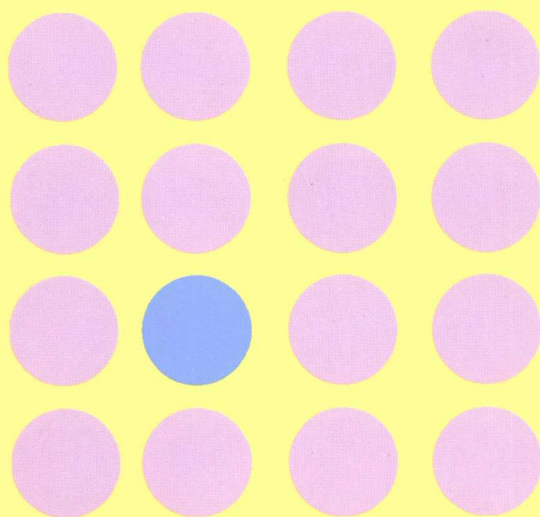


中国体育博士文丛

穴位离子导入 消除运动性疲劳的 机理研究

杨翼 著



北京体育大学出版社

穴位离子导入消除运动性疲劳的机理研究

杨 翼 著

北京体育大学出版社

策划编辑 李 建
责任编辑 高 扬
审稿编辑 李 飞
责任校对 静 一
责任印制 陈 莎

图书在版编目(CIP)数据

穴位离子导入消除运动性疲劳的机理研究/杨翼著. -
北京:北京体育大学出版社,2007.6
ISBN 978-7-81100-614-8

I. 穴… II. 杨… III. 穴位疗法-应用-运动性疾病-过度疲劳-机理-研究 IV. R872.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 104016 号

穴位离子导入消除运动性疲劳的机理研究

杨翼 著

出 版	北京体育大学出版社
地 址	北京海淀区中关村北大街
网 址	www.bsup.cn
邮 编	100084
发 行	新华书店总店北京发行所经销
印 刷	北京雅艺彩印有限公司
开 本	787×1092 毫米 1/16
印 张	10
字 数	150 千字

2007 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

定 价 28.00 元(平) 48.00 元(精)

(本书因装订质量不合格本社发行部负责调换)



作者简介

杨翼，女，1973年9月出生，浙江宁波人，中共党员，医学博士。现任武汉体育学院运动医学副教授，硕士研究生导师，研究生部副主任。1996年毕业于成都体育学院运动医学系中医骨伤专业，获医学学士学位；1999年毕业于武汉体育学院运动医学专业，获医学硕士学位，同年留校任运动医学专业教师；2004年毕业于上海中医药大学针灸学专业，获医学博士学位。2002年起经考核被列入学校优秀师资梯队。2004年9月国家留学基金委公派前往美国马里兰大学功能基因实验室做访问学者一年。迄今为止出版专著1部，参编、参译著作5部，主持和参与省部级课题4项，在国内外期刊上发表论文30余篇。其中论文《Influences of Acupoint Iontophoresis on Myocardial PKC Expression after Endurance Training》于2004年8月参加雅典第28届奥林匹克体育科学大会获国际体育科学学会发展奖（ICSSPE Development Award，全球共10人）。

序

一个多世纪以来，运动性疲劳的机理及其消除方法的研究一直是运动员、教练员以及运动医学工作者非常关注的问题。常言道，没有疲劳就没有训练，没有恢复就没有提高，可见科学的恢复对运动员大运动量训练效果的显现是十分必要的。多年来，运动医学研究者孜孜不断地探询运动性疲劳的发生机理以及消除疲劳的有效手段，希望为提高训练效果和运动成绩服务。

杨翼同志在充分考虑运动训练实际的前提下，根据中医内病外治的原理，利用中医药的独特优势，将针灸穴位疗法与现代透皮给药融合在一起，进行了消除疲劳的实验研究。通过动物和人体实验证实这种方法具有消除疲劳的效果，而且方便无创，避免了运动员对针灸的恐惧心理，适合在训练中应用。

