



VOL. I - Nº 4 Octubre/Diciembre 2015
ISSN 0719 - 5729

CUERPO DIRECTIVO

Director

Juan Luis Carter Beltrán

Universidad de Los Lagos, Chile

Editor

Juan Guillermo Estay Sepúlveda

Universidad de Los Lagos, Chile

Secretario Ejecutivo y Enlace Investigativo

Héctor Garate Wamparo

Universidad de Los Lagos, Chile

Cuerpo Asistente

Traductora: Inglés – Francés

Ilia Zamora Peña

Asesorías 221 B, Chile

Traductora: Portugués

Elaine Cristina Pereira Menegón

Asesorías 221 B, Chile

Diagramación / Documentación

Carolina Cabezas Cáceres

Asesorías 221 B, Chile

Portada

Felipe Maximiliano Estay Guerrero

Asesorías 221 B, Chile

COMITÉ EDITORIAL

Mg. Adriana Angarita Fonseca

Universidad de Santander, Colombia

Mg. Yamileth Chacón Araya

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Dr. Óscar Chiva Bartoll

Universidad Jaume I de Castellón, España

Dr. Miguel Ángel Delgado Noguera

Universidad de Granada, España

Dr. Jesús Gil Gómez

Universidad Jaume I de Castellón, España

Ph. D. José Moncada Jiménez

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Mg. Aysel Rivera Villafuerte

Secretaría de Educación Pública SEP, México

Mg. Jorge Saravi

Universidad Nacional La Plata, Argentina

Comité Científico Internacional

Ph. D. Víctor Arufe Giraldez

Universidad de La Coruña, España

Ph. D. Juan Ramón Barbany Cairo

Universidad de Barcelona, España

Ph. D. Daniel Berdejo-Del-Fresno

England Futsal National Team, Reino Unido

The International Futsal Academy, Reino Unido

Dr. Antonio Bettine de Almeida

Universidad de Sao Paulo, Brasil

Lic. Marcelo Bittencourt Jardim

CENSUPEG y CMRPD, Brasil

Dr. Oswaldo Ceballos Gurrola
Universidad Autónoma de Nuevo León, México

Ph. D. Paulo Coêlho
Universidad de Coimbra, Portugal

Dr. Paul De Knop
Rector Vrije Universiteit Brussel, Bélgica

Mg. Pablo Del Val Martín
*Pontificia Universidad Católica del Ecuador,
Ecuador*

Dr. Christopher Gaffney
Universität Zürich, Suiza

Dr. Marcos García Neira
Universidad de Sao Paulo, Brasil

Dr. Misael González Rodríguez
Universidad de Ciencias Informáticas, Cuba

Dra. Ana Rosa Jaqueira
Universidad de Coimbra, Portugal

Mg. Nelson Kautzner Marques Junior
Universidad de Rio de Janeiro, Brasil

Ph. D. Marjeta Kovač
University of Ljubljana, Slovenia

Dr. Ramón Llopis-Goic
Universidad de Valencia, España

Dr. Osvaldo Javier Martín Agüero
Universidad de Camagüey, Cuba

Mg. Leonardo Panucia Villafañe
Universidad de Oriente, Cuba
Editor Revista Arranca

Ph. D. Sakis Pappous
Universidad de Kent, Reino Unido

Dr. Nicola Porro
*Universidad de Cassino e del Lazio
Meridionale, Italia*

Ph. D. Prof. Emeritus Darwin M. Semotiuk
Western University Canada, Canadá

Dr. Juan Torres Guerrero
Universidad de Nueva Granada, España

Dra. Verónica Tutte
Universidad Católica del Uruguay, Uruguay

Dr. Carlos Velázquez Callado
Universidad de Valladolid, España

Dra. Tânia Mara Vieira Sampaio
Universidad Católica de Brasilia, Brasil
*Editora da Revista Brasileira de Ciência e
Movimento – RBCM*

Dr. Rolando Zamora Castro
Universidad de Oriente, Cuba
Director Revista Arranca

Asesoría Ciencia Aplicada y Tecnológica:
CEPU – ICAT
Centro de Estudios y Perfeccionamiento
Universitario en Investigación
de Ciencia Aplicada y Tecnológica
Santiago – Chile



Indización

Revista ODEP, indizada en:



O GANHO DE MASSA MUSCULAR ATRAVÉS DA SUPLEMENTAÇÃO DE LEUCINA EM PRATICANTES DE EXERCÍCIO FÍSICO

MASA MUSCULAR: SUPLEMENTOS DE LEUCINA EN PROFESIONALES DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

Lic. Marcelo Fruehwirth

Faculdade Assis Gurgacz, Brasil
marcelo_fru@hotmail.com

Lic. Rafaela de Araujo Folha

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Dra. Francine Martins Pereira

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Mg. Robson Michael Delai

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Fecha de Recepción: 31 de agosto de 2015 – **Fecha de Aceptación:** 22 de septiembre de 2015

Resumo

Os aminoácidos de cadeia ramificada (*também conhecidos como ACR*) têm em sua composição valina, leucina e isoleucina, que estão entre os nove aminoácidos essenciais na dieta humana. Em literatura, a leucina é evidenciada como uma importante fonte na regulação dos processos anabólicos e na síntese proteica muscular. Relacionou-se a maior quantidade de artigos relacionados a suplementação de leucina isolada e/ou não isolada, no ganho de massa muscular em ratos e também humanos. Mediante os dados levantados, evidenciou-se que a leucina quando associada a carboidratos, contém um resultado maior se tratando de síntese proteica, sendo indiferente na presença ou falta do estímulo físico. Porém, mais estudos devem ser realizados a fim de comprovar o real efeito da suplementação de leucina, sendo ela isolada ou associada a outros itens, juntamente com testes de exercício físicos.

