Article

¿Son los Carbohidratos Necesarios Para Estimular Aún Más la Síntesis de Proteínas/Hipertrofia Muscular Luego de Ejercicios de Fuerza?

Vandré Casagrande Figueiredo y David Cameron-Smith

The Liggins Institute, Faculty of Medical and Science Health. University of Auckland, 85 Park Road, Grafton, Private Bag 92019, Auckland 1023, New Zealand.

RESUMEN

En la actualidad está ampliamente establecido que la suplementación con proteínas después del ejercicio de fuerza promueve un incremento en la síntesis de proteínas musculares, lo que finalmente produce una acreción neta mayor del músculo en comparación con el ejercicio solo o con el ejercicio con una ingesta suplementaria de carbohidratos. Sin embargo, no se sabe si combinar carbohidratos con proteínas producirá una respuesta anabólica mayor a la que producen las proteínas solas. Recomendaciones recientes han planteado que la composición del suplemento ideal post ejercicio sería una combinación de una fuente de proteínas con un carbohidrato con índice glicémico alto. Esto se basa en la hipótesis que la insulina promueve la síntesis de proteínas, por lo que maximizando la secreción de insulina se potenciará al máximo esta acción. Sin embargo, existe controversia sobre si aumentar el nivel de insulina, dentro del rango fisiológico, tendría algún efecto para estimular aún mas la síntesis de proteínas musculares. Este trabajo repasará la evidencia que sustenta la recomendación de consumir carbohidratos junto con un suplemento de proteínas, después de los ejercicios de fuerza, con el propósito específico de aumentar la masa muscular. Se discutirá la escasez de datos, por lo que concluimos que se necesitan estudios adicionales antes de extraer cualquier conclusión que permita realizar recomendaciones basadas en la evidencia.

Palabras Clave: Leucina, insulina, índice glicémico, músculo esquelético, suplementos dietarios, proteínas de suero, masa corporal magra

Antecedentes

En la última década se ha realizado un progreso significativo en la revelación de los mecanismos que regulan las complejas vías que vinculan la expresión génica con la síntesis de proteínas. De estos estudios surgió la influencia de los aminoácidos, y fundamentalmente de la leucina, en la síntesis de proteínas. La leucina, mas allá de ser un aminoácido necesario en la síntesis de proteínas, también potencia la actividad de quinasas importantes en la regulación del comienzo de la traducción. Lejos de ser el único determinante de la síntesis de proteínas, la leucina junto con el estado de energía, los mecanosensores y los mediadores iónicos y hormonales convergen para establecer la tasa de síntesis de proteínas. La insulina también desempeña un papel importante en la síntesis de proteínas, como un estimulador potente del eje PI-3K/Akt/mTOR, acoplando el crecimiento con la disponibilidad nutricional.

En una reciente revisión de Stark et al. [1] *Journal of the International Society of Sports Nutrition* se estableció que los carbohidratos de acción rápida (por ej., glucosa o maltodextrina) deben ser consumidos junto con las proteínas después del

ejercicio de fuerza para promover la hipertrofia muscular. Las dos razones principales citadas para la necesidad de agregar carbohidratos a las comidas/suplementos post ejercicio fueron; 1), agudamente, hay un efecto sinérgico de la insulina y leucina en la síntesis de proteínas; y, 2) crónicamente, la adición de carbohidratos a un suplemento de proteínas aumentaría la masa corporal magra (LBM) en una mayor magnitud que cuando la proteína se consume sola. Estas suposiciones requieren un análisis cuidadoso, dada la ausencia casi total de datos clínicos y las declaraciones sin sustento que se han realizado.

¿La leucina requiere insulina para estimular la síntesis de proteínas?

