2008

通近

利研攻天与科技服务

39

中国游泳队奥运攻关研究报告——游泳运动训练

有效强度关键性研究

陆一帆

摘 要:游泳运动的能力主要表现在速度和力量。不同项目的比赛强度对应着不同血乳酸的 水平。通过调查近年的主要游泳比赛中优秀运动员的赛后即刻血乳酸水平,对照其训练中采用 主要手段后的血乳酸水平,试图对比分析训练强度与比赛强度的差距,以强调有效训练强度的 意义。

关键词:血乳酸;强度;游泳成绩 中图分类号:G804.22 文献标识码:A

文章编号: 1006-1207(2008)06-0039-06

Research Report on Chinese Swimming Team Preparing for the Olympic ----Key Study on Effective Swimming Training Intensity

LU Yi- fan

(Beijing University of Sport, Beijing 100084, China)

Abstract: Ability of swimming performance lies in speed and strength. Competition intensity of the different events results in different levels of blood lactate acid (LA). On the basis of the investigation of the LA levels of some elite swimmers immediately after the competition in some major events during the recent years, the article compares the LA levels after the different training means so as to find out the difference between the training intensity and competition intensity. The aim is to lay emphasis on effective training intensity.

Key words: blood lactate acid; intensity; swimming performance

随着竞技游泳的发展,比赛成绩不断提高,世界纪录 也不断被刷新,这就决定了游泳项目以技术为主、以体能为 基础的特点。现代竞技游泳的另一个特点就是赛事繁多,高 水平运动员每年要参加国际或国内的多项游泳比赛。因此, 对运动员的技术和体能提出了更高的要求。因为游泳运动是 在水中进行,而水的密度比空气大得多,所以游泳时机体产 生的相当一部分能量要用于克服水的阻力^[1,2]。而要以一定 的速度使身体向前游进,还必须要产生推进力^[2,3]。因此, 游泳项目的能量消耗主要有两种:一是克服水的阻力;二是 产生使身体向前的推进力。

许多人曾对影响游泳能量消耗的因素做过研究,总结分 析主要有以下因素:游泳速度、机体工作总效率、向前推进效 率、水的阻力和泳姿^[3]。有研究报道,自由泳运动当速度 保持在大约0.9 m/s时,能量消耗与速度无关^[4];但是当以 更高或最大速度游泳时,能量消耗与速度的立方成正比^[2,3]。

50 m 自游泳是最短的游泳比赛项目,以 2008 年奥运会比 赛成绩来说,男子比赛需要 21.30 s,女子比赛需要 24.06 s, 因此 50 m 游泳比赛以无氧供能为主。比赛的前 8~10 s,依 靠无氧非乳酸能量(肌肉内储存的三磷酸腺苷和磷酸肌酸)供 能。以极限强度游 8~10 s,大约会消耗掉一半体内储存的磷 酸肌酸,继续游需动员体内的其他能源。比赛的后半程,依靠 无氧糖酵解供能。终点时,血乳酸的值可达8~13 mmol/L。此 时,冠军获得者磷酸肌酸反映活跃,血乳酸积累的程度较浅。 能量代谢的这种对比关系反映出短距离素质表现特征。至于供 能成分中的有氧能力,在如此短的比赛时间内,耗氧水平不可 能增加很多,游抵终点时,耗氧水平也不会超过极限耗氧水平 的二分之一。

2008年奥运会比赛, 女子 100 m 比赛最好成绩为 53.06 s, 男子 100 m 比赛最好成绩为 47.05 s。因此在 100 m 比赛项目中,同样以无氧供能过程为主,无氧供能较有氧供能的比重多3倍。其中非乳酸能量供能大约在3~4 L之间,乳酸盐供能超过 12 L。游抵终点时,血乳酸水平可增至 14~18 mmol/L,酸碱基础平衡急剧变化,疲劳加剧,工作能力下降。但与 50 m 比赛相比,有氧供能作用明显增加,100 m 比赛期间的吸氧量可达 4~5 L。在评价各种能源的作用时,还是应强调糖酵解能量和非乳酸能量在供能中的作用,因为这两种能量在 100 m 比赛中约占总能量的 80%。

