

· 基础研究 ·

新兵耐力训练强度的主观体力感觉与心率 控制方程及其应用效果*

秦永生¹ 郝占国¹ 宋立新¹ 刘兴太^{1,2}

摘要 **目的:**应用主观体力感觉(RPE)量表来预测武警新兵不同强度的耐力训练时的 RPE 值和心率制订控制训练强度的方程,为部队新兵耐力训练提供简单科学的方法。**方法:**把 RPE 和运动负荷心率相结合,运动负荷的最大心率(MHR)监测从 50%MHR 至 90%MHR 分为 9 个运动等级,记录对应的 RPE 值,建立主体感觉和训练心率的回归方程。随机选择新兵分为实验组(32 名)和对照组(32 名),进行为期 8 周的耐力训练。实验组按照 RPE 控制方程实施 RPE 感觉等级的耐力负荷强度安排,每周训练 3 次。对照组按部队现状训练。**结果:**新兵训练心率的回归方程为:新兵心率=37.45+7.43×新兵 RPE (R=0.952);通过应用回归方程,用 RPE 值调控新训战士的耐力训练 8 周后,实验组的 VO_{2max} 、体力劳动能力(pwc)170、3000m 跑成绩优于对照组($P<0.05$)。**结论:**新兵耐力训练强度的 RPE 控制方程能够应用战士训练实践,能够有效提高训练效果。

关键词 新兵;主观体力感觉;最大心率

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2009)-07-0638-03

Study on the equation of endurance exercises intensity for recruits by rating of perceived exertion and heart rate/QIN Yongsheng,HAO Zhanguo,SONG Lixin,et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2009, 24(7):638—640

Abstract Objective: To examine the validity of rating of perceived exertion(RPE) scale to forecast exercises intensity for recruits and to formulate the equation of training intensity by RPE and heart rate' to find a simple and effective method to adjust endurance training intensity for recruits. **Method:** Exercises intensity was prescribed as a percentage (50%—90%) of maximal heart rate (MHR) that was dealt with 9 levels and the related RPE was recorded. The recruits were divided into control group and experimental group randomly, each group 32 soldiers. Both groups had a endurance training for 8 weeks. The experimental group was trained on RPE scale, three times a week. The control group was trained without intervention of intensity equation. **Result:** A linear relationship existed between %MHR and correspondent RPE. The equation of training intensity for recruits was as follows: heart rate=37.45+7.43×RPE(R=0.952). By using the equation in training, the value of VO_{2max} and physical work capacity(pwc)170 and the result of 3000m running in experimental group were better than that in control group after 8 weeks ($P<0.05$). **Conclusion:** The equation of training intensity with RPE and heart rate can be used in endurance training for recruits.

Author's address The Department of Military and Physical Education, Medical College of Chinese People's Armed Police Forces, Tianjin, 300162

Key words recruits; rating of perceived exertion; maximal heart rate

对耐力运动而言,用心率指标控制训练强度已有广泛的基础,可采用最大心率储备的百分比 HRR (50—85%),或者最大心率的百分比(60—90%)来规定运动强度^[1-3]。而另一个介于生理和心理学之间的主观体力感觉等级(rating of perceived exercise, RPE),也是目前欧美国家研究较多并应用于评价运动强度和进行医务监督预防运动伤害的指标,其表现形式是心理的,但反映的却是生理功能的变化,可应用个体主体感觉量表来定量的预测训练中的运动强度^[4]。此种方法多在竞技性运动员中应用,但应用 RPE 指标对部队战士训练强度的评定还没有科研

报道。本研究采用此方法,结合最大心率百分比指标对新兵的耐力训练强度进行分析,试图找到适合这一特定人群耐力训练的简单且有效的方法。本研究分为两个阶段:第一,通过人体实验研究获得新兵耐力训练的 RPE 强度和心率强度关系的方程,验证其可靠性。第二,应用不同百分比最大心率对应的主观