本书的问世将为运动医学同仁们提供一定参考价值的信息、方法和深入研究的思路，为中医药在运动医学领域的广泛应用起到积极的促进作用。

国家体育总局体育科学研究所

常 芸

2007 年 1 月于北京

前 言

早在 1815 年 Mosso 就提出, 疲劳是细胞内化学变化衍生物导致的一种中毒现象; 1904 年 Ioteyko 提出, 局部疲劳感是感觉器官 (肌梭) 受化学产物刺激的结果; 1931 年 Bainbridge 支持这一观点; Frumerie 和 Mosso 分别于 1914 年和 1915 年提出了“疲劳也许是长时间刺激关节、肌腱和神经末梢的结果”, 以及“疲劳是细胞内化学变化的衍生物导致的一种中毒现象”的疲劳概念; 1924 年 Hill 等研究证明, 肌肉强直收缩后疲劳消除速率和乳酸清除速率一致, 从而提出氢离子升高是导致疲劳的假说, 如运动时乳酸生成与消除一致, 则不疲劳。这个观点在近 50 年来的疲劳研究中一直占有重要地位。1927 年, 亨德森 (Lawrence J. Henderson) 创建最早专门用于体育科学研究的实验室也是运动性疲劳实验室 (Harvard Fatigue Laboratory)。1935 年, Simonson 提出疲劳包括下列几个基本过程: ① 代谢基质疲劳产物的积累 (积累学说); ② 活动所需基质耗竭 (耗竭假说); ③ 基质的生理化学状态改变; ④ 调节的协调机能失调。由于 Simonson 的专著对疲劳进行了详细的论述, 故成为后来很多著作和教科书中引用的材料。1980 年, Karlsson 提出“疲劳是肌肉不能产生所要求的或预想的收缩力”。

但从体育科学的发展和运动训练进入科学阶段来看, 运动性疲劳的系统研究可以说开始于 20 世纪 70 ~ 80 年代。在此以前, 解释运动性疲劳时, 主要应用劳动 (work) 疲劳的研究成果, 约在 1980 年以前, 讨论疲劳的专著都以劳动疲劳为题: 如 Simonson E. 等的《劳动能力和疲劳的生理学》(Physiology of Work Capacity and Fatigue) (1971)^[1]; Porter R. 等的《人体肌肉疲劳的生理学机理》(Human Muscle Fatigue Physiological Mechanism) (1981)^[2]。在这些论著中也讨论运动性疲劳, 但正式将运动性疲劳作为专题讨论的学术会议是 1982 年美国波士顿的第五届国际运动生物化学学术会议^[3], 在会议上专门提出了一个运动词汇表, 将运动、劳动、功率、力量、耐力、疲劳、力竭、运动强度的概念都作了统一阐述。其中正式说明了劳动 (work) 不是肌肉运动的同义语, 要求将运动性疲劳和劳动疲劳从理论到实验结果的分析都要注



意区别。会议上 Edwards R. H. T. 的主题报告《运动性疲劳的生化基础：肌肉疲劳突变理论》（Biochemical Bases of Fatigue in Exercise Performance: Catastrophe Theory of Muscular Fatigue），从生物化学角度探索了运动性疲劳。依据 Edwards R. H. T. 的报告，这届国际运动生化会议正式将运动性疲劳（exercise - induced fatigue）定义为“机体生理过程不能持续其机能在一特定水平上和/或不能维持预定的运动强度”^[3]。这个定义反映了运动的特点，主要表现在：1）在进行运动性疲劳的研究时，要将身体各组织器官的机能水平和运动能力结合起来分析疲劳发生和发展的规律；2）评定运动性疲劳要将生理生化指标（如心率、最大摄氧量、血乳酸、血尿素、血红蛋白等）和运动能力（如在功率机上的输出功率、在运动场上的成绩）结合起来；3）研究运动性疲劳应注意专项特点，如 100m 跑和马拉松跑都存在不能维持预定运动强度（疲劳）的问题，但体内生理生化变化不同，和劳动疲劳有根本区别。过去“以机体不能维持原强度工作或工作能力下降”为依据来判定疲劳，现在根据运动性疲劳的新概念来评定，则应增加身体机能评定指标，这有利于研究的客观性和合理性。其后，1990 年，在法国 Nice 举行的专题会议《运动和训练的肌肉疲劳机理》（Muscle Fatigue Mechanisms in Exercise and Training）^[4]，直接用运动和训练来讨论运动性疲劳，说明运动性疲劳的研究进入了专门的领域和新的研究阶段。