200 m自由泳以2008年奥运会游泳比赛为例,女子200 m 比赛的时间为1'54"82,男子比赛的成绩1'42"96,因此与 其他比赛项目比较,200 m比赛对无氧糖酵解能量提出更高要 求。游抵终点时,血乳酸可达极高水平(18~22 mmol/L), pH值可下降到临界值(7.00)。与此同时,在200 m比赛 中,有氧代谢强度加大,吸氧量可达9~10 L,这大约为所 需总能量的三分之一。在200 m比赛冲刺阶段可通过血乳酸

收稿日期:2008-11-18

基金项目: 2005 国家科技攻关计划(BA904B01) 作者简介: 陆一帆(1963-), 男, 教授, 博士研究生导师, 主要研究方向: 运动医学. 作者单位: 北京体育大学运动人体科学学院, 北京体育大学 100084

Sport Science Research

指标判断运动员能力发挥情况。如果在重大比赛中,高级游泳运动员血乳酸指标明显低于16~18 mmol/L,说明运动员在这项比赛中没有发挥其潜力。

由此可见,3种供能系统并不是独立工作的,而是共同 参与能量的代谢过程,只是在不同项目中的供能比例不同。

1 游泳的能量训练理论依据

近年来,世界优秀游泳运动员的心脏容积指数(18~20 ml/kg 体重)和最大摄氧量(80~90 ml/kg 体重•min)指标并无明显增长,但运动成绩仍在不断提高,这就提示骨骼肌代谢能力的提高较心血管系统功能对高水平运动能力的提高更为重要。而实践证明,游泳比赛的成败很大程度上取决于肌肉产生能量从而推动身体前进的能力。所以,根据训练的专项化原则,训练的重要任务之一就是要提高机体的供能水平。

所以按照能量供应系统理论分析,科学的训练必须根据 项目的特点来安排训练负荷,训练手段更加专项化和个人 化,训练目的更加明确。训练在有氧训练和无氧训练的基 础上划分得更加精细,生理学和生物化学的研究已经能够确 定不同距离和强度时肌肉活动能量供应的百分比,为训练的 科学化提供了可靠的参考依据^[5]。

训练负荷是指运动员在运动训练中所承受的生理和心理 上的负荷。在运动训练过程中,训练负荷是导致运动员竞 技能力的改变、巩固和提高的主要因素[6]。数量和强度是 游泳训练负荷中的基本因素。数量是指全部训练时间内的游 距,它表示机体承受刺激的数量特征。强度表示的是刺激 的深度,是影响训练效果的主要因素^[7,8]。Mujika, I. (1995)等[7]的研究表明:训练刺激(强度、量和频率) 的安排有一个阈值,超过这个阈值强度可能就是主要的提高 训练成绩的因素, 而训练量和频率已经失去了他们给与机体 刺激的能力。也有研究已经表明在6周的训练里把训练量和 训练次数增加两倍,并没有发现无氧或有氧能力的提高[9]。 事实上他们的最大速度和能力反而下降了[10]。另一项研究 表明: 在两个训练周期之间, 虽然把训练量由8741 m/ 天减 少到了 4517 m/天,但是进行 183 m 最大强度游泳以后最 大摄氧量或血乳酸并没有改变,而游泳做功和能力却显著改 善了。而且还指出,在较低速度上能力的改善并不能转化 为游泳比赛速度的提高[7]。

2 我国优秀运动员重要比赛的血乳酸水平

为了了解运动员在不同泳姿不同距离下,比赛过程的相 对强度要求,以确定运动项目的基本供能类型,我们总结 了2005年全运会游泳比赛和近4年的全国冠军赛、全国锦标 赛、全国短池游泳锦标赛以及2006年上海世界游泳锦标赛 (短池)有关决赛的部分运动员血乳酸。同时对比在近4年 训练过程中有关运动员训练中血乳酸测试水平,依此间接反 映运动训练强度水平的分布。

