



运用水槽对石峰术后技术动作的诊断分析及专项辅助训练方法的研究

宋 闪¹, 陈 勤², 尹万利², 仰红慧¹

摘 要: 通过运用上海游泳水槽独有的“三线运动分析系统”对石峰术后的游泳技术进行精细化分析与诊断, 采用ISOMED2000等速肌力测试仪评价膝关节周围肌肉力量和功能的恢复, 同时对其在术后的专项训练方法进行研究, 为运动员在以后的伤后训练中提供有效的建议和帮助。

关键词: 水槽; 技术动作; 专项训练

中图分类号: G804.6 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2014)01-0058-04

Diagnosis and Analysis of Shi Feng's Swimming Technique by Using Swimming Flume and the Special Assistant Training Method

SONG Shan, CHEN Qin, YIN Wanli, YANG Honghui

(Shanghai Research Institute of Sports Science, Shanghai 200030, China)

Abstract: By using "three line motion analysis system" of the swimming flume in Shanghai, the author carefully analyzed and diagnosed Shi Feng's swimming technique after the operation. ISOMED2000 isokinetic muscle strength tester was applied to assess the muscle strength around the knees and the recovery of function. At the same time, his special training method was studied so as to provide effective advice and help for athletes in the training after injury.

Key words: flume; technique; special training

随着科技水平的日新月异, 我们竞技体育的竞争日趋激烈, 为了取得优异的运动成绩, 运动员在日常训练或者比赛中需要承受巨大的负荷, 极易造成运动员的运动损伤。运动员受伤后能否完全康复, 康复后的体能和专项技术能否恢复到以前的竞技水平至关重要, 所以术后运动员的技术动作分析越来越受到重视, 本文通过设计运用游泳水槽独有的“三线运动分析系统”对石峰术后的游泳技术进行精细化分析与诊断, 同时对其在术后的专项训练方法进行研究, 以期为运动员在以后的伤后训练中提供有效的建议和帮助。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

我国优秀男子短距离蝶泳运动员石峰, 出生于 1988 年 11 月 6 日, 身高 180 cm, 体重 94.3 kg。从事专业训练年限 17 年, 主攻 100 m 蝶泳。2006 年因打篮球时不慎跌倒造成膝关节损伤, 此时实施关节镜下右膝前交叉韧带人工韧带重建术, 半月板修复及内侧副韧带修复术。2010 年因人工韧带断裂行关节镜下前交叉韧带自体重建术, 术后进行康复训练。近 4 年石峰参加比赛成绩见表 1。

以上是石峰近几年 100 m 蝶泳的比赛成绩, 在 2009 年 11 月(术前)的比赛成绩最好, 51.98 s, 在 2010 年进行关节镜下前交叉韧带自体重建术后, 比赛成绩虽比 2009 年有所

表 1 石峰 2009—2013 年期间 100m 蝶泳比赛成绩一览表

Table 1 Shi Feng's Results of 100m Butterfly in the Period of 2009-2013

比赛时间	比赛地点	比赛成绩 /s	成绩提高 /s
2009 年 11 月	山东全运会	51.98	
2010 年 4 月	绍兴冠军赛	54.33	-2.35
2011 年 4 月	武汉冠军赛	53.46	0.87
2011 年 9 月	日照锦标赛	52.84	0.62
2012 年 4 月	绍兴冠军赛	53.05	-0.21
2013 年 4 月	郑州冠军赛	52.64	0.41
2013 年 9 月	辽宁全运会	51.99	0.65

下降, 但是术后经过专项技术训练后, 比赛成绩呈现稳步提高, 辽宁全运会上发挥出术前的最好水平, 获得银牌, 实属不易。

1.2 研究方法

技术动作分析: 运用上海游泳水槽独有的“三线运动分析系统”, 对石峰术后的技术动作的分析与诊断, 水槽流速设定为 1.63 m/s(200 m 蝶泳 95% 强度), 要求运动员在设定的水流速度下保持匀速游 60 s 以上, “三线运动分析系统”完成对测试图像数据的采集和保存。

