

比赛中不同发挥程度游泳运动员临赛前心率、血压、血乳酸的变化

宋耀伟, 周予墨

摘要: 对比31名优秀游泳运动员2次比赛成绩, 将其分成超常、正常、失常组, 监测不同组别运动员临赛前准备活动前、中、后心率、血压、血乳酸, 采用方差分析, 探索临赛前准备活动中强度练习的等级, 及优秀游泳运动员赛前适宜比赛的生理状态。结果显示: 赛前准备活动的强度练习, 心率应达到80%~90% HR max, 血乳酸3~4 mmol/L, 收缩压大幅上升, 舒张压不变或下降。赛前2h适宜比赛的生理状态, 心率、收缩压接近或可略高于安静时, 舒张压接近或略低于安静时, 血乳酸2mmol/L以下。赛前15~20 min心率、收缩压、舒张压应恢复或可略高于准备活动前。血乳酸并非监测游泳运动员赛前生理状态, 评价准备活动强度的敏感指标。建议重视临赛前准备, 注重监控运动员赛前生理状态, 合理安排赛前准备活动强度。

关键词: 游泳; 优秀运动员; 比赛发挥; 生理状态; 监测

中图分类号: G804

文献标志码: A

文章编号: 1006-1207(2011)03-0075-03

Pre-Game Changes of Heart Rate, Blood Pressure and Lactic Acid of the Swimmers with the Different Performance level in Competition

SONG Yao-wei, ZHOU Yu-mo

(Swimming Teaching Dept., Xi'an Physical Education University Xi'an, Shaanxi 710068, China)

Abstract: Comparing the results of 31 elite swimmers in two competitions, the author divided them into supernormal, normal and subnormal groups and monitored their heart rate, blood pressure and lactic acid before, during and after the pre-game warm-ups. Adopting variance analysis, the paper tries to explore the levels of intensity practice in pre-game warm-ups and the suitable pre-game physiological status of elite swimmers. The result shows that in pre-game intensity practice, heart rate should reach 80-90%HRmax and lactic acid 3-4mmol/L. Systolic blood pressure rises distinctly and diastolic blood pressure keeps stable or decreases. Two hours prior to competition, heart rate and systolic blood pressure are close to or a bit higher than those during the state of tranquility. Diastolic blood pressure is close to or a bit lower than that during the state of tranquility. Blood lactic acid is lower than 2mmol/L. At the time of 15-20min before competition, both systolic and diastolic blood pressure should recover or a bit higher than those before warm-up. Lactic acid is not a sensitive indicator for monitoring swimmer's pre-game physiological status evaluating the intensity of warm-ups. The article suggests paying attention to pre-game warm-up, monitoring athletes' pre-game physiological status and appropriately arranging intensity of pre-game warm-ups.

Key words: swimming; elite athlete; performance in competition; physiological status; monitoring

游泳临赛前准备活动是运动员调动身体机能、调节中枢神经系统,使机体由安静状态向运动状态转换的一项重要活动,是运动员能否在比赛中发挥正常竞技水平的关键因素。监测运动员赛前准备活动过程中的生理状态,是衡量运动员赛前准备活动是否有效、赛前准备活动是否起到充分调动身体机能的最好方法。采用游泳运动成绩发挥水平评价标准,以运动员半年内该项目最好成绩最为基值,对比当次比赛成绩,将运动员分为超常、正常、失常3组进行分析。通过对不同组别运动员临赛前准备活动前、中、后心率、血压、血乳酸等指标的监测,了解运动员在临赛前2 h内的生理状态。运用方差分析,判断不同发挥组别运动员在赛前准备活动中强度部分练习的强度等级,并初步探索优秀游泳运动员赛前适宜比赛的生理状态。

1 研究对象与研究方法

1.1 研究对象

以参加2008年全国大学生游泳锦标赛和2009年全国春季游泳锦标赛的优秀游泳运动员共31人作为研究对象。其中男运动员14名,女运动员17名;平均年龄 18.68 ± 2.23 岁;平均训练年限 10.39 ± 2.38 年;国际健将6名,健将14名,一级运动员11名。

1.2 研究方法

1.2.1 对比法

比赛发挥情况对比,采用李益群(1991)“游泳项目运动成绩发挥水平评价标准”,以运动员该项目半年内最好

收稿日期: 2011-02-09

第一作者简介: 宋耀伟,男,助教. 主要研究方向: 体育法学、游泳教学与训练.