一个多世纪以来，运动性疲劳及其消除一直是体育科学研究中重要的研究课题。目前对它的研究已经从局部器官扩展到人体系统，从器官组织深入到细胞和分子水平，同时向宏观和微观两大方向延伸。众多学者从能量供应、代谢产物堆积、神经内分泌调节和肌肉收缩等多方面探讨了运动性疲劳产生的原因和规律，对于人们认识疲劳、消除疲劳进而提高训练效果起到了积极的推动作用。但迄今为止，运动性疲劳的发生机制尚未完全明了。

研究证实，运动性疲劳是一种由于运动导致的身体机能暂时下降的生理现象。从运动生理学角度讲，疲劳产生后，机体可以很快产生适应，经过适当休息，疲劳可自行消失，随之是运动能力的提高。从运动训练学角度分析，身体只有承受疲劳，并随着对疲劳适应能力的提高，才能不断提高运动能力。也即通常说的：“没有疲劳，就没有训练；没有恢复，就没有提高”。现代研究发现，人体即使是对竞技运动中的大运动量训练导致的疲劳也有很强的适应能力，甚至以前许多被认为是由

于训练导致的损伤性变化或“病理性”改变,机体也可以在较短时间内产生适应。事实上,大运动量训练与科学训练并不矛盾,其前提是科学的监控、科学的指导和科学的恢复。尽管不少学者对大运动量训练一直颇有微词,但现代竞技体育中运动量越来越大已经成为不可争辩的事实。因此,作为运动医学研究者,应该加强有关运动性疲劳及其消除手段的研究,客观分析大运动量训练导致疲劳产生的原因,科学地制定运动性疲劳的诊断标准,有针对性地采取恢复手段,促进身体机能恢复,为提高运动成绩服务。因为,运动性疲劳不仅是一个理论课题,更是运动训练中一个不可回避的实践问题。

由于运动性疲劳产生的多种综合效应以及引起疲劳的首发和主要原因的不同,目前预防和消除疲劳多从各个不同方面进行,包括有:

- ① 活动性手段:变换活动部位、调整运动强度以及在正式练习后做一些加速机体功能恢复的较轻松的身体练习;
- ② 营养性手段:主要包括平衡膳食,运动饮料,强化食品和饮食卫生等,恢复机体的能量储备;
- ③ 药物手段:有化学药物和中草药两类;
- ④ 睡眠休息:良好的睡眠对功能恢复是非常重要的,通过睡眠使精神和体力得到恢复;
- ⑤ 物理手段:采用理疗、吸氧、针灸、气功、按摩等医学物理手段加速机体恢复;
- ⑥ 心理学手段:训练和比赛之后,采用心理调整措施恢复工作能力,能够降低神经-精神的紧张程度,减轻心理的压抑状态,加快恢复消耗掉的神经能量,从而对加速身体其他器官系统的恢复产生重大影响。对身体起作用的心理手段、种类非常多。其中主要有:暗示性睡眠-休息,肌肉放松,心理调整训练(个人和集体的),各种消遣和娱乐活动,舒适的生活条件等。其中,我国运动医学工作者利用中医药的独特优势,进行了不少消除疲劳的实验研究,发现针灸及某些中药或其复方制剂具有良好的消除疲劳的效果。但前者因其有创伤性,运动员对其具有一定的惧怕心理,不便在训练比赛和体育锻炼中加以推广和采用,后者费用较高而且进入血液的有效成分也有限。因此,寻找一种方便有效、无创无痛而又经济实惠的防治运动性疲劳的方法已成为运动医学工作者的共识。本研究的目的是在前人研究的基础上,观察无创、无痛而又简捷实用的穴位离子导入法消除疲劳的作用效果,并力图从心脏入手初步探索心脏源性运动性疲劳的发生机制及穴位离子导入法消除疲劳的作用机制,以期对运动性疲劳的发生有一个更全面的认识,并寻找防治运动性疲劳的有效手段。

