

# 急性耐力游泳与静电场对大鼠自由基水平的影响

马东晓

(吉林体育学院 基础部,吉林 长春 130022)

**摘 要:**分析了0.3、0.6、0.8、1.0、1.2 kV/cm 静电场作用对应激耐力游泳大鼠血液自由基水平的影响。结果:一次急性耐力性游泳训练,并经适宜的静电场处理,可加速大鼠体内自由基的消除,提高体内抗自由基酶类活性,对加速疲劳机体的恢复具有积极的作用。

**关 键 词:**静电场,大鼠,耐力游泳训练,血液,自由基

中图分类号:G804.7 文献标识码:A 文章编号:1006-7116(2002)05-0052-02

## The effects of the electrostatic field on blood free radicals in rats after an acute endurance swimming

MA Dong-xiao

(Basic Department Jilin Institute of Physical Education, Changchun 130022, China)

**Abstract:** In the experiment, the effects of the 0.3, 0.6, 0.8, 1.0 and 1.2 kV/cm electrostatic fields on the 24h free radical level of blood in the rats after a stressful endurance swimming training are analyzed. The results of the experiment show that treatment with the electrostatic field with an appropriate intensity after stressful endurance swimming training may speed up the elimination of free radicals and improve the activity of anti-free radical enzymes in the body of the rat, and play active role in accelerating recovery from fatigue.

**Key words:** electrostatic field, rat, endurance swimming training, blood, free radical

自由基不但与许多疾病的发生、发展有关,也与运动性疲劳以及运动性疾病的发生密切相关。应用自由基理论研究静电场这一物理因子对运动动物的影响尚未见报道。本研究是静电幅照对急性耐力性游泳大鼠血液自由基水平影响,旨在探讨静电技术对消除自由基、消除运动性疲劳的作用及可能机制。

## 1 研究方法

健康雄性 Wistar 大鼠,体重 176 ~ 210 g。饲养观察 3 d 后,随机分组:安静对照组、游泳训练组和实验组(即游泳兼做静电幅照)1、2、3、4、5 组。游泳水深为 0.55 m,水温(31 ± 2)°C,游泳时间 2 h。将鼠毛处理干净后,实验组大鼠分别在 0.3、0.6、0.8、1.0、1.2 kV/cm 场强下静电幅照 30 min。负高压电源为吉林大学南岭校区研制 EB-2 型高压直流电源,高压静电场为平板电极,正极接地。实验大鼠装置在自制有机玻璃箱内,放置在平板电极间。在训练后 12 h 断头取血,测血清超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化脂质(LPO)及全血谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-px)。血清 SOD 的测定方法参照杨竞平<sup>[1]</sup>的血清及组织中超氧化物歧化酶的微量测定法——化学发光法;血清 LPO 的测定方法采用荧光法<sup>[2]</sup>测定

水溶性物质(LPO 产物);全血 GSH-px 的测定方法采用 DTNB 直接法<sup>[3]</sup>。所有指标均在吉林大学基础医学部分子生物学中心实验室完成。全部数据均以实验组与对照组的安静及训练两组数据进行比较,所有数据以平均值 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,*t* 检验辨别其差异的显著性。

## 2 结果与讨论

SOD 是需氧生物体内唯一以氧自由基为底物的酶,它在机体的氧化与抗氧化损伤平衡中起着至关重要的作用。其主要作用是清除体内的超氧阴离子自由基(O<sub>2</sub><sup>-</sup>),生成过氧化氢(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)与 O<sub>2</sub> 反应能生成活性很强的羟自由基(.OH),它可以直接攻击生物细胞膜,使之出现脂质过氧化(LPO)现象,导致细胞不能维持正常的生理功能。因此,血清 LPO 浓度的消涨,可以反应体内脂质过氧化程度。在体内代谢加快的同时,LPO 含量明显升高,特别是它与缺血再灌注损伤相关。GSH-px 是机体内存在的一种重要的清除 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和脂质过氧化物的酶类。一般认为它在细胞内能清除有害过氧化代谢产物,阻断脂质过氧化连锁反应,从而起到保护细胞膜和维护细胞膜功能完整的作用。而 GSH-px/LPO 比值更能准确反映机体抗脂质过氧化潜在能力<sup>[4]</sup>。

一次急性耐力性训练后,由于体内内源性自由基的骤然增加,超过了 SOD 及 GSH-px 的清除能力,引起体内出现明显的脂质过氧化与抗脂质过氧化之间平衡的代谢紊乱和脂质过氧化损伤现象,这种现象与运动时能量消耗增加,对氧的需求量也增加,使体内的内源性自由基的生成量同时增加,并且自由基的生成已经超出了体内自由基防御系统酶类

的清除能力,导致 GSH-px 以及 SOD 水平下降有关<sup>[5,6]</sup>。

由表 1 可见,一次性长时间耐力游泳大鼠在训练后 12 h,血清中 SOD 活性及 LPO 水平均尚未恢复至安静值,全血中 GSH-px 活性水平及 GSH-px/LPO 水平与安静值相比,尚未恢复,并且 *t* 检验  $P < 0.01$ ,具有非常显著性差异。

