

基于心率与主观用力感的训练强度调控方法与实践

陈晓芳 李春成

南昌理工学院体育学院 江西南昌 330044

摘要: 训练强度的精准调控是提升运动表现和保障训练安全的关键。本文系统阐述了心率监测与主观用力感评定这两种经典强度指标的生理学原理、测量方法及实际应用价值。通过分析储备心率法和RPE量表的科学依据,建立了双指标融合的程度分区体系,并针对耐力训练、不同人群特征及训练周期管理提出了可操作的调控方案。实践表明,将客观心率数据与主观疲劳感受相结合,能够更全面地反映机体负荷状态,有效避免训练不足或过度训练。这种综合评估模式为教练员和运动实践者提供了简便且可靠的强度管理工具,对竞技训练和大众健身均具有现实指导意义。

关键词: 运动心率; 主观用力感; 训练强度; 储备心率法; RPE量表; 负荷监控

引言

运动训练需要施加合适的刺激才能引发身体适应,强度控制是其中的关键环节。强度过低达不到效果,过高则可能造成伤病,找到这个平衡点并不容易。实验室的乳酸测试和摄氧量检测虽然精确,但设备复杂、成本高,难以在日常训练中使用。心率监测因为设备便携、数据客观,已经成为最常用的强度指标,它与运动强度存在稳定关系,能够反映心血管系统的工作状态。Borg等人开发的主观用力感量表则从另一个角度评估负荷,它综合了肌肉疲劳、呼吸状况、心理感受等多方面信息,正好补充了单一生理指标的不足。实际训练中发现,当天气变化、睡眠不好或身体不适时,相同心率下的真实负荷可能差别很大,这时主观评分往往能更敏感地发现问题。

一、心率与主观用力感的生理学基础

(一) 运动心率的生理特征与测量方法

运动时肌肉需要更多氧气和能量,交感神经兴奋使心跳加快、每次搏动输出更多血液来满足需求。在中等强度范围,心率与摄氧量、做功功率基本呈直线关系,

这让它成为衡量负荷的天然指标。使用心率前需要知道个人最大心率,直接测试是让人做递增负荷运动直到力竭,但实施条件严格且有风险,“220-年龄”这类公式更常用,虽然个体误差能达到10次/分左右。储备心率法更进一步,用最大心率减去安静心率得到储备值,训练强度=(最大心率-安静心率)×目标百分比+安静心率,这样能更好体现个人心血管能力差异。早期测心率要手摸脉搏数15秒,现在有了腕表式光电设备和胸带式心电监测仪,后者精度接近医用水平。使用时要注意佩戴位置、皮肤接触和设备校准,快速变速运动中会有延迟,电磁干扰也可能造成误差。

(二) 主观用力感量表的理论与应用

瑞典学者Borg在1960年代设计的RPE量表开创了主观评定负荷的方法。经典的6-20级量表数值对应成年人运动心率范围(60-200次/分),受试者只需说“现在感觉多累”,从6“完全不费力”到20“力竭”选择。大脑会整合肌肉、呼吸、代谢和情绪等多方面信号,形成对整体负荷的感知。研究显示,训练有素的人RPE评分与血乳酸、通气量等指标相关性超过0.8。后来针对康复人群和儿童开发了0-10分的CR-10量表,更容易理解。但主观评定受个人经验、心理预期和耐受力影响,新手容易高估轻度活动强度,竞技运动员可能因意志力掩盖疲劳^[1]。使用时要充分说明,强调评估的是“身体感受”不是“任务难度”,多次训练后建立个人标准。炎热天气下相同心率的RPE会明显升高,这正好体现了主观指标捕捉额外压力的优势。

作者简介:

陈晓芳(1988年4月--),女,汉族,安徽天长,讲师,硕士研究生,研究方向:体育运动与训练。

李春成(1982年10月--),男,汉族,安徽亳州,讲师,硕士研究生,研究方向:体育运动与训练。

二、基于双指标的训练强度分区方法

(一) 心率储备法的强度分区体系

耐力训练通常分五个强度区,每区对应不同的训练目标。第一区是恢复区,储备心率50-60%,主要消耗脂肪,适合训练后恢复和新手打基础。第二区是有氧区(60-70%),提升线粒体和毛细血管,长时间维持不会明显产生乳酸,是训练量的主体。第三区在70-80%,接近乳酸阈值,糖酵解开始参与供能,既能刺激有氧上限又不会快速耗尽糖原,马拉松配速常在这里。第四区(80-90%)乳酸快速积累,属于无氧耐力训练,短时间间歇能提高缓冲和清除能力。第五区超过90%到最大值,主要练磷酸原系统和糖酵解爆发力,只能短间歇进行。储备心率法比直接用最大心率百分比更合理,因为考虑了基础代谢水平,两个安静心率差20次/分的人,即使最大心率相同,同样百分比对应的实际负荷也不一样。不同项目还要调整,游泳因为水平姿势和水压,各区心率普遍低10-15次/分;自行车大肌群持续做功,心率上升快且稳定。