缩 略 表

三磷酸腺苷: adenosinetriphosphate, ATP
谷胱甘肽: glutathione, GSH
谷胱甘肽过氧化物酶: GSH peroxidase, GSH - PX
一氧化氮: nitric oxide, NO
一氧化氮合酶: nitric oxide synthase, NOS
核糖核酸: ribonucleic acid, RNA
内皮素: endothelin, ET
降钙素基因相关肽: calcitonin gene - related peptide, CGRP
睾酮: testosterone, T
游离睾酮: free testosterone, FT
皮质醇: cortisol, C
垂体促肾上腺皮质激素: adrenocorticotrophic hormone, ACTH
神经肽 Y: neuropeptide Y, NPY
放射免疫分析法: radioimmunoassay, RIA
三磷酸腺苷敏感性钾通道: ATP - sensitive potassium channel, KATP 通道
超氧化物歧化酶: superoxide dismutase, SOD
丙二醛: malondialdehyde, MDA
血清总抗氧化能力: total antioxidant capacity, T - AOC
蛋白激酶 C: protein kinase C, PKC
磷酸盐缓冲液: Phosphate Buffered Saline, PBS
扫描仪光密度值: optical density, OD 值
神经降压肽: neurotensin, NT
血管活性肠肽: vasoactive intestinal polypeptide, VIP
生长抑素: somatostatin, SOM
心钠素: atrial natriuretic factor, ANF
血管紧张素 II: angiotensin II, Ang II
促甲状腺激素释放激素: thyrotrophin - releasing hormone, TRH
促肾上腺皮质激素释放因子: corticotropin releasing factor, CRF
P 物质: substance P, SP
鸟苷酸环化酶: soluble guanylyl cyclase, sGC
主观感觉疲劳程度评定表: Ratings of Perceived Exertion, RPE
最大摄氧量: maximal oxygen uptake, VO₂max
最大呼吸商: maximal respiratory exchange ratio, RERmax
无氧阈: anaerobic threshold, AT

目 录

1	概 述	(1)
1.1	关于运动性疲劳	(1)
1.2	关于穴位离子导入法	(7)
1.3	皮艇运动项目简介	(9)
1.4	参考文献	(10)
2	研究内容	(13)
2.1	实验一 穴位皮电刺激对鼠耐力训练体能的影响	(13)
2.2	实验二 穴位离子导入对耐力训练大鼠心脏结构的影响	(22)
2.3	实验三 穴位离子导入对耐力训练大鼠内分泌功能的 影响	(32)
2.4	实验四 穴位离子导入对耐力训练大鼠心肌蛋白激酶 C 表达的影响	(49)
2.5	实验五 穴位离子导入对选手级皮艇运动员运动能力 的影响	(59)
2.6	实验六 穴位离子导入对选手级皮艇运动员心肺功能 的影响	(68)
2.7	实验七 穴位离子导入对选手级皮艇运动员内分泌功能 的影响	(77)
3	机制探讨	(85)
3.1	心脏源性运动性疲劳发生机制的探讨	(85)
3.2	穴位离子导入消除运动性疲劳的机制探讨	(86)



3.3 不足之处	(90)
4 研究现状与展望	(91)
4.1 运动性疲劳的研究进展	(91)
4.2 中医药消除运动性疲劳的现状 & 思考	(119)
4.3 常用强心中药	(132)
4.4 中西合璧提高运动水平	(139)
后记	(145)



