

# 不同负荷的运动训练对大鼠 T 淋巴细胞亚群的影响

王 沛

(扬州教育学院 体育系, 江苏 扬州 225002)

**摘 要:**为了研究运动训练对机体 T 淋巴细胞亚群的影响, 对大鼠进行为期 8 周的不同负荷运动训练, 测定外周血液中 CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup> 和 CD8<sup>+</sup> T 淋巴细胞的数量。实验结果: 运动训练后, CD3<sup>+</sup> T 淋巴细胞在各组之间无显著性差异; 1 h 训练组中, CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞显著高于对照组, CD8<sup>+</sup> T 淋巴细胞与对照组相比虽有下降, 但无显著性差异, 从而使 CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 显著高于对照组。在力竭性训练组中, CD4<sup>+</sup> 细胞显著低于 1 h 训练组, 而与对照组相比有下降趋势, 但无显著性差异; 而 CD8<sup>+</sup> 细胞显著高于 1 h 训练组和对照组, 从而使 CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 显著低于 1 h 训练组和对照组。结果表明, 适当的运动训练可以提高机体的免疫功能, 而长期力竭性运动训练可导致机体免疫功能的抑制。

**关键词:**大鼠; 运动训练; 免疫系统; T 淋巴细胞亚群

**中图分类号:**G804.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7116(2001)05-0079-02

## Effects of exercise training with different loads on the T-lymphocyte subsets in rats

WANG Pei

(Department of Physical Education, Yangzhou Educational College, Yangzhou 225002, China)

**Abstract:** In order to explore the effects of exercise training on the immunity, the T-lymphocyte subsets in peripheral blood were measured after exercise training with different loads for 8 weeks. The results: After exercise training, CD3<sup>+</sup> T-lymphocytes were no significance among the three groups. In 1 h training group, CD4<sup>+</sup> cells were higher than those in control group significantly. Compared with control group, CD8<sup>+</sup> cells had a decrease tendency, but there was no significant difference. The ratio of CD4<sup>+</sup> and CD8<sup>+</sup> was higher than that on control group significantly. In exhaustive training group, CD4<sup>+</sup> cells were lower than those in 1 h training group significantly. Compared with control group, it had a decrease tendency, but there was no significant difference. CD8<sup>+</sup> cells were higher than those in control group and in 1 h training group. The ratio of CD4<sup>+</sup> and CD8<sup>+</sup> was lower than that in 1 hr training group and in control group significantly. The results suggested that moderate exercise training improve the immune function and exhaustive training might cause the immunosuppression.

**Key words:** rat; exercise training; immune system; T-lymphocyte subsets

近 10 多年来, 随着体育和精神内分泌免疫学或行为免疫学的发展, 有关运动与机体免疫机能之间关系的研究越来越受到运动生理学、医学和行为科学等领域研究人员的重视。大多数研究都集中在一次急性运动后机体免疫功能的短时变化, 而关于长期运动训练对机体免疫机能的长期效果的研究为数较少。本研究通过对大鼠进行为期 8 周的不同负荷的游泳训练, 测定外周血液中 CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup> 和 CD8<sup>+</sup> T 淋巴细胞亚群的数量, 探讨不同负荷的运动训练对机体细胞免疫功能的影响及其生物学意义, 为进一步研究运动训练对机体免疫功能的长期效应提供实验依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验动物及饲养

健康雄性 Sprague-Dauley(SD)大鼠 28 只, 随机分为对照组 ( $n=8$ )、1 h 训练组 ( $n=8$ ) 和力竭性训练组 ( $n=12$ )。分笼饲养, 每笼 4~5 只, 饲养笼选用塑料制品, 并配用不锈钢罩、玻璃吸水瓶和不锈钢吸水管, 饲养温度 21~24℃, 国家标准固体混合饲料喂养, 自由饮食。