表 1 静电幅照对大鼠血液自由基水平的影响

| 组别  | 强度/kV·cm <sup>-1</sup> | 血清 SOD/ $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ | 血清 LPO/ $\mu\text{g}$ | 全血 GSH-px/U·mL <sup>-1</sup>   | GSH-px/LPO                   |
|-----|------------------------|--|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 实验组 | 0.3                    | 0.4967 ± 0.122                           | 61.12 ± 8.96          | 19.300 ± 1.788 <sup>2)</sup>   | 0.3097 ± 0.062 <sup>2)</sup> |
|     | 0.6                    | 0.5847 ± 0.129 <sup>3)</sup>             | 61.77 ± 6.11          | 21.605 ± 1.916 <sup>1)3)</sup> | 0.3685 ± 0.049               |
|     | 0.8                    | 0.4723 ± 0.087                           | 70.48 ± 13.08         | 19.044 ± 1.310 <sup>2)</sup>   | 0.2860 ± 0.057 <sup>2)</sup> |
|     | 1.0                    | 0.4284 ± 0.104                           | 62.08 ± 10.60         | 19.403 ± 1.418 <sup>2)</sup>   | 0.3238 ± 0.071 <sup>2)</sup> |
|     | 1.2                    | 0.5653 ± 0.138                           | 77.28 ± 22.06         | 18.583 ± 1.613 <sup>2)</sup>   | 0.2848 ± 0.094 <sup>2)</sup> |
| 对照组 | 训练组                    | 0.3761 ± 0.142                           | 69.15 ± 10.51         | 20.525 ± 0.675 <sup>2)</sup>   | 0.3052 ± 0.045 <sup>2)</sup> |
|     | 安静组                    | 0.4351 ± 0.081                           | 52.29 ± 10.51         | 23.88 ± 1.400                  | 0.9290 ± 0.082               |

1) 实验组、训练组与安静组比较, *t* 检验  $P < 0.05$  2) 实验组、训练组与安静组比较, *t* 检验  $P < 0.05$  3) 实验组与训练组比较, *t* 检验  $P < 0.05$ 。

大鼠在一次耐力游泳后立即兼做静电幅照的 5 组场强中的血清 SOD 活性水平均达到或超过安静值。其中 0.6 kV/cm 场强作用对 SOD 活性水平影响较明显,与对照组及训练两组比较, *t* 检验  $P < 0.05$ ,具有显著性差异。并且它既超过了训练组的 SOD 活性水平,说明静电幅照具有提高 SOD 活性水平的作用。

平明显增高,自由基抗御系统酶活性下降,体内抗氧化能力显著下降,导致机体内自由基生成与消除之间的代谢紊乱现象发生。

(2) 一次性静电幅照对急性耐力训练后的自由基的清除具有积极促进作用,静电作用具有改变膜的通透性,提高 SOD、GSH-px 等抗氧化酶类活性,对保护细胞膜的完整性及细胞生理功能的正常具有积极促进作用,可以提高机体抵御自由基损伤的能力,加速疲劳机体内环境紊乱无序状态的有序化,可促进代谢废物消除,促进疲劳机体的恢复。

静电幅照对血清 LPO 的影响,从表 1 中的 5 组游泳兼作静电幅照场强来看,0.3、0.6、1.0 kV/cm 的场强对消除血清 LPO 的作用均已超过训练对照组。其中 0.6 kV/cm 与训练组比较具有显著性差异,说明静电幅照具有加速消除运动员引起的 LPO 水平升高,促进运动疲劳机体恢复的作用。过大场强对 LPO 水平的影响反而比训练组还高。我们认为这可能是因为大场强静电幅照的同时还伴有臭氧产生,引起脂质过氧化加强,使 LPO 的升高的结果。

(3) 在本实验条件下,综合 4 项生化指标分析,结果认为 0.6 kV/cm 作用场强对清除自由基,提高机体抗氧化能力,加速疲劳消除作用显著。

静电幅照对疲劳机体的恢复作用尚处在研究的初期阶段,有关静电作用的机制、实验场强等的选择,都有待于更深入、系统的实验加以揭示和确定。

在游泳兼做静电幅照后 12 h 的全血 GSH-px 活性变化,虽然尚未恢复至安静水平,但其中 0.6 kV/cm 场强与训练组比较,已经超过了训练水平, *t* 检验,  $P < 0.05$ ,具有显著性差异;与安静值比较尚未完全恢复,说明静电幅照作用对 GSH-px 活性水平具有较显著的影响,而小于或大于 0.6 kV/cm 场强的 GSH-px 活性水平均低于训练组水平。在本实验条件下而对全血 GSH-px 水平的影响与 SOD 指标相比具有滞后性。不同的场强对指标的影响是不同的。适宜的场强可以提高 GSH-px 活性作用。

参考文献:

[1] 杨竞平. 血清及组织中超氧化物歧化酶的微量测定法——化学发光法[J]. 白求恩医科大学学报, 1987, 13(1): 16-18.

[2] 陈一玲. 血清水溶性脂质过氧化物的荧光光谱法测定[J]. 中华医学检验杂志, 1988, 11(3): 144-145.

[3] 夏奕明. 血和组织中谷胱甘肽过氧化物酶活力的测定方法——DTNB 直接法[J]. 卫生研究, 1987, 16(4): 28-29.

[4] 陈 瑗. 自由基医学[M]. 北京:人民军医出版社, 1991: 83-88.

[5] Hallwell B. Protection against oxygen radical in biological systems. Free Radical in Biology and Medicine[M]. Oxford: Clarendon Press, 1985: 128.

[6] 郭 林. 耐力运动对大鼠肾脏组织自由基代谢的影响[J]. 体育科学, 1998, 18(1): 77.

0.6 kV/cm 场强 GSH-px/LPO 比值恢复已超过训练组水平,但尚未达到安静值。大场强下 GSH-px/LPO 水平低于训练水平,这可能是臭氧的产生,导致体内脂质过氧化现象增加,使这一比值下降。这一结果说明适宜的场强对 GSH-px 水平的提高,加速体内脂质过氧化物的消除,保护细胞膜的完整性及维持细胞正常功能,有利于促进机体的恢复。

3 结论

(1) 一次急性耐力训练后,可以使体内内源性自由基水

[编辑:李寿荣]