* 基金项目:武警部队科技革新项目(WHK2008Z02)

1 武警医学院军体教研室,天津,3002162

2 通讯作者

作者简介:秦永生,男,副教授,硕士

收稿日期:2008-09-18

体力感觉强度对新训战士进行为期 8 周的耐力训练, 检验训练效果。

1 对象与方法

1.1 第一阶段实验

1.1.1 对象: 在基础训练阶段中期的第一年度新兵 32 名。所有测试者身体健康, 能够正常参加日常的训练科目, 愿意配合课题组进行实验研究。

1.1.2 方法: ①所有测试者在正式测试前熟悉主观体力感觉等级表, 结合自己训练中的感觉把训练强度(或疲劳度)确定为由“非常轻松”到“非常费力”7 个数字对应的等级: 7—8: 非常轻松; 9—10: 很轻松; 11—12: 轻松; 13—14: 稍费力; 15—16: 费力; 17—18: 很费力; 19—20: 非常费力。②测试者佩戴芬兰心率表(POLAR S810iTM)。在标准的 400m 跑道上进行测试, 准备活动 10min, 内容为慢跑、拉伸。为了保证测定过程疲劳程度的逐步积累, 要求测试者完成 9 圈跑, 根据个人最大心率 (220-年龄) (maximal heart rate, MHR) 从第一圈按照 50%MHR 到最后一圈 90%MHR 逐步增加运动强度, 如因强度过大不能维持一圈, 可适当降低强度, 但在最后一圈通过终点前, 心率要达到个人最大心率 90%。③每百米设定记录员, 负责提醒测试者按照心率表的提示调整强度, 并询问记录运动者的主观体力感觉。

1.2 第二阶段实验

1.2.1 对象: 在基础训练阶段中后期的第一年度新兵 64 名, 体重 62.0 ± 5.9 kg, 年龄 17.9 ± 0.5 岁, 最大心率 202.1 ± 1.54 次/min。所有测试者身体健康, 能够正常参加日常的训练科目, 愿意配合课题组进行实验研究。

1.2.2 方法: ①实验分组: 抽取驻地战士 64 名, 随机分为实验组 (32 名) 和对照组 (32 名), 进行耐力训练, 两组间测试者的身高、体重、年龄没有显著性差异。实验组按照 RPE 控制方程进行训练强度的控制, 每周进行 3 次耐力训练, 最初两周主要进行 RPE 强度为 (11—12) 的适应训练, 距离为 3000—4000m。之后两周主要进行 RPE 强度为 (13—14) 的耐力训练训练, 距离为 3000m, 其后 3 周进行 RPE 强度为 (13—17) 或 (18—20) 交替强度的耐力训练, 距离为 800m—1200m 的间歇跑, 每次间歇时间为 3—6min, 跑动组数为 3—4 次。最后一周进行 RPE 强度为 (12—14) 的 3000m 跑调整训练。对照组进行部队的常规耐力训练, 主要为 3000m 持续跑。其他训练内容基本相同。②效果检测: 8 周训练结束后依据 GJB1337-92《士兵体能的测量与评价》规定的测

试方法在驻地对两组进行 VO_{2max} (最大摄氧量)、pwc170、3000m 跑成绩的测试。

1.3 统计学分析

采用 SPSS12.0 统计软件分析处理数据, 数据以均数±标准差表示, 对两组数据进行独立样本 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果

2.1 新兵不同最大心率百分比对应的主观体力感觉情况

随着运动强度等级的逐步增加 (即从 50% 的个人最大心率到 90% 的个人最大心率), 新兵主观体力感觉的数值也相应增加, 但当运动强度达到个人最大心率的 65%—70% 时, 新兵主体感觉强度逐渐进行“稍费力”的等级, 见表 1。

表 1 第一年度新兵不同最大心率百分比对应的主观体力感觉 ($\bar{x} \pm s$, $n=32$)

