

乒乓球项目运动员专项体能训练核心要素的研究

袁婉丽

(湖北大学体育学院, 湖北 武汉 430062)

摘要: 乒乓球项目是我国竞技体育传统优势项目, 且在我国具有良好的群众基础, 被誉为我国国球。合理选择、运用及挖掘与专项生理学特征等相适应的专项体能训练核心要素, 是乒乓球运动员在运动训练过程中有效发展竞技能力的重要保障。采用文献资料等研究方法, 从运动训练学、运动生理学、运动选材学等视角, 分析乒乓球项目生物学特征, 且构建出2个一级指标、6个二级指标、43个三级指标的乒乓球项目运动员专项体能核心要素评价体系。

关键词: 乒乓球项目; 运动员; 专项体能

Research on the Core Elements of Special Physical Fitness Training for Table Tennis Athletes

YUAN Wan-li

(School of physical Education, HuBei University, Wuhan 430062, China)

Abstract: Table tennis is a traditional competitive sports project in China, and has a good mass base in China. It is known as China's national ball. Reasonable selection, application and excavation of the core elements of special physical training that are suitable for special physiological characteristics are important guarantees for table tennis players to effectively develop their competitive ability in the process of sports training. Using research methods such as literature, this paper analyzes the biological characteristics of table tennis from the perspective of sports training, sports physiology, and sports material selection, and constructs an evaluation system of the core elements of special physical fitness of table tennis athletes with 2 first-level indicators, 6 second-level indicators, and 43 third-level indicators.

Key words: Table tennis; Athletes; Special physical fitness

1 研究目的

竞技体育作为我国体育发展的尖兵, 承载着振奋民族精神、彰显国家形象、驱动体育全方位发展等重要使命, 受到党和国家领导人的高度重视^[1]。党中央、国务院及相关部委相继颁布了《体育强国建设纲要》《关于深化体教融合促进青少年健康发展的意见》等系列政策, 从体育后备人才培养、科学化训练、国家队作风建设、夯实组织基础等多方面推动我国竞技体育事业发展。其中, 运动训练作为竞技体育的重要组成部分, 具有补齐技战术短板、提升竞赛心理抗压水平、获取优异运动

成绩等的重要功能, 备受竞技体育行业指导人员及科研人员高度关注^[2]。从运动训练学视角分析, 体能训练是运动训练的重要内容, 其所蕴含的运动素质提升、促进机体恢复、预防运动损伤等内涵, 成为理论与实践的关注热点^[3, 4]。竞技体育实践表明, 近5年来, 国家体育总局通过建立体能数据库, 组织体能大比武, 实施“铁人计划”等系列举措, 以恶补运动员体能短板^[5]。可见, 合理选择、运用及挖掘与专项生理学特征等相适应的专项体能训练核心要素, 是运动员在运动训练过程中有效发展竞技能力及获取运动成绩的重要保障。

乒乓球项目是我国竞技体育传统优势项目之一，其被誉为我国“国球”。在举国体制保障及以竞技体育为先导的发展策略带动下^[6]，我国乒乓球项目长期处于世界乒坛领先地位，且当今时代仍处于“世界打中国”的发展格局。自中国乒乓球队1952年成立以来，截至2021年12月，116人成为世界冠军，共获252枚金牌，其中32枚奥运金牌^[7]。然而，由于近几十年来，我国乒乓球项目在国际乒坛占据压倒性优势，导致当今世界乒乓球项目发展秩序呈现竞赛结果单一化、可预测性等问题^[8]。基于此，国际乒联对竞赛规则进行多次修改，企图以权威话语体系的显性及隐性权力打破当前格局，制衡我国乒乓球项目的长期霸主地位^[9]。如在竞赛器材方面，经历了小球改大球、有机胶水改无机胶水等改革举措^[10]；在竞赛规则方面，进行了21分制改为11分制、奥运积分赛制及奥运小项增加或删减等调整，最为典型的则是2002年1月，国际乒联对奥运会乒乓球项目的参赛项目进行了调整，从北京奥运会开始，将双打竞赛编入团体赛第三场，且于2017年规定从东京奥运会开始，乒乓球竞赛增设混双项目^[11]。由此可见，适应规则调整及进行针对性训练对于我国乒乓球队保持现有竞技优势及获得优异运动成绩具有举足轻重的地位^[12]。