Es fisiológicamente pertinente establecer que "la leucina no puede modular la síntesis de proteínas tan eficazmente sin la presencia de insulina" como plantearon Stark et al. [1]. Sin embargo, los datos a favor citados [2,3] son ambos modelos in vitro de cultivos celulares en los cuales es posible excluir completamente la insulina de las condiciones del tratamiento. Los resultados de los estudios de cultivos celulares no son por consiguiente necesariamente transferibles a las condiciones in vivo, sin considerar las diferencias. En uno de estos estudios, las células fueron privadas de suero durante toda la noche (+ de 12 horas) antes de ser estimuladas con insulina [2]. Ambos estudios [2,3] compararon células tratadas con insulina con células sin tratar. Esto contrasta el estado fisiológico en el cual incluso en condiciones de ayuno a corto plazo (durante toda la noche) tienen niveles bajos, pero mensurables de insulina circulante (~5 mU/L). A estos niveles bajos, la síntesis de proteínas puede ser desencadenada por los aminoácidos [4]. Y fundamentalmente, los niveles de insulina incrementados más de 30 veces por encima de los niveles de ayuno no tienen un efecto adicional sobre la síntesis de proteínas aun cuando la aminoacidemia se mantiene en niveles altos [4]. Así, técnicamente es verdad que la insulina es necesaria para aumentar la síntesis de proteínas cuando la provisión de aminoácidos aumenta, sin embargo incluso niveles muy bajos de insulina pueden actuar junto con la leucina para habilitar la síntesis de proteínas. Más aún, hay que destacar que la ingesta de leucina tiene la capacidad de estimular la secreción de insulina [5,6] y que la mayoría de los estudios de suplementación con proteínas informan un marcado aumento en las concentraciones circulantes de insulina, como mínimo de 2-3 veces por encima de los valores de ayuno [7,8].

¿La insulina participa en la inhibición de la degradación de proteínas?

Dado que a concentraciones fisiológicas, es improbable que el aumento en la insulina aumente la síntesis de proteínas in vivo, también es necesario considerar si esto también se aplica a la degradación de proteínas. De hecho, Borsheim et al. [9] demostraron que la suplementación solo con carbohidratos (100 g) luego de ejercicios de fuerza es capaz de mejorar el balance neto de proteínas musculares a través de la reducción en la tasa de degradación y no a través del aumento en la síntesis de proteínas. Sin embargo, el pequeño incremento resultante en la insulinemia debido a la ingesta solamente de proteínas también es suficiente para inhibir la mayor degradación de proteínas medida después del ejercicio de fuerza [10].

Ausencia de datos clínicos sobre la ganancia de músculo

Stark et al. [1] afirmaron que "(…) estudios que utilizaron fuentes de proteínas junto con una fuente de carbohidratos presentaron una tendencia a aumentar la masa corporal magra (LBM) superior a la de la fuente de proteínas solamente" (presentados como referencias 11, 12, 13, 14, 15, 16). Esto no refleja adecuadamente los datos que se publicaron en estos estudios citados. La mayoría de estos estudios comparó la ingesta conjunta de proteínas y carbohidratos versus la ingesta de carbohidratos sola [11,12] o contra una fuente diferente de proteínas, pero manteniendo cantidades similares de carbohidratos [13-15]. Es más, el último estudio citado [16] analizó el impacto del momento en que se consumió el suplemento (timing), no la composición del mismo. Hasta la fecha no hay ningún estudio clínico que haya comparado el impacto sobre la masa muscular magra (LBM) de la ingesta conjunta de carbohidratos y proteínas versus un suplemento solo de proteínas. Curiosamente, Wilkinson et al. [14] y Hartman et al. [13] compararon fuentes diferentes de proteínas (leche versus soja) que además contenían niveles apreciables de carbohidratos. Ambas bebidas tenían cantidades similares de carbohidratos pero el índice glicémico (GI) era diferente: el grupo soja contenía maltodextrina mientras que el grupo leche contenía lactosa (tal como se esperaba). Sin embargo fue el suplemento de menor índice glicémico (leche) el que generó la mayor ganancia neta de masa muscular magra [13] y la mayor tasa de síntesis fraccional [14]. En estos estudios, por lo menos, el índice glicémico (GI) no se asoció de manera positiva con las ganancias de músculo.