Palavras-Chaves

Leucina – Aminoácidos – Exercício físico

Resumen

Los aminoácidos de cadena ramificada (*también conocidos como ACR*) tienen en su composición valina, leucina e isoleucina, que se encuentran entre los nueve aminoácidos esenciales en la dieta humana. En la literatura científica, la leucina se evidencia como una fuente importante en la regulación de los procesos anabólicos y síntesis de proteínas musculares. A través de los datos recogidos, se demostró que la leucina cuando se combina con hidratos de carbono, contiene un resultado más elevado cuando se trata de la síntesis de proteínas, siendo indiferente en presencia o ausencia de estimulación física. Pero se necesitan más estudios para demostrar el efecto real de los suplementos de leucina, sean aislados o combinados con otros elementos, junto con las pruebas de ejercicio físico.

Palabras Claves

Leucina – Aminoácidos – Ejercicio físico

Introdução

A suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada, também conhecidos como ACR ou BCAA (do inglês *Branched-Chain Amino Acid*), é composta por vários aminoácidos, entre eles: leucina, isoleucina e valina, considerados essenciais para o ser humano¹. Pesquisas na área dos aminoácidos de cadeia ramificada são importantes, pois é um assunto abordado com frequência entre os praticantes de academias e esportes de alto rendimento².

Para Rogero e Tirapegui³, estes aminoácidos são básicos e presentes nas proteínas, sendo indispensáveis em indivíduos saudáveis, devendo ser ingeridos na dieta.

Quando se fala em esportes físicos, é importante que o praticante possua energia suficiente para se conseguir um melhor desempenho, retardando assim o início da fadiga⁴. Para que isto ocorra, é necessário além de atividades típicas de repouso, uma alimentação balanceada e adequada. As necessidades nutricionais variam para cada indivíduo, porém alguns fatores devem ser considerados, tais como intensidade, frequência e duração das atividades físicas, bem como a idade, sexo, e composição corporal, sendo indispensável um acompanhamento nutricional⁵.

A nutrição diária é um processo de ingestão de alimentos e conversão dos mesmos em nutrientes, utilizados para manutenção das funções do organismo. Esses processos envolvem micro e macronutrientes, que são utilizados com finalidades energéticas (proteínas, lipídios e carboidratos), para manutenção do sistema esquelético (cálcio, fósforo e proteínas), regular a fisiologia do corpo (vitaminas, minerais, lipídios e água) além de efetuar reparos no tecido muscular (proteínas, lipídios e minerais)⁶.

As proteínas e aminoácidos não receberam devida importância dentro do meio esportivo durante décadas. Os estudos eram voltados somente ao metabolismo de carboidratos e gorduras, sendo as proteínas ignoradas. A partir da década de 70, o interesse aumentou devido ao surgimento de evidências sugerindo que o exercício afeta o metabolismo de proteínas/aminoácidos, e que as mesmas contribuem significativamente no rendimento do atleta⁷.

Segundo a Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva, a ingestão diária de proteínas para indivíduos fisicamente ativos deveria ser de 1,4 a 2,0 g/kg/dia, as quais

¹ A. Leucine Mero, Supplementation and Intensive Training. *Sports Med.* 27 (6):347-358. (1999).

² R. F. Pereira; F. M. Lajolo y M. D. Hirschbruch, Consumo de suplementos por alunos de academias de ginástica em São Paulo. *Rev Nutr.* 16 (3):265-272. (2003) y M. A. A. Santos y R. P. Santos, Uso de suplementos alimentares como forma de melhorar a performance nos programas de atividade física em academias de ginástica. *Rev Paul Educ Fís.* 16 (2):174-85. (2002).

³ M. M. Rogero y J. Tirapegui, Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. *Revista Brasileira de Ciências Farmaceuticas.* 44 (4). (2008).

⁴ W. Aoi; Y. Naito y T. Yoshikawa, Exercise and functional foods. *Nutrition Journal.* (5):15. (2006).

⁵ P. W. R. Lemon, Beyond the zone: protein needs of active individuals. *J Am Coll Nutr.* 19 (5):513S-521S (2000).

⁶ M. A. A. Santos y R. P. Santos, Uso de suplementos alimentares como forma...

⁷ P. Feitg. y J. Wahren, Amino acid metabolism in exercising man. *J Clin Invest.* 50:2703-2714 (1971) y L. Rossi y J. Tirapegui, Aspectos atuais sobre exercício físico, fadiga e nutrição. *Rev Paul Educ Fis.* 13 (1):67-82 (1999).

não somente auxiliam como também aumentam as adaptações decorrentes do treinamento⁸.

Constituídas por cadeias de aminoácidos, além de servirem de substrato energético para o crescimento e desenvolvimento do organismo, as proteínas também desempenham funções diversas como a regulação do metabolismo, transporte de nutrientes, catalisadores naturais, defesa imunológica, receptores de membranas, dentre outras. Quando não usadas imediatamente pelo organismo para a síntese de outras proteínas ou tecidos, são importantes no fornecimento de energia para outras funções orgânicas⁹.

O uso de aminoácidos de forma suplementada tem sido bastante difundido entre praticantes de exercícios e atletas de diversas modalidades, sendo este assunto base para novos trabalhos na área de fisiologia do exercício e nutrição¹⁰.

Historicamente, a leucina sempre se destacou sendo a mais importante do que os outros dois aminoácidos de cadeia ramificada (isoleucina e valina)¹¹. Segundo Mero¹² e Shimomura e colaboradores¹³, a leucina se destaca porque sua taxa de oxidação é maior, liberando precursores como alanina a partir do músculo esquelético, estimulando a síntese proteica em maior quantidade que os demais aminoácidos.

