

自由式摔跤专项力量训练对技术动作稳定性的影响研究

贾梅

泰州市体育运动学校, 江苏省泰州市, 225300;

摘要: 本研究针对自由式摔跤运动员技术动作稳定性不足的问题, 探讨了专项力量训练对其技术动作稳定性的影响。通过 8 周的对照实验, 选取 24 名国家级摔跤运动员, 实验组进行专项力量训练结合常规训练, 对照组仅进行常规训练。研究通过三维运动捕捉、测力台及表面肌电技术, 分析了动作完成度、重心偏移量及关节力矩波动等核心参数。结果表明, 实验组的动作完成度提升 20.3%, 重心偏移量减少 30.8%, 关节力矩波动幅度显著降低。专项训练通过增强神经肌肉协调性与力量传递效率, 有效提升了运动员技术动作的稳定性。本研究为自由式摔跤的力量训练体系提供了可量化的支持, 具有重要的竞技实践应用价值。

关键词: 自由式摔跤; 专项力量训练; 技术动作稳定性; 生物力学分析

DOI: 10.64216/3080-1494.25.10.054

引言

自由式摔跤作为一项高对抗性运动, 要求运动员在动态对抗中保持技术动作的高稳定性, 尤其是在完成复杂技术动作时, 如抱摔、压制等。技术动作的稳定性直接影响运动员的表现和受伤风险。传统的力量训练虽然能提高基础力量, 但对神经肌肉协调和多关节协同控制的训练不足, 导致力量转化至专项技术时效果不佳。现有研究大多集中于单一肌群力量和运动表现之间的线性关系, 缺乏对力量传递效率和动态平衡控制等生物力学参数的深入分析。因此, 本研究旨在通过专项力量训练, 探讨其对自由式摔跤运动员技术动作稳定性的影响, 填补这一研究空白, 并为运动员提供更加科学的训练方案。

1 材料与方法

1.1 实验材料

本研究选取 24 名国家级自由式摔跤运动员作为实验对象, 所有受试者均来自国家体育总局集训中心, 年龄范围为 18-28 岁, 平均训练年限为 6.3 ± 1.2 年, 且近两年无重大运动损伤史。受试者通过随机数字表法分为实验组 (12 人) 与对照组 (12 人), 实验组采用专项力量训练结合常规技术训练模式, 对照组仅进行常规技术训练。筛选标准包括: 国际摔跤联合会注册运动员资格、每周训练时长 ≥ 20 小时、体能测试中深蹲最大力量 ≥ 1.5 倍体重。实验全程遵循赫尔辛基宣言伦理准则, 受试者均签署知情同意书^[1]。

1.2 实验设备

动作捕捉采用瑞典 Qualisys AB 公司生产的 12 镜头红外三维运动捕捉系统 (采样频率 1000Hz), 同步连接瑞士 Kistler 公司 9287CA 型测力台采集地面反作用力数据。动态平衡能力通过美国 Noraxon 公司 DTS 系列表面肌电仪监测核心肌群激活时序, 肌电信号采样率设置为 1500Hz。数据集成使用 MotionMonitor 多模态同步系统, 时间误差控制在 ± 5 ms 以内。

1.3 实验方法

专项力量训练周期为 8 周, 每周实施 3 次干预。实验组训练方案包括: (1) 抗阻爆发力训练: 以 85%1RM 负荷进行高翻、抓举等复合动作, 每组 3-5 次; (2) 核心稳定性强化: 采用悬吊系统完成非稳态平面抗旋转训练, 时长 30-45 秒/组; (3) 动态平衡控制: 通过 BOSU 球单腿支撑接抱摔模拟, 重复 8-10 次/侧。测试阶段要求受试者完成标准化单腿抱摔动作, 三维运动捕捉系统记录髋、膝、踝关节角度变化, 测力台采集重心轨迹偏移量, 关节力矩通过逆向动力学计算获得。动作完成度由两名国际级裁判依据国际摔联评分标准独立评定, 组间评分一致性 Kappa 系数为 0.82^[2]。

1.4 统计学方法

实验数据经 SPSS 26.0 软件处理, 计量资料以均值 $\pm$ 标准差表示。组内比较采用配对 t 检验, 组间差异分析使用重复测量方差分析, 交互效应检验选择 Bonferroni 法校正。动作完成度提升率计算为 (后测值-前测值)

/前测值 $\times 100\%$ ，重心偏移量通过轨迹积分量化。显著性水平设定为 $p<0.05$ ，效应量以Cohen's d 值表征，其中 $d>0.8$ 定义为大效应。

2 结果与分析

2.1 动作完成度提升效果

动作完成度数据基于标准化单腿抱摔动作测试获得，通过三维运动捕捉系统记录关节运动轨迹，并由两名国际级裁判依据国际摔联评分标准进行独立评定，评分一致性经Kappa 检验确认达到0.82，确保数据采集的可靠性。测试结果显示，干预前后动作完成度变化显著：实验组后测完成度为90.5%，相较于前测值75.2%，提