作者单位: 西安体育学院 游泳教研室, 陕西 西安, 710068

成绩为基值，对比当次比赛成绩，把运动员分为超常、正常、失常发挥3组进行对比分析（见图1）。

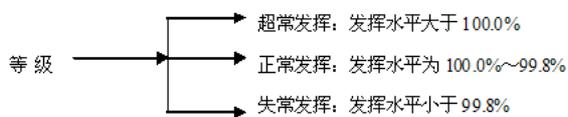


图1 游泳项目运动成绩发挥水平评价标准
Figure 1 Criteria for Evaluating Swimming Performance

1.2.2 测量法

在比赛当天到达赛场后安静时、水上准备活动中强度部分练习后即刻、准备活动结束后充分休息后3个时象监测运动员心率、血压（收缩压、舒张压）、血乳酸。心率测试仪器为芬兰制造 POLARPR-400 遥测心率仪。血压测试仪器为大连产 HEM-741COMRON 电子血压计。血乳酸测试仪器为美国 YSI-1500-SPORT 乳酸分析仪。

1.2.3 数理统计法

所得数据通过 SPSS 17 统计软件进行数理统计。

2 研究结果与分析讨论

2.1 运动员比赛发挥情况结果与分析

将运动员当次比赛成绩与半年内该项目最好成绩进行对比并分组，结果显示，超常发挥组12人，其中男运动员6人，女运动员6人，国际健将1人，健将5人，一级运动员6人。正常发挥组10人，其中男运动员5人，女运动员5人，国际健将3人，健将5人，一级运动员2人。失常发挥组9人，其中男运动员3人，女运动员6人，国际健将2人，健将4

人，一级运动员3人。

2.2 准备活动前各项指标监测结果与分析

在运动员到达赛场进行身体活动前，大约距离比赛2h左右，测试运动员心率、血压、血乳酸。从表1可以看出3组运动员心率情况，失常组>正常组>超常组；收缩压、舒张压情况，失常组>超常组>正常组；血乳酸浓度3组运动员基本处在同一水平，4项指标均无显著性差异。

这一结果表明不同发挥组别运动员在赛前2h左右安静状态下生理状态区别不大，这与受试者的年龄、训练年限、运动等级及训练水平相近有关。参考中国运动员生理常数^[1]发现，本次受试运动员的心率和收缩压均值略高于速度耐力性项目运动员安静心率、安静收缩压。这与测试时间距离比赛较近有关，进入赛场后运动员虽然处于安静状态，但现场环境与气氛使运动员产生紧张、兴奋等情绪，导致心率和收缩压有所上升。本研究中运动员的舒张压水平基本与运动员生理常数中速度耐力性项目运动员安静舒张压接近，印证了舒张压属于相对稳定的生理指标，只有在运动员生理机能状态不佳时才会出现较大幅度的上升。研究表明，人体正常安静状态时血乳酸浓度在2mmol/L以下，运动员血乳酸安静值与正常人无差异。本研究中水上准备活动前血乳酸均值为1.43±0.190mmol/L，与大多数研究结果相吻合，证明本次受试运动员血乳酸浓度处在正常水平。

准备活动前受试运动员4项生理生化指标无显著性差异，表明本研究中运动员在水上准备活动前生理状态比较接近，此时并无运动员处在较差的竞技状态中。借此可以认为，赛前水上准备活动内容、效果及心理状态可能是影响运动员比赛发挥的重要因素。

表1 运动员准备活动前生理状态 (X ± S)
Table I Swimmers' Physiological Status prior to Warm-up

	心率/(b/min)	收缩压/mmHg	舒张压/mmHg	血乳酸/(mmol/L)
超常组(N=12)	64.67 ± 3.20	119.92 ± 2.35	70.92 ± 4.03	1.43 ± 0.23
正常组(N=10)	64.70 ± 3.92	118.70 ± 1.49	70.70 ± 2.00	1.42 ± 0.16
失常组(N=9)	65.67 ± 2.06	120.11 ± 2.67	71.33 ± 2.18	1.44 ± 0.19