A leucina tem sido investigada por ser estimuladora da síntese de proteínas no músculo e está intimamente associada com a liberação de precursores gliconeogênicos¹⁴. A leucina é citada por diversos autores como sendo uma estratégia terapêutica capaz de evitar a atrofia muscular em diversas situações, como doenças musculares, sepse e câncer¹⁵.

Na área desportiva, os aminoácidos de cadeia ramificada tem sido frequentemente utilizados por atletas com a promessa de que podem promover o anabolismo protéico muscular, diminuindo o grau de lesão muscular induzido pelo exercício¹⁶.

⁸ B. Campbell et al, International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 1: 4-8. (2007).

⁹ R. M. Malina y C. Bouchard, Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação. São Paulo, Roca. 480 (2002) y A. C. Paiva; R. C. G. Alfenas y J. Bressan, Efeitos da alta ingestão diária de proteínas no metabolismo. *Rev Bras Nutr Clin*. 22 (1):83-88. (2007).

¹⁰ M. L. Marquezi y A. H. Lancha Junior, Possível efeito da suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada, aspartato e asparagina sobre o limiar anaeróbio. *Rev Paul Educ Fís*. 11 (1):90-101. (1997).

¹¹ S. M. Hutson y R. A. Harris, Symposium: Leucine as a Nutritional Signal. Introduction. *J. Nutr*. 131:839S-840S. (2001).

¹² A. Leucine Mero, *Supplementation and Intensive...*

¹³ Y. Shimomura y R. A. Harris, Metabolism and physiological function of branched-chain amino acids: discussion of session 1. *J. Nutr*. 136 (1):232S-233S. (2006).

¹⁴ A. Leucine Mero, *Supplementation and Intensive...*

¹⁵ H. Nicastro et al, An overview of the therapeutic effects of leucine supplementation on skeletal muscle under atrophic conditions. *Amino Acids*. 40 (2):287-300. (2011).

¹⁶ M. M. Rogero y J. Tirapegui, Aspectos atuais sobre aminoácidos...; M. Williams, Suplementos dietéticos e desempenho esportivo. *Nutrição em Pauta*. 12 (66):56-60. (2004) y P. A. Silva y F. Alves, Efeitos da ingestão dos aminoácidos de cadeia ramificada na fadiga central. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 5 (1):102-113. (2005).

Segundo Norton e Layman¹⁷, o exercício físico leva a varias alterações no metabolismo das proteínas e dos aminoácidos. Essas alterações estão associadas à demanda energética e a disponibilidade de ACR. A variedade de exercícios físicos pode auxiliar na oxidação dos aminoácidos, promovendo assim uma maior velocidade em toda a reação.

Em se tratando de exercício de força, é notório que este exerce profundo efeito no resultado do crescimento muscular, porem, vale lembrar que estratégias nutricionais podem manter o balanço proteico do organismo desequilibrado¹⁸.

Para Norton & Layman¹⁹, por mais catabólico que seja o exercício, há perda muscular quando se mantém atividade física regular, pois o exercício estimula o crescimento muscular e a hipertrofia. Tal afirmação só deve ser mantida se o indivíduo estiver em uma dieta previamente estipulada por um profissional da área, e sob acompanhamento diário. Vale ressaltar que o exercício requer ajustes que são seqüenciais de um período catabólico para o anabólico.

Para esta revisão bibliográfica, foram utilizados artigos nacionais e internacionais, publicados entre 1971 e 2014, com qualidade certificada, sendo disponibilizados online dentro das plataformas pubmed, SciELO, Capes Periódicos, Google Scholar, EBSCO, Scribd, e também artigos impressos em revistas com fator de impacto e ISSN reconhecido.

Utilizou-se como critério estudos randomizados, controle, piloto e placebo em humanos do sexo masculino e ratos, utilizando a suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada, carboidratos e proteínas. Assim, é de interesse dessa revisão esclarecer se os aminoácidos essenciais isolados ou combinados com outros nutrientes podem favorecer o aumento de massa magra em indivíduos e animais treinados.

Vários estudos demonstram de forma prática a suplementação de Leucina e demais aminoácidos de cadeia ramificada e seus efeitos, como mostrados a seguir.

Pesquisas com Leucina

O trabalho realizado por Anthony et al.,²⁰ teve como objetivo avaliar a capacidade da leucina na recuperação muscular após o exercício. Os ratos foram divididos em 5 grupos: grupo 1: sedentário privado de alimentação por 10 horas (SA); grupo 2: exercitados por 2 horas e privados de alimentação por 1 hora posterior ao exercício (EA); grupo 3: exercitados por 2 horas e alimentados com carboidratos (EC); grupo 4: exercitados por 2 horas e alimentados com leucina (EL); grupo 5: exercitados por 2 horas e alimentados com leucina e carboidratos (ECL).

¹⁷ L. E. Norton y D. K. Layman, Leucine Regulates Translation Initiation of Protein Synthesis in Skeletal Muscle after Exercise. *J. Nutr.* 136 (2):533S-537S. (2006).

¹⁸ K. D. Tipton y R. R. Wolfe, Protein and amino acids for athletes. *J. Sports Sci.*, 22 (1):65-79. (2004) y M. E. Houston, Gaining weight: the scientific basis of increasing skeletal muscle mass. *Can. J. Appl. Physiol.* 24 (4):305-316. (1999).

¹⁹ L. E. Norton y D. K. Layman, Leucine Regulates Translation Initiation of...

²⁰ J. C. Anthony; T. G. Anthony y D. K. Layman, Leucine Supplementation Enhances Skeletal Muscle Recovery in Rats Following Exercise. *J. Nutr.* 129 (6):1102-1106. (1999).

