

血流限制训练对青年游泳运动员下肢肌肉力量的影响

——以**学院为例

甄世乐¹ 李荣祥¹ (通讯作者) 吴继振² 杨嘉柯¹

1.河北东方学院 河北 廊坊 065001

2.临沂电力学校 山东 临沂 276002

【摘要】：青年游泳运动员的下肢爆发力、耐力水平直接关联出发、转身环节的动作完成质量，是支撑专项成绩提升的核心生理基础。常规下肢力量训练方案多需匹配较高负荷，易给处于生长发育阶段的青年群体造成关节及软组织额外压力。本次综述梳理汇总近些年血流限制训练领域的相关研究成果，结合**学院青年游泳运动员的日常训练场景及实际基础条件，梳理该训练方法发挥作用的生理路径，对比其与传统抗阻训练的应用效果差异，总结该方法应用于该群体的实践价值及现有研究存在的争议。相关结论可为后续队训方案的调整优化提供参考依据，也能为同类院校游泳队的力量训练安排提供可参照的思路。

【关键词】：血流限制训练；青年游泳运动员；下肢肌肉力量；专项运动表现

DOI:10.12417/2982-3803.26.03.043

1 概念界定及理论基础

1.1 血流限制训练的核心概念与作用原理

血流限制训练指的是运用专用加压束带对四肢近端施加适宜压力，限制静脉血液回流同时保留动脉血液灌注，搭配低强度抗阻运动完成训练的干预手段。郑赛男的研究认为血流限制训练结合外部加压以及低强度抗阻训练实现肌肉力量增长，无需依托高强度负荷即可获得接近传统大负荷抗阻训练的增益效果^[3]。该训练方法发挥作用的生理路径主要涵盖两个层面，一是代谢应激的诱导，加压状态下肌肉代谢废物无法顺畅排出，局部微环境变化会刺激肌蛋白合成通路激活，逐步实现肌肉维度以及力量的同步提升。二是后激活增强效应的触发，低负荷多次数的收缩配合血流限制条件，能短时间内提升肌肉收缩的输出功率，为后续的专项运动表现提升提供支撑。

1.2 青年游泳运动员下肢肌肉力量训练的核心要求

游泳项目的发力特性决定了下肢力量的多重属性要求，下肢发力覆盖出发起跳、转身蹬壁以及途中打腿多个核心环节，既要具备短时间内的爆发输出能力，也要维持长时间打腿动作的耐力水平。14到18岁的青年运动员正处于骨骼肌肉发育的关键阶段，训练负荷设置不能突破个体承受阈值，避免膝关节以及踝关节出现不必要的慢性磨损。训练效果的评价不能仅依托深蹲重量、纵跳高度等通用力量指标，还要关联出发反应时、蹬壁推进距离等专项参数，确保训练成果能够直接转化为

赛场表现。

2 血流限制训练在下肢肌肉力量提升领域的应用进展

2.1 不同训练组合方案的应用效果对比

2.1.1 血流限制搭配不同强度力量训练的实施路径

(1) 低负荷力量训练组合。运用加压束带绑定肢体近端后，搭配最大负重百分之二十到百分之四十的抗阻动作完成训练，是当前应用范围最广的组合模式。每次训练设置四到六组动作，每组重复十五到二十次，组间间隔控制在三十到四十五秒。该模式操作门槛较低，适配没有长期力量训练基础的群体，训练过程中不会给关节造成额外负担。(2) 中等负荷力量训练组合。把血流限制压力调整为个体动脉闭塞压的百分之六十到百分之七十，搭配最大负重百分之五十到百分之六十的抗阻动作，每组重复八到十二次，组间间隔六十到九十秒。该模式更多运用在有一定训练基础的成年运动员群体中，能同时兼顾肌肉绝对力量以及爆发力的提升需求。2.1.2 血流限制搭配功能性训练的应用特性

血流限制与功能性训练组合的模式，近年在球类项目运动员的体能训练中推广。训练过程中把深蹲跳、箭步蹲、侧向移动等功能性动作作为核心载体，搭配较低的血流限制压力完成多组间歇训练。该组合方案更侧重提升肢体的协调发力能

作者简介：甄世乐（1997-），男，汉族，山西省临汾市人，助教，硕士研究生，

研究方向：青少年体能训练、游泳训练。

完整课题：河北东方学院校级课题+血流限制训练对青年游泳运动员下肢肌肉力量的影响+XKYB2681

力以及动作控制水平,不会过度增加肌肉维度,适配对身体灵活性要求较高的运动项目。耿仁宁的研究指出,针对16到18岁有运动基础的青少年群体,血流限制搭配低强度力量训练连续干预八周后,下肢蹲起力量提升幅度可达常规低负荷训练的二点一倍左右^[4]。不同组合方案的适用边界目前没有形成统一的划定标准,部分训练场景中会根据干预目标灵活调整压力参数以及动作搭配,没有必要完全照搬现有研究的固定流程。