1 概述

1.1 关于运动性疲劳

1.1.1 运动性疲劳的发生机制

在运动性疲劳的研究中,运动性疲劳的产生原因是引起争议最多的论题。从 Mosso 涉足疲劳研究开始,运动医学界、医学界以及生物学科界对疲劳本质的研究历程百年,至今仍然争论不休。疲劳,这个在日常生活和工作以及运动中,时时影响、限制着人类各种机能能力的问题,其产生原因到底是什么?目前还远没研究清楚。著名学者克端斯·诺伊霍夫曾说过:“世上还没有一个人真正完全搞通 400m 跑时所形成的疲劳机制。”这足以表明运动性疲劳机理研究的复杂性和难度。

但运动性疲劳的产生机制又是运动性疲劳研究中不可避免和最重要的研究问题。大家知道“正本清源”这句俗话,要想真正有效地预防和延缓运动性疲劳,提高人体的工作能力,不断冲击人体的能力极限,只有在运动性疲劳机理研究方面取得突破,才可能真正实现。为此,一个世纪以来各国科学家进行了长期、大量、艰苦的研究工作,且已在若干领域取得了进展,并形成了若干理论。例如,有根据疲劳发生部位研究而提出的中枢疲劳理论、神经肌肉接点疲劳理论,外周疲劳理论等;也有从疲劳产生的物质及代谢角度提出的“衰竭”学说、“堵塞”学说、“内环境稳定性失调”学说等;还有从综合性认识角度提出的“全身性疲劳学说”、“疲劳控制链与突变”理论等。这些机理、学说、理论对认识、预防、延缓和消除疲劳起到了十分积极的作用。目前主要有以下 5 种经典假说:

①“衰竭”学说:认为疲劳的原因是体内能源物质的耗竭。现代生

理学的许多实验材料也支持了这个假说。例如,伯格斯特龙(Bergstrom, 1967年)发现ATP和CP的储备率低于使用率时,运动就不能持久;而且发现当疲劳时ATP只略微下降,而CP下降十分明显,表明CP的消耗对疲劳的发生更为重要。

②“堵塞”学说:认为疲劳的产生是骨骼肌内某些代谢产物的积聚过多引起。弗来彻和霍普金斯在1907年发现肌疲劳的同时出现高乳酸浓度。有些学者认为 Ca^{2+} 在肌肉中的堆积可能是长时间运动中引起疲劳的重要原因。

③“内环境稳态失调”学说:认为运动时血液pH值过分降低,严重脱水导致血浆渗透压及电解质浓度的变化都是足以引起疲劳的原因,赫尔曼松的研究发现,在时间长短不同的13次达到力竭的极量工作之后,在同一受试者身上测出每次血乳酸的最高值皆大致相同,大约为 18mmol/L 。据此,作者认为高乳酸浓度所引起的内环境失调可能是产生疲劳的重要原因之一。

④“保护性抑制”学说:根据巴甫洛夫学派的意见,无论是体力的或脑力的疲劳,均是大脑皮质保护性抑制发展的结果,当工作时大量冲动刺激皮质相应细胞,神经细胞长期兴奋导致“消耗”增多。为了避免进一步消耗,当消耗到一定程度时便产生保护性抑制。

⑤“突变”学说:1983年Eewards提出了运动性疲劳的突变理论,认为当身体能量物质下降到一定程度时,兴奋性突然崩溃了,使身体的输出功率突然下降。在细胞遭受损害之前以疲劳出现迫使运动停止,起了保护机体的作用。