A quantidade total de carboidratos fornecidos foi de 2,63g de hidratos de carbono, que consistia de 262,5g de glicose e 262,5g de sacarose diluídos em água destilada. Já a leucina foi de 0,27g, preparada com 54,0g leucina/L em água destilada. O hidrato de carbono mais leucina na refeição foi considerado isocalórico, se comparado a refeição de carboidratos e isotéias com a refeição leucina (235,5 g glicose/L, 235,5g de sacarose/L e 54,0g de leucina/L em água destilada). A dosagem para todas as refeições experimentais foi de 5mL administrada por sonda oral.

O grupo de ratos sedentários e privados de alimentação (SA) e o grupo exercitados e privados de alimentação (EA) que não foram alimentados e fizeram exercício, foi administrados 5 mL de solução salina (NaCl a 0,155 mol/L). Todos os ratos foram deixados com livre acesso à água na sequência do ataque esteira, mas nenhum alimento foi disponível após o exercício, além das refeições definidas.

A corrida experimental consistiu de 2 horas em esteira a 36m/min (1,5% grau). Uma hora após o término do experimento, os ratos foram anestesiados por uma overdose de dióxido de carbono e mortos por decapitação.

Como resultado, Anthony averiguou que a combinação de leucina com o exercício pode estimular a síntese de proteínas, melhorando sensibilidade muscular a insulina disponível. Para finalizar, deduz que as pesquisas que não conseguiram demonstrar que a leucina estimula a síntese proteica muscular esquelética de forma independente em organismos in vivo pode ser atribuível a uma quantidade insuficiente de leucina administrada ao animal.

Rieu e colaboradores²¹ analisaram se a suplementação de leucina na dieta durante 10 dias era capaz de afetar positivamente a síntese muscular em ratos idosos.

Foram utilizados 60 ratos Wistar com idade de 21 meses, do qual foram divididos em 5 grupos. Os ratos foram alimentados com de 18,2g de proteína da dieta padrão semi líquida durante o período de 8 horas. Em seguida, cada grupo recebeu uma refeição com leucina e outra refeição com alanina (como controle) durante 1 hora, e a dieta padrão o resto do período de alimentação.

Foram obtidos dados demonstrando que as concentrações de leucina no plasma foram significativamente aumentadas em ratos que possuíam o aminoácido em suas refeições. Os resultados indicaram que as proteínas ricas em leucina foram eficazes na melhoria da síntese de proteína muscular em ratos idosos. Assim, os suplementos nutricionais contendo tais proteínas podem ser eficientes na prevenção da sarcopenia em idosos e representaria uma estratégia nutricional segura e otimizada, porém, é necessário maiores experimentos a fim de averiguar o tempo correto de administração da proteína para se obter melhores resultados.

O estudo efetuado por Crozier e seus colaboradores²², teve como objetivo analisar qual a dose de leucina mínima poderia ser utilizada para estimular a síntese de proteínas

²¹ I. Rieu et al., Increased availability of leucine with leucine-rich whey proteins improves postprandial muscle protein synthesis in aging rats. *Nutrition*. 23:323- 331. (2007).

²² S. J. Crozier et al., Oral leucine administration stimulates protein synthesis in rat skeletal muscle. *J Nutr*. 135 (3):376-82. (2005).

no músculo esquelético, e quais marcadores identificam os RNAm na tradução que permeiam esta resposta.

Os ratos foram privados de alimentação durante 18 horas antes de dar início ao experimento. Foram divididos em 5 grupos, nos quais foram administrados concentrações de insulina 30 min após a administração de uma solução salina ou de leucina, em doses variando conforme o grupo.

No grupo 1 foi administrado 0,155 mol/L de NaCl a um volume de 2,5 mL/100g de peso corporal; No grupo 2 utilizou-se 5 % de leucina por peso corporal, no grupo 3 foram utilizados 10% Leu/Pc, no grupo 4 foram administrados 25% Leu/Pc, no grupo 5 utilizou 50% Leu/Pc e no grupo 6 utilizou-se 100% da Leu/Pc. Neste estudo não houve indução ao exercício físico, apenas suplementação.

Em conclusão, a administração oral de pequenas doses de leucina estimula efetivamente a síntese de proteínas do músculo esquelético em ratos adultos privados de alimento. Isso se dá porque as proteínas que facilitam tanto o transporte de RNAm para as subunidades ribossomais 40S e a síntese do aparelho de translação em si são afetados pela administração, acarretando mudanças no controle da iniciação da tradução do RNAm, que contribuem para a estimulação da síntese de proteínas. Embora o estudo seja limitado na sua capacidade de avaliar vias que medeiam às alterações observadas no controle da tradução e a síntese de proteínas, isso demonstra que o grau de ativação destas vias é dependente da dose administrada de leucina. Estes resultados também sugerem que os pequenos aumentos em níveis da insulina circulante resultantes da administração de doses elevadas de leucina podem estimular ainda mais a tradução do RNAm no músculo.

Em estudo realizado por Anthony e colaboradores²³, avaliou se há um efeito estimulador de aminoácidos na síntese de proteínas no músculo esquelético quando há um aumento das concentrações de insulina circulante. Os pesquisadores analisaram dois grupos, sendo um deles não diabéticos (controle – divididos em dois sub grupos 1 e 2), e outro induzidos a diabetes por uma administração intravenosa de alloxam (48 mg/kg por peso corporal em 0,155 mol/L de solução salina) (divididos em 2 subgrupos: 3 e 4).

Os ratos diabéticos pesavam em média 173 gramas e os não diabéticos pesavam 198 gramas. Os ratos foram privados de alimentação durante 18 h antes do dia da experiência, e em seguida, administrado soro fisiológico (0,155 mol/L) ou de 1,35 g/kg / leucina (preparado a 54,0 g/l, L -aminoácido em água destilada) por sonda oral. O volume da suspensão leucina administrada foi de 2,5 ml/100g de peso corporal.

