高原训练对免疫指标的影响

郑慧芳[1] 杨建文[2]

(1.兰州城市学院体育系,甘肃 兰州 730070;2.兰州理工大学体育部,甘肃 兰州 730070)

摘 要:对目前国内外关于高原训练以及各种模拟高原训练对机体白细胞、T淋巴细胞及其$CD4^+$、$CD8^+$亚群、免疫球蛋白、白细胞介素、谷氨酰胺等免疫指标的影响进行综述,为高原训练的免疫监控提供参考。

关键词:高原训练;白细胞;T淋巴细胞及其亚群;免疫球蛋白;白细胞介素;谷氨酰胺

The Influence of Altitude Training to the Immune Index

Zheng Huifang[1], Yang Jianwen[2]

(1.College of P.E, Lanzhou city University, Lanzhou 730070, Gansu, China;
2.Departement of P.E Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, Gansu, China)

Abstract: By using the method of documentation, this paper briefly reviews the effects of altitude training and some kinds of mimic altitude training on leukocyte、T-lymphocytes and $CD4^+$、$CD8^+$subsets、Immunoglobulin and glutarcuane. The purpose of this paper is to put forward some suggestions of the immune monitoring of altitude training.

Key words: altitude training; leukocyte; T-lymphocytes; $CD4^+$、$CD8^+$subsets; Immunoglobulin; interleukin; glutarcuane

高原训练(altitude training)是利用高原低压、低氧的环境刺激激发运动员的补偿机制,通过增加运动难度和负荷量,在体能和生理上充分调动运动员运动能力的过程,并刺激机体产生一系列抗缺氧反应的训练方法,在提高运动员的耐力方面已被广泛应用。近年来有研究表明高原训练对无氧耐力代谢也有促进作用,所以已有向其他非耐力项目扩展的趋势。随着高原训练在竞技体育中的广泛应用,高原训练对免疫功能的影响已引起人们的关注,监测高原训练对机体免疫的影响,对了解运动员的身体机能状态,判断疲劳程度,过度训练的早期诊断和调整训练计划都有重要意义。目前国内外学者有关高原训练对免疫功能的影响已做了大量的探索,本文主要综述了这方面的研究,探讨了高原训练对机体免疫力的影响,以期为科学的高原训练寻找理论依据,在提高运动成绩的同时能促进运动员的健康水平。

1 高原训练对免疫指标的影响

1.1 高原训练对白细胞免疫的影响

在正常情况下,人体内白细胞总数和亚群的百分比是相对稳定的;它在体内主要参与免疫反应,白细胞的数量可在一定程度上反映机体的疾病情况和免疫应激状态。陶晓黎对游泳运动员在昆明高原训练四周白细胞的变化作了监控,结果表明,与高原训练前比高原训练1周后,运动员WBC数有所下降,但没有显著性;高原训练2周后,WBC数量显著提高,高原训练第3周、4周后,运动员WBC升高比较明显,但在整个训练期间一直在正常值范围内波动。卢铁元等研究了高原训练(海拔2336m)对我国优秀竞走运动员血5项的影响,研究发现,进入高原第1天与平原比WBC数升高,2周后与高原训练第1天相比WBC下降,高原训练第3、4周白细胞的变化随训练时间的增加而增长,第5周回到平原恢复到原有水平。张缨等观察了16名足球运动员四周高住低训对外周血细胞计数的影响,研究显示:急性暴露10h后与低氧暴露前相比白细胞总数变化不明显,暴露第2周与急性暴露前相比白细胞总数显著下降,第3周出现回升,第4周又出现显著性下降。并认为,急性暴露后白细胞总数的变化增加,是机体的一种应激反应;随着高住低训时间的延长,白细胞总数转而下降,对机体免疫功能产生不利影响。高炳宏等对低住低练(LoLo)、低住高练(LoHi)、高住低练(HiLo)、高住高练低训(HiHiLo)(海拔2500m)训练四周过程中血象指标变化规律的比较研究,结果表明,LoHi组WBC数量表现为逐渐下降,在训练后两周基本上恢复至训练前;HiLo和HiHiLo组WBC数量呈现先上升,后下降,再上升,并认为低氧时间越长对WBC的影响越小,且低氧睡眠也引起WBC数量的升高,但整个实验期间WBC一直在正常范围内波动,在整个训练过程中各组间均无显著差异。