专项能力测试: 采用 ISOMED2000 等速肌力测试仪对

收稿日期: 2013-12-15

基金项目: 国家体育总局重点领域研究攻关课题(2012B055)。

论文说明: 2013 年第 16 届全国运动生物力学学术交流会专题报告。

第一作者简介: 宋闪, 女, 硕士, 实习研究员, 研究方向: 运动技术诊断与训练监控

作者单位: 上海体育科学研究所, 上海 200030



左右膝关节肌肉力量测试对比, 评价膝关节周围肌肉力量和功能的恢复。

2 结果与分析

2.1 蝶泳的技术动作

蝶泳的手臂技术动作一般分为入水、抱水、划水、出水、空中移臂5个阶段, 入水时两手掌同时对称地斜插入水, 然后前臂和上臂依次入水, 目的是完成抱水动作, 当手臂入水后尽可能沿水面向前伸臂和伸肩, 两手掌和前臂内旋并外分, 向外向后划水。当两手外划至超过肩宽时, 屈腕, 使手掌由向外、向后变为向外、向下和向后, 同时屈肘完成抱水动作, 这样可以使背阔肌等大肌肉群拉长, 为划水做好准备, 手从外向内后下方划水, 两手划至头的下方时

距离较近, 然后向后推水。手沿胸腹部下方推水时逐渐分开距离, 尽量保持向后的对水位置。当肘关节靠近体侧时, 两手迅速向外后方推水, 在手划水尚未结束时, 肘已经开始离开水面, 当两手划至大腿两侧时, 利用划水的惯性, 肩带动手臂提肘出水^[1]。

2.2 水槽中的技术诊断分析

图1~3中Frame是运动员连续动作图片的帧数, 每帧时间间隔0.04s, V_y 是Y方向(即前进方向)的速度, 正值表示此刻高于设定的水流速度的相对值, 而负值则表示此刻低于设定的水流速度的相对值^[2]。速度曲线的波动表明了运动员身体在前进方向的速度波动幅度。从图中可以看出, 在整个波动幅度上, 2011年测试结果明显比2010年的速度波动幅度小, 证明石峰在2011年的技术动作趋于稳定。

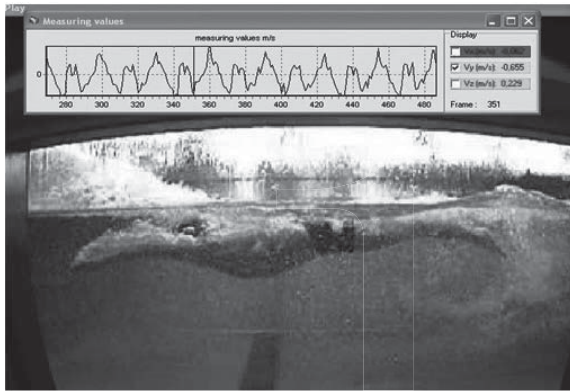


图 1a 术前测试 (2010 年)

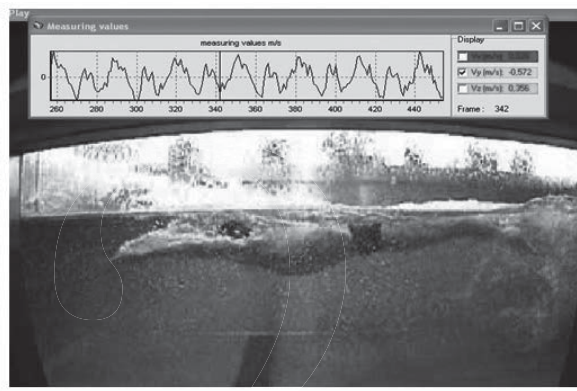


图 1b 术后测试 (2011 年)

图 1 术前后滑行阶段的测试对比

Figure 1 Comparison between the Tests at the Glide Phases before and after the Operation

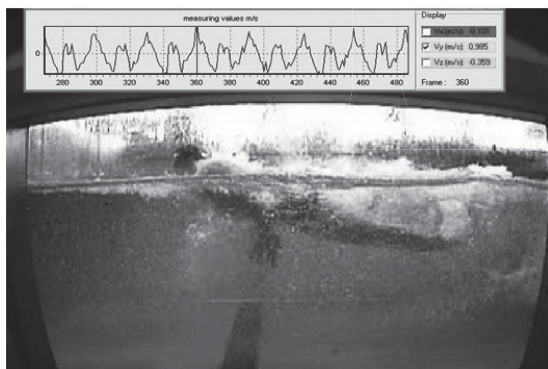


图 2a 术前测试 (2010 年)