(二) 主观用力感分区与心率的对应关系

RPE与心率区间可以相互对照验证。通常第一区(恢复)对应RPE8-10,呼吸平稳能轻松说话;第二区(有氧)是RPE11对话;第三区(节奏)达到RPE14-16,呼吸加深只能说短句;第四区(无氧耐力)对应RPE17-18,呼吸急促很难说话;第五区冲刺是RPE19-20的极限。这种对应关系因训练水平而异。新手60%储备心率可能就觉得RPE15很吃力,因为心肺效率低、肌肉动作不经济;精英运动员同样心率下RPE可能只有12,源于长期适应的生理经济性。训练初期应每周记录特定心率下的RPE,逐步建立个人数据^[2]。环境因素会让两者偏离,气温超过30℃时皮肤血流分散散热导致心率升高但做功不变,这时应以RPE为主,避免被心率误导。高原训练前两周缺氧刺激心率代偿加快,机械遵循心率区间会造成负荷过大,观察RPE变化能及时调整。某些药物会抑制心率反应,RPE成为唯一参考。双指标交叉使用的要点是识别异常,当心率与RPE偏差超过两个级别,往往提示疲劳、脱水或生病前兆。

(三) 综合评估模型的建立

单一指标难以全面反映状态,需要明确各指标的使用边界。标准环境、正常状态的常规训练中,心率因为客观实时作为主要依据,RPE用来确认,两者一致就按计划执行。若心率达标但RPE偏高超过2级,应降低配

速,这常见于睡眠不足、病后或连续大强度后,身体虽能维持心输出,但代谢和神经已超载。反过来心率偏低RPE正常多出现在天气凉爽或热身充分时,可保持原强度。间歇训练的休息期特别需要RPE介入,心率下降有延迟,单看数值会误判恢复程度,主观感受能更快判断能否开始下一组。力量和变速项目心率响应延迟波动大,RPE权重应占70%以上。判断疲劳累积建议用晨起安静心率+前一日RPE均值组合,安静心率比基线高5次/分以上,且昨日平均RPE超计划2级,就是过度训练预警。周期训练中,赛前减量期应降低心率要求但保持一定RPE刺激维持神经激活;大周期后恢复周严格限制RPE上限比控制心率更重要,心理疲劳恢复慢于生理指标。这套系统需要4-6周数据积累才能校准,训练日志记录每次心率分布、平均RPE和主观恢复感,通过分析找出个人最优模式^[3]。

三、训练强度调控的实践应用

(一) 耐力训练中的强度监控实践

长距离有氧训练核心是保持稳定中低强度。先用储备心率法确定目标区间,比如半马训练设65-75%区间,对应心率140-155次/分(假设最大心率180、安静60)。起跑后前10分钟让心率升到区间下限再稳定,每5公里检查RPE,理想保持12-14级。若20公里后RPE升到16但心率仍在区间内,说明糖原消耗和疲劳已出现,应补充能量并略降速。间歇训练以1000米×6组、间歇2分钟为例,目标每组85-90%储备心率(约170次/分)、RPE17-18。第一组心率上升慢,应以配速和RPE为准确保刺激到位;间歇期若2分钟仍高于120次/分且RPE未降到13以下,延长休息再继续。乳酸阈值训练要在阈值附近持续15-40分钟。初次测定从75%储备心率起步,每公里提速到“吃力但可控”,此时RPE应15-16、心率80-85%区间,记录此配速作阈值参考,每月重测避免滞后^[4]。恢复跑必须严控50-60%储备心率、RPE不超11,宁可慢得像散步也不能提速,才能促进废物清除和修复。

(二) 不同人群的个体化调控方案

初学者面临的首要问题是缺乏运动经验导致RPE评定失准,往往将肌肉酸痛误判为高强度。针对此类人群,前4周应以心率为主导建立基础,全程控制在50-65%储备心率,禁止超过RPE13,即便感觉轻松也不加速。这一阶段重点是培养心肺适应和动作模式,而非追求训练量。待安静心率下降5-8次/分后,逐步引入70%区间的节奏段落,同步记录RPE建立个人参照系。每周增幅不