MHR	RPE
约 50%MHR	9.5±0.60
约 55%MHR	9.94±0.7
约 60%MHR	11.8±0.72
约 65%MHR	12.1±0.92
约 70%MHR	13.9±1.1
约 75%MHR	15.4±1.45
约 80%MHR	16.6±1.07
约 85%MHR	17.4±1.13
约 90%MHR	19.0±0.8

注: 最大心率=220-年龄%MHR=%最大心率

2.2 新兵心率和 RPE 的关系方程

新兵运动中心率和 RPE 的线性关系 (见图 1), 相关系数 $R=0.952$, 估计的标准误 (SEE) 为 1.023, 方程的可靠性检验结果为 $P < 0.01$ 。通过分析统计数据, 回归方程具有一定的可靠性, 用主观体力感觉判断武警战士耐力训练强度能够在新兵中应用。

2.3 8 周耐力训练后实验组和对照组各项指标比较

训练前实验组和对照组各项指标的比较没有显著差异, 经过 8 周的耐力训练后, 两组的各项指标较训练前都有提高 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 实验组各项指标优于对照组 ($P < 0.05$) 见表 2。

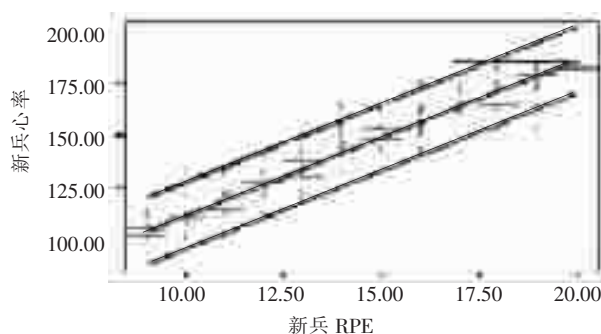


图 1 新兵心率和 RPE 的关系
新兵心率=37.45+7.43×新兵 RPE ($R=0.952$)

表 2 8周耐力训练后实验组和对照组各项指标

组别	例数	Vo ₂ max(ml/kg·min)		pwc170(kg·m/min)		3000m running(s)	
		训练前	训练后	训练前	训练后	训练前	训练后
对照组	32	43.47±4.22	47.94±6.23 ^①	939.67±145.09	1145.11±256.46 ^②	819.32±63.80	758.18±48.19 ^①
实验组	32	43.20±4.29	50.55±7.22 ^③	943.63±136.40	1279.33±268.56 ^{②③}	825.73±64.45	732.44±56.23 ^③

与训练前比较:① $P<0.05$,② $P<0.01$;与对照组比较:③ $P<0.05$

3 讨论

RPE 等级由瑞典著名生理学家 Borg G 于 20 世纪 70 年代创立的^[3],由于体力感知程度与负荷强度和运动者的功能状态有关,所以通过量化感觉程度,使其变为在训练中有实际意义的指标。研究者发现,主观体力感觉与心率、耗氧量、乳酸、激素水平有密切的关系,进一步说明了主观体力感觉有着确切的物质基础。

RPE 的等级测定多在实验室进行,通过进行递增负荷实验,每级负荷保持运动一定的时间,直至达到最大的运动水平^[5]。测试者在每级负荷中,指出自我感觉的等级。为了符合战士训练的实际情况,本研究的运动负荷等级的测定采用运动负荷现场安排的方式,查阅相关资料,没有明确的运动负荷等级与主观感觉相结合的运动场实测的方法,所以采用训练者借助心率表控制运动强度、测试人员记录训练者每圈报告的 RPE 值的方式确定渐进的负荷安排,是一种新的尝试。本研究采用的是最大心率百分比来确定运动强度,考虑战士训练的实际可能,我们按照传统的方法(220-年龄)来确定最大心率,进而得到新兵最大心率百分比的等级,同时根据运动者在每个心率百分比等级运动中对应的 RPE 的值(表 2),计算出新兵心率和 RPE 的关系方程:新兵心率=37.45+7.43×新兵 RPE。方程的相关系数 $R=0.952$,估计的标准误为 1.023,方程的可靠性检验结果为 $P<0.01$,所以,新兵运动中 RPE 值可以应用于调控耐力训练强度的实践。