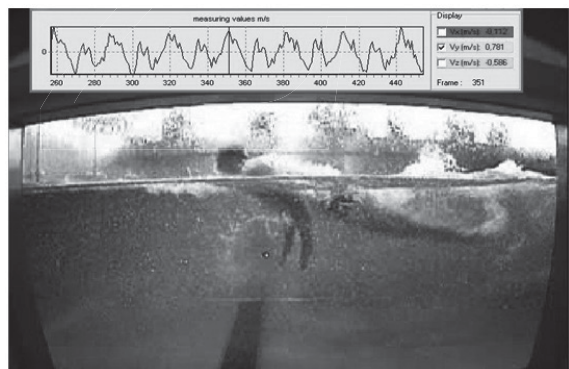


图 2b 术后测试 (2011 年)

图 2 术前后推水阶段的测试对比

Figure 2 Comparison between the Tests at the Water-pushing Phases before and after the Operation

从图 1a 与图 1b 的对比中看出, 石峰在 2011 年水槽测试中(图 1b), 入水时下颚紧贴水面, 当移臂至超过肩延长线后, 积极低头、压肩; 肩前送技术明显; 手入水时基本完成压肩动作, 并且, 入水点基本与肩同宽, 为更好地抱水奠定了基础^[3]。而图 1a 在入水时, 头部位置较高, 压肩动作不够充分, 导致肩前送幅度过小, 不利于抱水动作高质量的完成。

从图 2a 与图 2b 的对比中看出, 在前进速度达到最大

时身体相对于水流的速度分别为 0.781 m/s 和 0.985 m/s, 第二次速度明显快于第一次的速度。这是由于图 2b 中手入水前已基本完成压肩技术, 当手入水后压肩动作小而浅, 躯干波浪小, 减小了迎面阻力, 而且计算此时身体与水面的夹角发现, 图 2a、图 2b 测试的夹角分别为 22.6°、21.5°, 由于图 2b 中身体与水面的夹角缩小了 1.1°, 这样一定程度上也减少了迎水面积, 从而减少了水流对身体的阻力, 划水的效率也提高了, 更加有利于游进速度的提高。

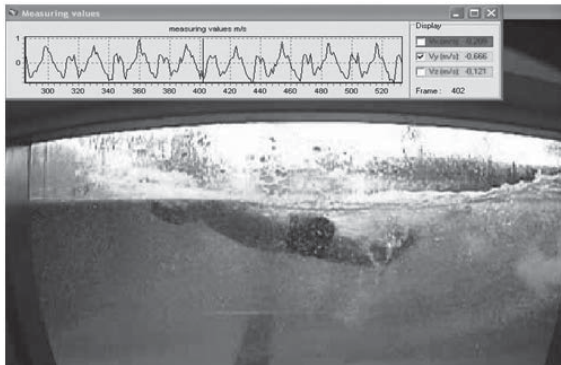


图3a 术前测试(2010年)

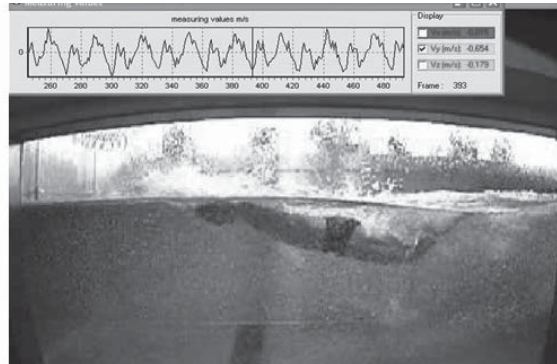


图3b 术后测试 (2011年)

图3 术前后移臂阶段的测试对比

Figure 3 Comparison between the Tests at the Arm Recovery Phases before and after the Operation