2.1 测试方法和数据处理

测试对象为国家游泳队国际健将水平运动员。根据比赛 和训练的安排,追踪国家队国际健将级水平的运动员的比赛 和训练的血乳酸,同时对照训练强度安排进行分析。

比赛血乳酸是在比赛结束起水后3~5 min进行;运动员 平时训练的血乳酸测试的时间是有氧训练后2 min,无氧训 练后3 min。

本研究采用全血测试法,因此在配置缓冲液时在缓冲液中加入了配套的破膜试剂。测试时采食指或中指指血20 ul,放入32 ul的抗凝管中待测,然后由专业人员使用美国YSI-1500 血乳酸测试仪进行测试。

采用 SPSS11.5 统计软件包,对长池和短池赛各项目男女运动员的血乳酸水平做均值和标准差,用EXCEL 做图。对于比赛中不同泳姿的血乳酸差异比较采用单因素方差分析;性别和比赛场地的血乳酸差异比较采用独立样本t-检验。显著性水平取 P < 0.05,非常显著性水平取 P < 0.01。优秀运动员训练的个性化血乳酸分布图,采用 SPSS11.5 做直方图。

2.2 测试结果与分析

2.2.1 比赛强度下的血乳酸水平

通过比赛测试的血乳酸水平,我们得到50、100、200 m 不同泳姿比赛状况下的优秀运动员比赛后即刻的血乳酸水平 (见表1)。

从表 1 和图 1 中我们可以看出,50 m 游泳项目比赛的血 乳酸的平均值在 7.8~12 mmol/L之间。其中女子短池 50 m 蛙泳比赛的血乳酸最低 (7.84 ± 0.48 mmol/L),男子长 池 50 m 自由泳比赛的血乳酸平均值最高 (11.98 ± 0.47 mmol/L)。

表1 50 m各项目比赛的血乳酸(mmol/L) Table I LA Level after Different 50m Competitions (mmol/L)

Table 1 EA Devel after Different Join Competitions (minor/E)				
	长池男子组	长池女子组	短池男子组	短池女子组
50 m自由泳	11.98 \pm 0.47 (N=14)	11.21 ± 0.70 (N=12)	11.30 \pm 0.53 (N=7)	11.65 \pm 0.73 (N=8)
50 m蝶泳	10.35 \pm 0.35 (N=16)	9.72 \pm 0.47 (N=15)	10.26 \pm 0.92 (N=8)	8.37 \pm 0.34 (N=8)
50 m 仰泳	11.75 \pm 0.32 (N=12)	9.49 \pm 0.46 (N=16)	9.67 \pm 0.67 (N=8)	10.46 \pm 0.51 (N=9)
50 m 蛙泳	10.16 \pm 0.35 (N=16)	8.30 \pm 0.39 (N=16)	11.75 \pm 0.45 (N=7)	7.84 \pm 0.48 (N=9)

从表 2 和图 2 中可以见,100 名游泳项目比赛的血乳酸 平均值为 10.7~14.94 mmol/L。最低血乳酸水平出现在女 子长池 100 m 蛙泳项目上(10.70 ± 0.22 mmol/L),最 高血乳酸值出现在女子长池仰泳项目上(14.94 ± 0.93 mmol/L)。 200 m游泳长、短池男女运动员各项目比赛的血乳酸结果如下。

从表 3 和图 3 中我们可见,200 m 游泳项目比赛的血乳 酸平均值为 11.5~14.7 mmol/L。其中,男子组短池仰泳比 赛的血乳酸最高(14.69 ± 0.68 mmol/L),女子组短池蝶 泳比赛的血乳酸最低(11.52 ± 0.56 mmol/L)。





图 2 100 m 项目游泳比赛的血乳酸平均值 Figure 2 Average LA Value after 100m competition

表 2 100 m 游泳比赛不同运动员的血乳酸水平(mmol/L) Table II LA Level of the Different Swimmers after 100m Competitions (mmol/L)