超过上周总量的10%，任何一次训练后RPE均值超过15即为超负荷信号，次日必须安排完全休息。竞技运动员的需求截然相反，他们需要精确到心率1-2次/分的微调能力。赛前8周进入专项期，采用极化训练模型：80%训练量分配在低于70%储备心率的恢复区，剩余20%则是高于85%的高强度间歇，严格避免75-85%的“灰色地带”累积疲劳。每次高强度课后24小时内监测晨脉和主观疲劳量表（如TQR），若晨脉升高3次/分以上或TQR低于15分，当日训练强制降级为恢复强度。中老年锻炼者的安全性是首要考量，最大心率预测公式误差较大，建议采用“180-年龄”的保守估算，且上限不超过75%储备心率。合并高血压或冠心病者，运动前需医学评估并进行心肺功能测试，以通气阈值对应的心率作为安全上限，通常RPE不应超过13。此类人群对热环境敏感，夏季训练应在清晨进行，随身携带心率表设置报警阈值，任何胸闷、头晕即刻停止。糖尿病患者需额外关注血糖与运动的交互，餐后1.5小时运动较安全，强度控制在60-70%储备心率，RPE11-13，运动前后监测血糖避免低血糖风险。

（三）训练计划的动态优化策略

周期训练本质是有计划的应激和恢复循环，强度要波浪上升。以12周半马准备为例，第1-4周基础期80%时间在60-70%区间，每周一次节奏跑75-80%；第5-8周强化期提升到70%时间在第二区，增加两次阈值或间歇课；第9-11周专项期，长距离跑融入目标配速段，间歇课强度达90%但减组数；第12周减量期总量减半且强度不超75%，保留两次短时配速刺激。这种安排避免单调刺激平台期，每阶段结束测试，若同等心率下配速提升或RPE下降说明适应良好可进下阶段，反之延长当前周期。过度训练识别靠多维监控，连续一周晨起心率高基线5次/分、训练中相同配速心率升8-10次/分、RPE普遍上浮2级以上、睡眠下降、情绪烦躁，出现三项警惕。应立即减量50-70%全转恢复区强度，持续到晨脉恢复正常。训练日志除记录心率分布和平均RPE，还包括睡眠时长、饮食质量、肌肉酸痛评分，3-6个月后分析数据能发现规律。现代设备提供的心率变异性、睡眠分期可作补充，但核心仍是心率区间分布和RPE趋势^[5]。根据反馈调整计划要克服惯性，当连续两周测试停滞，不

应盲目加量，而要检查强度分布是否合理、恢复是否充分，有时减量一周反而突破。

结论

训练强度调控需理解生理反应规律，心率监测和主观用力感评定从客观生理和整体感知两方面提供量化手段。心率凭借与代谢需求的线性关系和测量便利性成为实时监控基础，储备心率法提升了个体化精度。主观用力感整合肌肉、呼吸、心理等信号，在环境应激、疲劳累积等客观指标失真时有独特价值。两者结合构建的五区间体系既有明确生理适应目标，又保留根据即时状态灵活调整空间。实践中需根据训练类型、人群特征和周期阶段动态调整指标权重，新手依赖心率建基础认知，竞技运动员通过精细监控追求极限，特殊人群以安全为前提设保守边界。预防过度训练关键在负荷与恢复的系统平衡，多维监控和及时响应是核心。这套方法在耐力项目中广泛验证，但价值不限竞技领域，任何运动实践都能获益。未来可探索生化指标、神经肌肉疲劳评估与这两种方法的整合，以及人工智能辅助的个性化强度预测，但无论技术如何演进，理解人体如何响应负荷、尊重个体差异、保持训练可持续性，始终是强度调控的根本。

参考文献

- [1]朱欢,段培,姜茂琪,等.知信行模式联合高强度吸气肌抗阻训练干预对支气管扩张患者自我管理能力和运动能力的影响分析[J].反射疗法与康复医学,2024,5(24):179-182.
- [2]杨丰旭.基于心跳探测的体育训练强度自适应监测系统[J].自动化技术与应用,2023,42(7):25-28.
- [3]祝家东,陈宇.基于无线传感技术的健身苑所运动训练强度监测系统设计[J].科技经济导刊,2020,v.28;No.701(03):40-40.
- [4]曹晓芸,卢军丽.部队官兵高强度训练前后心率及血压与心理指标间关系的探究[J].中国循证心血管医学杂志,2021,13(1):5.
- [5]阮文军,卫青漫.基于心率变异性指标对运动训练监测的研究进展[J].体育科技文献通报,2024,32(1):272-276.