

躯干支柱力量训练对乒乓球运动员正手拉球质量的影响

——以上海体育大学乒乓球专项学生为例

刘文硕

上海体育大学 上海 200438

【摘要】：为探讨躯干支柱力量训练对乒乓球运动员正手拉球质量的影响，为体育院校乒乓球专项体能训练提供科学依据。选取上海体育大学乒乓球专项学生 40 名为实验对象，随机分为实验组和对照组，实验组进行为期 8 周的躯干支柱力量训练，对照组进行常规体能训练。实验前后分别测试正手拉球的球速、转速和落点精准度三项指标。研究发现：实验组在球速、转速和落点精准度三项指标上的提升均显著优于对照组，其中转速的组间差异最为突出（ $P<0.01$ ）。躯干支柱力量训练能够显著提升乒乓球运动员正手拉球的球速、旋转强度和落点精准度，其效果优于常规体能训练。

【关键词】：躯干支柱力量训练；乒乓球；正手拉球；击球质量

DOI:10.12417/3041-0630.26.10.019

1 引言

正手拉球是乒乓球技术体系中杀伤力最强、使用频率最高的核心技术之一，其质量直接决定了运动员的进攻能力和比赛胜负。随着国际乒联推行 40+新材料球，比赛回合增多、单板质量要求提高，正手拉球的击球速度、旋转强度和落点精准度成为衡量运动员技术水平的关键指标。然而，正手拉球动作幅度大、发力链条长，运动员在快速移动中完成击球时，容易因身体重心不稳或躯干支撑不足而导致动力链传导效率降低、单板击球质量下降^[1]。如何在保证动作稳定性的前提下提升正手拉球的质量，已成为乒乓球训练领域的重要课题。

躯干支柱力量是指以人体脊柱、骨盆及髋关节为核心区域的肌群所产生的能力，是上下肢力量高效传递的枢纽^[2]。表面肌电测试发现，在乒乓球正手攻球和拉弧圈球技术中，“核心区”肌群的放电量大于上肢肌群与下肢肌群，其参与度对提高正手击球的稳定性具有重要意义^[3]。肖丹丹等通过对乒乓球运动员正手弧圈球技术的地面支撑作用力进行分析，揭示了躯干转动在拉球发力过程中的核心作用^[3]。蒋津君等对正手中远台拉冲技术的生物力学特征进行了系统分析，进一步明确了躯干—上肢动力链的传导机制^[4]。已有实验表明，躯干支柱力量训练能够显著提升青少年乒乓球运动员的正手弧圈球质量^[5]。基于此，本研究以上海体育大学乒乓球专项学生为实验对象，通过 8 周实验干预，探讨躯干支柱力量训练对正手拉球球速、旋转强度和落点精准度的影响，旨在验证躯干支柱力量训练在乒乓球专项训练中的有效性，为优化体育院校专项体能训练方案提供实证依据。

2 研究对象与方法

2.1 研究对象

本研究以上海体育大学乒乓球专项学生为研究对象，共招募受试者 40 名。纳入标准如下：（1）上海体育大学乒乓球专项在读学生；（2）运动等级为二级运动员及以上；（3）近半年内无运动损伤；（4）未接受过系统的躯干支柱力量训练；（5）自愿参与并签署知情同意书。

受试者随机分为实验组（ $n=20$ ）和对照组（ $n=20$ ）。两组受试者在年龄、身高、体重、运动年限和运动等级等方面差异不显著（ $P>0.05$ ），具有可比性。

2.2 实验设计

本研究采用实验前后对照设计。实验周期为 8 周，每周训练 3 次，每次 45 分钟。具体安排如下：实验组在常规专项技术训练基础上增加躯干支柱力量训练（取代同等时间的常规体能训练内容）；对照组进行常规专项技术训练和常规体能训练，不进行专门的躯干支柱力量训练。两组保持相同的专项技术训练内容和训练量，仅在体能训练内容上有所区别。