1.2 高原训练对T淋巴细胞及其$CD4^+$、$CD8^+$亚群免疫的影响

T淋巴细胞是机体免疫细胞中数目最多,作用最重要的功能细胞。T淋巴细胞的$CD4^+$、$CD8^+$亚群是重要的免疫调节细胞。$CD4^+$T细胞主要分泌细胞因子而参与对肿瘤、病毒和细菌等病原体的免疫,具有辅助和诱导免疫反应的作用;$CD8^+$T细胞可直接作为效应细胞特异地杀伤被病原体感染的靶细胞,具有免疫抑制作用,两种T细胞亚群比例失调会产生免疫功能障碍或免疫性疾病。常芸等研究了高原训练(海拔1568m,三周)对国家短道速滑运动员细胞免疫功能的影响,研究表明,在常规的平原训练时对高水平运动员细胞免疫功能影响不大,处于一种相对稳态,而在高原训练第1

* 收稿日期:2006-09-28
作者简介:郑慧芳(1971-),女,甘肃天水人,副教授,在读研究生,主要从事运动人体科学方面的研究。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

周、第 3 周后与平原相比 $CD3^+$（代表总 T 细胞，反映细胞免疫功能）呈下降趋势，第 3 周时下降达到显著性水平。$CD4^+$、$CD8^+$T 细胞及 $CD4^+/CD8^+$ 比值也与 $CD3^+$T 细胞呈一致的下降趋势，但没有达到显著水平。张勇研究了模拟低住高训（海拔 2500m）对自行车运动员免疫功能的影响，从监测结果来看 $CD4^+$T 细胞比 $CD8^+$T 细胞更敏感，3 周 LoHi 和随后 2 周的运动训练并未导致 $CD8^+$T 细胞出现明显的变化，但 $CD4^+$T 细胞在 LoHi 后 2 周出现显著下降，$CD4^+/CD8^+$ 比值也显著下降；提示机体的免疫功能出现下降趋势。王恬研究了模拟低氧训练对女子赛艇运动员淋巴细胞亚群等指标变化的影响，结果显示：低氧训练早期，T 淋巴细胞及其 $CD4^+$、$CD8^+$、NK 亚群和 $CD4^+/CD8^+$ 比值与低氧训练前比较无显著差异；低氧训练后期，NK 细胞出现下降，但 HiHiLo 下降幅度更大，而 $CD4^+$T 细胞和 $CD3^+$T 细胞升高，LoHi 上升更明显，提示 HiHiLo 组比 LoHi 组免疫抑制现象更明显。

1.3　高原训练对 T 淋巴细胞转化增殖试验的影响

T 淋巴细胞在体外培养时，受到特异性抗原或非特异性丝裂原刺激后，可出现细胞体积增大，代谢旺盛，蛋白与核酸合成增加，并进行分裂增殖。根据 T 淋巴细胞转化增殖程度，可反映机体细胞免疫水平。1988 年 Keast 曾报道剧烈运动能使淋巴细胞对有丝分裂原反应表现出抑制。侯明新，田野研究报道，12 周隔天 1 次的游泳运动可以提高老龄小鼠 T 淋巴细胞的增殖反应能力。而有关高原训练对 T 淋巴细胞转化的影响目前仅有魏宏文的报道，他们观察了 21 天的高住低训对男子手球运动员免疫机能的影响，结果显示，在第 9 天 CPM（每分钟脉冲数，用以表示细胞增殖的程度）值显著高于实验前，第 16 天 CPM 值达到高峰，第 21 天 CPM 值低于实验前水平。

