

Effects of Exercise Stress on IGF-1 System and Its Adaptation

Wencong Huang

Sports School, Guangxi Teacher Education University, Nanning
Email: huangwencong@sohu.com

Received: Jul. 11th, 2013; revised: Jul. 23rd, 2013; accepted: Aug. 2nd, 2013

Copyright © 2013 Wencong Huang. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Different kinds of exercise stress will make different kinds of effects on IGF-1 system of HPG axis, and IGF-1 system of body will change accordingly, which mainly embodies in the function of IGF-1 System. The article states changes of IGF-1, IGFBPs and GH respectively, which are representative indexes of HPA axis function, and discusses mechanism of these changes.

Keywords: Exercise Stress; IGF-1 System; IGF-1; IGFBP; GH

运动应激对 IGF-I 系统的影响和适应

黄文聪

广西师范学院体育学院, 南宁
Email: huangwencong@sohu.com

收稿日期: 2013 年 7 月 11 日; 修回日期: 2013 年 7 月 23 日; 录用日期: 2013 年 8 月 2 日

摘要: 不同种类运动应激对 IGF-1 系统产生不同的影响, 而机体的 IGF-1 系统也产生不同的适应性变化, 作为反映 IGF-1 系统功能的代表性指标 IGF-1, IGFBPs 和 GH 有不同的变化趋势。本文对其变化的趋势及机理进行了探讨。

关键词: 运动应激; IGF-1 系统; IGF-1; IGFBPs; GH

1. IGF-I 系统简介

IGFs 是一类结构上类似于胰岛素原的多肽, 主要包括 IGF-I 和 IGF-II 两类。IGF-II 主要在胚胎期产生, 对胎儿的生长期重要作用。IGF-I 是人体中最主要的生长介素, hGH 主要是通过 IGF-I 来实现其合成代谢作用的。IGF-I 不仅作为内分泌因子存在于血液中, 而且还能通过自分泌或旁分泌方式在组织局部发挥作用。

在血液循环中, 绝大部分的 IGF-I 与其结合蛋白以复合物的形式存在(150 KD)。该复合物由三部分组

成: 1) 酸稳定亚单位(ALS); 2) IGFBP-3; 3) 一分子的 IGF-I。ALS 对稳定血清中 150 KD 复合物起十分重要的作用。IGFBP-3 作为高分子量结合蛋白是与 IGF-I 结合的主要蛋白, 主要作为 IGF-I 的储存库, 与 IGFBP-3 的结合即防止了 IGF-I 的降解也降低了游离 IGF-I 的浓度。从目前资料来看, 由于 IGFBP-3 的半衰期很长, 在运动之中不容易改变; 而低分子量结合蛋白如在运动中变化较大, 虽然在安静时与 IGF 结合的量较少, 运动时可能起到调节 IGF-I 的生物活性的作用。由于相关研究还不多, 本文以 IGF-I 为主, 介

绍运动应激对 IGF-I 系统的影响和适应。

2. 急性运动对 IGF-I 系统的影响和适应

2.1. 持续性运动对 IGF-I 系统的影响

安静时 IGF-I 水平与受试者机体状况高度相关。原先研究认为,急性运动对血清 IGF-I 水平没有影响。这是因为 GH 释放刺激 IGF-I 增高要有相当长时间,而人体内尚未发现 IGF-I 的储存池,因此运动刺激不可能引起 IGF-I 水平的急剧增高^[1]。但已有越来越多的发现,男女受试者在短时间运动后,IGF-I 确有短暂的升高,而这种升高时间很短且只在运动开始阶段出现^[2,3]。正因如此,在许多持续时间长的实验中,这一变化往往会漏测。需要指出的是,在急性运动过程中,IGF-I 的变化是独立于 GH 的变化的。至于 IGF-I 短暂升高的机理还需要进一步的研究。

长时间运动后水平 IGF-I 水平不变或下降,同时伴随 IGFBP 的变化,如 IGFBP-1 水平上升,但 IGFBP-3 变化不明显^[1,3]。Nguyen et al. (1998)^[3]研究发现,运让动员进行 3 小时长距离滑冰(NSR 组)和 2 × 45 分钟跑台模拟足球比赛(TSG 组),运动后即刻,NSR 组 IGF-I 下降 14.6%,TSG 组不变;NSR 组的 IGFBP-1 显著增加了 11.8 倍,TSG 组增加了 6.3 倍(在第一个 45 分钟结束时没有变化);NSR 组的 IGFBP-3 没有发生变化,TSG 组也不明显。他们认为,长时间运动(45 分钟以上)对 IGFBP-3 这样的高分子量结合蛋白影响不明显,主要是增加 IGFBP-1 以结合游离的 IGF 并限制其胰岛素样作用。而 IGFBP-1 的提高既防止 IGF 的降低血糖作用,又在肌糖原耗尽时促进葡萄糖被肌细胞的摄取。