Hasta la fecha sólo se han realizado tres estudios [10,17,18] sobre el impacto de los carbohidratos combinados con proteínas/amino ácidos contra proteínas/aminoácidos solos en la síntesis aguda de proteínas en adultos jóvenes. Estos estudios demuestran que el agregado de carbohidratos a una dosis de proteínas, que se sabe que por si sola estimula al máximo la síntesis de proteínas (20-25 g de proteína de calidad superior rica en el leucina) no tiene ningún efecto aditivo o sinérgico en la síntesis y degradación de proteínas musculares. El mismo resultado ha sido recientemente también demostrado en sujetos de edad avanzada [19]. Convergiendo con esos datos, la adición de 30g o 90g de carbohidratos a 20g de aminoácidos esenciales produjo el mismo efecto en la síntesis y degradación de proteínas, independientemente de la gran diferencia en la insulinemia en ambos grupos [20]. Parecería que la insulina solo aumentaría adicionalmente la

síntesis de proteínas en dosis farmacológicas [21] lo que significa que podría lograrse mediante la suplementación con carbohidratos.

Existen razones válidas para la inclusión de carbohidratos en los suplementos con proteínas que serán consumidos luego de ejercicios de fuerza. Estas incluyen la maximización de la recuperación del glucógeno, especialmente cuando el período de tiempo entre las sesiones de ejercicio es corto [22]. Sin embargo, sobre la base de los datos clínicos disponibles, no hay evidencia que la adición de carbohidratos a un suplemento de proteínas aumente, de manera aguda, la síntesis de proteínas musculares y, crónicamente, la LBM en una magnitud mayor que la proteína sola, lo que no coincide con lo afirmado por Severo y colegas [1].

Conclusión y perspectivas

Hay un cuerpo creciente de literatura que analiza el impacto que tiene la ingesta simultánea de proteínas-carbohidratos versus la ingesta de carbohidratos solos en la síntesis de proteínas. Sin embargo, es mucho menor la cantidad de estudios que han analizado la acción de la ingesta simultánea de proteínas con carbohidratos versus la ingesta de proteínas sola. Concretamente, no se ha realizado ningún estudio crónico sobre los efectos de agregar carbohidratos a las proteínas y compararlo con el efecto de la ingesta de proteínas solas sobre la hipertrofia muscular.

En conclusión, si bien no es posible ignorar que la adición de carbohidratos puede aportar beneficios para los atletas en recuperación, sobre la base de los datos disponibles, no se evidencia ninguna acción beneficiosa de los carbohidratos en lo que respecta a la hipertrofia muscular, independientemente de su GI, cuando se ingiere un suplemento de proteínas que estimula al máximo la síntesis de proteínas musculares. Se necesitan estudios adicionales antes de extraer conclusiones y realizar recomendaciones.

Abreviaturas

LBM: Masa corporal magra; Gl: índice glicémico; mU/L: miliunidades por litro; DI-3K: Fosfoinositol 3-quinasa; Akt: Proteína quinasa B; mTOR: diana de la rapamicina en mamíferos

Intereses de competencia

Los autores declaran que no poseen intereses de competencia.

Contribuciones de los autores

VCF y DCS escribieron el manuscrito. Ambos autores leyeron y aprobaron la última versión.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. James Markworth los valiosos comentarios y sugerencias durante la preparación del manuscrito. Nos gustaría también agradecer a los revisores anónimos por la crítica constructiva de los manuscritos.

REFERENCIAS

1. Stark M, Lukaszuk J, Prawitz A, Salacinski A (2012). Protein timing and its effects on muscular hypertrophy and strength in individuals engaged in weight-training. *J Int Soc Sports Nutr, 9(1)54*
2. Nobukuní T, Joaquín M, Roccio M, Dann SG, Kim SY, Gulatí P, Byfield MP, Backer JM, Natt F, Bos JL, Zwartkruis FJ, Thomas G (2005). Amino acids mediate mTOR/raptor signaling through activation of class 3 phosphatidylinositol 30H-kinase. *Proc Nati Acad Sci USA,102:14238-14243*
3. Byfield MP, Murray JT, Backer JM (2005). hVps34 is a nutrient-regulated lipid kinase required for activation of p70 S6 kinase. *J Biol Chem, 280:33076-33082*
4. Greenhaff PL, Karagounis LG, Pelrce N, Simpson EJ, Hazell M, Layfleld R, Wackerhage H, Smith K, Atherton P, Selby A, Rennle MJ (2008). Disassociation between the effects of amino acids and insulin on signaling, ubiquitin ligases, and protein turnover in human muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab, 295(3):E595-604*
5. Floyd JC Jr, Fajans SS, Knopf RF, Conn JW (1963). Evidence that insulin release is the mechanism for experimentally induced leucine hypoglycemia in man. *J Clin Invest, 42:1714-1719*
6. Anthony JC, Lang CH, Crozler SJ, Anthony TG, MacLean DA, Klmball SR, Jefferson LS (2002). Contribution of insulin to the translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. *Am J Physiol Endocrinol Metab, 282(5):E1092-1101*
7. Akhavan T, Luhovyy BL, Brown PH, Cho CE, Anderson GH (2010). Effect of premeal consumption of whey protein and its