此方程的应用意义何在?尽管心率一直是控制耐力训练的强度的经典指标,但在部队战士大规模群体性的耐力训练中心率指标的使用还存在一定的限制因素,第一,佩带心率表进行耐力训练是目前心率控制训练强度的最有效办法,但战士训练群体性的特点,限制了昂贵的心率表使用;第二,在运动停止后自测脉搏测定恢复情况简便实用,但在运动状态下却无法确定训练中的生理负荷强度。训练强度 RPE 控制方程的制定却能够解决这一问题。如,当拟进行心率为 160 次/min 的耐力训练时,在没有佩带心率表的运动状态中,我们可以通过确定 RPE 值得到相似的心率训练强度,通过计算我们可以知道,在训练中士兵“说出”的 RPE 值为 16—17(计算值

为 16.49)左右时心率为 160 次/min。同理,当训练负荷要求大强度的间歇训练时,如心率 180 次/min 左右,我们可以控制战士 RPE 值为 19—20 左右;而进行适应性训练时其 RPE 数值为 13 左右。

按照方程中 RPE 值和最大心率百分比的对应关系,进行了实验组和对照组的耐力训练效果的对比研究,从耐力训练的基本理论出发,对实验组进行不同阶段的 RPE 强度负荷安排,负荷性质为有氧耐力的适应性训练、较高强度的间歇训练、适度负荷的调整训练。通过 8 周训练,实验组的有氧耐力功能水平和运动成绩都高于对照组,说明本研究方程在部队耐力训练中有其可行性和有效性。

方程的应用实践证明:对于武警新兵的耐力训练,通过把目标心率(指运动者在一定强度训练时达到的额定负荷,本文为最大心率百分比)和 RPE 的结合使用可以使某一强度的身体功能变化成为一种双向交流的信息,避免了训练安排的盲目性和运动伤害,为合理的安排训练计划和实施运动方案提供了有效的保障^[6-9]。

参考文献

- [1] Swain DP, Leutholtz BC. Heart rate reserve is equivalent to % VO₂ reserve, not to % VO₂max [J]. Med Sci Sports Exerc, 1997, 29:410—414.
- [2] Swain DP, Leutholtz BC, King ME, et al. Relationship between %heart rate reserve and % VO₂ reserve in treadmill exercise[J]. Med Sci Sports Exerc, 1998, 30:318—321.
- [3] 秦永生,张敏,呼文亮,等.不同训练方案对武警战士有氧代谢能力的影响[J]. 中国临床康复, 2003, 7(27):3780—1.
- [4] Borg GA. Psychophysical bases for perceived exertion [J]. Med Sci Sports Exerc, 1982, 14:377—381.
- [5] Lamb KL, Eston RG, Corns D. Reliability of ratings of perceived exertion during progressive treadmill exercise[J]. Br J Sports Med, 1999, 33: 336.
- [6] Knapik JJ, Hauret KG, Lange JI. Retention in service of recruits assigned to the army physical fitness test enhancement program in basic combat training[J]. Mil Med, 2003, 168(6):490—2.
- [7] Rosendal L, Langberg H, Skov-Jensen A. Incidence of injury and physical performance adaptations during military training[J]. Clin J Sport Med, 2003, 13(3):157—63.
- [8] 秦永生,张敏,张磊,等.武警某部战士新训期体能训练生理负荷的评测研究[J]. 解放军预防医学杂志, 2003, 21(6):426.
- [9] 郝占国,秦永生,宋立新. 实施健康促进方案对武警战士体能训练伤和运动能力的效果观察 [J]. 武警医学, 2006, 17(4):273—275.