手划水一过身体重心,积极向后、向外划水快速出水移臂。

在整个的波动幅度上, V_{min} (速度最低值) 是整个动作周期中衡量技术动作的重点, 速度最低值越小, 说明运动员整个的周期中速度下降越多, 为了保持匀速游而需要速度提高的幅度也越多, 造成起伏波动越大, 身体能量消耗也越大, 不利于匀速游。从图3a与图3b的对比中可以看出, 2011年的测试中 V_{min} ($V_{min}=-0.654$) 值大于2010年 ($V_{min}=-0.666$) 的测试结果, 从图3a中可以看出, 在运动员移臂过程中, 他的打腿动作幅度比较大, 膝关节的屈膝动作过大, 波浪过大, 给人体前进造成的阻力就越大, 人体克服阻力做功而丧失的能量就越多。而图3b中, 运动员的打腿动作幅度小, 小的蝶泳腿不会造成过大的波浪, 受到的水的阻力也较小, 从而速度的流失也比较少。综上所述, 石峰在经过一年的康复训练后, 其整个周期的动作幅度波动平稳, 并且在Y方向上的速度有一定的提高。

2.3 专项训练方法

由于石峰是右膝受伤, 术后下肢力量比较薄弱, 需要加强石峰的专项打腿能力的训练。水下打腿需要依靠腰腿力量带动脚踝进行波浪式的水下鞭状打腿从而使身体获得较大的推动力, 但是此时如果激起的波浪越大, 给人体前进造成的阻力就越大, 人体为了克服阻力做功丧失的能量就越多, 所以此时的打腿应该是上下小幅度的打腿。水下打腿技术要求上下打腿动作幅度小, 并且频率要快, 此时才能获得较好的效果。专项打腿需要运动员具备强大的腰腹和腿部的爆发力, 还需要具备很好的脚踝柔韧性。

由于石峰刚刚恢复, 所以进行腿部和腰腹部的力量素质训练不宜过快过大, 这时应以改善肌肉协调性为主, 主要采用伸展肢体、弹跳、支撑自己体重和小负荷的力量练习, 这对增长力量素质有很大帮助, 过大的负荷练习容易引起旧伤的复发。此时, 应多采用克服自身体重方法, 以动力性练习为主要训练手段, 因为动力练习可使肌肉组织紧张、放松交替进行, 能有效地改善肌肉内的协调能力^[4]。当恢复一段时间后, 进行强度较大的力量训练时, 但是要特别注意肌肉的放松调整。

由于游泳是在一个流动的环境中进行的, 人体没有任何的支撑, 所以腰腹部的力量的控制力和协调性是非常重

要的, 而蝶泳腿也需要强大的腰腹力量为腿部的发力提供力量来源, 每一次下肢的发力动作, 都来自于腰肌肌群, 并通过闭合式的动力链形成有效的力量传递。所以, 石峰在专项训练中还要加强腰腹力量的训练。

腰腹力量训练应多采用无固定支撑点的训练方法以更符合游泳项目特征, 主要采取以下两种手段: (1) 不借助任何器械的单人练习, 让运动员更能深刻体会到腰腹肌肉群的用力和有效控制身体, 比如: 仰卧挺髋、仰桥、单臂俯卧撑控腹、腿臂交叉两头起等。(2) 进行单一器械的练习, 这样能够有效地调动身体腰腹部深层肌肉群的参与, 并且在动作中控制躯体始终保持正确的运动姿势, 单一器械练习, 运用最多的是平衡球、平衡板和悬吊绳等不固定轨迹的训练器械上进行的力量练习^[5], 这两种看似简单的锻炼腰腹部肌肉力量的训练方法, 可以有效地提高游泳运动员对腰腹肌肉群的控制, 使运动员在水中保持良好的流线型并充分发挥对腿部的力量传递, 从而提高运动成绩。

经过专项训练手段, 石峰的下肢肌肉力量、水中专项打腿能力、划水能力、有氧能力、无氧能力均达到术前水平 (见表2)。

表2 水中专项体能测试结果

Table II Results of the Special Fitness Test in Water

测试项目	术前测试成绩	术后五个月测试成绩
1500m 自由泳	16'30"	16'42"
8*100 蝶	1'5", 包干时间 1'40"	1'9"5, 包干时间 1'40"
50m 冲刺游	23"	23"8
10*100 打腿	1'13", 包干时间 2'	1'18"5, 包干时间 2'
10*100 划手	1'8", 包干时间 1'30"	1'11", 包干时间 1'30"