升幅度达20.3%；对照组后测完成度为82.9%，较前测值76.0%提升9.1%。组间比较采用重复测量方差分析，实验组提升率显著高于对照组，效应量Cohen's $d=1.35$ ，表明大效应强度。原因分析表明，专项力量训练中的抗阻爆发力练习优化了髋关节爆发力矩输出，减少动作延迟；核心稳定性强化提升躯干肌群协同收缩能力，降低动作变形比例；动态平衡控制模块则增强下肢本体感觉反馈，确保抱摔动作在动态对抗中精准到位^[3]。最终结论证实，专项训练方案通过神经肌肉适应机制，有效克服传统训练的效能衰减问题，显著提升技术动作完成质量。

表 1 动作完成度提升效果对比

组别	前测完成度(%)	后测完成度(%)	提升百分比(%)	p 值(组间比较)
实验组	75.2 $\pm$ 5.0	90.5 $\pm$ 3.8	20.3	<0.05
对照组	76.0 $\pm$ 4.5	82.9 $\pm$ 4.2	9.1	-

2.2 重心偏移量变化特征

重心偏移量通过测力台采集标准化单腿抱摔动作全周期数据，以质心投影轨迹积分面积作为量化指标，评估动态平衡控制能力。实验组前测平均偏移面积为45.6 $\pm$ 6.3 cm^2 ，经8周干预后降至31.5 $\pm$ 4.8 cm^2 ，降幅达30.8%；对照组前测偏移量为44.9 $\pm$ 5.7 cm^2 ，后测为41.2 $\pm$ 5.1 cm^2 ，降幅仅为8.2%。组间差异采用重复测量方差分析显示，实验组偏移量减少幅度显著高于对照组，效应量 $\eta^2=0.56$ ，表明训练干预对平衡控制具

有实质性影响。机制分析表明，专项训练中核心稳定性强化模块提升腹横肌与多裂肌的协同收缩效率，减少躯干侧向摆动；动态平衡控制训练则通过增强踝关节本体感觉输入，优化重心微调响应速度^[3]。此外，抗阻爆发力训练中高翻动作的离心-向心转换模式，促进下肢肌群刚度适应性提升，进一步降低落地阶段的晃动幅度。最终结论表明，专项力量训练通过多维度神经肌肉适应，显著改善运动员动态对抗中的重心控制精度，为技术稳定性提升提供力学基础。

表 2 重心偏移量变化对比

组别	前测偏移量(cm^2)	后测偏移量(cm^2)	减少百分比(%)	p 值(组间比较)
实验组	45.6 $\pm$ 6.3	31.5 $\pm$ 4.8	30.8	<0.01
对照组	44.9 $\pm$ 5.7	41.2 $\pm$ 5.1	8.2	-

2.3 关节力矩波动特征

关节力矩数据通过逆向动力学计算获得，基于三维运动捕捉系统与测力台同步采集的膝关节角速度、地面反作用力等参数，重点分析抱摔动作支撑期髋、膝、踝三关节矢状面力矩峰值波动幅度。实验组干预后髋关节力矩波动由前测的12.8 $\pm$ 2.1 $\text{N}\cdot\text{m}$ 下降至9.5 $\pm$ 1.6 $\text{N}\cdot\text{m}$ ，降幅达25.8%；膝关节波动幅度从15.3 $\pm$ 3.0 $\text{N}\cdot\text{m}$ 降至11.2 $\pm$ 2.4 $\text{N}\cdot\text{m}$ ；踝关节波动幅度由8.7 $\pm$ 1.9 $\text{N}\cdot\text{m}$

减少至6.4 $\pm$ 1.2 $\text{N}\cdot\text{m}$ 。对照组各关节波动幅度变化均未超过5% ($p>0.05$)。组间差异检验显示，实验组三关节力矩波动降幅均显著高于对照组。肌电信号分析表明，实验组腹直肌与竖脊肌的协同激活率提升22.6%，股直肌与股二头肌的共收缩时序匹配度优化17.4%，表明专项训练通过增强核心肌群与下肢肌群的神经肌肉协调性，优化力量传递链效率，从而降低关节力矩波动^[4]。最终结论证实，专项力量训练通过改善多关节协同工作机制，显著提升动态动作中力量输出的稳定性。

表 3 关节力矩波动幅度变化对比

关节	组别	前测波动(N·m)	后测波动(N·m)	降幅(%)	p 值(组间比较)
髋关节	实验组	12.8±2.1	9.5±1.6	25.8	<0.05
	对照组	12.5±2.3	12.0±2.0	4.0	-
膝关节	实验组	15.3±3.0	11.2±2.4	26.8	<0.05
	对照组	14.9±2.8	14.3±2.5	4.0	-
踝关节	实验组	8.7±1.9	6.4±1.2	26.4	<0.05
	对照组	8.5±1.7	8.2±1.5	3.5	-