	Tuble H Bil Berei	i the Difference Sammers u	ter room competitions (int	loi, 2)
	长池男子组	长池女子组	短池男子组	短池女子组
100 m 自由泳	14.51 \pm 0.26 (N=16)	12.82 \pm 0.27 (N=16)	11.82 ± 1.53 (N=8)	11.41 \pm 0.63 (N=8)
100 m 蝶泳	14.06 \pm 0.59 (N=14)	12.13 \pm 0.55 (N=14)	11.88 \pm 0.64 (N=9)	13.59 \pm 0.55 (N=10)
100 m 仰泳	12.74 \pm 0.96 (N=16)	14.94 \pm 0.83 (N=15)	12.69 \pm 0.60 (N=9)	12.54 \pm 0.69 (N=7)
100 m 蛙泳	12.11 \pm 0.20 (N=16)	10.70 \pm 0.22 (N=16)	12.56 \pm 0.29 (N=7)	10.97 \pm 0.59 (N=9)

表 3 200 m 游泳各项目比赛的血乳酸(mmol/L) Table III LA Level after Different 200m Competitions (mmol/L)

	长池男子组	长池女子组	短池男子组	短池女子组
200 m 自由泳	13.50 \pm 0.46 (N=16)	12.73 \pm 0.47 (N=16)	12.17 \pm 0.45 (N=8)	13.15 \pm 0.46 (N=9)
200 m蝶泳	13.04 ± 0.41 (N=15)	12.13 \pm 0.629 (N=13)	14.00 \pm 0.36 (N=9)	11.52 \pm 0.56 (N=9)
200 m仰泳	14.49 \pm 0.72 (N=15)	14.52 \pm 0.67 (N=15)	14.69 \pm 0.48 (N=10)	12.33 \pm 0.53 (N=7)
200 m蛙泳	13.73 \pm 0.43 (N=14)	11.86 \pm 0.40 (N=15)	12.28 \pm 0.45 (N=7)	13.34 \pm 0.63 (N=9)
200 m 混合泳	14.28 ± 0.33 (N=16)	14.31 \pm 0.67 (N=15)	13.39 \pm 0.81 (N=8)	13.07 \pm 0.56 (N=10)





2.2.2 优秀运动员训练的血乳酸值的个性化案例分析

在研究中,我们通过对个别运动员的血乳酸作个性化的 分析,来了解运动员的训练强度负荷特点,以及训练最大 强度负荷与比赛负荷的比较。我们选取了庞××、焦× ×、周××、王×和罗×作为我们的研究对象。在2008北京 奥运会上焦××获得200 m蝶泳的亚军,破世界纪录。而 庞××在女子100、200 m自由泳比赛中表现突出。周××、 罗×、王×均参加了北京奥运会比赛。

从图4中我们可以看出, 庞××的血乳酸水平在1.5~9 mmol/L。集中在2~7.5 mmol/L, 说明她的有氧训练占的比重比较大。

从图 5 中我们可以看出, 焦××的血乳酸集中分布在 2~13 mmol/L。而且分布较均匀。说明她的有氧和无氧训



图 4 庞××训练的血乳酸值分布示意图 Figure 4 LA Distribution of Peng after Training

练比重相当。

从图 6 中我们可以看出,周××训练时的血乳酸分布特 点趋于两极化,集中在 2~5 mmol/L 和 7.5~11.5 mmol/L 之 间。

从图 7 中我们可以看出, 王×的血乳酸集中在 1.5~7.5 mmol/L。说明她进行有氧训练的比重较大, 而且在进行有氧训练的同时, 会结合较高强度的无氧训练, 但是比重很小。

从图8中我们可以看出来,罗×的训练中血乳酸分布集中在1.5~4 mmol/L和6.5~10 mmol/L;而其他范围的血乳酸值分布较均匀。说明她的训练更注重中低强度和无氧阈训练,无氧训练的比重相对较小。

