

急、慢性有氧运动对白细胞素的影响

刘海超,张 蕾

(郑州大学 体育系,郑州 450001)

摘 要:目的:观察急、慢性有氧运动后大鼠血液白细胞素 IL-2 和 IL-6 的变化情况,探讨运动后白细胞素的应答、适应性反应.方法:120 只 3 月龄 SD 大鼠随机分为急性运动组和四周运动组,跑台速度为 25 m/min 的恒定负荷.各组运动前、运动后即刻和运动后 3 h 取血,采用放射免疫法检测大鼠血液中 IL-2 和 IL-6 的变化情况.结果:1、一次急性运动后,与安静对照组相比,IL-6 的浓度在运动后即刻、运动后 3 h 均出现升高的趋势,但没有统计学意义($P > 0.05$).IL-2 浓度的变化与 IL-6 相似,运动后即刻有所下降,3 h 后虽有回升,但无统计学意义($P > 0.05$).2、4 周有氧耐力运动对白细胞素的影响:1 周有氧耐力训练后,WK1-B,WK1-A,WK1-3 h 与 C 组相比,大鼠血液中 IL-6 的浓度显著升高,差异非常显著($P < 0.01$).WK1-3 h 组与 WK1-B 组相比,IL-2 的浓度有明显升高($P < 0.05$),而与 WK1-A 组相比,有非常显著性差异($P < 0.01$).有氧耐力运动两周后,WK2-B,WK2-A 和 WK2-3 h 组大鼠的 IL-6 水平与 C 组有显著的升高($P < 0.05$).两周的有氧耐力使 IL-2 浓度在 WK2-B 组较 C 组有明显的升高现象,差异非常显著($P < 0.01$).WK2-A 组与 C 组相比,IL-2 浓度变化不明显($P > 0.05$).WK2-3 h 组与 WK2-B 组相比,IL-2 浓度有显著升高($P < 0.05$)第三周和第四周大鼠 IL-2 和 IL-6 的浓度变化不明显,与安静对照组相比,没有显著性差异($P > 0.05$).结论:一次性有氧运动对大鼠白细胞素的影响不明显,白细胞素在急性运动后的变化情况与运动强度大小可能有关.周期性有氧耐力训练促进大鼠机体产生良好的适应性,白细胞素呈“升高一下降”的变化趋势,1-2 周是免疫应答阶段,3-4 周大鼠机体实现了良好的免疫调节,处于适应阶段.

关键词:有氧运动;免疫系统;白细胞素 6(IL-6);白细胞素 2(IL-2)

中图分类号:R87

文献标志码:A

白细胞素(Interleukin,IL)归属于细胞因子的门类,已发现有 20 多种^[1],是指介导白细胞间相互作用的细胞因子.在机体受到外来的细菌、病毒和微生物的侵袭时,介导机体的免疫系统的激活和免疫细胞的复制和繁殖,最终发挥免疫效应,杀死细菌、病毒和外来微生物.众多的研究表明,IL-6 在医学评价和诊断疾病方面具有重要作用^[2].许多体育科学工作者也对该指标进行深入研究,发现 IL-6 具有调节糖代谢的作用,其作用机理是促进肝糖原的分解,升高血糖浓度,加速骨骼肌摄取、利用葡萄糖的能力,从而为肌肉收缩做功提供能量^[3].同时,IL-6 还可以作为评价运动员免疫能力和肌肉损伤的一个重要指标^[4].由于研究者运动方案的差异,对于有运动后 IL-6 的变化规律还没有统一观点,因此本研究采用急、慢性有氧运动方式,进一步揭示 IL-6 在机体免疫应答和适应的规律.

1 材料与方法

1.1 实验动物及饲养条件

雄性 3 月龄 Sprague-Dawley (SD)大鼠 120 只,SPF 级,体重(335 ± 34)g,由郑州大学动物实验中心提

收稿日期:2015-04-30;修回日期:2015-08-10.