近年来，我国学者从技战术分析^[13]、赛制规则改革^[14]、后备人才培养^[15]、备战策略^[16]等方面对乒乓

球项目发展进行研究，但却鲜有从专项体能训练的角度进行探索。从实践角度分析，体能是竞技赛场的入场券，加强体能训练，恶补体能短板是当前我国竞技体育的运动训练过程中重要策略。为此，本文旨在挖掘乒乓球项目生物学特征，提炼运动员专项体能训练核心要素，以为乒乓球项目运动训练提供参考依据。

2 研究方法及理论依据

2.1 研究方法

1) 文献资料法

本研究主要采用综合以上文献，可知乒乓球比赛（和训练）的生理学强度并不高，其原因在于乒乓球发力较少的肌肉参与量和较短的回合时间。乒乓球比赛（和训练）的能量供应以有氧供能（回合间歇时和回合击球时）和无氧磷酸原供能（回合击球时）为主，无氧糖酵解供能几乎不参与。正因为如此，乒乓球运动员竞技能力的提升并不需要过高的生理学能力，乒乓球运动员的生理学能力（如 $V \cdot O_2\max/peak$ ）等于或略高于普通人群。基于此，本文试图构建乒乓球运动员专项体能核心要素体系构建。

2) 专家访谈法

与16名乒乓球项目教练员、教师及运动员进行交流，其中教授2名、副教授1名、教练员1名、运动健将1名、一级运动员9名及二级运动员3名，旨在共同完善乒乓球运动员专项体能核心要素的体系构建。具体见表1所示。

表1 访谈对象

序号	姓名	职称 / 运动等级	运动 / 教学经历
1	王 **	教授	2021 年全运会群众组单打第三名
2	滕 **	教授	曾担任 ** 体育学院代表队主教练
3	李 **	副教授 / 博士	曾担任中国乒乓球队科研教练
4	周 *	讲师	** 体育学院乒乓队主教练
5	孙 **	运动健将	乒乓球甲 A 联赛第一
6	李 **	一级运动员	中国乒乓球大学生锦标赛女双第一
7	崔 **	一级运动员	中国乒乓球大学生锦标赛女双第二
8	邵 **	一级运动员	重庆市锦标赛团体第一
9	袁 **	一级运动员	中国乒乓球大学生锦标赛女双第一
10	王 **	一级运动员	湖北省大学生乒乓球锦标赛团体第一
11	何 **	一级运动员	湖北省大学生乒乓球锦标赛团体第一
12	孙 **	一级运动员	湖北省队乒乓球退役运动员
13	何 **	一级运动员	湖北省队乒乓球现役运动员
14	王 **	一级运动员	湖北省大学生乒乓球锦标赛女双冠军
15	张 **	二级运动员	中国乒乓球大学生锦标赛男双第三
16	田 **	二级运动员	中国乒乓球大学生锦标赛男双第三

3) 观察法及自我体验法

仅凭理论上的探寻仍难以对本研究有更深入思考，

更为重要的是，将理论学习与多年乒乓球运动训练经历及日常对乒乓球微信公众号及其他年级的运动训练乒乓球专

项学生上课的观察, 才可使本研究富有实践性及长远性。

2.2 理论依据

针对乒乓球项目专项体能训练的研究, 应立足于该项目的技、战术特点, 透过运动生理学、运动训练学等视角对其进行理论层面把握, 以此保障本研究的科学性与理论性。从运动生理学角度分析, 乒乓球项目属于开式运动技能^[25], 其是指在竞赛过程中, 运动员的所有技术动作的完成, 均受对手技战术变化等外部环境因素的影响进行调适, 技术动作呈现多样性、非周期性、灵活性等特征, 且在各类技术动作的实施中, 均需调动上肢、下肢、躯干、中枢等协调配合, 体现其技术动作训练的复杂性。因此, 应充分考虑其开式运动技能的多样性、非周期性、复杂性等特点, 围绕项目特点、技战术变化等进行细致划分及深入研究。