O grupo 1 não diabético e o grupo 3 diabético receberam a solução salina. O grupo 2 não diabético e o grupo 4 diabético receberam a solução preparada de leucina. Não houve indução ao exercício físico, apenas suplementação.

Os resultados mostraram que o efeito estimulador de leucina na síntese de proteínas do músculo em ratos com diabetes ocorreu na ausência de alterações nos estados de fosforilação de 4E-BP1 e S6K1, e implica em um único mecanismo por meio do qual leucina regula a síntese de proteínas, independentemente da insulina.

²³ J. C. Anthony et al., Contribution of Insulin to the Translational Control of Protein Synthesis in Skeletal Muscle by Leucine. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 282 (5):1092-101. (2002).

Em conclusão, os resultados apresentados demonstram que os aumentos transitórios da insulina no soro são cruciais para a estimulação induzida pela leucina na síntese de proteínas no músculo esquelético.

Já em seres humanos, Koopman e colaboradores²⁴ tiveram como objetivo avaliar se há alterações na síntese proteica muscular e no balanço proteico após treino, fazendo uma ingestão de carboidratos, com ou sem proteína e/ou leucina.

Este foi um estudo randomizado, do qual foi suplementado 8 indivíduos do sexo masculino, sendo estes divididos separadamente em três grupos, do qual consumiram bebidas que continham carboidrato (CHO), carboidratos e proteínas (CHO + PRO), ou carboidrato, proteína e leucina livre (CHO + PRO + Leu). Os indivíduos receberam um volume de bebida de 3 ml/kg a cada 30 minutos para assegurar uma dose de 0,3g de hidratos de carbono/kg (50% de glicose e 50% de maltodextrina) e 0,2 g/kg de um hidrolisado de proteína a cada hora, com ou sem a adição de 0,1g/kg de leucina. Essa suplementação contendo (CHO ou CHO + PTN + LEU) foi ingerida 30 minutos após a atividade física. Foram utilizados 8 series de repetições de Leg press horizontal e banco extensor com um intervalo de 2 minutos entre as series.

Koopman e seus colaboradores concluíram que a ingestão combinada de proteína e leucina com carboidratos melhora o equilíbrio do corpo durante a recuperação do exercício de resistência em comparação com a ingestão de hidratos de carbono ou carboidratos com proteínas. A ingestão combinada de leucina e de proteína com hidratos de carbono no pós-exercício aumenta a síntese da proteína muscular em comparação com a ingestão de apenas hidratos de carbono.

Os dados obtidos indicam que a ingestão adicional de leucina livre em combinação com proteínas e carboidratos provavelmente representa uma estratégia eficaz para aumentar o anabolismo muscular após exercícios de resistência.

Em um estudo realizado por Rieu e seus colaboradores²⁵, com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação de leucina na dieta sobre a síntese proteica muscular em idosos, foram utilizados vinte indivíduos saudáveis do sexo masculino (\pm 70 anos). Foi avaliado um grupo sem a ingestão de leucina, e outro antes e depois da ingestão de leucina na dieta. A dieta fornecida ao grupo placebo foi maltodextrina de 1,3g e caseína de 0,4g por peso corporal, o que corresponde a uma refeição normal na hora do almoço. E outro grupo teve uma dieta com leucina (0,052g/kg-1), isoleucina (0,0116g/kg-1) e valina (0,0068 g/kg-1). Todos os indivíduos foram estudados em um estado pós-absortivo depois de 12 h de jejum noturno. Não houve indução ao exercício físico, apenas suplementação.

Em conclusão, Rieu e seus colaboradores demonstram que a suplementação de leucina após as refeições na dieta melhora a síntese de proteínas musculares em seres humanos com idade avançada.

²⁴ R. Koopman et al., Combined ingestion of protein and free leucine with carbohydrate increases post exercise muscle protein synthesis in vivo in male subjects. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 288:645-653. (2005).

²⁵ I. Rieu, I. et al., Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia. *J. Physiol.* 15 (575) (pt1):305-315. (2006).

Aminoácidos de cadeia ramificada como substrato da gliconeogênese

Os ACR, particularmente a leucina, também podem servir como importantes fornecedores de nitrogênio no cérebro²⁶, por meio dos grupos amina, com a finalidade de sintetizar glutamato. A leucina, não sendo uma substância considerada neuroativa, pode transitar com segurança no cérebro. Sendo um aminoácido importante no metabolismo humano, o glutamato é o produto da transaminação do α -cetoglutarato, participando na produção de metabólitos como o piruvato ou o oxaloacetato, que participam em vias metabólicas como a gluconeogênese e na glicólise²⁷.

Segundo Lancha Jr²⁸, Marquezi e Lancha Jr²⁹ e Alves³⁰, os ACR (ou BCAA) são desaminados no tecido muscular formando a alanina, que por sua vez, deixa o músculo e vai para o fígado, onde é convertida em piruvato e posteriormente, em glicose pelo ciclo glicose-alanina, contribuindo para a manutenção glicêmica durante exercícios físicos.

Envolvimento na resposta imunológica

Segundo Zamberlan³¹ e Alves³², durante exercícios de resistência, há diminuição nos níveis plasmáticos da glutamina, cuja principal função é ser uma fonte de energia para importantes células do sistema imunológico. Como os aminoácidos de cadeia ramificada servem de substrato para a síntese de glutamina, sua administração logo após o exercício aumenta as concentrações da mesma, diminuindo as chances de infecções nos atletas.

Calder³³ descreve que os BCAA são absolutamente essenciais na resposta dos linfócitos a agressões, e são necessários para dar suporte a outras funções de células imunes. Em pesquisas utilizando cobais com restrição dietética de ACR, notou-se que os mesmos tiveram sua função imunológica prejudicada, apresentando aumentos na suscetibilidade para agentes patógenos. Pacientes pós-cirúrgicos ou com infecção que foram submetidos a administração de doses de BCAA intravenoso mostraram melhora significativa no sistema imune.