研究中对庞××、焦××、周××、王×和罗×训练





图 5 焦××训练的血乳酸值分布示意图 Figure 5 LA Distribution of Jiao after Training



Figure 7 LA Distribution of Wang after Training

中的最大血乳酸分别和该队员参加的50、100、200 m比赛的血乳酸进行了对比分析。结果如表4 所示。

从表4的结果中可以看出: 庞××的最大乳酸值均小于 比赛各距离的血乳酸值。

表4 优秀运动员训练和比赛血乳酸的个性化对比结果 (mmol/L)

Table IVIndividual Comparisons between the Training andCompetition of the Elite Swimmers

运动员	主项	最大	50 m	100 m	200 m
		血乳酸	比赛乳酸	比赛乳酸	比赛乳酸
庞××	自由泳	9.15	9.18	12.33	13.93
焦××	蝶泳	13.04	8.58	11.58	12.83
周××	蝶泳	11.14	10.87	14.18	—
Ξ×	蛙泳	10.53	10.11	9.59	11.78
罗×	蛙泳	11.09	7.71	9.56	12.02

焦××的最大血乳酸值是在进行3×200 m 主项的乳酸 峰值训练中获得的,而且均大于比赛的血乳酸。她在进行 无氧训练时,血乳酸值大于8.58 mmol/L的有132次,大 于11.58 mmol/L的有48次,大于12.83 mmol/L有12次。

周××的最大血乳酸是在进行100 m蝶泳全力游时获得的,小于100 m比赛的血乳酸值。周××在进行无氧训练时,血乳酸值大于10.87 mmol/L的只有14次,其他均小于14.18 mmol/L。

王×的最大血乳酸值是在短池(25 m 游泳池)中进行 5×300 m 主项无氧训练时获得的。它大于50和100 m 比 赛时的血乳酸,但小于200 m 比赛的血乳酸。她的无氧训练 血乳酸值大于9.59 mmol/L 的有30次,大于10.11 mmol/L 的有15次,但是均小于11.78 mmol/L。



图 6 周××训练的血乳酸分布示意图 Figure 6 LA Distribution of Zhou after Training





罗×的最大血乳酸值是在短池进行5×200无氧训练时获得的;小于200 m比赛的血乳酸值。罗×的无氧训练手段 血乳酸值大于7.71 mmol/L的有63次;大于9.56 mmol/L的 有24次,但血乳酸值均小于12.02 mmol/L。

3 讨论

乳酸是糖酵解的产物,而糖酵解又是机体运动过程中十 分重要的供能途径。游泳比赛这种时间较短、强度较大的 运动,尤其是对于短距离游泳来说,糖酵解供能起了重要 作用,乳酸也随之大量产生。比赛作为运动训练的终极舞 台,运动员的能力和不足在这儿得到了充分的展示^[10]。因 此,了解运动员比赛时的血乳酸浓度特点,就可以了解不 同项目比赛时的体能代谢状况,这将能够帮助教练员明确今 后训练的方向及需要改进的目标。

因此,我们收集了在国内举行的多次长池和两次短池比 赛中短距离项目各种泳姿决赛前八名男女运动员赛后的血乳 酸值,并对赛后血乳酸值的特点及泳姿、性别、比赛场地 对血乳酸值的影响作了分析。

3.1 游泳各项目比赛的血乳酸问题的启示

大量的研究表明^[11]50 m游泳是最短的游泳比赛项目,以 无氧供能为主。根据人体的供能系统的工作特点,比赛的 前8~10 s,依靠无氧非乳酸能量(肌肉内储存的三磷酸腺 苷和磷酸肌酸)供能。比赛的后半程,依靠无氧糖酵解供 能。至于供能成分中的有氧能力,在如此短的比赛时间内, 耗氧水平不可能增加很多,游抵终点时,耗氧水平也不会 超过极限耗氧水平的二分之一。因此,终点时血乳酸的积 累程度较浅,血乳酸值可达8~13 mmol/L。