基金项目:国家社科基金青年项目(13CTY024);2013 年河南省科技厅重点科技攻关项目“862 激光中频疗法在高水平篮球运动员运动损伤治疗中的应用”(132102310437)

第 1 作者简介:刘海超(1956—),男,河南登封人,郑州大学体育系兼职教授,嵩山少林武术职业学院副教授,硕士,研究方向:体育人文社会学,E-mail:lhc0506@sina.com.

通信作者:张 蕾(1977—),女,河南商丘人,郑州大学体育系副教授,硕士生导师,研究方向:运动人体科学.E-mail:zhanglei@zzu.edu.cn.

供. 饲养环境温度 21~22 °C, 相对湿度 40%~60%, 黑暗交替, 分笼饲养, 自由饮食.

1.2 动物分组和运动方案

大鼠随机分为一次性训练组和 4 周训练组. 一次性训练组大鼠又随机分为安静对照组(Control, C), 运动前处死组(WK-B), 运动后立即组(WK-A)和运动后休息 3 h 组(WK-3 h). 4 周训练组大鼠随机分为持续 1 周运动组(WK1), 持续 2 周运动组(WK2), 持续 3 周运动组(WK3), 持续 4 周运动组(WK4), 四周组取材时间点与一次性训练组相同.

本研究采取大鼠跑台运动方式(动物跑台 BCPT-98, 杭州段式制作), 大鼠适应环境 3 d, 适应期间每天跑台运动 5 min, 坡度为 0°. 正式运动时, 运动时间为 30 min, 恒定负荷, 速度 25 m/min, 坡度为 0°. 一次性运动与 4 周耐力运动的运动负荷与运动方式相同. 每周运动 6 d, 周日断头取血.

1.3 取材和指标检测

大鼠称重后, 用戊巴比妥钠(65 mg · kg⁻¹)腹腔注射麻醉, 一侧股动脉取血 10 ml, 放入 EDTA 抗凝剂真空管, 高速离心后取上清, 分管包装, -80 °C 冰箱存放备用.

采用放射免疫双管测试方法, IL-2 和 IL-6 试剂盒由晶美生物工程有限公司提供. 测试步骤严格按照试剂盒说明书进行, 质量控制与标本测试同时, 在智能放免 γ -测量计数仪(DFM-96)上测定 cpm 数.

将试管进行编号, 缓冲液 NBS 200 μ l, 标准液 100 μ l, 样品取 100 μ l, 各抗体 100 μ l, PR 分离剂各 500 μ l, 充分混匀, 室温放置 20 min 后, 4 °C 离心, 3 500 r · min⁻¹, 25 min, 上机测试 cpm 数.

1.4 数据统计方法

采用 SPSS19.0 统计软件对数据进行统计学处理, 所有数值均以“平均数 \pm 标准差”表示, 组间采用单因素方差分析(One-Way ANOVA)统计方法, 设定显著性差异为 $P < 0.05$, 非常显著性差异为 $P < 0.01$.

2 结果

2.1 一次性有氧运动对大鼠白介素的影响

一次急性有氧运动后, IL-2 在运动后立即(WK0-A)有下降趋势, 运动后 3 h 与 WK0-A 相比, 略有升高, 但仍然低于安静对照组(C), 不具有统计学意义($P > 0.05$). 具体测试结果见表 1.

表 1 一次急性运动对大鼠 IL-2、IL-6 浓度的影响

	C	WK1-B	WK1-A	WK1-3 h
IL-2	3.625 \pm 0.152	3.418 \pm 0.593	3.325 \pm 0.932	4.527 \pm 0.423 ^{BB CC}

本研究结果发现, 一次急性有氧运动运动后, 运动后休息 3 h 宰杀组(WK0-3 h)大鼠 IL-6 的浓度相对于运动后立即宰杀组(WK0-A)和安静对照组(Control-C)均有升高的变化趋势, 但是不具有统计学上的显著性差异($P > 0.05$). 说明一次急性运动后大鼠血液 IL-6 的浓度虽然有升高的变化趋势, 但是组与组之间并没有明显差异. 如表 1 所示.