### 1.2 实验方法

(1) 运动条件: 玻璃钢游泳池 (150 cm×60 cm×70 cm), 水深 60 cm, 超过大鼠身长的 2 倍, 水温 31~32℃。

(2) 运动方式: 无负重游泳。

• 收稿日期: 2000-12-18

作者简介: 王 沛 (1963-), 女, 讲师, 江苏扬州人, 研究方向: 体育保健学。

(3)训练方案。1)对照组:平时不运动,饲养条件与运动训练组相同。2)1 h训练组:前3 d适应性游泳30 min,并在1周内逐渐延长时间至60 min,然后每天游泳1次,每周6次,持续7周,训练时间共8周。3)力竭性训练组:前3 d,适应性游泳30 min,并在1周内延长时间至120 min,训练1周后,对大鼠进行力竭性游泳训练,力竭标准:①游泳动作明显失调,不能再坚持;②沉入水底3 s不能回到水面。发现上述情况,及时捞起,用吸水纸擦干,置笼中休息。每天1次,每周6次,持续7周。训练时间共8周。训练后期有4只疲劳衰竭而死亡。

### 1.3 取材

大鼠末次游泳训练后24 h,称重,依次用乙醚麻醉,从颈总动脉处取血3 mL置于预置肝素抗凝剂的干净的玻璃试管中,并立即摇匀,用于测定血液中CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup>和CD8<sup>+</sup>T淋巴细胞的数量。

### 1.4 指标测定

外周血液中CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup>和CD8<sup>+</sup>T淋巴细胞亚群采用免疫荧光标志法测定,严格按说明书操作。

### 1.5 结果处理

结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示,所有数据在PC机上通过SPSS软件计算而得;统计学处理采用方差分析和多重比较,显著性水平, $P \leq 0.05$ 。

## 2 结果

经过8周的运动训练后,CD3<sup>+</sup>T淋巴细胞在各组之间无显著性差异;1 h训练组中,CD4<sup>+</sup>T淋巴细胞显著高于对照组,CD8<sup>+</sup>T淋巴细胞与对照组相比虽有下降,但无显著性差异,从而使CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>显著高于对照组。在力竭性训练组中,CD4<sup>+</sup>细胞显著低于1 h训练组,而与对照组相比有下降趋势,但无显著性差异;而CD8<sup>+</sup>细胞显著高于1 h训练组和对照组,从而使CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>显著低于1 h训练组和对照组(见表1)。

表1 不同负荷的运动训练对大鼠T淋巴细胞亚群的影响

组别	n/只	CD3 <sup>+</sup> /%	CD4 <sup>+</sup> /%	CD8 <sup>+</sup> /%	CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup>
对照组	8	68.13 ± 2.75	37.75 ± 1.67	30.38 ± 2.20	1.25 ± 0.11
1 h训练组	8	69.75 ± 2.19	41.50 ± 2.20 <sup>1)</sup>	28.25 ± 2.43	1.48 ± 0.19 <sup>1)</sup>
过度训练组	8	72.00 ± 4.00	36.50 ± 2.93 <sup>2)</sup>	35.50 ± 3.89 <sup>3)</sup>	1.04 ± 0.15 <sup>4)</sup>

1)与对照组相比, $P < 0.01$ ;2)与1 h训练组相比, $P < 0.01$ ;3)与对照组、1 h训练组比, $P < 0.01$ ;4)与对照组比, $P < 0.05$ ,与1 h训练组比, $P < 0.01$

## 3 讨论

T淋巴细胞是多功能的细胞亚群,根据膜抗原用单克隆抗体将T细胞分为若干亚群,其中CD4<sup>+</sup>T细胞和CD8<sup>+</sup>T细胞为两种功能相异的亚群。CD4<sup>+</sup>为辅助性T细胞,具有辅助和诱导免疫反应的作用;CD8<sup>+</sup>为细胞毒性/抑制性T细胞,在免疫反应中具有抑制和杀伤作用,两T细胞亚群比例失调就会产生免疫功能障碍或免疫性疾病<sup>[1]</sup>。关于运动与T细胞亚群的影响有较多的研究报道,但大多数研究多集中在一次急性运动后的变化,研究认为急性运动可以影响CD4<sup>+</sup>细胞和CD8<sup>+</sup>细胞的数量和比例,其中CD4<sup>+</sup>细胞对运动的反应比CD8<sup>+</sup>细胞更敏感,常使CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>比值下降<sup>[1]</sup>。而关于长期运动训练对机体T细胞亚群的影响的研究不多。Tharp和Prenss<sup>[2]</sup>对大鼠进行了8周的跑步训练后,研究发现训练组大鼠脾淋巴细胞的有丝分裂能力比对照组有明显提高。浦均宗等<sup>[3]</sup>对BalB/c小鼠进行40 min,为期3周和5周的运动训练,测定小鼠脾细胞中CD4<sup>+</sup>和CD8<sup>+</sup>细胞数量。研究发现,3周训练组和5周训练组中CD4<sup>+</sup>和CD8<sup>+</sup>的数量与对照组相比无显著差异,但是3周训练组CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>显著高于对照组,而5周训练组CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>显著低于对照组,从而认为长期适当的运动训练可以使机体的免疫功能增强,而长期大强度的运动训练可以引起机体免疫抑制。叶超群等<sup>[4]</sup>对7名单纯肥胖儿童进行了为期10周的有氧运动训练,研究发现,运动训练后其CD4<sup>+</sup>较训练前有所增加,CD8<sup>+</sup>较训练前有所减少,但均无显著性差异,然而,CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>却显著上升,从而说明适度的