2.2. 抗阻力量运动对 IGF-I 系统的影响

一般认为急性抗阻力量运动运动不引起男女性血清 IGF-I 浓度的提高,但似应该考虑年龄因素的影响^[1,2,4]。S. Bermon et al. (1999)^[5]急性抗阻性运动后,发现在老年受试者总 IGF-I 浓度和游离 IGF-I 浓度明显提高,并且维持 6 小时。他认为可能的来源是肌肉,虽然肌肉中的 IGF-I 主要是自分泌或旁分泌,但抗阻力量练习造成的肌细胞损伤会使其释放到血液。应该指出的是,急性抗阻运动的时间一般较长,同样完全有可能出现对 IGF-I 变化的漏测。Nindl et al. (2001)^[4]

研究发现,抗阻力量运动后 13 小时,男性受试者的总 IGF-I 和游离 IGF-I 没有发生变化;运动后第一小时,只有 IGFBP-3 出现明显增长,但很快回到基础值;而 IGFBP-2 和 ALS 却分别上升和下降。并认为 IGFBP-3 升高和 ALS 下降表明了 150 KD 复合物的分解,但所产生的游离 IGF-I 很快就与 IGFBP-2 结合了。所以,抗阻力量运动对 IGF-I 系统的影响可能并不体现在 IGF-I 数量的改变,而体现在与 IGFBP 结合方式上的变化。

3. 长期训练对 IGF-I 系统的影响与适应

3.1. 长期耐力性训练对 IGF-I 系统的影响与适应

IGF-I 被认为是反映 GH/IGF-1 轴状态的更有用指标,因为与 GH 相比更稳定。已有研究发现,长期持续性训练会使青年男女的 IGF-I 水平提高^[2,6,7];而老年受试者却没有出现同样的情况。这可能与年龄有关,但也可能是训练方式不同所造成的^[2]。所以尚需进一步研究。Roelen et al. (1997)^[7]对健康青年男性进行 2 周的大运动量持续耐力训练,结果发现,经过 2 周训练后,运动组的血浆 IGF-I 水平明显提高,有氧运动能力(VO₂max 等)大大增强;对照组血浆 IGF-I 水平和有氧运动能力没有明显变化。Koziris et al. (1999)^[6]对优秀大学生男女运动员进行了一个赛季的研究观察,并将赛季分为训练前、训练 2 个月、训练 4 个月和赛季结束,结果发现,男女运动员的血清 IGF-I 水平在前三个阶段逐渐上升,比赛阶段仍保持高水平。并且还观察到,IGFBP-1 在各阶段都没有显著性变化,而 IGFBP-3 在第三、四阶段明显高于训练前水平。

3.2. 长期抗阻力量训练对 IGF-I 系统的影响与适应

多数研究表明,长期抗阻力量训练能使男女性的血清 IGF-I 水平提高^[2,8,9]。有学者认为,由于女性的低睾酮水平,在训练中,她们更要通过刺激 GH-IGF-1 轴来提高肌肉蛋白的合成^[2]。Borst et al. (2001)^[8]发现,经过 13~25 周的抗阻力量训练,男性和女性的血清 IGF-1 有相同的生长,并且发现大运动量组 IGFBP-3 明显下降,而小运动量组则没有发现。IGFBP-3 下降意味着游离 IGF 的增多,有利于肌肉力量的增长,而研究人员的确发现大运动量组的肌力增

长更明显。该研究也表明了, 引发 IGF-1 的生物活性发生改变也许需要有一定运动量的抗阻性训练。Marx et al. (2001)^[9]对女性受试者的研究表明, 大运动量和小运动量的抗阻力量训练都会引起血清 IGF-1 增长。但也有研究表明, 长期抗阻力量训练对血清 IGF-1 水平无影响。Kraemer et al. (1999)^[10]对青年男性(30 yrs)和老年男性(60 yrs)进行为期 10 周的大运动量抗阻力量训练, 结果发现, 训练后两组的血清 IGF-1 水平均无变化; 青年组增加安静时 IGFBP-3, 而老年组并无变化。

抗阻性训练使肌肉肥大和肌力增长的机制, GH/IGF-I 轴起的作用可能有三: 1) 训练增加了 GH 的分泌, 导致肝脏 IGF-I 生成的增加并提高血液 IGF-I 水平, IGF-I 刺激肌肉 IGF-I 受体增加蛋白合成; 2) 训练增加了 GH 的分泌, 直接刺激肌肉内源性 IGF-I 的产生促使肌肉肥大; 3) 运动直接增加肌肉 IGF-I 含量, 并独立于血液 GH 和 IGF-I 的变化^[8]。

4. 其它影响 IGF-I 系统变化的重要因素

4.1. GH 的分泌情况

因为 GH 不仅启动各组织细胞生长因子及其结合蛋白的转录, 而且增加细胞对生长因子的反应性, 所以对 IGF-I 系统调节起重要作用。正常生理情况下, GH 分泌增多可引起血清 IGF-I、IGFBP-3 水平升高。从理论上说, 任何影响 GH 变化的因素也能直接或间接的影响 IGF-I 系统变化。