从运动训练学角度分析, 在运动训练的过程中, 科学有效的运动训练方法对于提高竞技运动水平、实现科学训练目的等具有重大促进作用^[26]。并且, 运动训练手段作为构成现代运动训练方法的重要组成部分, 其在正确训练方法体系下, 与专项技术进行有机结合, 可促进训练效益的有效提升。乒乓球多球训练是在运动训练过程中较为常用的训练手段, 其始于日本排球教练大松博文的训练体系, 由中国乒乓球队教练李仁苏进行理念植入。通过该训练手段可充分结合重复训练法、间歇训练法等运动训练方法, 科学有序进行乒乓球技战术训练, 以弥补训练过程中失误过多、衔接不足、回合较少等问题, 不仅有效提升技术水平, 更是提高专项体能的重要训练手段。

3 乒乓球项目生物力学特征

3.1 项目特征

乒乓球是一项持拍球类项目, 且根据项群理论划分, 其归属于技能主导型及隔网对抗类项目, 其特点是间歇运动, 包括大约3秒钟的短距离对抗竞赛, 中间穿插短时间的休息。乒乓球运动的主要战术目标是: 加重对手的进攻打击和通过结合紧张和重复的努力尽快完成一个点。其中, 包括快速的腿部运动, 伴随短时间的加速和减速, 以及主要的手臂形成有力的划水和对手反击后快速挡球。从这个角度来看, 乒乓球的成功需要有高强度的运动, 在对抗和竞赛之间快速恢复, 保持认知功能的能力。从生理学的角度来看, 乒乓球整合了无氧和有氧途径来产生能量, 随着磷酸肌酸在恢复期的重新合成。

据研究表明, 与其他球拍类运动项目类似, 乒乓球属于间歇式运动项目, 运动员需要不断地做功(回合)和休息(回合间歇), 以赢得一分、一局或一场比赛为目的。尽管乒乓球项目一场比赛的持续时间可达10 min, 但是这其中除去捡球、休息等非回合时间, 剩余的回合时间只占

总比赛时间的20%~30%, 此比例要低于其他球拍类项目(羽毛球、网球、壁球)。此外, 跟其他球拍类项目相比, 乒乓球比赛的平均回合时间(3~5 s)也较短。

3.2 运动员特征

1) 心肺数据

据巴西研究者实验表明, 运动员在跑步机(43.9 ± 1.5 毫升/千克/分钟)和自行车测力计(41.3 ± 1.4 毫升/千克/分钟)^[17]上测定的峰值摄氧量相似, 但高于特定测试期间的测量值(36.9 ± 1.5 毫升/千克/分钟)^[18]和手臂转动(26.6 ± 1.6 毫升/千克/分钟)^[19], 而室性心动过速时的氧含量为 37.7 ± 1.7 , 33.8 ± 1.5 , 分别为 35.2 ± 2.2 和 18.0 ± 1.1 毫升/千克/分钟^[20]。使用特定的乒乓球测试, 最大摄氧量为 49.8 ± 1.1 毫升/千克/分钟, 而最大摄氧量为 49.8 ± 1.1 毫升/千克/分钟相当于 47.4 ± 3.4 球/分钟, 代表测试期间获得的峰值强度的 $81.9 \pm 3.4\%$ 。在乒乓球专项测试中测得的最大值相当于 44.0 ± 4.5 毫升/千克/分钟。测试使用机器人发射球, 每2分钟发射一次球的频率增加。在该测试中获得的最大频率(即最大强度)为 59.1 ± 6.9 球/分钟, 通过VT2方法测定的有氧耐力对应于 44.0 ± 3.7 球/分钟的强度和氧摄取 35.2 ± 4.7 毫升/千克/分钟。这些发现表明乒乓球运动员拥有相当低的有氧能力(min), 低于网球等其他球拍类运动选手的观察值。国外学者^[21]还评估了跑步机跑步中的呼吸补偿点, 发现补偿点出现在 11.4 ± 0.4 km/h, 即低于网球运动员观察到的 4.0 mmol/L 血乳酸(12.6 ± 1.9 km/h)^[22]。尽管有乒乓球。在比赛中具有较高的有氧贡献, 与其他球拍运动相比, 乒乓球运动员具有较低的有氧能力, 因此他们必须更多地关注这种身体成分, 主要是针对精英运动员和防守球员, 他们打得更长, 并试图更有规律。