有氧运动训练可以有效地提高肥胖儿童的免疫功能。Baj等<sup>[5]</sup>也研究发现,自行车运动员经过每周骑车500 km,为期6个月的运动训练后,其血液中白细胞、淋巴细胞、CD3<sup>+</sup>和CD4<sup>+</sup>细胞数量以及CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>较训练前显著下降。本研究通过对大鼠进行为期8周的不同负荷的运动训练,结果发现:运动训练后,CD3<sup>+</sup>T淋巴细胞在各组之间无显著性差异,说明运动训练对T淋巴细胞总数的影响不大;1 h训练组中,CD4<sup>+</sup>T淋巴细胞显著高于对照组,CD8<sup>+</sup>T淋巴细胞与对照组相比虽有下降,但无显著性差异,从而使CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>显著高于对照组。在力竭性训练组中,CD4<sup>+</sup>细胞显著低于1 h训练组,而与对照组相比有下降趋势,但无显著性差异;而CD8<sup>+</sup>细胞显著高于1 h训练组和对照组,从而使CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>显著低于1 h训练组和对照组。从而进一步表明,适当的运动训练可以提高机体的免疫功能,而长期力竭性运动训练可导致机体免疫功能的抑制。

运动对免疫系统的调节主要通过神经——内分泌——免疫系统和T细胞——白介素——NK细胞轴来进行。儿茶酚胺、皮质醇等激素可以抑制机体的免疫功能<sup>[7]</sup>。长期适度运动对免疫系统的影响可能是机体对运动应激的生理性适应。其机制可能是由于长期运动使淋巴细胞反复暴露在其起抑制作用的激素中,淋巴细胞表面激素受体数及敏感性下降,使淋巴细胞对激素的抑制作用不敏感,表现为机体免疫功能的增强。另一方面,由于长期适度的运动训练导致机体的交感神经的活性下降,并使机体对应激的敏感性下降,从而导致有训练者在安静时或在运动应(下转第83页)

表 3 是本处方的运动强度测试情况。以每 8×8 拍为一个读数点,根据遥测心率表记录下的每人每分心率,统计成平均心率,显示出:

(1)成套动作的运动强调逐步增大,但操后 5 min 能基本恢复正常,其心率恢复率在 90% 以上(91.3 和 90.9)。

(2)根据日本池上的男 21~30 岁(女 18~25 岁)的运动最佳心率范围是 150~160 次/min<sup>[1]</sup>。经两次测试,本研究的成套动作的平均心率分别为 152.3 次/min 和 154.8 次/min,正好在最佳心率范围内。

(3)取最大心率的 60%~80% 为运动的适宜心率(靶心率),本处方两次实测所得心率为 21 岁大学生最大心率的 76.5%~77.8%,按心率换算成 % VO<sub>2max</sub><sup>[1]</sup>,相当于 72%~73% VO<sub>2max</sub>,证明本处方属于有氧运动范畴。

### 3 结论

(1)本研究将起拉力器作用的拉拉带创编成健美操,并被列为湖南省高校健美操比赛的规定动作在全省推广,证明这是一项深受大学生喜爱的运动形式。

(2)本研究利用拉拉带器械的阻力、弹力及张力特点,在一套操的 452 个节拍中,有效扩胸达 224 拍,占整套节拍数的 49.6%,这对预防弓背,促进大学生良好体态的形成将大有裨益。

