada pela correlação positiva entre a ingestão do carboidrato e o aumento da área de secção transversa muscular, sugerindo que a suplementação com carboidrato ($225\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$), associada à ingestão protéica de $1,8\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ e ao treinamento com pesos, é favorável ao aumento da síntese protéica. Acredita-se que a correlação positiva existente entre as variáveis antropométricas e somente a ingestão de carboidrato sejam decorrentes do aumento nas concentrações de insulina após o consumo, resultando em diminuição nas concentrações de cortisol cronicamente, favorecendo o anabolismo para a síntese protéica.

CONCLUSÃO

O grupo NP apresentou correlação positiva entre a ingestão de carboidrato e o aumento da área muscular e força para o exercício tríceps francês. Segundo os resultados apresentados, os indivíduos suplementados com carboidrato ($225\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) associado à ingestão protéica de $1,8\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$, quando submetidos ao treinamento com peso, apresentaram maior aumento da massa muscular quando comparados com os indivíduos submetidos ao mesmo treinamento suplementados com $4\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$. Serão necessários mais estudos para elucidar o papel da proteína e do carboidrato na promoção da síntese protéica em praticantes de exercício com peso. Não se sabe ao certo o mecanismo que envolve a elevada suplementação com proteína no processo de ganho muscular e força.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. U.S. Department of Health and Human Services. Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996.
2. Hurley BF, Hagberg JM. Optimizing health in older persons: aerobic or strength training. *Exerc Sport Sci Rev* 1998;26:61-89.
3. Jackson AA. Limits of adaptation to high dietary protein intakes. *Eur J Clin Nutr* 1999;53(1S):S44-52.
4. Wolfe RR. Protein supplements and exercise. *Am J Clin Nutr* 2000;72(Suppl):1-7.
5. Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign: Human Kinetics, 1998.
6. Durning JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurement on 481 men and women aged from 16-72 years. *Br J Nutr* 1974;32:72-97.
7. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. Analysis of methods in techniques for measuring body composition. Washington, DC National Academy of Sciences, National Research Council, 1961;223-4.
8. Neu CM, Rauch F, Rittweger J, Manz F, Schoenau E. Influence of puberty on muscle development at the forearm. *American Journal of Physiology Endocrinology Metabolism* 2001;20:E103-7.
9. MacDougall JD, Sale DG, Alway SE, Sutton JR. Muscle fiber number in biceps brachii in bodybuilders and control subjects. *J Appl Physiol*. 1984;57:1399-403.
10. Lemon PWR, Tarnopolsky MA, MacDougall JD, Atkinson A. Protein requirements and muscle mass/strength changes during intensive training in novice bodybuilders. *J Appl Physiol* 1992;73:767-75.
11. Tarnopolsky MA, Atkinson SA, MacDougall JD, Chesley A, Phillips S, Schwarcz HP. Evaluation of protein requirements for trained strength athletes. *J Appl Physiol* 1992;73:1986-95.
12. 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 Strength Cond Res* 2004;18:174-9.
13. Rozenek R, Ward P, Garhammer J. Effects of high-calorie supplements on body composition and muscular strength following resistance training. *J Sports Med Phys Fitness* 2002;42:340-7.