在100 m比赛项目中,同样以无氧供能过程为主,无 氧供能较有氧供能的比重多3倍。其中非乳酸能量供能大约 在 3~4 L之间,乳酸盐供能超过 12 L。游抵终点时,血 乳酸水平可增至 14~18 mmol/L,酸碱基础平衡急剧变化, 疲劳加剧,工作能力下降。与 50 m比赛相比,有氧能量 作用明显增加,100 m比赛期间的吸氧量可达 4~5 L。

200 m项目比赛时间约为2 min。与其他比赛项目比较,200 m比赛对无氧糖酵解能量提出更高要求。游抵终点时,血乳酸可达极高水平(18~22 mmol/L),pH值可下降到临界值(7.00)。与此同时,在200 m比赛中,有氧代谢强度加大,吸氧量可达9~10 L,这大约为所需总能量的三分之一。

Medb Φ J.I.(1989)等^[12]认为持续1~2 min 的运动, 如 100 和 200 m 游泳,无氧供能的相对比例大约为 35%~60%。 有资料显示^[13]联邦德国与 1986 年时报道的优秀游泳运动员赛 后平均值最高值为 50 m 的血乳酸为 12~14 mmol/L; 100 m 血乳酸为 16~18 mmol/L; 200 m 血乳酸为 16~20 mmol/L 我 们观察到 50 m 游泳比赛的血乳酸平均值为 7.8~12 mmol/L; 100 m 游泳比赛的血乳酸为 10.7~15 mmol/L; 200 m 游泳比 赛的血乳酸为 11.5~14.7 mmol/L。显然,我国优秀运动员 50、100、200 m游泳比赛的血乳酸值分别低于国外优秀运动员 的水平。但是我们的研究结果反映 50 m 游泳比赛的血乳酸小 于 100、200 m 游泳,表明我们的结果中短距离比赛项目的代 谢特点规律与上述的研究结果是一致的。这一结果并不新颖。 但给我们一个思考的方向。

郭黎[14]等研究发现:运动后血乳酸浓度和运动成绩有 密切相关。筋疲力尽后运动后的血乳酸值是运动后最可靠的 一个标准化的值,因此可以用比赛后的血乳酸值来评价运动 员专项极量运动的能力[15]。对于速度或速度耐力型项目运 动员,大强度运动后训练水平越高的运动员具有最大的血乳 酸值,运动成绩与最大血乳酸值密切相关^[16]。如果我们运 动员在同样项目比赛时的血乳酸水平达到国外优秀运动员水 平,那么,其运动成绩就有一个大幅的提高!我们的运动员 无法到达有效的高血乳酸水平,极限乳酸是造成运动能力限 制的一个至关重要的因素。但是也有一些相反的看法, Rushall (1994)^[17]报道, 乳酸和成绩之间并不相关。盛 蕾(1998)等[18]对同一队员做多年比赛的纵向观察发现,乳 酸和成绩之间不存在显著相关,同样的运动员经过几年的比 赛,比赛成绩提高了而伴随着血乳酸显著下降。在对比赛的 血乳酸进行研究时,出现这样不同的结果,可能是由于对研 究对象做纵向观察和横向观察的差异造成的。

在运动训练中科学地采用适宜的训练方法和负荷量,刺激和诱导代谢及机能的适应性变化,将直接关系到身体机能能力和运动成绩的提高^[13]。游泳训练负荷因素主要有训练强度、训练量和训练次数。Mujika,I.(1995)等^[7]对训练负荷因素与运动成绩的提高的关系做出研究,得出训练强度是提高运动员成绩的最重要的负荷因素,尤其是对于短距离项目。他的研究结果与以往的研究结果一致。因此,对运动强度的控制成了运动员训练的重中之重。

3.2 我国优秀运动员的训练强度

用血乳酸评价训练负荷仍然是目前最有价值、最实用的 指标,因此,我们可以通过测定血乳酸的变化来评价运动 员训练周期的运动强度^[7,19]。笔者测得了高水平运动员庞 ××、焦××、周××、王×和罗×在备战奥运会时的主要水上训练手段的血乳酸值,进而分析他们中强度安排的特点,找出不足之处。