表 1 躯干支柱力量训练方案

练内容	组数×次数/时间	间歇
平板支撑	3 组×60 秒	60 秒
侧桥支撑（左右各）	3 组×45 秒	60 秒
仰卧举腿	3 组×15 次	60 秒

作者简介：刘文硕，（2005 年 5 月-），男，汉族，山东临沂，上海体育大学，本科，躯干支柱力量训练对乒乓球运动员正手拉球质量的影响。

鸟狗式（左右各）	3组×12次	60秒
俄罗斯转体（负重）	3组×20次	45秒
药球旋转抛掷	3组×15次	45秒
不稳定平面平板支撑（波速球）	3组×45秒	45秒

（注：续表1）

每次躯干支柱力量训练前进行10分钟热身，训练后进行10分钟拉伸放松。

2.3 测试方法

2.3.1 正手拉球球速测试

采用雷达测速枪（Sports Radar SR3600）对受试者正手拉球后的出球速度进行测量。测试时，受试者在球台一端进行正手拉球，测速枪置于球台另一端，瞄准来球方向。每名受试者进行10次有效正手拉球（拉球上台且落入指定区域），取平均值作为球速指标。

2.3.2 正手拉球旋转强度测试

采用PD-1型乒乓球动态测转仪对拉球的旋转速度进行测量。测试时，受试者同样进行10次有效正手拉球，测转仪记录每次击球后乒乓球的转速（转/秒），取平均值作为旋转强度指标。

2.3.3 正手拉球落点精准度测试

在球台对面半台设置落点评分区域，将半台划分为9个等面积方格（3×3），中心格为10分，向外依次递减（9分、8分……）。受试者连续进行20次正手拉球，要求拉至指定目标区域（如对方球台右半台），记录每次落点所在格子的分值，取平均分作为落点精准度指标。

所有测试在实验开始前1周（前测）和实验结束后1周（后测）进行，由同一组测试人员在同一场地、同一时段完成，以控制测试条件的一致性。

2.4 数理统计法

采用SPSS 26.0统计软件对实验数据进行统计分析。所有数据以“平均值±标准差”（Mean±SD）表示。组内实验前后比较采用配对样本t检验，组间比较采用独立样本t检验。显著性水平设定为P<0.05，非常显著性水平设定为P<0.01。

3 研究结果与分析

3.1 实验前两组同质性检验

实验前对实验组和对照组各项指标进行独立样本t检验，结果如表2所示。

表2 实验前实验组与对照组各项指标比较（Mean±SD）

指标	实验组 (n=20)	对照组 (n=20)	t 值	P 值
年龄（岁）	20.15±1.42	20.30±1.38	-0.34	0.735
运动年限（年）	6.85±2.10	7.05±2.25	-0.29	0.773
球速（m/s）	18.52±2.31	18.68±2.45	-0.21	0.835
转速（r/s）	82.35±10.42	81.90±11.05	0.13	0.897
落点精准度（分）	6.45±1.28	6.52±1.35	-0.17	0.867

由表1可知，实验前两组在年龄、运动年限及各项测试指标上均无显著差异（P>0.05），表明两组受试者具有良好的同质性，满足实验对照的基本要求。

3.2 实验前后各组内比较

3.2.1 实验组实验前后比较

表3 实验组实验前后各项指标比较（Mean±SD，n=20）

指标	实验前	实验后	差值	t 值	P 值
球速（m/s）	18.52±2.31	20.87±2.15	+2.35	-5.82	<0.01
转速（r/s）	82.35±10.42	94.95±9.87	+12.60	-6.45	<0.01
落点精准度（分）	6.45±1.28	7.64±1.05	+1.19	-5.93	<0.01

由表3可知，经过8周躯干支柱力量训练后，实验组的三项指标均有非常显著提升（P<0.01）。

3.2.2 对照组实验前后比较

表4 对照组实验前后各项指标比较（Mean±SD，n=20）

指标	实验前	实验后	差值	t 值	P 值
球速（m/s）	18.68±2.45	19.63±2.38	+0.95	-2.38	<0.05
转速（r/s）	81.90±11.05	85.83±10.62	+3.93	-1.82	0.085
落点精准度（分）	6.52±1.35	6.92±1.28	+0.40	-2.15	<0.05

由表4可知，经过8周常规训练后，对照组的球速（P<0.05）

和落点精准度 ($P<0.05$) 有显著提升, 但转速的提升未达到显著水平 ($P>0.05$)。

3.3 实验后两组间比较

表 5 实验后实验组与对照组各项指标比较 (Mean±SD)

