

# 不同运动量训练对大鼠血睾酮及相关指标的影响

胡红梅

(肇庆学院 体育系, 广东 肇庆 526060)

**摘 要:**为探讨运动量与血睾酮及相关指标的关系,对大鼠进行小运动量和大运动量两种训练,观察不同运动量对大鼠血清总睾酮(TT)、游离睾酮(FT)和皮质酮(C)浓度的影响。结果显示:小运动量组大鼠血清TT、FT和C均未出现明显下降;大运动量组大鼠血清TT、FT和C均出现显著性降低,并且TT/C值下降幅度达40.22%。因此认为,过度训练引起运动性低血睾酮,适度的运动量训练可以避免低血睾酮;血清游离睾酮的极度低下是引起低血睾酮的直接因素;血清皮质酮浓度降低反映机体应激能力低下;TT/C值可作为判断过度训练的参考指标。

**关 键 词:**大鼠运动量;运动训练;睾酮;皮质酮

**中图分类号:**G804.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7116(2001)03-0063-03

## The effect of different exercise loads on rats' serum testosterone and correlative indexes

HU Hong - mei

(Department of Physical Education, Zhaoqing College, Zhaoqing 526060, China)

**Abstract:** Rats were trained in different exercise loads in order to study the relationship between exercise loads and serum testosterone and correlative indexes. The concentrations of serum total testosterone, free testosterone and corticosterone were observed. results showed that the serum TT, FT and C of the low exercise load rats were not lowered statistically, while that of the heavy exercise rats decreased remarkably and their TT/C dropped by 40.22%. The results suggest that: 1) excessive training causes low serum testosterone, but proper exercise can keep serum testosterone from reducing; 2) the extreme decreasing of FT is a direct factor of low serum testosterone; 3) the decreasing of C reflects a lower stress ability; 4) the rate of TT/C can be a reference to estimate the excessive training.

**Key words:** rats; exercise load; exercise training; testosterone; corticosterone

从20世纪30年代起,人们开始对类固醇激素有了较深入的认识和研究。对于雄激素,人们逐渐认识到它除了具有雄性化作用外,还有一定的蛋白质同化作用,促进血液再生,增加血流量等。因此,70年代开始,雄激素与运动关系的研究成为人们关注的热点。雄激素中最主要的一种是睾酮,运动对血睾酮水平的影响依赖于运动持续时间、密度、强度、负荷量、机能适应状态等因素。以往的研究认为,短时间大强度运动后血浆睾酮浓度升高,与血液浓缩或肝脏供血量减少使睾酮降解率降低有关。一次长时间运动引起血睾酮先升高后降低,而衰竭性运动引起总睾酮降低的同时,性激素结合球蛋白浓度升高,游离睾酮浓度极低,血浆皮质酮浓度升高,肌细胞皮质酮受体增多,显示肌细胞中蛋白质降解过程取代了合成过程。长期大运动量训练或过度训练,血睾酮常常下降。<sup>[1-3]</sup>从以往的研究可看出,力竭和过度运动引起血睾酮水平明显下降,机体不能维持正常运动能力。因此,在

健身锻炼和运动训练中,运动量的选择和把握对于强身健体和提高运动能力至关重要。本研究对大鼠采用大小两种运动量训练,观察在不同运动量下,大鼠血清睾酮、游离睾酮、皮质酮的变化,探讨运动量与这些指标的关系及相关指标对机能状况的评定作用。

## 1 材料和方法

(1)动物实验方法:雄性SD大鼠30只,8周龄,体重 $(226.80 \pm 15.23)$ g。随机分为3组:安静组、小运动量组、大运动量组各10只。训练采用负重游泳,重量为体重的3%,小运动量组每天上午游1次,每次40 min;大运动量组每天上午游2次,每次40 min,间隔20 min。每周6天,共6周。然后于安静状态下断头处死,腹主动脉取血,血清于-20℃保存。

(2)测试方法:血清睾酮浓度、游离睾酮浓度、皮质酮浓

收稿日期:2001-03-13

作者简介:胡红梅(1965-),女,河南开封人,讲师,华东师范大学在读博士生,研究方向:运动生理学。

度用放射免疫法测定,药盒购自中美合资天津德普(DPC)生物技术及医药产品有限公司。

(3)数据统计:数据结果用  $\bar{x} \pm s$  表示,组间差异分析用  $t$  检验。

## 2 结果

各组大鼠 6 周后体重变化如表 1。两训练组大鼠体重较安静对照组均有显著差异 ( $P < 0.01$ ),安静组大鼠体重增长

多。大运动量组和小运动量组体重有显著性减少。

表 1 各组大鼠 6 周后体重  $\bar{x} \pm s, g$

安静组	小运动量组	大运动量组
386.97 ± 46.23	258.47 ± 19.70 <sup>1)</sup>	240.98 ± 12.11 <sup>2)</sup>

1)与安静组相比,  $P < 0.01$ ; 2)与小运动量组相比,  $P < 0.05$ 。

各组大鼠血清总睾酮浓度、游离睾酮浓度、皮质酮浓度及睾酮/皮质酮比值如表 2 所示:

表 2 各组大鼠血清测定指标  $\bar{x} \pm s$

指 标	安静组	小运动量组	大运动量组
总睾酮质量浓度 TT/(ng·dL <sup>-1</sup> )	195.84 ± 94.20	165.80 ± 76.86 <sup>1)</sup>	87.66 ± 52.83 <sup>2)</sup>
游离睾酮质量浓度 FT/(pg·mL <sup>-1</sup> )	28.76 ± 10.20	26.97 ± 13.86 <sup>1)</sup>	8.57 ± 3.65 <sup>2)</sup>
皮质酮质量浓度 C/(ng·mL <sup>-1</sup> )	684.79 ± 57.10	596.36 ± 82.33 <sup>1)</sup>	485.83 ± 60.63 <sup>2)</sup>
TT 质量浓度/C 质量浓度	0.3018	0.2780	0.1804