在本文的结果中可以看出,我们的优秀运动员庞××、 焦××的无氧阈训练比重较大,无氧阈训练、最大摄氧量 训练和无氧训练的比重相当,并且在训练过程中的最大乳酸 值能够满足比赛的要求。周××的无氧阈训练和无氧训练的 比重均较大,但是她的最大乳酸值并不总是能够满足比赛的 要求。王×的有氧训练占了相当大的比重,但是无氧高乳 酸训练却很少,而且通常不能满足比赛的要求。罗×的无 氧阈训练和无氧训练的比重相对都比较大,然而相对最大乳 酸值未能够满足比赛的要求。

庞××、焦××、周××、王×和罗×都是短距离运动员。对于短距离运动员来说,比赛对他们的无氧代谢能力的要求很高。因此根据训练的专项化原则,训练计划中必须包括特定的高强度无氧训练。无氧训练可以使机体的乳酸耐受力或最大产乳酸能力提高,相应地提高运动成绩^[20]。Medb Φ JI (1990)等^[9]的研究表明以116%的最大和氧量强度持续运动量分钟或以165%的最大摄氧量强度持续运动30岁,6周的训练就可以使无氧能力提高10%,结果可以使持续1~3 min的运动项目的成绩提高。Neufer PD (1987)等^[21]的研究也表明了最大强度无氧训练的好处。此外,无氧高乳酸训练可以使运动员适应比赛,挑战自我,建立信心。

当然,我们并不是说对于短距离游泳运动员来说就不需 要进行低强度的有氧训练。因为有氧能力的改善对心肌和骨 骼肌的排酸率的增加是有益的^[22~25]。因此有氧训练可以缩 短运动中乳酸消除的过程,使得机体更容易忍受高强度的训 练,无氧能力的提高应在有氧训练的基础上进行。

分析我国高水平运动员的强度负荷特点,强调无氧高乳 酸训练的比例,提高无氧耐力;减少最大摄氧量训练的比 重,增加无氧阈训练的比重,这样训练可以以最经济的方 式获得最大的有氧能力^[22],在赛前要进行乳酸峰值训练, 适应比赛的要求。

表5 训练-比赛强度血乳酸水平对照表(mmo1/L) Table V LA Comparisons between the Training and Com-

petition of the Ente Swimmers				
距离	泳姿	100% 强度血乳酸(男)	100% 强度血乳酸女)	
50	自由泳	12.0	11.2	
	蝶泳	10. 5	9.7	
	仰泳	10.0	9.5	
	蛙泳	11.7	8.3	
100	自由泳	14.5	12.8	
	蝶泳	14.0	12.1	
	仰泳	12.7	14.9	
	蛙泳	12.1	10.7	
200	自由泳	13. 5	12.7	
	蝶泳	13.0	12.1	
	仰泳	14.5	14.5	
	蛙泳	13.7	11.9	
	混合泳	14.3	14.3	

综上所述,就是要积极提倡有效训练强度。为此,在 目前我国游泳训练水平前提下,需要积极提倡"强度决定 论"的观点。在训练计划安排上,以训练强度安排为训练 计划的起点。在有效强度的前提下,扩展运动距离和运动 时间。

3.3 适应的运动训练强度的设想

根据我们的测试,我们可以形成如下一个比赛-训练强 度对照表(见表5)。

即训练的核心是以针对自身专项强度100%的血乳酸水平 设定训练计划,只有达到比赛要求的强度水平,才可能是 提高运动成绩的基本手段。其他低于此核心强度的手段均只 能起到辅助作用和恢复能力的作用,也就是积极性恢复手段 作用。只有在围绕主核心强度的运动量上的拓展,才有可 能产生成绩效能。