2.2 4 周有氧运动对大鼠白介素细胞的影响

2.2.1 第一周有氧运动对大鼠白介素细胞的影响

研究表明, 1w 的有氧运动对 IL-2 影响较为明显. WK1-A 组与 C 组相比, 水平略有下降, 但无统计学意义($P > 0.05$). WK1-3 h 组与 WK1-B 组相比, IL-2 的浓度有明显升高($P < 0.05$), WK1-3 h 组与 WK1-A 组相比, IL-2 的浓度升高更为明显, 有显著性差异($P < 0.01$). 测试结果见表 2.

表 2 第 1 周有氧耐力运动对大鼠血液 IL-2 指标浓度变化

	C	WK1-B	WK1-A	WK1-3 h
IL-2	3.625 \pm 0.152	3.418 \pm 0.593	3.325 \pm 0.932	4.527 \pm 0.423 ^{BB CC}

注: BB 表示与 WK1-B 组相比有显著性差异($P < 0.05$); CC 表示与 WK1-A 组相比有非常显著性差异($P < 0.01$)

研究结果发现: 1 周有氧耐力运动后大鼠血液中 IL-6 的浓度水平有显著的急剧持续升高的变化, 1 周恒定负荷有氧耐力运动后, 与 C 组相比, WK1-B, WK1-A, WK1-3 h, 大鼠血液中 IL-6 的浓度显著升高, 发现各

组指标与 WK0-R 组相比都有非常显著性差异($P < 0.01$),并且随着运动刺激的延长,大鼠血液中 IL-6 的浓度呈持续地升高状态,在运动停止 3 h 以后,大鼠血液中 IL-6 的浓度水平有显著的急剧持续升高的变化($P < 0.01$),见表 3.

实验数据纵向比较发现,1 周恒定负荷有氧耐力运动后,WK1-A 大鼠血液中 IL-6 的浓度水平比 WK0-A 组 IL-6 的浓度明显升高,具有非常显著性差异($P < 0.01$). WK1-3 h 组和 WK0-3 h 相比,血液 IL-6 水平明显升高,差异非常显著($P < 0.01$).

表 3 第 1 周有氧耐力运动对大鼠血液 IL-6 指标浓度变化

	C	WK1-B	WK1-A	WK1-3 h
IL-6	128.69±42.26	183.28±4337 ^{AA}	20359±5248 ^{AA BB}	224.58±53.36 ^{AA DD}

注:AA 表示与 C 组有非常显著性差异($P < 0.01$);BB 表示与 WK0-A 组相比有非常显著性差异($P < 0.01$);DD 表示 WK1-3 h 与 WK0-3 h 有非常显著性差异($P < 0.01$)

2.2.2 第二周有氧运动对大鼠白介素细胞的影响

两周的有氧耐力使 IL-2 浓度在 WK2-B 时较 C 组有明显的升高现象,差异非常显著($P < 0.01$). WK2-A 组与 C 组相比,IL-2 浓度变化不明显($P > 0.05$). WK2-3 h 组与 WK2-B 组相比,IL-2 浓度有显著升高($P < 0.05$),结果见表 4.

表 4 第 2 周恒定负荷有氧耐力运动对大鼠血液 IL-2 浓度变化

	C	WK2-B	WK2-A	WK2-3 h
IL-2	2.698±0.372	3.597±0.382 ^{AA}	2.951±0.464	2.854±0.526 ^{CC}

注:AA 表示与 C 组有非常显著性差异($P < 0.01$);CC 表示 WK2-3 h 与 C 组有显著性差异($P < 0.05$)

IL-6 的测试结果显示:有氧耐力运动 2 周后, WK2-B, WK2-A 和 WK2-3 h 组大鼠的 IL-6 水平与 C 组有显著的升高,具有显著性差异($P < 0.05$). 纵向比较,2 周有氧耐力运动后, WK2-A 大鼠血液中 IL-6 的浓度水平明显高于 WK0-A,具有统计学差异($P < 0.05$). 持续有氧耐力训练 2 周后, WK2-3 h 的 IL-6 血液水平明显高于 WK0-3 h($P < 0.05$). 持续恒定负荷耐力训练 2 周后, WK2-3 h、WK2-A 组的血液 IL-6, WK2-B, 与 WK0-R 进行对比分析,发现各组大鼠 IL-6 指标都有明显的升高,并且组与组之间具有非常显著性差异($P < 0.01$),并且随着运动刺激的延长,呈持续地升高状态,在运动停止 3 h 以后,大鼠血液中 IL-6 的浓度水平有显著的急剧持续升高的变化($P < 0.01$),测试结果见表 5.