hydrolysate on food intake and postmeal glycemia and insulin responses in young adults. *Am J Clin Nutr, 91(4)966-975*
8. Morlfujl M, Ishlzaka M, Baba S, Fukuda K, Matsumoto H, Koga J, Kanegae M, Hlguchl M (2010). Comparison of different sources and degrees of hydrolysis of dietary protein: effect on plasma amino acids, dipeptides, and insulin responses in human subjects. *J Agrie Food Chem, 58(15):8788-8797*
9. Borshelm E, Cree MG, Tlpton KD, Elliott TA, Aarsland A, Wolfe RR (2004). Effect of carbohydrate intake on net muscle protein synthesis during recovery from resistance exercise. *J Appl Physiol, 96(2):674-678*
10. Staples AW, Burd NA, West DW, Currle KD, Atherton PJ, Moore DR, Rennle MJ, Macdonald MJ, Baker SK, Phillips SM (2011). Carbohydrate does not augment exercise-induced protein accretion versus protein alone. *Med Sci Sports Exerc, 43(7):1154-1161*
11. Josse AR, Tang JE, Tarnopolsky MA, Phillips SM (2010). Body composition and strength changes in women with milk and resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc, 42(6):1122-1130*
12. Rankln JW, Goldman LP, Pugllsl MJ, Nlckols-Rlchardson SM, Earthman CP, Gwazdauskas FC (2004). Effect of post-exercise supplement consumption on adaptations to resistance training. *J Am Coll Nutr, 23(4)322-330*
13. Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Lawrence RL, Fullerton AV, Phillips SM (2007). Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr, 86(2)373-381*
14. Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Macdonald MJ, Macdonald JR, Armstrong D, Phillips SM (2007). Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *Am J Clin Nutr, 85(4):1031-1040*
15. Elliot TA, Cree MG, Sanford AP, Wolfe RR, Tlpton KD (2006). Milk ingestión stimulates net muscle protein synthesis following resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc, 38(4):667-674*
16. Crlbb PJ, Hayes A (2006). Effects of supplement timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc, 38(11):1918-1925*
17. Koopman R, Beelen M, Stelllngwerff T, Pennlngs B, Saris WH, Kles AK, Kulpers H, Van Loon U (2007). Coingestion of carbohydrate with protein does not further augment postexercise muscle protein synthesis. *Am J Physiol Endocrinol Metab, 293(3):E833-842*
18. Glynn EL, Fry CS, Tlmmerman KL, Drummond MJ, Volpl E, Rasmussen BB (2013). Addition of carbohydrate or alanine to an essential amino acid mixture does not enhance human skeletal muscle protein anabolism. *J Nutr, 143(3)307-314*
19. Hamer HM, Wall BT, Klsklnl A, De Lange A, Groen BBL, Bakker JA, Gljsen AP, Verdljk LB, Van Loon UC (2013). Carbohydrate co-ingestion with protein does not further augment post-prandial muscle protein accretion in older men. *Nutr Metab (Lond),10(1):15*
20. Glynn EL, Fry CS, Drummond MJ, Dreyer HC, Dhananl S, Volpl E, Rasmussen BB (2010). Muscle protein breakdown has a minor role in the protein anabolic response to essential amino acid and carbohydrate intake following resistance exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 299(2):R533-540*
21. Hllller TA, Fryburg DA, Jahn LA, Barrett EJ (1998). Extreme hyperinsulinemia unmasks insulin's effect to stimulate protein synthesis in the human forearm. *Am J Physiol, 274(6 Pt 1):E1067-1074*
22. Slater G, Phillips SM (2011). Nutrition guidelines for strength sports: sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding. *J Sports Sci, 29(1)567-77*

Cita Original

Figueiredo and Cameron-Smith. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 10:42.2013