(3)运动处方的内容包括运动目的、运动种类、运动强度、持续时间、运动频度和注意事项及微调整<sup>[2]</sup>。本运动处

方的目的已显而易见之,本处方的运动种类是有氧健身,因其运动强度及持续时间均符合有氧运动要求。就其运动强度看,运动时的平均心率是 152.3 次/min 和 154.8 次/min,相当于最大吸氧量的 72% 和 73%,对提高人体的有氧代谢水平有良好的促进作用;从运动持续时间看,一套操的时间为 4 min,休息 5 min 后心率恢复率为 90% 以上,练习时加上热身运动并在一套操后间歇 3 min 再重复一次(有氧运动间歇训练法),其运动持续时间可达 10~20 min,一周的练习频率为 3~5 次。

(4)本拉拉带器械的长度为 75 cm,宽度为 4 cm。练习时,根据练习者的锻炼水平、身体状况等实际情况可作适当调整。增加器械长度可减低运动强度,缩短器械长度可增大运动强度,适应一段时间后可选增厚增宽的松紧带练习。另外,本处方配制了快慢两种音乐速度(4 min 和 4 min30 s)的练习磁带,可供练习者在调节运动强度时选用。本器械的制作方法十分简单,将 150 cm 长、4 cm 宽的松紧带对折缝上接口即可,其携带也十分方便,但愿本运动处方能为大学生健身锻炼提供良好的方法手段。

### 参考文献:

[1] 邓树勋.运动生理学[M].北京:高等教育出版社,1999.  
 [2] 刘纪清.实用运动处方[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1993.

[编辑:李寿荣]



(上接第 80 页)激时儿茶酚胺和皮质醇等激素的分泌量减少,表现为机体的免疫功能的增强。与此相反,长期激烈的运动训练,一方面促进体内儿茶酚胺、皮质醇等具有免疫抑制作用激素的释放<sup>[7]</sup>,从而抑制了机体的免疫功能;另一方面,长期激烈的运动训练可以导致机体内谷氨酸盐和谷氨酰胺等物质的显著下降,从而影响免疫细胞的利用,抑制机体的免疫功能<sup>[8]</sup>。

### 4 小结

(1)运动训练后,1 h 训练组中,CD4 + T 淋巴细胞显著高于对照组,CD8 + T 淋巴细胞与对照组相比虽有下降,但无显著性差异,从而使 CD4 + /CD8 + 显著高于对照组,表明适当的运动训练可以提高机体的免疫功能。

(2)运动训练后,力竭性训练组中,CD4 + 细胞显著低于 1 h 训练组,而与对照组相比有下降趋势,但无显著性差异;而 CD8 + 细胞显著高于 1 h 训练组和对照组,从而使 CD4 + /CD8 + 显著低于 1 h 训练组和对照组,从而表明长期力竭性运动训练可导致机体免疫功能的抑制。

### 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,1996.74-79.

[2] Tharp GD, Preuss TL. Mitogenic response of T-lymphocyte to exercise training and stress[J]. J Appl Physiol, 1991 (70):2525-2538.  
 [3] 浦均宗,唐培,冯建英,等.不同训练量对动物免疫指标影响的研究[J].中国运动医学杂志,1996,15(3):170-173.  
 [4] 叶超群,康玉华,杨俊卿.肥胖、耐力运动对单纯肥胖儿童免疫功能的影响[J].中国运动医学杂志,2000,19(1):45-48.  
 [5] Baj Z, Kantorski J, Maajewska E. Immunological status of competitive cyclists before and after the training season[J]. Int Sports Med, 1994(15):319-324.  
 [6] Shephara RJ. Infectious disease in athletes: new interest for and old problem[J]. Sports Med Physical Fitness, 1994,34(1):11-22.  
 [7] 姜文凯,叶灯辉.运动·健康·内分泌调理[M].北京:人民体育出版社,1995.76-139.  
 [8] Newsholme EA. Biochemical mechanisms to explain immunosuppression in well-trained and overtrained athletes[J]. Sports Med, 1994(15):142-147.

[编辑:李寿荣]