表 5 第 2 周恒定负荷有氧耐力运动对大鼠血液 IL-6 浓度变化

	C	WK2-B	WK2-A	WK2-3 h
IL-6	130.62±41.31	173.59±45.24 ^{AA CC}	182.81±42.21 ^{AABBCC}	185.68±51.16 ^{AADCC}

注:AA 表示与 C 组有显著性差异($P < 0.05$);BB 表示 WK2-A 与 WK0-A 组有非常显著性差异($P < 0.01$);CC 表示与 C 组有非常显著性差异($P < 0.01$);DD 表示 WK2-3 h 与 WK0-3 h 有非常显著性差异($P < 0.01$)

2.2.3 第三周有氧运动对大鼠白介素细胞的影响

3 周的有氧运动对 IL-2 浓度的影响并不明显. WK3-A, WK3-B 和 WK3-3 h 组与 C 组相比,IL-2 均没有显著性差异($P > 0.05$). 这提示大鼠机体可能已经适应了该运动方式和强度,测试结果见表 6.

表 6 第 3 周恒定负荷有氧耐力运动对大鼠血液 IL-2 浓度变化

	C	WK3-B	WK3-A	WK3-3 h
IL-2	1.942±0.412	1.732±0.262	1.785±0.364	1.671±0.348

3 周有氧耐力运动后大鼠血液中 IL-6 的浓度水平与 1 周有氧耐力运动后同时刻宰杀的大鼠血液指标相比,各组指标呈现显著的急剧持续下降的变化,并具有非常显著性差异($P < 0.01$),与 2 周有氧耐力运动后同时刻宰杀的大鼠血液指标相比,各组指标呈现高度显著的急剧持续下降的变化,并具有显著性差异($P < 0.01$),见表 7.

表7 第3周恒定负荷有氧耐力运动对大鼠血液 IL-6 浓度变化

	C	WK3-B	WK3-A	WK3-3 h
IL-6	121.25±10.29	130.34±8.25 ^{AA FF}	132.21±10.85 ^{BBGG}	128.32±13.82 ^{EEHH}

注:AA表示与WK1-B组有非常显著性差异($P<0.01$);BB表示与WK1-A组有非常显著性差异($P<0.01$);EE表示WK3-3h与WK1-3h有非常显著性差异($P<0.01$);FF表示与WK2-B组有非常显著性差异($P<0.01$);GG表示与WK2-A组有非常显著性差异($P<0.01$);HH表示与WK2-3h组非常显著性差异($P<0.01$)

分析数据表明经过3周的有氧耐力训练后,大鼠在安静时血液中IL-6的浓度水平没有第2周试验组各组血液指标升高得多,更没有第1周试验组各组血液指标升高得多,说明大鼠对运动刺激有了良好的适应性,同时大鼠肌体的免疫机能在3周的有氧耐力训练的过程中得到了很大的提高。

2.2.4 第四周有氧运动对大鼠白介素细胞的影响

4周的有氧运动对大鼠IL-2的影响和第三周的情况相似。WK4-A, WK4-B, WK4-3h与C组相比, IL-2的浓度均没有显著性变化($P>0.05$),且数值与第一周WK0-B组相比也没有显著差异性($P>0.05$),测试结果见表8。由此可见,大鼠机体对该运动方案已经完全适应了。

表8 第4周恒定负荷有氧耐力运动对大鼠血液 IL-2 浓度的变化

	C	WK4-B	WK4-A	WK4-3 h
IL-2	1.611±0.247	1.503±0.394	1.743±0.288	1.602±0.271

结果显示:发现4周有氧耐力运动后大鼠血液中IL-6的浓度水平与1周有氧耐力运动后同时刻宰杀的大鼠血液指标相比,各组指标呈现显著的急剧持续下降的变化,并具有非常显著性差异($P<0.01$),与2周有氧耐力运动后同时刻宰杀的大鼠血液指标相比,各组指标呈现显著的急剧持续下降的变化,并具有显著性差异($P<0.01$),见表9。