Auxílio na economia de Glucogênio

A união entre os BCAA e o metabolismo de glicose foi inicialmente divulgado estando associado com o ciclo glicose-alanina. Embora tenha sido uma hipótese bastante

²⁶ D. A. Hood y R. L. Terjung, Amino acid metabolism during exercise and following endurance training. *Sports Med.* 9 (1):23-35. (1990).

²⁷ M. Yudkoff et al., Brain amino acid requirements and toxicity: the example of leucine. *J Nutr.* 135:1531S-1538S. (2005).

²⁸ A. H. Lancha JR., Atividade física, suplementação nutricional de aminoácidos e resistência periférica à insulina. *Rev Paul Educ Fis.* 10:68-75. (1996).

²⁹ M. L. Marquezi y A. H. Lancha Junior, Possível efeito da suplementação de aminoácidos...

³⁰ L. A. Alves, Recursos Ergogênicos Nutricionais. In: S. Biesek; L. A. Alves e I. Guerra (Orgs.). *Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte.* 281-318. (2005).

³¹ P. Zamberlan, Suplementação de Aminoácidos de Cadeia Ramificada (BCAA) em Atividades de Endurance. *Nutrição Profissional.* 4:13-18. (2005).

³² L. A. Alves, Recursos Ergogênicos Nutricionais...

³³ P. C. Calder, Branched-chain amino acids and immunity. *J Nutr.* 136:288–293S. (2006).

debatida, evidências mostraram que o mecanismo correspondia a 40% da produção endógena de glicose durante um exercício prolongado³⁴.

Em 2000, Shimomura et al.³⁵ em experimento laboratorial com cobaias encontraram resultados que sugerem que uma dieta rica em BCAA preserva as reservas de glicogênio do fígado e da musculatura esquelética durante exercício, e que a diminuição na atividade complexa de desidrogenase do piruvato nestes tecidos, pelos BCAA dietéticos, está envolvida nestes mecanismos.

Resultados semelhantes, também por meio de experimento animal, sugerem que uma suplementação crônica com BCAA não apresentou influência sobre o desempenho de ratos treinados submetidos a teste de exaustão, em protocolo que utilizou atividades na água. Porém, a suplementação de BCAA (a 4.76% na dieta recomendada para manutenção de roedores) foi efetiva no aumento das concentrações do glicogênio hepático após 1 h de exercícios ou imediatamente depois do teste de esgotamento, efeito considerado dose-dependente³⁶.

Ação anabólica e anticatabólica

Em estudos de revisão bibliográfica realizados por Blomstrand et al.³⁷, os BCAA, particularmente a leucina, podem apresentar efeitos anabólicos no metabolismo de proteínas, aumentando significativamente a síntese e diminuindo a degradação da musculatura após o exercício. Os BCAA apresentam efeitos anabólicos no músculo humano durante a fase de recuperação após exercícios de resistência, porém, durante os exercícios os resultados não foram esclarecedores, necessitando maiores estudos³⁸.

Resultados semelhantes foram encontrados por Koopman et al.³⁹ os quais experimentaram, em homens adultos, a ingestão de proteínas, leucina e de carboidratos, de forma isolada ou associada. Os autores concluíram que a ingestão associada de proteína e leucina estimulou a síntese muscular de proteína e melhorou o equilíbrio protéico de todo o corpo, comparado com a ingestão isolada de carboidrato⁴⁰.

³⁴ D. K. Layman et al., Increased dietary protein modifies glucose and insulin homeostasis in adult women during weight loss. *J Nutr.* 133:405–410. (2003).

³⁵ Y. Shimomura et al., Suppression of glycogen consumption during acute exercise by dietary branched-chain amino acids in rats. *J Nutr Sci Vitaminol.* 46 (2):71-77. (2000).

³⁶ J. A. Araujo JR. et al., Effect of chronic supplementation with branched-chain amino acids on the performance and hepatic and muscle glycogen content in trained rats. *Life Sciences.* 79: 1343–1348. (2006).

³⁷ E. Blomstrand et al., Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise. *J Nutr.* 136: 269S-273S. (2006).

³⁸ E. Blomstrand y B. Saltin, BCAA intake affects protein metabolism in muscle after but not during exercise in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 281:365–374. (2001).

³⁹ R. Koopman et al., Combined ingestion of protein and free leucine...

⁴⁰ C. C. Zeiser y H. X. Corseuil, Aminoácidos de cadeia ramificada e suas relações com a prática de atividades físicas e com a saúde. *Efdeportes.* 14 (136) (2009). [versão eletrônica] Retirado em 14 de abril de 2015 de: <http://www.efdeportes.com/efd136/aminoacidos-de-cadeia-ramificada-e-atividades-fisicas.htm>

A Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte⁴¹ sugere dados parecidos, afirmando que se ingeridos juntamente com soluções de carboidratos, após treinos intensos, os aminoácidos essenciais podem promover uma melhor recuperação do esforço seguido de aumento da massa muscular.

Já Shimomura et al.⁴² constataram que a suplementação com BCAA antes e depois do exercício teve efeitos benéficos por diminuir danos musculares induzidos pelo exercício, além de promover a síntese muscular de proteínas; sugerindo a possibilidade de que a suplementação com BCAA tenha utilidade positiva em relação à prática de exercícios e esportes. Efeitos semelhantes foram encontrados por Greer et al.⁴³ em homens universitários destreinados, durante exercícios prolongados de resistência.

Conclusão

Os efeitos da suplementação de aminoácidos sobre a performance e também a regeneração muscular em exercícios e nos esportes, têm se constituído em importante objeto de estudo.