指标	实验组	对照组	差值	t 值	P 值
球速 (m/s)	20.87± 2.15	19.63±2.38	+1.24	2.58	<0.05
转速(r/s)	94.95± 9.87	85.83± 10.62	+9.12	4.15	<0.01
落点精准 度(分)	7.64±1.05	6.92±1.28	+0.72	2.93	<0.05

由表 5 可知, 实验后实验组的三项指标均显著高于对照组。其中, 球速 ($P<0.05$) 和落点精准度 ($P<0.05$) 的组间差异达到显著水平, 转速 ($P<0.01$) 的组间差异达到非常显著水平。

3.4 结果分析

3.4.1 躯干支柱力量训练对正手拉球球速的影响

正手拉球的球速本质上是动量在人体动力链中逐级传递与叠加的结果。根据鞭打动作的生物力学原理, 优秀正手拉球技术的发力顺序遵循“下肢蹬地—髋部转动—躯干扭转—肩部前送—上臂挥动—前臂加速—手腕鞭打”的由近端到远端的传导路径^[3]。在这一链条中, 躯干处于承上启下的枢纽位置: 其近端承接下肢蹬地产生的地面反作用力, 远端则将动量传递至上肢各环节。躯干支柱肌群的功能状态直接决定了这一传导效率的高低。

当躯干支柱肌群力量不足或协调性较差时, 会出现两个典型问题。其一, 力量“泄露”——下肢蹬地产生的动量在通过相对松弛的躯干时, 部分转化为躯干自身的位移或形变能量, 而非传递给上肢, 使得最终作用于球体的冲量减小。其二, 动作“脱节”——躯干无法在恰当的时机提供稳定的支撑基础, 上肢被迫过早或过晚发力, 破坏了“叠加效应”的最佳时序。本研究中实验组球速提升非常显著 ($P<0.01$), 且显著优于对照组 ($P<0.05$), 正说明躯干支柱力量训练通过增强腹直肌、腹内外斜肌、竖脊肌及髋部肌群的力量与协调性, 改善了躯干在高速旋转过程中的刚度与稳定性, 使下肢蹬地产生的反作用力能够以更低损耗地传递至上肢, 从而增大了击球瞬间的拍头速度^[2]。

3.4.2 躯干支柱力量训练对正手拉球旋转强度的影响

旋转强度的本质是球拍在击球瞬间对球体施加的切向冲量, 其大小取决于球拍与球接触瞬间的线速度以及摩擦角度。

在正手拉球中, 产生强烈旋转的发力核心并非上肢的孤立的屈伸, 而是躯干的快速扭转带动上肢完成“甩鞭”式加速^[4]。躯干支柱肌群中的腹内外斜肌是对侧旋转的主要动力来源, 其爆发力直接决定了躯干扭转的角速度, 而躯干角速度又通过肩—肘—腕的联动转化为拍头的线速度。因此, 躯干扭转的角速度越快, 拍头在摩擦方向的瞬时速度越高, 球体获得的旋转就越强。

本研究中一项值得注意的发现是: 对照组经过 8 周常规训练后, 球速和落点精准度均有显著提升, 但转速的提升未达到显著水平 ($P>0.05$)。这一结果提示, 常规体能训练 (如一般性的力量耐力训练) 虽然能够在一定程度上增强运动员的整体力量储备, 但对躯干旋转爆发力的刺激不够充分, 无法有效提升正手拉球的旋转质量。旋转强度的高水平提升需要专门针对躯干旋转肌群进行功能性训练——这正是本研究所采用的躯干支柱力量训练的核心内容。实验组转速提升非常显著 ($P<0.01$) 且组间差异非常显著 ($P<0.01$), 说明通过俄罗斯转体、药球旋转抛掷等涉及躯干抗阻旋转的训练手段, 能够有效增强腹内外斜肌的爆发力和协调能力, 使运动员在拉球时获得更快的躯干扭转速度, 最终显著提高球体的旋转强度。