表9 第4周恒定负荷有氧耐力运动对大鼠血液 IL-6 浓度的变化

	C	WK4-B	WK4-A	WK4-3 h
IL-6	11235±16.12	123.58±1527 ^{AA FF}	13157±12.32 ^{BBGG}	11428±10.56 ^{EEHH}

注:AA表示与WK1-B组有非常显著性差异($P<0.01$);BB表示与WK1-A组有非常显著性差异($P<0.01$);EE表示WK4-3h与WK1-3h有非常显著性差异($P<0.01$);FF表示与WK2-B组有非常显著性差异($P<0.01$);GG表示与WK2-A组有非常显著性差异($P<0.01$);HH表示与WK2-3h组非常显著性差异($P<0.01$)

分析数据表明经过4周的有氧耐力训练后,大鼠在血液中IL-6的浓度水平由第一周的急剧升高后,在第二周,第三周和第四周出现了持续下降的趋势,而在第四周各个不同运动时段的大鼠在安静时血液中IL-6与第一周数据对比分析并没有显著性差异($P>0.05$).说明大鼠在血液中IL-6的浓度水平由前两周的急剧升高状态逐渐回归到正常安静时血液浓度,即使在运动后即刻宰杀组(WK4-A),大鼠血液中IL-6的浓度略微升高后在休息了3h以后,既可以迅速地回归至安静时水平的浓度。

3 讨论

IL-2和IL-6是白介素家族中重要的因子,是机体免疫系统的两个重要评价指标。研究显示,二者除清除坏死组织的作用外,还有促进血管机能和肌肉应激性反应的作用^[5]。运动,尤其是不习惯性离心运动,易导致肌肉损伤,损伤后肌肉白介素会明显增多,且与肌酸激酶(CK)的增加呈线性关系。这表明,白介素可以作为评价运动对机体影响的重要指标。

本研究中,IL-2和IL-6在一次性运动后的各时间点都有升高的趋势,但差异不显著。这与黄朝辉等人^[6]的研究结果相似,他们发现急性运动后,IL-2的浓度略高于运动前,3h后有显著增高,一天基本恢复安静时水平。本研究中没有观察到IL-2和IL-6的显著性变化,这可能在本研究选取的时间点,肌肉损伤后的代谢过程仍在持续,血液中检测不到明显的白介素升高,并不表明在该急性运动过程中,大鼠机体并没有收到严重伤害,也有可能在今后的时间点会出现。前人研究发现,安静状态下,IL-6表达水平较低,运动条件下,随着时间的延长和参与运动肌肉数量的增加,IL-6的表达呈指数上升,几近升高100倍^[7]。1991年,Northoff^[8]首次报告一次性运动后,血浆中IL-6浓度显著增加,并提出IL-6是诱导运动应激反应的主要细胞因子,这

一过程可能是作用于肝脏而引起的应激反应.本研究也证实了一次性运动后 IL-6 会持续升高.但本实验方案对大鼠的机体产生的刺激并不是很大,虽然大鼠血液中的 IL-6 浓度有持续升高的趋势,但没有显著性差异.因此也说明,该方案对大鼠机体的刺激强度不够,免疫系统反应较为平淡.因此在今后的研究设计中,应该将采样时间点向后延迟些,以便捕捉到机体在急性运动后免疫系统的变化时程.

本研究中 IL-2 的浓度变化在不同阶段差别较大.1周和2周的有氧运动对 IL-2 的影响较大,而到了第3周和第4周,IL-2 没有明显的变化.关于运动后 IL-2 的变化情况,不同的研究学者观点并不一致.有研究发现中等强度以下的运动方式,IL-2 浓度有明显增高的趋势,而过高强度的运动可能会使 IL-2 的浓度降低,抑制其活性^[9-10].