Alguns trabalhos mencionam que os aminoácidos tem um papel importante no que diz respeito à síntese proteica no pós-treino, no qual demonstra que a leucina estimula a síntese de proteínas do músculo após o exercício.

É evidente que ainda são poucos os estudos evidenciando que altas doses de leucina isolada pode ser capaz de surtir efeito se comparados a refeição. Alguns estudos mostram que a administração de leucina isolada ou combinada com carboidrato, resulta em melhores resultados, se comparadas as proteína de uma refeição, indicando a capacidade de aumentar a recuperação da síntese proteica, como descrito em literatura por Koopman e seus colaboradores⁴⁴.

Estudos como o de Rieu e colaboradores⁴⁵ que compararam se a suplementação para idosos com leucina poderiam aumentar a síntese proteica são muito importantes, pois os resultados se mostraram positivos independentes do aumento da concentração dos outros aminoácidos.

Outros estudos como o de Blomstrand e seus colaboradores⁴⁶ mostram a importancia dos aminoácidos durante o exercício, e como surtiu efeito positivo no

⁴¹ Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Modificações dietéticas, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. Rev Bras Med Esp. 9 (2):43-56. (2003).

⁴² Y. Shimomura et al., Exercise Promotes BCAA Catabolism: Effects of BCAA Supplementation on Skeletal Muscle During Exercise. J Nutr. 2004, 134:1583S-1587S. (2004).

⁴³ B. K. Greer et al., Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 17 (6):595-607. (2007).

⁴⁴ R. Koopman et al., Co-ingestion of Protein and Leucine Stimulates Muscle Protein Synthesis Rates to the Same Extent in Young and Elderly Lean Men. Am J Clin Nutr. 84 (3):623-632. (2006).

⁴⁵ I. Rieu, I. et al., Leucine supplementation improves muscle protein...

⁴⁶ E. Blomstrand et al., Branched-chain amino acids activate key enzymes...

pós-exercício. Para Cynober e Harris⁴⁷; e Kimbal e Jefferson⁴⁸, a suplementação principalmente de leucina pode acelerar a reparação de danos musculares após o exercício.

Pode se dizer que a suplementação de leucina em indivíduos e em ratos se mostraram estimuladores no processo de síntese proteica muscular, isso em testes nos quais foram submetidos. A maioria dos estudos relacionaram que a leucina associada a carboidratos podem ter um maior efeito se tratando de síntese proteica. Observa-se que o consumo pode ser benéfico, ingerido sozinho ou associado a outros nutrientes, se confirmada à necessidade e, desde que haja acompanhamento de profissionais da área da saúde, como médicos, nutricionistas e educadores físicos.

Considerando-se toda a gama de informações a respeito deste importante tema, notaram-se algumas discordâncias entre resultados, observando-se que o conhecimento sobre seus efeitos geram algumas dúvidas.

Conclusivamente, com relação aos efeitos da suplementação de leucina, fica bastante clara a necessidade de que mais pesquisas científicas sejam realizadas, para que seja averiguado seu real benefício e em quais casos a mesma poderá ser aplicada.

Referências

- Alves, L. A. Recursos Ergogênicos Nutricionais. In: Biesek S, Alves LA, Guerra I. (Orgs.). Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte. 281-318. (2005).
- Anthony, J. C., et al. Contribution of Insulin to the Translational Control of Protein Synthesis in Skeletal Muscle by Leucine. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 282 (5):1092-101. (2002).
- Anthony, J. C.; Anthony, T. G. y Layman, D. K. Leucine Supplementation Enhances Skeletal Muscle Recovery in Rats Following Exercise. *J Nutr.* 129 (6):1102-1106. (1999).
- Aoi, W.; Naito, Y.; Yoshikawa, T. Exercise and functional foods. *Nutrition Journal.* (5):15. (2006).
- Araujo JR., J. A., et al. Effect of chronic supplementation with branched-chain amino acids on the performance and hepatic and muscle glycogen content in trained rats. *Life Sciences.* 79: 1343–1348. (2006).
- Blomstrand, E., et al. Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise. *J Nutr.* 136: 269S-273S. (2006).
- Blomstrand, E.; Saltin, B. BCAA intake affects protein metabolism in muscle after but not during exercise in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 281:365–374. (2001).

⁴⁷ L. Cynober y R. A. Harris, Symposium on branched-chain amino acids: conference summary. *J Nutr.* 136:333S-336S. (2006).

⁴⁸ S. R. Kimball y L. S. Jefferson, Signaling pathways and molecular mechanisms through which branched-chain amino acids mediate translational control of protein synthesis. *J. Nutr.* 136:227-231. (2006).