2.4 技术动作稳定性关联模型

基于实验组数据构建多元线性回归模型，以抗阻负荷强度、核心训练时长、动态平衡训练频率为自变量，技术动作稳定性综合评分为因变量，模型调整后 $R^2=0.76$ ($p<0.001$)，表明 76% 的稳定性变异可由专项训练参数解释。标准化回归系数显示，核心训练时长 ($\beta=0.43$) 与动态平衡训练频率 ($\beta=0.38$) 对稳定性提升贡献度最高，抗阻负荷强度 ($\beta=0.21$) 次之。进一步通过 P

earson 相关分析发现，腹横肌激活延迟时间与重心偏移量呈显著正相关 ($r=0.82$, $p=0.003$)，而竖脊肌与多裂肌协同激活率与髋关节力矩波动呈负相关 ($r=-0.75$, $p=0.008$)。模型验证表明，当核心训练时长 ≥ 30 分钟/次、动态平衡训练频率 ≥ 3 次/周时，技术稳定性综合评分提升幅度超过 25% 的概率达 89%。该模型揭示专项训练通过缩短核心肌群神经激活延迟与优化肌群协同时序，实现力量传递链效率与动态平衡能力的同步提升，为个性化训练方案设计提供量化依据。

表 4 技术动作稳定性回归模型参数

自变量	标准化系数 β	标准误	p 值	95%置信区间
抗阻负荷强度 (%1RM)	0.21	0.05	0.032	[0.08, 0.34]
核心训练时长 (min)	0.43	0.07	0.001	[0.29, 0.57]
动态平衡训练频率 (次/周)	0.38	0.06	0.004	[0.24, 0.52]
常数项	-	1.12	0.112	[-2.35, 0.11]

3 讨论

本研究表明，专项力量训练显著提高了自由式摔跤运动员的技术动作稳定性。通过增强神经肌肉协调性和优化力量传递链效率，专项训练提升了运动员在动态对抗中的技术控制能力。抗阻爆发力训练通过提高下肢肌群的刚度适应性，缩短了力量输出的延迟时间，改善了动作稳定性和执行速度。核心稳定性训练增强了腹横肌和多裂肌的协同激活，减少了躯干的侧向摆动，增强了运动员的躯干稳定性。在动态平衡控制训练中，踝关节本体感觉反馈得到优化，提升了重心微调能力，从而提高了技术动作的精准度。

与传统力量训练相比，专项训练的优势在于其对力量转化效率和多关节协同控制的优化。传统训练侧重单一肌群力量，未能有效提升多关节协作和技术稳定性。而专项力量训练通过针对性训练，提高了力量向技术动

作转化的效率。实验组在动作完成度、重心偏移量和关节力矩波动等指标上的显著改善，验证了专项训练在提高技术稳定性方面的有效性。

此外，本研究构建了“力量-稳定性”关联模型，量化了核心训练时长和动态平衡训练频率对技术稳定性的影响。核心训练时长和动态平衡训练频率作为关键变量，能有效预测技术稳定性的提升。研究发现，核心训练时长 ≥ 30 分钟/次，动态平衡训练频率 ≥ 3 次/周时，技术稳定性提升超过 25%，为训练方案的个性化调整提供了科学依据^[5]。

尽管取得了显著成果，研究仍有局限性。样本对象仅限于国家级自由式摔跤运动员，结果的普适性需要进一步验证。未来的研究应扩大样本范围，探讨不同水平运动员的训练效果。此外，专项训练对运动员长期表现的影响仍需进一步跟踪，以评估训练效果的可持续性和

稳定性。

本研究为自由式摔跤的力量训练体系提供了新的理论依据和方法支持。专项力量训练通过提升神经肌肉协调、力量转化效率和动态平衡能力，有效突破了传统训练中的“力量强而技术弱”的瓶颈。未来研究可结合现代技术手段，如实时肌电监测和动态力学分析，进一步提高训练的精准性和个性化，以更好地满足运动员的需求。

4 结论

本研究验证了专项力量训练显著提升自由式摔跤运动员的技术动作稳定性。实验组通过抗阻爆发力、核心稳定性和动态平衡训练的结合，动作完成度提升 20.3%，重心偏移量减少 30.8%，关节力矩波动幅度降低。通过建立的“力量-稳定性”关联模型，确认核心训练时长和动态平衡训练频率为关键变量，能够有效预测技术稳定性提升的幅度。研究结果为摔跤等高强度对抗性运动的力量训练体系提供了新的理论依据，建议在训练

中采用综合性的专项力量干预方案，以提高运动员的技术稳定性和竞技表现。同时，研究为运动训练的个性化、量化发展提供了数据支持和实践指导。

参考文献

- [1] 何利. 青少年自由式摔跤运动损伤风险评估与预防研究——以某市 A 体校为例[J]. 体育科技文献通报, 2025, 33(06): 40-42+73.
- [2] 强秉振. 摔跤运动员的合理营养膳食研究[J]. 食品安全导刊, 2025, (14): 117-119.
- [3] 丁华林. 自由式摔跤运动员常见运动损伤及科学训练法的制定[J]. 中国体育教练员, 2025, 33(01): 62-64.
- [4] 尹敏. 自由式摔跤运动员体能训练的新思路和新路径[J]. 当代体育科技, 2023, 13(36): 14-16.
- [5] 陈幸, 卢俊兵, 孙健, 孙欣茹. 体育院校优秀女子摔跤运动员个性化力量训练的研究[J]. 体育科技文献通报, 2021, 29(12): 104-106+125.