

蛋白质在运动中的作用

罗 智

(韶关学院 体育系, 广东 韶关 512000)

摘要:由于运动而引起的代谢过程加强, 蛋白质所起的作用主要在两方面: 一是不同项目、不同负荷的运动对蛋白质和不同种类氨基酸的需要量不同; 二是合理有效的蛋白质组成和大负荷的运动训练, 能改变身体的营养成分, 并对力量和耐力成绩造成影响, 过量摄取蛋白质的非营养性作用在于它潜在的危险性。

关键词:蛋白质; 支链氨基酸; 新陈代谢; 运动

中图分类号:G804.7; G804.32 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7116(2001)03-0065-03

The nutrition and Non-nutrition of protein in sports

LUO Zhi

(Department of Physical Education, Shaoguan Institute, Shaoguan 512000, China)

Abstract: There are two reasons why the protein can play a role of nutrition in metabolic process during exercise, one is that the demand for protein and amino acid is different because of different items and load, the other is that the reasonable and efficient protein compositions and overloaded sport training can not only change body components, but also bring about an influence which is worth discussing the possibility of improve power and endurance, however, non-nutrition of protein excessive absorption lies in its potential danger.

Key words: protein; branched-chain amino acid; metabolic process; sports

蛋白质是形成细胞结构的主要成分, 是生物化学的催化剂, 是基因表达的重要调控者, 人体的任何生命活动都离不开蛋白质的作用。尤其机体处于大运动负荷和比赛的应激状态下, 不仅消耗大量能量, 也会使体内蛋白质的分解代谢加强, 此时提供优质蛋白质和氨基酸营养, 对于补充运动员的损耗、增强肌肉力量、促进血红蛋白的合成、加速消除疲劳具有重要意义。然而对于蛋白质和氨基酸在运动过程中的作用尚存在许多争论。如: 运动负荷不同, 对氨基酸需要量的问题以及蛋白质的摄入对运动成绩影响的问题等。因此, 关于在运动过程中蛋白质的作用有待进一步研究。本文拟就运动对蛋白质需要量的影响和蛋白质对运动中营养性和非营养性作用作一综述。

1 运动对蛋白质需要量的影响

众所周知, 运动消耗大量的能源物质, 使蛋白质代谢过程加强, 但运动是否增加蛋白质的需要量, 用氮平衡的实验研究报道了运动员的蛋白质需要量比一般人高。日本及东欧一些国家提出运动员蛋白质需要量为 $\geq 2.0 \text{ g/kg}$, 而西欧一些报告提出 1.4 g/kg 蛋白质即可满足运动员的需要, 国内提出运动员蛋白质的供给量应为 $1.2 \sim 2.0 \text{ g/kg}$ 。造成这种

差异的原因, 是由于运动员的机能水平不同及所从事的运动项目不同所引起的。

1.1 运动对不同机能水平运动员蛋白质需要量的影响

一般认为, 运动员在开始进行剧烈运动训练的初期, 由于对该训练还不能完全适应, 从而使细胞破坏增加、肌蛋白和红细胞再生等合成代谢亢进, 以及应激时激素和神经调节等反应常发生负氮平衡, 甚至出现运动性贫血; 另外由于剧烈运动尿液中蛋白质的排出量也会增加。而经过一段时间适应后则氮平衡得到改善, 因此大运动量和运动强度初期应适当加强蛋白质营养, 据日本人报道运动训练的初期蛋白质摄入量应每天为 2.0 g/kg 。生长发育期的少年儿童参加运动训练时应增加一部分蛋白质营养以满足生长发育需要。根据氮平衡实验的结果, 提示少年儿童在参加运动训练时蛋白质的摄入量每天应在 $2.0 \sim 3.0 \text{ g/kg}$ 之间。

1.2 运动对不同项目运动员蛋白质需要量的影响

长时间剧烈的耐力运动使蛋白质代谢加强, 从而增加蛋白质的需要量, 但蛋白质的需要量又受糖原贮备的影响。Lemon 和 Mullin 估计, 在耐力运动中, 当肌、肝糖元浓度足够时, 蛋白质耗损的增加仅为总能量消耗的 4%; 当糖元耗尽时, 其损失的增加也仅为 10%。Rennie 计算在长时间运动