研究表明, 左右侧肌力不平衡才是造成运动损伤的根本原因, 所以比较左右侧肌力对于评价运动员下肢力量具有重要意义^[6]。与初期相比, 经过训练后, 石峰的股四头肌最大力量左侧增长16%, 右侧增长17%, 腓绳肌最大力量左侧增长20%, 右侧增长19%。两侧腓绳肌最大力量无明显差异, 两侧快速力量左侧相比右侧偏弱, 差异由26.5%减为1.1%, 股四头肌两侧最大力量与快速力量差异均低于10% (见表3)。



表3 康复前后等速肌力测试峰力矩结果 (FtLbs)
Table III Peak Torque Results of the Isokinetic Muscle Test before and after the Recovery (FtLbs)

峰力矩	60° /s			180° /s			
	右侧	左侧	差异 /%	右侧	左侧	差异 /%	
股四头肌	初期	202	237	14.5	139	138	1.1
	末期	224	237	5.4	168	162	3.9
腓绳肌	初期	262	274	4.8	184	181	1.7
	末期	135	135	0	129	94	26.5

3 结论

通过运用水槽“三线运动分析系统”得到的数据反馈,石峰在术后的技术动作已经基本恢复,经过专项训练手段,石峰的下肢力量得到恢复并保持良好的,两侧下肢力量差距明显减少。专项能力获得提高,总体说明所采取的体能训练取得了良好效果。

参考文献:

[1] 游泳运动[M].北京:人民体育出版社,2001.
[2] 仰红慧,李旭鸿,余卫东等.游泳水槽三线运动分析系统的应用介绍及二次研发的构想[J].体育科研,2006,27(2):65-67.
[3] 郑闻生,金炜.对刘子歌备战第29届奥运会200 m蝶泳技术攻关研究[J].中国体育科技,2009,29(4):66-72
[4] 赵克非.谈谈少年投掷运动员的力量训练[J].青海体育科技,1987,2.
[5] 索科洛瓦斯·赫尔·游泳运动员的多年训练[J].游泳季刊,2002,(3).

[6] 杨涛,李之俊.等速测试在评价运动员肌力中的应用[J].体育科研.2007(03).
[7] 徐心浩,仰红慧,余卫东,等.游泳水槽在现代游泳训练和科研中的应用[J].体育科学,2006(26),10.
[8] 仰红慧,李旭鸿,余卫东,等.游泳水槽三线运动分析系统的应用介绍及二次研发的构想[J].体育科研,2006(27),2.
[9] 狄建.对游泳推进力基础理论的分析归纳与认知[J].体育科学,2002,22(1):77-80.
[10] 董越编译.游泳运动员的水阻力研究[J].体育科技(北京体科所),1982,3:37-40.
[11] 侯茂初,等.试论游泳的阻力成分[C].第四届全国运动生物力学会议论文集,成都,1983.
[12] 李德坚(1990).四种泳势划水推进力的力学分析[J].北京体育学院学报,1990,(1):18-25.
[13] 许琦.对游泳运动中阻力与推进力问题的研究综述[J].体育科学,2002,22(2):73-77.
[14] 詹姆斯·依·康西尔曼.美国游泳技术和训练[M].北京:人民体育出版社,1975.1-17.
[15] 索科洛瓦斯·赫尔·游泳运动员的多年训练[J].游泳季刊,2002,(3).
[16] 马侠.肌肉力量增长的生理机制[J].安徽体育科技,1999,4.
[17] 程洁.少儿游泳运动员柔韧、协调素质物理特点及训练方法初探[J].体育科研,1998,(3):56-61.
[18] 郭宏钰.康复训练对优秀运动员前交叉韧带重建后神经肌肉功能改善的效果[D].北京体育大学,2009.
[19] 敖英芳,田得祥,崔国庆,等.运动员前交叉韧带损伤的流行病学研究[J].体育科学,2000,20(4):47-48.
[20] 王子彬,王惠芳,崔芳,孙文琳.运动员膝关节半月板损伤微创术后的康复[J].中国康复医学杂志,2008,23(1):8-10.

(责任编辑:何聪)