⑥自由基学说:自由基是指外层电子轨道含有未配对电子的基团。在细胞内,线粒体,内质网,细胞核,质膜和胞液中都可以产生自由基。由于自由基化学性质活泼,可以与机体内糖类、蛋白质、核酸及脂类等发生反应,因此,能造成细胞功能和结构的损伤和破坏。研究发现,剧烈运动后自由基产生过多,可造成肌纤维膜、内质网完整性丧失,妨碍了正常的细胞代谢与机能;还造成胞浆中 Ca^{2+} 的堆积,影响了肌纤维的兴奋-收缩耦联,使肌肉的工作能力下降;自由基能引起线粒体呼吸链产生ATP的过程受到损害,使细胞能量生成发生障碍,影响了肌纤维的收缩功能;另外,还有一些重要的酶由于自由基的作用而失活,从而产生一系列病理变化,也能导致肌肉收缩能力下降产生疲劳。因此认为,自由基与运动性疲劳有着密切的关系,是导致运动性疲

劳产生的重要原因。

尽管这些机理、学说、理论对认识、预防、延缓和消除疲劳起到了十分积极的作用,但正如 Fitts 和 Metzger 所说^[5],运动时肌肉疲劳的发生和发展明显依赖于运动时间、强度、运动性质、肌纤维组成、运动员体质水平和内环境等因素,如短时间剧烈运动时出现的疲劳,往往引起肌肉中能源物质的消耗及乳酸等代谢产物的堆积,这些与外周因素有关;而长时间中等以上强度的运动产生的疲劳,则与心肺功能及中枢神经系统的保护性抑制有关。

1.1.2 中医对运动性疲劳的认识

中医对疲劳的认识已有二千多年历史。《素问·调经篇》说:“阴虚生内热,奈何·岐伯曰:有所劳倦,形气衰少,谷气不盛,上焦不行,下脘不通,而胃气热,热气熏胸中,故内热。”《素问·举痛论篇》说:“劳则气耗,劳则喘息汗出,内外皆越,故气耗矣。”《素问·上古天真论》又说:“形劳而不倦,气从以顺。”指出若形劳而倦或劳累过度都能导致气耗而虚。这些论述,阐明了疲劳或劳倦等证耗损精气以致气阴两亏、阴虚生内热的发生机理,也揭示了疲劳与形体、精气以及肺、脾、肾等脏腑功能的密切关系,充分体现了中医的整体观念。

“疲劳”一词最早见于汉代张仲景《金匱要略》一书^[6],书中明确地把因疲劳引起的证候与“虚劳病”同类论述。之后,日本名医丹波元简在《金贵玉函要略辑文》中指出,“劳则必劳其精血也”。隋·巢元方《诸病源候论》把疲劳证候也放在《虚劳候》条目的五劳六极七伤中论述。认为五劳者,为志劳、思劳、心劳、忧劳、瘦劳(《千金方》中称为“疲劳”),又为肺劳、肝劳、心劳、脾劳、肾劳。巢氏的论述,进一步明确提出了神志(疲)劳和脏腑(疲)劳的概念。在书中巢氏还指出了这些虚劳证候是由血气、精髓虚竭、脾胃气弱或肾气不足、或阴不足、阳有余等原因引起的。此书对后世医学发展有重要影响。唐·孙思邈《备急千急要方·补肾第八》在五劳中有“疲劳”之论。唐以后的医家都把疲劳证候放在“虚劳证”或“伤劳倦”中论述,还有“大劳”、“小劳”之分。明·绮石在《理虚元鉴》中指出虚劳的病因病机主要是精血不足,水不济火。《类证治裁》中还有“凡虚损起于脾胃,劳必及肾”的记载。明·李东垣明确指出,饮食劳倦伤为内伤不足之证,不足之中又当分饮食伤为有余,劳倦伤为不足。李氏在

《脾胃论》中说：“形体劳役则脾病，……脾病则下流乘肾，此阴阳虚之证。”明·王肯堂《证治准绳》说：“脾主四肢，若劳力辛苦，伤其四肢，则根本竭矣。或因饮食不调，或专因劳力过度，或饮食不调之后加之劳力过度，或劳力过度之后继以不调，故皆谓之内伤元气不足之证，而宜用补药也。”由此可见，在“天人相应”、整体观念和阴阳、藏象、经络、卫气营血学说等基础理论的指导下，中医较深刻地揭示了“疲劳”的机理和本质，并提出了相应的治疗方法。