2.3 准备活动中强度练习部分即刻各项指标监测结果与分析

准备活动中强度部分后即刻心率情况（见表2），正常组>超常组>失常组，总体差异非常显著（P=0.0001），其中正常组与失常组（P=0.0001）、失常组与超常组（P=0.001），差异非常显著。收缩压情况，正常组>超常组>失常组，总体具有显著性差异（P=0.034），其中正常组与失常组（P=0.016）、失常组与超常组（P=0.032）具有显著性差异。舒张压情况，失常组>正常组>超常组，总体具有显著性差异（P=0.015），其中正常组与失常组（P=0.014）、失常组与超常组（P=0.008）差

异具有显著性。血乳酸浓度，正常组>超常组>失常组，总体与各组别间均无显著性差异。

从水上准备活动强度部分后即刻心率、收缩压、舒张压可以看出，超常组和正常组运动员的生理生化指标比较接近，且均无显著性差异。超常组、正常组与失常组之间存在显著性差异，表明他们在水上准备活动中强度部分的强度等级，以及生理机能状态上存在差异。强度作为赛前水上准备活动的关键部分，是调动运动员身体机能，使其适应激烈比赛的有效途径，对比赛成功与否起着重要作用。

表2 运动员准备活动中生理状态 (X ± S)
Table II Swimmers' Physiological Status during Warm-up

	心率/(b/min)	收缩压/mmHg	舒张压/mmHg	血乳酸/(mmol/L)
超常组(n=12)	166.17 ± 1.34 ^{cc}	166.33 ± 10.23 ^c	73.58 ± 4.36 ^{cc}	3.36 ± 0.41
正常组(n=10)	169.10 ± 3.21 ^{cc}	168.30 ± 9.60 ^c	73.80 ± 2.82 ^c	3.27 ± 0.41
失常组(n=9)	158.56 ± 7.67 ^{aa bb}	156.11 ± 11.13 ^{a b}	78.00 ± 2.69 ^{aa b}	3.24 ± 0.57

注：与超常组相比 a: p < 0.05; aa: p < 0.01。与正常组相比 b: p < 0.05; bb: p < 0.01。与失常组相比 c: p < 0.05; cc: p < 0.01。



从心率推测运动员水上准备活动的强度等级, 可以发现失常组运动员在水上准备活动强度部分练习强度较低, 与相关研究中^[2]关于水上准备活动中强度部分应达到最大心率80%~90%的结论不符。而超常组与正常组运动员水上准备活动中的强度等级则达到了最大心率80%~90%。有研究认为^[2], 强度训练后收缩压上升、舒张压不变或下降、脉压差增加且恢复较快, 是身体机能良好的表现。表2数据可以看出, 超常组和正常组运动员的血压变化符合这一规律, 而失常组运动员血压变化则恰恰相反, 收缩压上升少, 而舒张压上升多, 脉压差(收缩压与舒张压之差)明显小于另外两组运动员。有研究证明^[3]运动后血乳酸水平主要与运动强度、运动量、持续时间、各器官的代谢机能有关。由于游泳运动员赛前水上准备活动中强度部分非极限强度, 且量少、时间较短, 因此不同组别运动员血乳酸水平比较接近, 血乳酸浓度均值为 $3.30 \pm 0.450 \text{ mmol/L}$, 没有达到传统意义上 4 mmol/L 的乳酸拐点, 即没有达到由有氧代谢供能开始大量动用无氧代谢供能的临界点(无氧阈)。反映出在这一阶段的练习虽然达到一定强度, 但整个人体运动过程仍然以有氧代谢供能的方式占据主导, 不会堆积大量的血乳酸, 运动员不会感觉肌肉出现酸痛、疲劳等情况, 不会给

即将开始的比赛造成不利影响。

通过以上结果分析可以看出, 心率能够较准确反映水上准备活动强度部分的强度等级, 强度部分后即刻收缩压、舒张压、脉压差可以反映出运动员的身体机能状态。但血乳酸在衡量游泳运动员赛前水上准备活动强度和监测运动员赛前生理机能状态上并非敏感、有效的指标。

2.4 准备活动后各项指标监测结果与分析

水上准备活动结束充分休息后、检录之前, 距离比赛20~30 min测试运动员心率、血压及血乳酸(见表3)。结果显示, 心率情况, 失常组>正常组>超常组, 总体与各组之间均无显著性差异, 但与准备活动前相比有明显上升的趋势。收缩压: 失常组>超常组>正常组, 总体无显著性差异, 其中正常组与失常组($P=0.042$)具有显著性差异, 与准备活动前相比收缩压水平有所上升。舒张压: 失常组>超常组>正常组, 总体无显著性差异, 其中正常组与失常组($P=0.045$)、失常组与超常组($P=0.043$)具有显著性差异, 与准备活动前相比超常与正常组舒张压水平上升幅度小于失常组。血乳酸浓度, 正常组>失常组>超常组, 总体与各组间无显著性差异。