1)与安静组相比,  $P > 0.05$ ; 2)与安静组相比,  $P < 0.01$ 。

结果显示,小运动量组 TT 和 FT 与安静组相比均无显著变化 ( $P > 0.05$ ),大运动量组 TT 和 FT 与安静组相比均有显著性降低 ( $P < 0.01$ ),TT 下降幅度为 55.24%,FT 下降幅度为 70.20%。

小运动量组的 C 值与安静组相比没有显著性降低 ( $P > 0.05$ ),大运动量组 C 值与安静组比有显著性降低 ( $P < 0.01$ ),下降幅度为 25.12%。

小运动量组 TT/C 值与安静组相比减少幅度为 13.78%,大运动量组为 40.22%。

## 3 讨论

男性雄激素主要产生于睾丸间质细胞,肾上腺皮质的网状带也分泌少量雄激素。睾酮是最主要的一种雄激素,在血液中,游离睾酮仅占 2% 左右,其余与雄激素结合球蛋白、白蛋白和其它蛋白结合,游离睾酮和与白蛋白结合的睾酮具有生物活性。正常男性血浆中睾酮的含量近似 0.6 ng/dL。调查显示,男性运动员血清睾酮均值比普通男性要高<sup>[4]</sup>,特别是力量型运动员血睾酮水平明显升高<sup>[5]</sup>,提示长期训练使体内基础睾酮水平升高。但是,过度训练往往导致运动性低血睾酮<sup>[6]</sup>。本研究对大鼠进行两种运动量训练,两种训练采用相同负荷,大运动量组通过增加运动密度来加大运动强度,结果显示,小运动量组的血清总睾酮和游离睾酮与对照组相比均未出现显著性降低 ( $P > 0.05$ ),大运动量组的这两个指标均出现显著性降低 ( $P < 0.01$ )。大运动量组大鼠两次游泳间隔时间短,第一次游泳造成的血睾酮水平降低还没有恢复,又进行第二次游泳,使血睾酮浓度更低,连续 6 周这样的训练使机体产生疲劳,出现运动性低血睾酮。由此提示训练中采取适当运动量,给予一定的恢复时间,可以避免运动性低血睾酮出现。

大运动量组出现的 TT 和 FT 显著性降低中,TT 的下降幅度为 55.24%,FT 下降幅度为 70.20%。有研究者认为,运

动对睾酮的主要结合成分性激素结合球蛋白影响不大。<sup>[7]</sup>本实验中,长期大运动量训练后 FT 下降幅度超过了 TT 下降幅度,而血液中游离睾酮才具有直接生物活性作用,提示游离睾酮大幅度下降对运动性低血睾酮更具有直接意义;性激素结合球蛋白可能对睾酮有储存运输作用,游离睾酮降低继发性引起总睾酮水平下降。

睾酮与皮质酮关系密切,肾上腺皮质束状带主要分泌糖皮质激素,网状带主要分泌雄激素,但没有明确界线,共同受垂体前叶分泌的促肾上腺皮质激素的调节,这部分睾酮与皮质酮的变化一致。运动对皮质酮的影响以及睾酮与皮质酮变化关系的研究报导不尽一致,有研究报导划船运动员长期大运动量训练导致血清皮质酮明显升高,血清睾酮明显降低、分解代谢增强<sup>[8]</sup>。另有研究显示大鼠 6 周大运动量游泳造成血睾酮明显低于对照组,而皮质酮却未见升高<sup>[9]</sup>。本实验结果表明,大鼠负荷、高强度游泳训练 6 周后血清皮酮浓度明显低于对照组 ( $P < 0.01$ ),下降幅度为 25.12%。小运动量组未出现显著性降低。垂体-肾上腺皮质系统是机体对抗应激刺激的反应中心,在应激状态下,血浆糖皮质激素显著增多。但是如果过度训练引起机体疲劳,影响到皮质机能,血浆糖皮质激素则出现下降,往往表现出机体应激能力低下。机体处于疲劳状态下,皮质酮浓度降低对蛋白质分解代谢有一定抑制作用,从机体自我保护的角度来看,是有利的。

由于在对蛋白质代谢作用方面,皮质酮(C)促进蛋白质分解代谢,睾酮(TT)则促进蛋白质合成。TT/C 可以反映分解和合成代谢的平衡状况,作为判断早期过度训练的一个指标。已有过度训练动物模型的建立以 TT/C 值下降幅度超过 30% 为参考标准(金其贯;过渡训练对大鼠骨骼肌和心肌细胞凋亡的影响)。本实验中小运动量组 TT/C 值与安静组相比减少幅度为 13.78%,大运动量组为 40.22%,表明大运动量组已经处于过度训练状态。结合 6 周以后(下转第 67 页)

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、性激素一结合球蛋白、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一草转氨酸(SGOT)、谷一丙转氨酶(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,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,而且一种激素对其它内分泌腺也有影响。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,1996.63-74.

[2] Lutoslawska 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.

#### 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] Iemen PWR. The importance of protein for athletes[J]. Sports Med, 1984(1):474.

[编辑:李寿荣]

社,1996.63-74.

[2] Lutoslawska 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]