近代中医研究认为运动性疲劳属“劳倦”范畴，是整个运动实践过程中的一个阶段，在此阶段，机体会表现出一系列的变化，如肌肉酸痛乏力，气短、心慌、汗出，或口干舌燥，或有面色改变或饮食、睡眠改变等。运动性疲劳与精、津、血关系密切，而精、津、血是体力产生的物质基础，人的耐力亦由此产生，它的化生和运行又与脾、肾、肝、心有密切关系。脾为后天之本，主四肢肌肉，是气血生化之源，其具有维持脏腑的正常机能与激发和增强元气以抗御病邪的能力，其正气与现代免疫学的免疫系统功能类似。肾藏精，主骨生髓，为先天之本，是体力产生的原动力和源泉。有学者研究认为，中医传统理论中的所谓“肾精”与雄激素水平密切相关，通过补肾能促进体内雄激素的分泌，并进而提高机体的运动能力。肝主疏泄，为罢极之本，张介宾注云：“人之运动，由乎筋力，运动过劳，筋必疲极。”肝主筋，筋之弛张收缩能使全身肌肉关节运动。肝藏血，是运动中能量的重要来源，能保证筋肉得到精血的营养润泽。心主血脉，血为精神心理活动的物质基础。心藏神，为五脏六腑之大主。《素问·口问篇》说：“悲哀愁忧则心动，心动则五藏六腑皆摇。”而内脏伤必然影响到五脏藏精气及藏神的功能，说明心在脏腑神志方面具有重要作用。1997年张世明教授从中医理论来研究运动性疲劳时指出：“运动性疲劳具有其运动特点，与单纯的脑力劳动或因情志（精神）因素引起的疲劳不同，而与劳动所致疲劳类同，但做功强度更大、精气和能量耗损更大，对筋骨和脏腑功能的影响大，易发生过度疲劳。”^[7]由此可见，运动性疲劳的发生或因劳力过度所致，或由劳神过度引发。劳力过度则伤气，久则气少力衰，且损及肌肉筋骨，所以劳力太过既可致肢软乏力，腰膝疼痛，又可内伤肝脾。劳神太过则可伤心肝脾三脏，致心脾两虚或心肝两虚，出现心血暗耗，神失所养，肝气不舒，脾失健运等症。由于五脏相关，一脏即病，可传及它脏，至五脏皆病，所以，五脏共同参与运动性疲劳的发生发

展,而心为神之舍、血之主、脉之宗、生之本,对人体的生命活动起着主宰作用,因此,从心入手防治运动性疲劳具有一定的理论基础和现实意义。

1.1.3 运动性疲劳的治疗

1.1.3.1 西医对运动性疲劳的治疗

基于对运动性疲劳产生机理的认识,目前西医常用于消除疲劳的物质主要为能源物质和抗氧化剂。前者如蛋白质^[8]、牛磺酸^[9]、支链氨基酸^[10]、谷氨酰胺^[11]、肌酸^[12,13]、果糖^[14,15]等,后者如维生素E^[16]、维生素C^[17]、硒^[18]、 β -胡萝卜素^[19]、辅酶Q^[20,21]等。众所周知,人体在维持生命和各种活动时均需要消耗一定的热能,运动训练则更离不开能量的供给。由于运动员要从事大运动量的训练,他们的能量消耗可以高达安静人群的2倍多,因而,及时补充运动所需能源物质就成为西医消除运动性疲劳的主要手段之一。另一方面,运动训练时,机体会产生氧化应激,体内的氧摄取和消耗增加到安静时的10~15倍,能量代谢加强,体内自由基成比例增加,机体处于相对缺氧状态、细胞质内钙离子浓度增加、体温升高、儿茶酚胺水平升高等均可引起自由基产生增加;同时,大强度运动也消耗了机体的抗氧化物质,从而降低了机体的抗氧化能力。结果可能使运动员的疲劳提早发生,运动能力降低。因此,给运动员补充抗氧化剂也是西医常用的延迟运动性疲劳发生并加快体能恢复的常用手段。