表3 运动员准备活动后生理状态 ($X \pm S$)
Table III Swimmers' Physiological Status after Warm-up

	心率/(b/min)	收缩压/mmHg	舒张压/mmHg	血乳酸/(mmol/L)
超常组(n=12)	70.17 ± 1.80	124.17 ± 4.04	71.92 ± 4.30^c	1.34 ± 0.13
正常组(n=10)	70.20 ± 2.66	121.50 ± 3.54^c	71.80 ± 2.82^c	1.44 ± 0.26
失常组(n=9)	71.56 ± 1.13	125.11 ± 3.33^b	$75.44 \pm 3.97^{b,a}$	1.36 ± 1.81

注: 与超常组相比 a: $p < 0.05$; aa: $p < 0.01$ 。与正常组相比 b: $p < 0.05$; bb: $p < 0.01$ 。
与失常组相比 c: $p < 0.05$; cc: $p < 0.01$ 。

与准备活动前相比, 心率的明显上升是由于随着比赛临近运动员的兴奋与唤醒等心理状态变化所造成的。同时与准备活动中心率进行对比可以发现, 超常组和正常组运动员心率恢复情况好于失常组, 体现出失常组运动员在水上准备活动后生理机能状态差于另外两组运动员。准备活动后运动员收缩压与舒张压的显著性差异再次证明了超常组和正常组运动员的生理机能状态要好于失常组, 表明高的舒张压以及小的脉压差不利于运动员比赛的发挥, 这一结果与大多数研究相吻合。准备活动后3组运动员血乳酸浓度与前两个时象相同, 仍然无显著性差异, 因此可以认为血乳酸并非监测游泳运动员赛前生理机能状态的敏感指标。与准备活动中和准备活动前血乳酸对比发现, 所有运动员的血乳酸清除状况较好, 总体均值为 $1.38 \pm 0.394 \text{ mmol/L}$, 低于准备活动前水平。因此可以认为有效的赛前水上准备活动有助于清除血乳酸, 同时间接印证了游泳赛前准备活动的重要性与作用。

3 结论与建议

3.1 赛前水上准备活动中强度部分的强度等级, 即水上准备活动中强度部分后即刻生理状态, 心率应达到80%~90%HRmax, 血乳酸浓度在3~4 mmol/L, 收缩压有大幅度上升, 舒张保持不变或略有下降。

3.2 赛前2 h适宜比赛的生理状态, 心率以接近以往安静时水平, 随比赛临近可以有小幅度上升, 但起伏不宜过大。

收缩压应接近或可以略高于以往安静时水平, 舒张压接近或略低于以往安静时水平。血乳酸浓度应保持在2 mmol/L以下或更低水平。

3.3 赛前15~20 min适宜比赛的生理状态, 心率、血压(收缩压、舒张压)等指标应恢复或可以略高于准备活动前水平。

3.4 血乳酸并非监测游泳运动员赛前生理状态、评价赛前准备活动强度等级敏感且有效的指标。

3.5 建议教练员、运动员重视赛前准备活动, 并运用科学手段对运动员的生理及心理状态进行监测, 合理安排运动员赛前水上准备活动中的适宜强度, 将运动员的赛前状态调整到有利于比赛的水平。

参考文献:

- [1] 梁锡华. 运动与血乳酸[J]. 湖北体育科技. 2002, 21(4): 416-418.
- [2] 常芸, 张忠秋, 陈吉棣. 中国运动员生理心理常数和营养状况调查[M]. 北京: 人民体育出版社. 2006. 289.
- [3] 姚俊, 陈武山, 甘清璞. 不同负荷因素对游泳运动员负荷后血乳酸、心率的影响[J]. 北京体育大学学报. 2003, 11, 26(6): 766-769.
- [4] 陆一帆, 方子龙, 张亚东. 游泳运动科学训练与监控[M]. 北京体育大学出版社. 2007.

(责任编辑: 何聪)