1.4　高原训练对免疫球蛋白的影响

免疫球蛋白（Immunoglobulin Ig）是指具有抗体活性或化学性质与抗体相似的一类球蛋白，主要存于与血液、组织液、外分泌液和某些体液中。人类的 Ig 是复杂而不均一的蛋白质群体，主要分为五类，分别为 IgA、IgG、IgM、IgD、IgE。运动免疫学研究发现，运动与分泌型 IgA（SIgA）水平的变化具有十分密切的关系。SIgA 是粘液分泌物中的主要抗体，覆盖在鼻咽、气管、眼、肠道和膀胱粘膜表面，能抑制微生物在呼吸道上附着，减缓病毒繁殖，是粘膜免疫的重要屏障。2005 年 9 月 Tiollier 首次研究了高原训练对运动员唾液 SIgA 免疫影响，观察了滑雪运动员高住低训 18 天（2500m、3000m、3500m 各 6 天）对 SIgA 的影响。研究结果表明，经过 4 周的训练高原训练与平原训练相比，在 2500m 阶段高住低训组与平原组比 SIgA 下降无显著性差异，但 3000m、3500m 阶段高住低训组 SIgA 明显下降（$P<0.05$）；提示高住低训对 SIgA 水平有负性影响。而魏宏文等人报道，经过 21 天的高住低练能显著提高 SIgA 水平，这与 Tiollier 的研究结果相反，他们分析可能与实验所采取的海拔高度有关，因为当海拔超过 3000m 以上，即空气中的氧含量低于 14.2%时，由于低氧的程度较重，将影响运动员的睡眠质量，导致疲劳不宜消除，而在运动性免疫抑制时可见 SIgA 的降低。邓静对 12 名女子曲棍球运动员在高原（1500m）测 IgG、IgA、IgM，在第 3 周末与平原比较没有明显变化，但在第 6 周末则有所下降。而张勇对模拟低住高练（2500m）1 周对自行车运动员免疫功能的影响，分别测试了在低住高练两周前、低住高练 1 周后、两周后的血清免疫球蛋白值，结果表明：血清免疫球蛋白 LgA、LgG、LgM 均逐渐升高，在训练后 2 周与训练前相比，除 IgM 没有显著升高外，LgA 和 LgG 明显高于训练前水平。

1.5　高原训练对白细胞介素的影响

白细胞介素（interleukin IL）最初是指有白细胞产生，又在白细胞间发挥作用的细胞因子，后来发现 IL 也可有其他细胞产生，也可作用于其他细胞。目前发现的 IL 已有 18 种，其中 IL－2 具有上调免疫功能的作用，它可促进 T、B 淋巴细胞活化、增生分化，合成分泌抗体和/或形成致敏细胞，产生体液和/或细胞免疫效应。

1.6　高原训练对谷氨酰胺的影响

谷氨酰胺（glutarcuane，Gln）是人体内含量最高的自由基酸和条件性必需氨基酸。在运动应激状态下免疫系统对 Gln 的利用率很高，是免疫细胞的重要“燃料”，也是提供合成 DNA 和 RNA 的前体物质；Gln 水平影响淋巴细胞和巨噬细胞的吞噬作用、抗体合成、蛋白质合成、IL^{-2}、IL^{-2} 的生成等，对维持免疫功能的正常有十分重要的意义。高原训练可使血浆 Gln 的浓度发生改变；但不同的模拟高原训练方法对 Gln 可产生不同的影响。

2　小结

高原训练及各种模拟高原训练是在低压、低氧的环境下运动，比常氧运动对机体免疫的影响更加明显。目前有关高原训练方法的研究已经比较成熟，认为 2500m 海拔左右，持续 4 周左右能很好发挥高原训练的效应，基于此，大量的研究选用了该海拔和持续时间。通过对国内外大量的研究资料分析显示，在 2500m 海拔左右进行 4 周的高原训练，可增强机体的免疫功能，从而提高运动能力；但也有免疫功能下降的报道，可能与实验采用的海拔过高和运动强度过大及实验对象的差异有关。此外，不同的高原训练方法对免疫指标的影响也有差异，在海拔高度、持续时间和运动强度相同的条件下，间歇性低氧训练比持续性低氧训练更保护机体的免疫功能，提示免疫功能的变化与低氧的程度有直接联系。

参考文献：

[1] 陶晓黎，对游泳运动员高原训练某些生理生化指标的训练监控研究[J]．体育科学研究，2005，9(1)：81－84.

[2] 卢铁元，高原训练对我国优秀竞走运动员血 5 项的影响[J]．中国体育科技，2001，(37)：34－35.

[3] 张缨，等．四周高住低训对外周白细胞计数的影响[J]．北京体育大学学报，2004，27(9)：1224－1228.

[4] 高炳宏，步振威，等．LoLo、LoHi、HiLo、HiHiLo 训练过程中血象指标变化规律的比较研究[J]．体育科学，2005，25(10)：32－36.

[5] 常芸，何子红，王莱丙，等．高原训练对国家短道速滑运动员细胞免疫功能的影响[J]．体育科学，2002，22(1)：86－89.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net