- Calder, P. C. Branched-chain amino acids and immunity. *J Nutr.* 136:288–293S. (2006).
- Campbell, B., et al, International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 1: 4-8. (2007).
- Crozier, S. J, et al. Oral leucine administration stimulates protein synthesis in rat skeletal muscle. *J Nutr.* 135 (3):376-82. (2005).
- Cynober; L. y Harris, R. A. Symposium on branched-chain amino acids: conference summary. *J Nutr.* 136:333S-336S. (2006).
- Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Modificações dietéticas, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Rev Bras Med Esp.* 9 (2):43-56. (2003).
- Feitg, P. y Wahren, J. Amino acid metabolism in exercising man. *J Clin Invest.* 50:2703-2714. (1971).
- Greer, B. K., et al. Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 17 (6):595-607. (2007).
- Hood, D. A. y Terjung, R. L. Amino acid metabolism during exercise and following endurance training. *Sports Med.* 9 (1):23-35. (1990).
- Houston, M. E. Gaining weight: the scientific basis of increasing skeletal muscle mass. *Can. J. Appl. Physiol.* 24 (4):305-316. (1999).
- Hutson, S. M. y Harris, R. A. Symposium: Leucine as a Nutritional Signal. Introduction. *J. Nutr.* 131:839S-840S. (2001).
- Kimball, S. R. y Jefferson, L. S. Signaling pathways and molecular mechanisms through which branched-chain amino acids mediate translational control of protein synthesis. *J. Nutr.* 136:227-231. (2006).
- Koopman, R., et al. Co-ingestion of Protein and Leucine Stimulates Muscle Protein Synthesis Rates to the Same Extent in Young and Elderly Lean Men. *Am J Clin Nutr.* 84 (3):623-632. (2006).
- Koopman, R., et al. Combined ingestion of protein and free leucine with carbohydrate increases post exercise muscle protein synthesis in vivo in male subjects. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 288:645-653. (2005).
- Lancha JR., A. H. Atividade física, suplementação nutricional de aminoácidos e resistência periférica à insulina. *Rev Paul Educ Fis.* 10:68-75. (1996).
- Layman, D. K., et al. Increased dietary protein modifies glucose and insulin homeostasis in adult women during weight loss. *J Nutr.* 133:405–410. (2003).
- Lemon, P. W. R. Beyond the zone: protein needs of active individuals. *J Am Coll Nutr.* 19 (5):513S-521S. (2000).

Malina, R. M. y Bouchard, C. Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação. São Paulo, Roca. 480. (2002).

Marquezi, M. L. y Lancha Junior, A. H. Possível efeito da suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada, aspartato e asparagina sobre o limiar anaeróbico. Rev Paul Educ Fís. 11 (1):90-101. (1997).

Mero, A. Leucine Supplementation and Intensive Training. Sports Med. 27 (6):347-358. (1999).

Nicastro, H., et al, An overview of the therapeutic effects of leucine supplementation on skeletal muscle under atrophic conditions. Amino Acids. 40 (2):287-300. (2011).

Norton, L. E. y Layman, D. K. Leucine Regulates Translation Initiation of Protein Synthesis in Skeletal Muscle after Exercise. J. Nutr. 136 (2):533S-537S. (2006).

Paiva, A. C.; Alfenas, R. C. G. y Bressan, J. Efeitos da alta ingestão diária de proteínas no metabolismo. Rev Bras Nutr Clin. 22 (1):83-88. (2007).

Pereira, R. F.; Lajolo, F. M.; Hirschbruch, M. D. Consumo de suplementos por alunos de academias de ginástica em São Paulo. Rev Nutr. 16 (3):265-272. (2003).

Rieu, I., et al. Increased availability of leucine with leucine-rich whey proteins improves postprandial muscle protein synthesis in aging rats. Nutrition. 23:323- 331. (2007).

Rieu, I., et al. Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia. J. Physiol. 15 (575) (pt1):305-315. (2006).

Rogero, M. M.; Tirapegui, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. Revista Brasileira de Ciências Farmaceuticas. 44 (4). 2008.

Rossi, L. y Tirapegui, J. Aspectos atuais sobre exercício físico, fadiga e nutrição. Rev Paul Educ Fis. 13 (1):67-82. (1999).

Santos, M. A. A. y Santos, R. P. Uso de suplementos alimentares como forma de melhorar a performance nos programas de atividade física em academias de ginástica. Rev Paul Educ Fís. 16 (2):174-85. (2002).

Shimomura, Y., et al, Exercise Promotes BCAA Catabolism: Effects of BCAA Supplementation on Skeletal Muscle During Exercise. J Nutr. 2004, 134:1583S-1587S. (2004).

Shimomura, Y. y Harris, R. A. Metabolism and physiological function of branched-chain amino acids: discussion of session 1. J. Nutr. 136 (1):232S-233S. (2006).

Shimomura, Y., et al. Suppression of glycogen consumption during acute exercise by dietary branched-chain amino acids in rats. J Nutr Sci Vitaminol. 46 (2):71-77. (2000).

Silva, P. A. y Alves, F. Efeitos da ingestão dos aminoácidos de cadeia ramificada na fadiga central. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, 5 (1):102-113. (2005).

Tipton, K. D. y Wolfe, R. R. Protein and amino acids for athletes. *J. Sports Sci.*, 22 (1):65-79. (2004).

Williams, M. Suplementos dietéticos e desempenho esportivo. *Nutrição em Pauta*. 12 (66):56-60. (2004).

Yudkoff, M., et al. Brain amino acid requirements and toxicity: the example of leucine. *J Nutr.* 135:1531S-1538S. (2005).

Zamberlan, P. Suplementação de Aminoácidos de Cadeia Ramificada (BCAA) em Atividades de Endurance. *Nutrição Profissional*. 4:13-18. (2005).

Zeiser, C. C. y Corseuil, H. X. Aminoácidos de cadeia ramificada e suas relações com a prática de atividades físicas e com a saúde. *Efdeportes*. 14 (136) (2009). [versão eletrônica] Retirado em 14 de abril de 2015 de: <http://www.efdeportes.com/efd136/aminoacidos-de-cadeia-ramificada-e-atividades-fisicas.htm>

Para Citar este Artículo:

Fruehwirth, Marcelo; Folha, Rafaela de Araujo; Pereira, Francine Martins y Delai, Robson Michael. O ganho de massa muscular através da suplementação de leucina em praticantes de exercício físico. *Rev. ODEP*. Vol. 1. Num. 4. Octubre-Diciembre (2015), ISSN 0719-5729, pp. 124-138.

Las opiniones, análisis y conclusiones del autor son de su responsabilidad y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Observatorio del Deporte ODEP**.

La reproducción parcial y/o total de este artículo debe hacerse con permiso de **Revista Observatorio del Deporte ODEP**.