4.2. 年龄和性别

人刚出生时, 血清 IGF-I 水平很低, 以后逐渐增加, 青春期达到高峰。青春期后, 血清 IGF-I 浓度趋于稳定。30 岁后, 血清 IGF-I 水平开始缓慢下降。更年期前的健康女性比男性有更高的血清 IGF-I 水平, 更年期前, 血清 IGF-I 和 GH 随年龄的下降在男性比女性更明显。

4.3. 营养作用

适宜的营养是维持 IGF-I 及其 IGFBP-3 正常生理活性的重要因素。缺乏营养或营养不良可导致 IGF-I 和它们的 IGFBPs 水平下降。虽然此时 GH 水平正常或高于正常, 会出现机体组织抵抗 GH 和 IGF-I 合成

代谢作用的现象, 表现为生长缓慢^[11,12]。IGF-I 能否从食物中直接摄取是令人关注的问题。Mero et al. (2002)^[13]发现, 在运动员正常训练过程中补充牛初乳能有效提高血清 IGF-I 水平, 直接口服 rhIGF-I 不能有同样效果, 说明增加的 IGF-I 可能不是从牛初乳中直接摄取。

5. 结论

1) 急性运动对血清 IGF-1 水平的影响不大, 无论是短时间运动的上升还是长时间运动的下降, 都能很快恢复正常基础值。所以, 今后研究似更应注意运动对 IGF-1 与 IGFBPs 结合方式上的变化上来。另外, 由于 IGF-I 是在组织细胞产生, 且通过旁分泌和自分泌发挥作用, 所以特定组织内 IGF-I 也许比血液中 IGF-I 对运动应激的反应更明显。这也今后值得更多关注的地方。

2) 长期抗阻力量训练和耐力训练均可使血清 IGF-I 升高, 但这种升高是否决定长期训练后体形与肌肉发达程度的改变, 目前尚无定论。另外, 长期训练对 IGFBPs 特别是 IGFBP-3 的影响很难确定规律, 也许是因为 IGFBP-3 的变化是独立于 IGF-1 反应的, 并在细胞水平有自己潜在生物活动。这些都需要进一步的研究。

3) GH 的分泌情况, 年龄和性别和营养作用等因素都会对 IGF-1 系统的改变有重要影响。

参考文献 (References)

- [1] 曾凡星. 运动中生长激素和睾酮的研究进展[C]. 动生理学进展[M]. 北京体育大学出版社, 2000: 158-169.
- [2] C. W. Lormes, S. Reissecker, et al. Endogenous anabolic hormone responses to endurance versus resistance exercise and training in women. *Sports Medicine*, 2002, 32(1): 1-22.
- [3] U. N. Nguyen, F. Mouglin, J. Regard, et al. Influence of exercise duration on serum IGF and its binding proteins in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 1998, 78: 533-537.
- [4] B. C. Nindle, W. J. Kraemer, J. O. Marx, et al. Overnight responses of the circulating IGF-I system after acute, heavy-resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 2001, 91: 1319-1326.
- [5] S. Bermon, P. Ferrari, P. Bernard, et al. Responses of total and free IGF-I and IGFBP-3 after resistance exercise and training in elderly subjects. *Acta Physiologica Scandinavica*, 1999, 165: 51-56.
- [6] K. P. Ferrari, P. Bernard, et al. Serum levels of total and free IGF-I and IGFBP-3 are increased and maintained in long-term training. *Journal of Applied Physiology*, 1999, 86(4): 1436-1442.
- [7] C. Roelen, P. Ferrari, P. Bernard, et al. Plasma IGF-I and high growth hormone-binding protein levels increase after two weeks

- of strenuous physical training. *International Journal of Sports Medicine*, 1997, 18: 238-241.
- [8] W. J. Marx, J. O. Kraemer, et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2001, 33: 635-643.
- [9] S. E. Borst, D. V. Dehoyos, K. Vincent, et al. Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I-I and IGF binding proteins. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2001, 33(4): 648-653.
- [10] W. J. Kraemer, K. Hakkinen, R. Newton, et al. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *Journal of Applied Physiology*, 1999, 87: 982-992.
- [11] K. T. Borer. The effects of exercise on growth. *Sports Medicine*, 1995, 20: 375-397.
- [12] M. S. Dahn, F. Mouglin, J. Regard, et al. Systemic and splanchnic metabolic response to exogenous human growth hormone. *Surgery*, 1998, 123: 528-538.
- [13] M. Antti, J. Kahkonen, T. Nykanen, et al. IGF-I, IgA, and IgG responses to bovine colostrums supplementation during training. *Journal of Applied Physiology*, 2002, 93: 732-739.