许多研究结果显示,IL-6 在周期性训练后有适应性变化,也即 IL-6 的运动应激反应会有所减弱.经常进行体育锻炼的人,安静时 IL-6 的浓度较低^[11].Keller C^[12]等报道,10周的慢性持续训练会显著提高腿部肌肉 IL-6 及其受体的表达.Ostrowski K 等人的研究都表明,长时间运动期间,IL-6 的基因转录加快,表达水平增高^[13].这些都说明,参与收缩的肌肉是运动介导血浆 IL-6 上升的主要来源,而肌肉中 IL-6 转录水平的提高可能是 IL-6 蛋白水平上升的主要原因.

这点与本研究结果相吻合.在持续四周的耐力训练中,第一周的变化说明了大鼠的机体免疫系统处于应激状态,训练导致了大鼠的机体有一定的疲劳的积累,大鼠的机体反应比较强烈,提示免疫系统功能异常并且伴有一定的肌肉运动损伤的炎性反应状态.但是经过两周的有氧耐力训练后,大鼠各组的 IL-6 的血液浓度水平相比一周有氧耐力训练后相对应的各组指标相对比有下降的趋势大鼠的机体免疫系统对运动负荷的刺激有了很好的适应性.第三周和第四周出现了持续下降的趋势,该现象进一步表明,大鼠在经过恒定负荷4周的有氧耐力训练后,同样的负荷刺激,大鼠已经产生了适应,身体免疫应答反应没有那么强烈,并且运动后恢复能力明显增强.

Fischer^[14]的研究也得到了相似的结果,他对7名男子进行10周的耐力训练,在耐力训练前后,IL-6 的变化不明显,但在进行急性运动后 IL-6 mRNA 上升程度显著降低(训练前 76 倍于安静水平,训练后 8 于安静水平).这表明,慢性有氧运动会减弱 IL-6 对运动的应激反应.IL-6 反应减弱或许与长期锻炼提高了肌糖原水平有关^[15].因为前人研究已经证实了耐力运动会促进糖原含量升高,而肌糖原含量升高会抑制 IL-6 的升高^[16,17].

本研究的实验结果来看,大鼠在第1周和第2周的运动刺激下,机体免疫系统收到的影响较为深刻,在这个阶段,大鼠的免疫机能不仅没有增强,还有降低的趋势,IL-2 和 IL-6 对运动刺激的反应变化比较明显.在第3周和第4周,大鼠机体免疫系统经过整合重建,明显得到了改善,主要表现为 IL-2 和 IL-6 对运动刺激反应不明显,变化不大.因此,在本研究4周的有氧训练中,大鼠机体的免疫能力呈“下降—升高”的变化规律.

4 结 论

一次性有氧运动对大鼠白介素的影响不明显,白介素在急性运动后的变化情况与运动强度大小可能有关.周期性有氧耐力训练促进大鼠机体产生良好的适应性,白介素呈“升高——下降”的变化趋势,1-2周是免疫应激阶段,3-4周大鼠机体实现了良好的免疫调节,处于适应阶段.

参 考 文 献

- [1] 王今越,丁树哲,刘伟,等.运动与 IL-6 的研究进展[J].体育科学,2007,27(6):60-69.
- [2] Wueest S, Item F, Boyle CN, et al. Interleukin-6 contributes to early fasting-induced free fatty acid mobilization in mice[J]. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2014, 306(11):R861-R867.
- [3] 贺强,漆正堂,丁树哲.骨骼肌的内分泌功能与运动代谢适应[J].中国运动医学杂志,2015,34(2):201-207.
- [4] 王纯,孙君志,王东辉,等.大鼠运动后不同时相 IL-6 变化的比较[J].成都体育学院学报,2006,32(4):83-85.
- [5] 刘建欣,郑昌学.现代免疫学[M].清华大学出版社,2001.
- [6] Mackinnon, LT. Current challenges and future expectations in exercise immunology[J]. Back to the future J. Med Sci Sports Exer, 1994, 26(2):191-194.