然而,这两类常用物质的补充也有一定的局限性。能源物质的过量补充易造成体重超标的状况,并可引起血液酸化、肝肾负担加重等不良后果;而自由基作为人体自然免疫系统的一部分发挥着有益的作用,长期服用抗氧化剂则可能有损自由基的正面作用。

1.1.3.2 中医对运动性疲劳的治疗

近二十年来,我国运动医学工作者利用中医药的独特优势,进行了不少消除疲劳的实验研究,发现针灸及某些中药或其复方制剂具有良好的消除疲劳效果。这些中药大多含有多种生物活性成分,如多糖、皂甙、黄酮、生物碱、蛋白质、维生素、微量元素、挥发油等,这些成分为机体提供了营养物质并可促进或调节机体的生理机能和物质代谢。常

用的中药有人参^[22]、黄芪^[23,24]、枸杞^[25]、猴头菌^[26]、怀山药^[27]、螺旋藻^[28,29]、魔芋^[30]、当归^[31]、花粉^[32]、仙茅等^[33]。在采用中药增强心脏功能方面,中药药理学和中药学中提及的具有强心作用的单味中药共有 38 味。强心中药多味辛甘,性温,归心经,对心脏及周围血管的作用大致可分为两类。一类是直接作用,即正性肌力作用,包括直接增加心肌收缩力,心输出量,如人参、西洋参、党参、黄芪、鹿茸、红景天等;一类是间接作用,包括增加冠脉血流量和负性肌力作用,前者通过增加心肌营养性血流量,改善心肌缺血缺氧状态,如麦冬、红花、肉桂、桂枝、丹参、红景天、当归、淫羊藿、白芍、五味子等,后者通过适度降低心肌收缩力、减慢心率而降低心肌耗氧量,如红花、当归、何首乌、淫羊藿等。有的中药还有保护缺血心肌的 SOD 活性,防止心肌细胞脂质过氧化的作用,如麦冬、丹参、人参等。实验证实这些中药的提取物或有效成分能提高心脏的收缩力和频率,增加耐缺氧能力,达到消除疲劳的目的。但单味中药的使用以单向调节为主,体现不出中医的整体观及对机体平衡调节的特点。

复方中药强调辩证施治,以平衡机体阴阳为宗旨,重在对机体整体进行调节,在治疗效果上多表现为双向调节、适应原样作用。如本实验选用的生脉散就是已有 810 年历史的验方,由唐代名医孙思邈所创,方由人参、麦冬、五味子三药组成,具有益气养阴、保肺生脉的功能。大量的动物实验和临床应用研究证实,生脉散能改善心功能,增加冠脉血流量,抗心肌缺血,调整心肌代谢、降低耗氧量,保护心肌细胞,改善微循环,调节血压,抗心律失常。但无论是单味中药抑或其复方都不能避免胃肠道及肝脏分解代谢的首过作用,导致进入血液中的有效成分少,费用高。

在运动医学领域,针灸是另一种经常被使用的方法。众多的实验已经证实针灸在防治运动性疲劳方面具有较好的疗效,它通过影响神经递质、内分泌激素和细胞因子的生成和表达,双向调节神经—内分泌—免疫网络,使异常机能向有利于机体的方向转化^[34-37]。如朱兆洪等通过观察针刺命门、足三里对肾虚小鼠多脏器自由基代谢的影响,发现针刺能使小鼠心肌组织 SOD 和肝组织 GSH-Px 活性升高;肾组织 GSH 含量和总抗氧化能力(T-AOC)上升;脑组织中 NOS 活性和 NO 含量降低;心肌组织中 MDA 含量下降,提示针刺可以改善小鼠多脏器自由基的代谢^[37]。翟道荡发现艾灸关元穴对细胞免疫具有调节作用,且其疗效高