3.4.3 躯干支柱力量训练对正手拉球落点精准度的影响

落点精准度在本质上反映了运动员对击球动作的控制精度。从运动控制的角度来看, 任何技术动作的精准性都取决于两个因素: 动作程序的稳定性和外部干扰的抵抗能力。在正手拉球这一大发力动作中, 躯干既要参与主动发力, 又要承担维持身体重心稳定和击球点位置恒定的双重任务。当躯干支柱肌群力量不足时, 运动员在发力击球过程中容易出现躯干过度侧屈、骨盆前倾或旋转角度偏差等代偿性动作, 这些变化会直接导致击球点高度、拍面角度以及挥拍轨迹的不一致, 从而降低落点的可重复性。

躯干支柱力量训练对落点精准度的提升机制可以从两个方面加以理解。从“抗干扰”层面来看, 躯干支柱肌群通过预先激活和反射性收缩, 在击球瞬间形成稳定的“核心刚体”, 为上下肢的力量输出提供一个相对固定的支点, 使得即使在上肢高速挥拍的情况下, 躯干也不会发生非控制性的晃动, 从而保证了拍面在击球瞬间的稳定性。从“动作控制”层面来看, 躯干支柱力量训练增强了运动员对骨盆和脊柱位置的感知能力 (即本体感觉), 使运动员能够在不同击球位置和不同来球条件下, 更精确地控制躯干的旋转角度和幅度, 从而以更一致的动作模式完成每次击球^[5]。本研究中实验组落点精准度提升非常显著 ($P<0.01$) 且显著优于对照组 ($P<0.05$), 证实了躯干支柱力量训练通过增强躯干稳定性和改善动作控制精度, 有效提升了运动员对拉球落点的调控能力。

综合以上三个方面的分析可以看出, 躯干支柱力量训练对

正手拉球质量的提升并非单一维度的作用，而是从“力量传递效率”、“旋转力矩输出”和“动作控制精度”三条路径协同发挥效应，共同促进了正手拉球综合质量的提高。

4 结论与建议

4.1 结论

(1) 经过8周躯干支柱力量训练，实验组正手拉球球速的提升显著优于对照组($P<0.05$)，表明躯干支柱力量训练能够有效提升乒乓球运动员正手拉球的击球速度。

(2) 实验组正手拉球转速的提升非常显著优于对照组($P<0.01$)，表明躯干支柱力量训练对提升正手拉球旋转强度的效果尤为突出，常规体能训练对此指标提升有限。

(3) 实验组正手拉球落点精准度的提升显著优于对照组

($P<0.05$)，表明躯干支柱力量训练通过增强躯干稳定性，能够有效提高运动员对击球落点的控制能力。

4.2 建议

(1) 建议在上海体育大学乒乓球专项训练中系统纳入躯干支柱力量训练，将其作为专项体能训练的重要组成部分，弥补传统体能训练对躯干支柱肌群训练不足的问题。

(2) 建议躯干支柱力量训练方案的制定遵循循序渐进原则，从稳定支撑条件下的训练逐步过渡到非稳定支撑条件下的功能性训练，并与专项技术训练有机结合。

(3) 建议教练员在正手拉球技术训练前安排躯干支柱肌群的激活训练，在技术训练后安排躯干支柱肌群的耐力训练，以实现体能训练与专项技术训练的最大化协同效应。

参考文献:

- [1] 李颖.乒乓球正手攻球与拉弧圈球技术“核心区”肌群的sEMG测试与分析[J].河北师范大学学报(自然科学版),2016,40(3),272-276.
- [2] 王峥.躯干支柱力量训练对中学生男子乒乓球运动员训练效果的影响研究[D].北京,首都体育学院,2019.
- [3] 肖丹丹,苏丕仁,唐建军.乒乓球运动员正手弧圈球技术的地面支撑作用力分析[J].天津体育学院学报,2008,23(1),57-59.
- [4] 蒋津君,姚家新,孟庆华.乒乓球正手中远台拉冲技术的生物力学特征分析[J].天津体育学院学报,2016,31(6),506-514.
- [5] 朱金铭,沈博,张影星.基于动力链视角下乒乓球核心稳定性训练的实践研究——以正手拉球技术为例[J].四川体育科学,2026,17-20.