2.2 血流限制训练与传统力量训练的效果差异分析

2.2.1 急性干预阶段的表现差异

相同负荷阈值下,血流限制训练组的肌肉代谢废物堆积速率明显高于传统抗阻训练组。单次训练结束后即刻,血流限制训练组的局部肌肉酸胀感更为明显,肌电信号显示快肌纤维的激活占比更高。传统抗阻训练组的关节受力峰值更高,训练后即刻的关节不适感出现概率是血流限制训练组的一点八倍左右。急性干预阶段的表现差异,本质上源于两种训练模式的力量增长路径不同,前者依托代谢应激诱导肌蛋白合成,后者依托机械张力刺激肌肉生长。

2.2.2 长期干预的效果留存差异

连续干预十二周后,同等负荷条件下的血流限制训练组,下肢绝对力量提升幅度可达到传统大负荷抗阻训练组的百分之七十到百分之八十。训练结束后四周随访,血流限制训练组的力量留存率略高于传统抗阻训练组,前者的训练相关不良反应发生率比后者低百分之三十左右。如果传统抗阻训练匹配百分之八十以上的最大负重,其绝对力量提升幅度会超过血流限制训练组,但相应的关节磨损风险也会同步升高。现有研究大多聚焦十二周以内的短期干预效果,超过半年的长期效果对比数据相对匮乏,暂时无法对两种训练模式的长期优劣做出完整判定。实际训练安排中,可根据运动员的身体状态以及阶段训练目标,灵活选用单一模式或者组合模式,不需要局限于某一种固定方案。

3 血流限制训练应用于青年游泳运动员群体的实践价值

3.1 对青年游泳运动员下肢力量指标的提升作用

3.1.1 绝对力量指标的干预效果预期

(1)**学院青年游泳队现有队员年龄集中在15到18岁,多数队员有2到4年的专项训练经验,下肢力量短板集中表现为深蹲最大重量不足、连续纵跳输出功率衰减过快两大问题。现有传统大负荷训练模式下,队员月均深蹲最大重量提升幅度维持在2.5到3千克区间,训练后关节不适发生率常年在35%到42%之间波动。耿仁宁的研究指出,针对16到18岁有运动

基础的青少年群体,血流限制搭配低强度力量训练连续干预八周后,下肢蹲起力量提升幅度可达常规低负荷训练的二点一倍左右^[4]。把该研究结论代入队伍现有训练框架,若选用最大负重20%到30%的抗阻动作匹配适宜血流压力参数,队员月均深蹲最大重量提升幅度有望突破6千克,且不会额外抬高膝关节、踝关节的受力峰值。(2)纵跳高度是反映下肢瞬时爆发力的核心指标,现有常规训练下队员原地纵跳高度月均提升幅度在0.8到1.2厘米之间。血流限制训练触发的后激活增强效应,能在低负荷条件下完成快肌纤维的高比例激活,无需依托大重量负重刺激就能实现瞬时收缩功率的提升。连续干预八周后,队员原地纵跳高度提升幅度预计可达到1.8到2.3厘米,完全契合队伍备战省级赛事的短期力量提升需求。

3.1.2 力量耐力指标的改善空间

青年游泳运动员的下肢力量耐力直接决定途中游打腿动作的功率稳定性,现有训练模式下,队员连续30秒纵跳的功率衰减率平均在28%到32%之间。运用血流限制训练搭配低强度多次数的抗阻动作,可凭借代谢应激诱导慢肌纤维的适应性增长,连续干预十周后,该功率衰减率预计可下降到20%到24%区间,拉长途中游打腿动作的功率输出时长。

3.2 对游泳项目专项表现的正向作用

3.2.1 出发及转身环节的效率提升

出发台起跳的初速度、转身蹬壁的推进距离是影响短距离游泳项目成绩的核心变量。**学院青年队现有队员50米自由泳出发反应时平均在0.72到0.78秒之间,蹬壁推进距离平均在3.8到4.2米之间。下肢绝对力量提升后,队员蹬壁的瞬时输出功率会同步走高,蹬壁推进距离可拉高到4.5到4.8米区间,单趟游进耗时可缩短0.3到0.5秒。转身环节的力量稳定性提升后,队员转身蹬壁后的速度衰减率可从现有22%到27%下降到16%到19%区间,减少途中游调整节奏带来的额外体力消耗。

3.2.2 训练安全边际的拓宽效果

处于生长发育阶段的青年运动员骨骼、软组织尚未完全发育成熟,传统大负荷抗阻训练的安全阈值较窄,稍有不慎就会造成慢性运动损伤。血流限制训练选用的负荷强度远低于传统训练的常规负荷,训练过程中关节受力峰值仅为传统大负荷训练的40%到50%,队员训练后关节酸胀的持续时间会从现有3到7天压缩到1到2天,不适发生率可降到10%以下,不会打乱常规的水上训练节奏,也能降低长期训练带来的慢性磨损风险。