收稿日期: 2000-10-20

作者简介: 罗智(1970-), 男, 湖南益阳人, 讲师, 硕士, 研究方向: 青少年体质与运动训练。

(3.75 h)期间、氨基酸氧化所产生的能量为总能量消耗的4%~8%，因此在繁重的耐力训练期间，如果蛋白质需要量有所增加的话，在需要量的基础上增加10%显然是合理的。

力量训练因肌肉组织消耗增加也需要略为增加蛋白质的摄入量。运动强度大，训练次数多，则蛋白质的代谢加强，需要量增加。另外，对于控制体重项目的运动员，需适当选择蛋白质营养密度高的食物以满足需要，蛋白质食物的热量可达总热量的18%。

2 运动对蛋白质代谢的影响

2.1 运动对蛋白质合成与分解的影响

在运动中肌肉组织的大部分蛋白质的合成受到抑制，但也无实例说明在运动中肌肉蛋白质被分解，与此相反的是一方面运动使肝、肌肉内非收缩蛋白质分解速率加快，合成速率减慢，从而使氨基酸释放量增加，使代谢池中的氨基酸增加；另一方面，运动过程中肌肉释放丙氨酸增多特别明显，(安静时丙氨酸释放速率为30 μmol/L，中等强度运动为70 μmol/L，剧烈运动激增到170 μmol/L)，通过葡萄糖—丙氨酸循环以维持血糖浓度，在运动后的恢复期内，运动肌肉生成的3—甲基组氨酸增加使其在尿中排出量增加，3—甲基组氨酸排出量的增加，为肌肉收缩蛋白质的转换提供了证据，用稳定同位素示踪法研究运动中蛋白质代谢表明，运动对蛋白质合成与分解具有明显的效应。

2.2 长时间运动对支链氨基酸的影响

如前所述，运动时丙氨酸浓度增加，主要是由于运动时蛋白质代谢加强，使产生的氨基酸尤其是支链氨基酸很容易在转氨酶的催化作用下将氨基转换给丙酮酸以生成丙氨酸。因此运动时，在丙酮酸浓度增加的同时，支链氨基酸的释放也将增加；在采用同位素¹³C标记亮氨酸的恒定灌流技术试验中，观察到在50% $V_{O_2\text{max}}$ 的强度下运动2 h，亮氨酸的氧化率增加2倍，而亮氨酸升高的绝对值相当于该氨基酸的90%的需要。近期 Refsum 的报道也得到与此相同的结论，在长时间运动中肢体选择性摄取支链氨基酸，说明运动能促进肌肉氧化支链氨基酸的能力，是否所有支链氨基酸的氧化能力均增强，尚待进一步研究。

2.3 氨基酸在运动中的支持作用

众所周知，肌肉收缩使骨骼肌产生大量的谷氨酰胺，这种氨基酸中碳的来源是α-酮戊二酸(α-KG)——三羧酸循环代谢的中间产物，为了使三羧酸循环继续发挥其供能作用，必须有柠檬酸的参与，而只有在草酰乙酸(OAA)存在时才能形成柠檬酸，OAA的生成又离不开α-KG的参与($\alpha\text{-KG} + \text{CO}_2 \longleftrightarrow \text{OAA}$)。因此必须给三羧酸循环中增添物质以补偿损失的α-KG，而增添的物质就是氨基酸(通过脱氨基作用生成α-KG)。由此可见，氨基酸在此过程中起着支持三羧酸循环、维持能量供应的作用，事实上氨基酸的这种支持作用可能比它们的燃料作用(运动中氨基酸的供能量为5%~10%)更为重要。