- [7] Ostrowski K, Rohde T, Zacho M, et al. Evidence that interleukin-6 is produced in human skeletal muscle during prolonged running[J]. *J Physiol*, 1998, 508(3): 949-953.
- [8] Northoff H, Berg A. Immunologic mediators as parameters of the reaction to strenuous exercise[J]. *Int J Sports Med*, 1991, 12: S9-15.
- [9] Nieman DC. Exercise, infection and immunity[J]. *Int J Sports Med*, 1994, 15(3): 131-41.
- [10] 沙继斌, 赵亮. 运动、白细胞、免疫调节[J]. 天津体育学院学报, 1998, 13(3): 8-10.
- [11] Fischer CP. Interleukin-6 in acute exercise and training; what is the biological relevance J *Exerc Immunol Rev*, 2006, 12: 6-33.
- [12] Keller C, Steensberg A, Hansen AK, et al. Effect of exercise, training, and glycogen availability on IL-6 receptor expression in human skeletal muscle[J]. *J Appl Physiol*, 2005, 99(6): 2075-2079.
- [13] Bruunsgaard H. Physical activity and modulation of systemic low-level inflammation[J]. *J Leukoc Biol*, 2005, 78(4): 819-835.
- [14] Fischer CP, Plomgaard P, Hansen AK, et al. Endurance training reduces the contraction-induced interleukin-6 mRNA expression in human skeletal muscle[J]. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2004, 287(6): E1189-E1194.
- [15] Pedersen BK. Muscular interleukin-6 and its role as an energy sensor[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2012, 44(3): 392-396.
- [16] 张 蕾. 恒定负荷急性运动对大白鼠白细胞介素的影响[J]. 保健医学研究与实践, 2011, 8(1): 4-6.
- [17] Lee SL, Chen KW, Chen ST, et al. Effect of passive repetitive isokinetic training on cytokines and hormonal changes[J]. *Chin J Physiol*, 2011, 54(1): 55-66.

Effect of Acute and Chronic Aerobic Exercise on Interleukin in Rat Plasma

LIU Haichao, ZHANG Lei

(Department of P. E, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The aim of this study was to observe the changes of interleukin 6 (IL-6) and IL-2 in rat plasma after an acute exercise and four weeks aerobic training and probed into the stress response and adaption of interleukin after an acute exercise and periodic training. Methods: One hundred and twenty rats (three months old) were enrolled into training program and were divided randomly into acute exercise groups and 4 weeks chronic aerobic training groups. Blood samples were obtained before, after 3 hours post-training. The plasma concentrations of IL-2 and IL-6 were measured by radioimmunoassay (RIA). Results: 1. After an acute aerobic exercise, the concentration of IL-6 elevated at any post-exercise group compared to control group, but no significance in differences was observed ($P > 0.05$). The similar to IL-2. The concentration change of IL-2 increased immediately after exercise while went down after 3 hour recovery, but no statistical significance observed ($P > 0.05$). 2. The changes of IL-2 and IL-6 after four weeks were observed as follows: After 1 week training, comparing with group C, their levels of IL-6 of WK1-B, WK1-A and WK1-3 h was significantly elevated and had very significant differences ($P < 0.01$). The IL-2 level in WK1-3 h group significantly increased ($P < 0.05$) comparing with the WK1-B, and significant difference observed comparing with WK1-A group ($P < 0.01$). After 2 weeks training, their levels of IL-6 of WK2-B, WK2-A and WK2-3 h group obviously elevated comparing with C group ($P < 0.05$), and the IL-2 level of WK2-B increased significantly comparing with C group ($P < 0.01$), but no difference observed in WK2-A group comparing with C group ($P > 0.05$). IL-2 concentration reach a higher level in WK2-3 h group compared with WK2-B group ($P < 0.05$). In the third and fourth week, the levels of IL-2 and IL-6 didn't change significantly in all groups comparing with C groups ($P > 0.05$). Conclusion: An acute aerobic exercise had no obvious effect on interleukin level of rat. Exercise intensity may be a very important relevant factor. Cyclical aerobic endurance training promoted rat's body produce good adaptability, the change of interleukin had a "rise to down" tendency. The rats body was in immune stress stage in the first two weeks and in the third to fourth week stay in adjustment stage.

Keywords: aerobic exercise; immune system; interleukin-6 (IL-6); interleukin-2 (IL-2)