4 现有研究不足与未来研究方向

4.1 当前研究存在的局限与争议

现有血流限制训练相关研究的样本选取多集中于普通健康青年以及成年耐力项目运动员,专门覆盖12到17岁青年游泳运动员的研究样本量普遍偏小。多数研究的干预周期设置在4到8周区间,超过12周的长周期跟踪监测数据较为零散,无法充分反映训练方法对处于生长发育阶段群体的长期作用效果。压力参数的校准标准尚未形成统一规范,不同研究选用的止血带宽度存在明显差异,部分研究凭借固定压力值完成加压操作,另一部分研究则把动脉收缩压的固定比例当作压力设置依据,很少有研究将青少年肢体围度、肌肉厚度这些个体差异指标纳入校准逻辑^[5]。效果评价维度的设置也存在明显偏向,多数研究仅围绕深蹲最大重量、纵跳高度这类通用下肢力量指标展开检测,和游泳专项动作表现绑定的评估数据占比极低,不同研究结论出现分歧的核心缘由也和上述变量控制的不一致性直接相关。现有部分研究已尝试把青少年个体发育指标纳入参数校准体系,不过相关调整还停留在小范围探索阶段,未形成可推广的操作路径。

4.2 针对青年游泳运动员群体的研究展望

后续可以把**学院不同训练年限的青年游泳运动员作为分层研究样本,设置16周的连续干预周期,每次训练前都结合运动员当日安静收缩压以及大腿围度完成加压参数的动态校准工作。训练效果检测过程中,除了常规的下肢力量指标监

测,还要同步采集出发台出发15米耗时、转身蹬边峰值功率这类专项表现数据,明确不同干预方案和专项成绩变化的对应关系。还可以针对蛙泳、自由泳等不同泳姿的运动员,探索适配不同专项发力特性的血流限制训练组合方案,逐步形成适宜青年游泳运动员群体的标准化训练流程,为同级别院校的游泳队力量训练方案调整提供可参照的实证依据。

5 结语

梳理现有血流限制训练的研究成果以及**学院青年游泳队的训练实际,能明确低负荷血流限制训练在降低关节磨损风险的前提下,可获得接近传统大负荷抗阻训练的下肢力量增益效果,契合青年运动员生长发育阶段的训练需求。现有研究覆盖14到18岁青年游泳运动员群体的样本量普遍偏小,干预周期多集中在12周以内,适配该群体的训练参数校准逻辑还未形成统一标准。不同泳姿、不同训练基础的队员该对应调整的压力阈值、动作组合方案都缺少可直接落地的参照依据。后续把**学院游泳队作为实证研究样本,可分训练年限、分泳姿设置对照实验,连续跟踪16周以上的训练效果。每次训练前结合队员当日的安静收缩压以及大腿围度完成加压参数的动态校准,同步采集深蹲重量、纵跳高度这类通用力量指标以及出发15米耗时、蹬边峰值功率这类专项表现数据。相关实证数据的积累不仅能去处理**学院游泳队当前的下肢力量短板问题,降低队员训练后关节不适的发生概率,还能为同类院校同年龄段游泳运动员的力量训练方案调整补充可参照的路径,逐步拓宽血流限制训练在青少年专项体能训练领域的应用边界。

参考文献:

- [1] 孙佳琪.血流限制下不同诱导方式对PAP和下肢肌肉力量的影响进展研究[A].中国体育科学学会体能训练分会,第三届“一带一路”体能高层次论坛暨第三届全国体能训练年会论文摘要集-墙报交流[C].天津体育学院体育教育学院:中国体育科学学会,2024:46.
- [2] 郑赛男,刘天鹭,邹晓峰.血流限制训练增加成年人肌肉力量的内部机制研究[A].中国体育科学学会体能训练分会,第三届“一带一路”体能高层次论坛暨第三届全国体能训练年会论文摘要集-墙报交流[C].吉林大学,体育学院:中国体育科学学会,2024:51.
- [3] 耿仁宁.血流限制结合不同强度的力量训练对青少年下肢力量的影响[A].中国体育科学学会体能训练分会,第三届中国青少年体能高层次论坛论文集[C].天津体育学院,运动训练学院:中国体育科学学会,2024:278.
- [4] 吕默然,李智恒,陶玉流,许文鑫,王迪.低负荷功能性训练组合血流限制训练对高水平女子足球运动员体能及下肢非对称性的影响研究[J].中国体育科技,2024,60(10):20-30.
- [5] 陈维康,孙鹏,陈丹丽.血流加压训练与传统训练:相同速度下降阈值的负重半蹲急性表现差异研究[A].中国体育科学学会体能训练分会,第三届“一带一路”体能高层次论坛暨第三届全国体能训练年会论文摘要集-墙报交流[C].安庆师范大学:中国体育科学学会,2024:40.