3 氨基酸与运动能力

3.1 氨基酸与力量

一些传统的观念认为在力量和健美训练期间，补充大量蛋白质会对运动成绩有所帮助。以波兰举重运动员和日本相扑运动员为例，通过摄取浓缩蛋白质以供应饮食蛋白的同时进行极重力量训练，使力量和体重有很大提高，从而为教练员和运动员提供了比赛的胜负取决于机体的力量训练和大量蛋白质摄取的暗示。虽然关于此问题争议较大，但也有相当多的实验研究支持这一传统观念，如：Frontera(1988)在对举重者进行12周训练期间除补充普通膳食外，另外每天补充蛋白质2.8 g/kg，结果尿肌酐有所提高，说明肌肉机能提高；同时高蛋白膳食组股四头肌较对照组增大。Tarnopolsk等发现：开始进行健美训练者若食入大于300% RDA(Recommended dietary allowances 允许的膳食供给量)的蛋白质，则其氮的存留增多。产生这种现象的生理原因可能是由于某些氨基酸的摄取可促进激素的释放，但这一观点也存在许多争议。Carlson等指出氨基酸可以直接或间接地影响脑垂体激素的释放和下丘脑的功能。Lemon(1991)报道了一系列实验，所用精氨酸和鸟氨酸剂量高达每天20 g，当给予氨基酸的同时进行极重力量训练，结果显示仅有少量受试者(<10%)生长激素的释放略有增加。虽然如上所述有大量的试验认为极重力量训练加上大量摄入蛋白质可使去脂体重和力量增加，但也有不少研究者对此提出异议。Marable等人在他们的研究中观察到在蛋白质摄入量为每天0.8 g/kg时，进行极重力量训练28 d后，瘦体重增加2 kg；而另一组蛋白质摄入量为每天2.48 g/kg时，进行同样训练，引起尿氮丢失大量增加，但体内蛋白质合成率与前者相同。Toran等也同样发现：给受试者每天1 g/kg的蛋白质，进行等长训练4~6周后，肌块指标、总体钾无变化。这些研究者认为：在摄取的能量足够支付他们运动所需要的量时，不需要摄入比RDA更多的蛋白质。作者认为造成这种试验结果出现明显差别的原因可能是由于运动强度不同和蛋白质的营养结构不同所致，极重的力量训练加上有效的蛋白质结构的摄入，有可能使肌肉力量和瘦体重得到一定程度的增长。

3.2 氨基酸与耐力

在维特和布鲁克斯的放射线示踪动物研究基础上，现已明确，在长时间次最大强度运动中一些特殊氨基酸(尤其是支链氨基酸)的氧化与摄氧量的增加成正比，虽然目前尚没有为增强比赛成绩而补充个别氨基酸的建议，但在这一领域的研究中已有人提出一些想法和研究结果。Blomdylsind(1991)对30~40 km长跑者补充支链氨基酸，发现30 km跑者血浆缬氨酸浓度显著增高，血浆亮氨酸和异亮氨酸的浓度不增高，而对42 km跑者无此效果，但和5%碳水化合物溶液的对照跑步者比3种氨基酸的浓度都显著升高。Krieder等在解释耐力活动期间补充支链氨基酸的观察结果时，提出亮氨酸剂量≥295 mg/h，异亮氨酸≥105 mg/h和缬氨酸≥150 mg/h可以使体内蛋白质降解大为降低，并使负氮平衡得到改善。他们进一步提出在长期耐力运动中，在常用的碳水化合物饮料内加入支链氨基酸和谷氨酰胺，不仅可提供底物燃料，而且可以降低蛋白质降解的速度。造成这种现象的原因可能是由于支链氨基酸和蛋白质摄取与较大运动量相结合

改变了激素的释放。在这方面的研究中,Carli等发现马拉松赛跑者在跑前90 min摄入乳蛋白12 g、碳水化合物29 g和支链氨基酸10 g,然后按以达到其乳酸阈值的速度跑60 min,其血清睾酮、睾酮与皮质醇的比值、性激素结合球蛋白,以及血清胰岛素均显著提高。Zawadzki等发现补充支链氨基酸和碳水化合物较单纯补充碳水化合物或蛋白质可使持久骑自行车者血清胰岛素升高,从而使糖合成加强,糖原的贮备也升高。

4 过量补充氨基酸和蛋白质潜在的危险

氨基酸和蛋白质对于运动员固然重要,但绝不是愈多愈好,有些力量型运动员如举重、投掷运动员,迷信于食用大量高蛋白膳食,试图增强肌肉组织、加大爆发力量,但往往适得其反。瑞典学者首先用低碳水化合物、高脂肪、高蛋白质膳食观察运动员情况,结果发现体力和耐力均明显减退。另外食用大量高蛋白膳食对身体也是一种危害:首先,在高蛋白膳食的过程中,蛋白质一旦超出当时需要量,即以脂肪的形式贮存起来,从而直接或间接地使血液中胆固醇、甘油三酯及低密度脂蛋白水平升高,而高密度脂蛋白水平降低,长期食用将增加高血压、冠心病、动脉粥样硬化的发病率;其次,高蛋白膳食使血清谷—草转氨酶(SGOT)、谷—丙转氨酶(SGPT)和碱性磷酸酶含量增加,对肝脏造成一种潜在的伤害,同时高蛋白膳食的酸性代谢产物会增加肝、肾的负担,导致肝、肾肥大并容易疲劳;再次,高蛋白膳食将使氮、钙、钠和体液滞留显著增加,从而对水盐代谢造成不利影响,有可能引起泌尿系统结石和便秘。因此运动员在平衡膳食条件下,