4 结论

4.1 运动训练强度是决定训练效果的核心,强度决定运动员能力。

4.2 有效训练是以围绕比赛所需要的血乳酸水平展开的。

4.3 不同泳姿、性别、距离有着不同水平血乳酸强度。

参考文献

- [1] di Prampero PE. (1986). The energy cost of human locomotion on land and in water. *Int J Sports Med* 7: 55-72
- [2] Klentrou PP, RR Montpetit.(1992). Eergetics of backstroke swimming in males and females. *Med Sci Sport Exerc*; 24 (3): 371-375
- [3] Huub M. Toussaint, A.(1994). Peter Hollander. Energetics of competitive Swimming. Sport Med; 18 (6): 384-405
- [4] di Prampero PE, Pendergast DR, Wlison DW, et al.(1974).
 Energetics of swimming in man. J Appl Physiol; 37: 1-5
- [5] 杨杰,张庆国.人体运动时的能源与游泳供能能力训练[J]. 体育函授通讯,1997;3:52-53
- [6] 王清. 我国优秀运动员竞技能力状态诊断和监测系统的研究和 建立[J]. 人民体育出版社, 2003
- [7] Mujika, I., Chatard, J-C., Busso, T. (1995). Effects of training on performance in competitive swimming. *Can J Appl Physiol*;
 20 (4): 395-406
- [8] 体育院校通用教材. 游泳运动[M]. 人民体育出版社, 2001

- [9] Medb φ JI, Bergers S. (1990). Effect of training on the anaerobic capacity. Med Sci Sports Exerc; 22: 501-507
- [10] Costill DL, Thomas R, Robergs RA.(1991). Adaptations ti swimming training: Influence of training volume. *Med Sci Sports Exerc*; 23: 371–377
- [11] 尼·日·布尔加科娃编,迟爱光译.游泳训练学[M].广东省 体育科学研究所,广州体院《游泳季刊》编辑部,2004
- [12] Medb φ JI, Tabata I.(1989). Relative importance of aerobic and anaerobic energy release during short-lasting exhausting bicycle exercise. J Appl Physiol; 67: 1181–1186
- [13] 冯炜权、翁庆章等. 血乳酸与运动训练一应用手册[M]. 人民体 育出版社, 1990
- [14] 郭黎,陈文鹤,段子才.运动后乳酸清除率与运动能力的关系[J].上海体育学院学报,2005;29(2)44-47
- [15] 李涛,刘宏,郭吉强.运动强度对血乳酸动态影响的分析
 [J]. 淮北煤师院学报,1994;15(4):85-89
- [16] 阮恩茜. 高水平大学生游泳运动员赛前训练代谢能力监测的分析[J]. 沈阳体育学院学报,2005;24(5):55-58
- [17] Rushall BS, King HA.(1994). The Value of Physiological Testing With an Elite Group of Swimmers. Australian Journal of Science and Medicine in Sport; 3/4: 14 - 21
- [18] 盛蕾,张雄. 游泳比赛后血乳酸变化的纵向观察[J]. 体育与科学,1998;19(5):63-68
- [19] 周桂珍. 高水平运动员训练监控的几点体会[J]. 辽宁体育科 技, 2004; 26 (4): 99
- [20] 孙革,潮芳.无氧训练过程中的乳酸监控[J].安庆师范学院学报(自然科学版),2004;10(1):106-109
- [21] Nevill ME, Boobis LH. Brooks S.(1989). Effect of training on muscle metabolism during treadmill sprinting. J Appl Physiol; 67: 2376-2382
- [22] 杨士荣. 游泳训练中抗疲劳能力训练[J]. 体育学院学报, 2001; 35(6):78-79
- [23] K Wakayoshi, T Yoshida, Y Ikuta.(1993). Adaptation to six months of aerobic swim training: change in velocity, stroke length and blood lactate. *Int J Sports Med*; 14: 368–372
- [24] Donovan C.M., Pagliassotti M.J.(1990). Enhanced efficiency of lactate removal after endurance training. J Appl Physiol; 68: 1053-1058
- [25] Favier R.J., Constable S.H., Chen M, Holloszy J.O. (1986).
 Edurance exercise training reduces lactate production. J Appl Physiol; 61: 885–889

(责任编辑: 何聪)