(上接第64页)体重变化情况来看,两训练组大鼠体重都不如安静组增长快,主要因为不运动大鼠能量供给大于能量消耗;而大运动量组体重显著低于小运动量组则与蛋白质分解代谢超过合成作用有关。实验表明,大运动量组大鼠血浆中的TT和FT下降幅度远大于C的下降幅度,TT/C值下降幅度达40.22%,这在一定程度上说明蛋白质合成受到抑制。对蛋白质代谢起作用的激素不只一种,生长激素、胰岛素、甲状腺激素和雄激素的协同作用,促进了蛋白质合成,而且一种激素对其他内分泌腺也有影响。因此,从激素整体水平探讨激素与运动的关系有待于进一步的深入研究。

4 结论

过度训练引起运动性低血睾酮,机体出现疲劳;适度的运动量可避免低血睾酮发生。

血清游离睾酮的极度低下是引起运动性低血睾酮的直接因素,游离睾酮浓度的降低继发性引起总睾酮浓度下降。

过度训练造成大鼠血清皮质酮浓度下降,反映机体应激能力低下。

血清TT/C值可作为判断过度训练的参考指标。

参考文献:

[1] 曲绵域. 实用运动医学[M]. 北京:北京科学技术出版社

不要过量补充氨基酸和蛋白质。

综上所述,蛋白质在由于运动而使代谢加强的情况下所起的营养价值非常重大:一方面不同项目运动员,不同负荷运动对蛋白质和氨基酸种类要求各不相同;另一方面合理的蛋白质组成和大负荷的训练,对身体的组成成份、力量和耐力有一定影响,但过量摄取蛋白质有它潜在的危害性。

参考文献:

- [1] 杨锡让. 运动生理学[M]. 北京:北京体育学院出版社, 1988.
- [2] 陈中伟. 运动医学[M]. 上海:上海科技教育出版社, 1996.
- [3] 曲绵域. 实用运动医学[M]. 北京:北京科学技术出版社, 1996.
- [4] 冯炜权. 运动生物化学[M]. 北京:人民体育出版社, 1989.
- [5] 闻芝梅. 现代营养学[M]. 北京:人民卫生出版社, 1998.
- [6] kreider RB, Miriel V, Bertum E. Amino acid supplementation and exercise performance-analysis of the proposed ergogenic value[J]. Sports Med, (16): 190~209.
- [7] Lemon PWP. protein and amino acid needs of the strength athlete [J]. Int J Sport Nutr, 1991(127):145.
- [8] Frontera WR, Meredith CN, Evans WJ. Dietary effects on muscle strength gain and hypertrophy during heavy resistance training in older men [abstract] can[J]. J Sport Sci, 1988(13):139.
- [9] lernen PWR. The importance of protein for athletes[J]. Sports Med, 1984(1):474.

[编辑:李寿荣]

社, 1996.63~74.

- [2] Lutolsawska G. Plasma cortisol and testosterone following 19-Km and 42-Km kayak races[J]. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 1991(31):538~542.
- [3] 谢敏豪. 血睾酮与运动[J]. 体育科学, 1999, 19(2):80~83.
- [4] 周东波. 我国运动员血清T/E2、T/F水平的研究[J]. 体育科学, 1994, 14(5):65~70.
- [5] Mujika I. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations[J]. Sports Med, 2000, 30(2):79~87.
- [6] 郑陆. 过度训练动物模型的建立[J]. 中国运动医学杂志, 2000, 19(2):179~181.
- [7] Kuoppasalmi L. Plasma testosterone and sex-hormone-binding globulin capacity in physical exercises[J]. Scand J Clin Lab Invest, 1980(40):411~418.
- [8] Urhausen A. A 7-week follow up study of behaviour of T and cortisol during the competition period in rowers[J]. Eur J Appl Physiol, 1987(56):528~531.
- [9] 钱风雷. 补肾中药对大鼠运动性低血睾酮的调整作用[J]. 中国运动医学杂志, 1998, 17(4):320~322.

[编辑:李寿荣]