2) 无氧指数

无氧代谢是乒乓球运动中活跃的主要能量途径, 因此, α -乳酸和乳酸代谢对乒乓球成绩有相关作用。传统上, 腿部肌肉的无氧功率是通过一个短的30秒周期测试来估计的, 例如温盖特测试。斯洛文尼亚国家队男运动员的峰值功率为 9.60 ± 0.79 W/kg, 平均功率为 7.95 ± 0.88 W/kg, 而女运动员($n=4$)的峰值功率为 8.03 ± 0.78 W/kg, 平均功率为 6.55 ± 0.54 W/kg。这些数值低于巴西国家队球员(峰值功率: 11.6 ± 0.76 W/kg; 平均功率 9.06 ± 0.76 瓦/千克), 但高于针对青少年精英网球运动员(峰值功率: 8.6 w/kg; 平均功率: 7.4 W/kg)。国外学者还在曲柄臂测力计上应用了Wingate测试来评估上身功率, 峰值功率和平均功率的结果分别为 5.7 ± 0.7 w/kg和 4.1 ± 0.5 w/kg。国外学者采用了最大累积氧缺乏测试(MAOD), 这是一种被普遍接受的评估乒乓球无氧能力的测试, 在运动员进行正手进攻击球时, 使用机器人发射球。MAOD相当于 4.23 ± 1.53 升

(71.6±29.8 毫升/千克)。总的来说,在乒乓球运动员身上发现的 MAOD 值与在中等活跃的男性身上观察到的相似,但低于橄榄球运动员等高无氧需求运动的运动员和短跑运动员。国外学者显示在特定乒乓球过程中测定的 MAOD (即无氧能力)是中等的,并且与模拟比赛中的射门率显著相关 ($r=0.58P<0.05$),表明更大的无氧能力使集会能够以更高的强度进行。

3) 强度指数

初步分析表明,男乒乓球运动员比女乒乓球运动员有更好的握力等长力量^[23]。乒乓球运动中的正手和反手进攻动作占有击球类型的 53%。因此,臂速和加速度是完成一个有力的击球最重要的组成部分。国外学者报道^[24],在击球瞬间出现的最大球拍速度可能是成功的打球技术的关键生物力学要求之一,该技术依赖于掌握的加速手臂的能力。在重复的乒乓球击球过程中。乒乓球比赛中的几个决定性动作(即进攻击球)涉及手臂的力量,以产生速度和手臂加速度,从而产生球的速度和加速度。

4) 选材指数

(1) 运动员形态测评

按照项群分类,乒乓球项目属于隔网对抗类项目,该项群对身高的要求随球网的高度增加和活动范围的加大而增高,但总体属于中等或中等偏上身高。体型匀称,四肢、小腿、跟腱较长,足弓高等。

(2) 运动员机能评测

按项群分类,乒乓球项目属于隔网对抗类项目,该项群生理生化机能选材为快肌纤维比例大,本体感觉、视觉、听觉、位觉良好,良好的心肺功能,有氧代谢和 ATP-CP 代谢能力强(乒乓球项目属于有氧和无氧结合的混氧供能的运动项目)。针对乒乓球项目所需的生理生化机能指标,采取手段进行选材:

①组织化学染色法,通过其判断 ATP 酶的活性,以判断运动员机体是快肌纤维比例大还是慢肌纤维比例大,快肌纤维是慢肌纤维的 3 倍。

② 30 秒 30 次蹲起机能测试,通过其判断运动员的心肺功能能力(指数小于或等于 0 为最好,0~5 为很好,6~10 为一般,11~15 为不好,大于 16 很差)。

③测量血乳酸的值,通过其判断运动员的有氧代谢能力和 ATP-CP 供能能力。10 秒左右的全力运动后,血乳酸低者则 ATP-CP 供能能力强;进行 10 分钟以上运动,血乳酸低者则有氧代谢能力强。

(3) 心理素质测评

根据项目对神经类型的要求表格得知,乒乓球项目的神经类型为活泼二、三型,防守类运动员以安静一型为好;主要内容为活泼好动,接受能力强,记忆好,快速勇猛,善用脑,机智灵活等。

4 乒乓球运动员专项体能核心要素体系构建

根据项群理论划分,乒乓球是一项有氧与无氧混合的混氧持拍球类项目,从属于技能主导型及隔网对抗类项目,其特点是间歇运动,包括大约 3 秒钟的短距离对抗竞赛,中间穿插短时间的休息。本文基于运动训练、运动生理学等,提炼一般及专项体能训练 2 个一级指标,身体形态、生理机能、运动素质、基本功、接发抢及发抢 6 个二级指标,43 个三级指标构成乒乓球专项体能核心要素的评价指标体系,旨在为其训练提供参考依据。具体见表 2 所示。

表 2 乒乓球运动员专项体能核心要素评价体系构建

一级指标	二级指标	三级指标
一般体能	身体形态	克托莱指数
		前臂长 / 上肢长 X100
		上臂围差
	生理机能	30 秒无氧功
		肺活量 / 体重
		纵跳
		10 次低重心四角跑
		羽毛球掷远
		一分钟跳绳(单摇)
		一分钟跳绳(双摇)
运动素质	运动素质	坐位体前屈
		30 秒仰卧起坐
		侧卧支撑
		立定跳远
		30 秒跳绳
		侧滑触杆
		折返
		扣球击远
		两点正手上旋跑位
		两点正手下旋跑位
专项体能	基本功	全台正手不定点上旋
		全台正手不定点下旋
		正手两点上旋
		反手两手下旋
		三点正手上旋跑位
		三点正手下旋跑位
		反手半台不定点下旋
		反手半台不定点上旋
		左推右攻
		推侧扑
		全台摆速

续表

一级指标	二级指标	三级指标
专项体能	接发抢	正手位摆短正手位拉
		正手位摆短反手位拉
		反手位摆短正手位拉
		反手位摆短反手位拉
		反手位拧正手位拉
		反手位拧反手位拉
	发抢	发下旋短球接正手拉
		发下旋短球接反手拉
		发不转短球接侧身正手冲训练
		发不转短球接侧身反手冲训练
		发急长球接正手冲训练
		发急长球接反手冲训练

参考文献

- [1] 杨国庆. “十四五”我国竞技体育发展的时代背景与创新路径[J]. 武汉体育学院学报, 2021, 55(1): 5-12.
- [2] 金成平, 石磊, 杨成波, 等. 中国运动训练基本理论的演进与发展[J]. 武汉体育学院学报, 2022, 56(4): 87-93.
- [3] 陈小平, 褚云芳, 纪晓楠. 竞技体能训练理论与实践热点及启示[J]. 体育科学, 2014, 34(11): 3-10.
- [4] 陈小平. 第32届夏季奥运会延期对运动训练的影响及其对策[J]. 中国体育科技, 2020, 56(7): 6-8.
- [5] 袁守龙. 东京奥运会科技备战的战略转型和价值启示[J]. 体育科学, 2021, 41(12): 10-17.
- [6] 钟秉枢, 何俊, 郝晓岑, 等. 基于“补短板”视野下的新时代中国体育强国发展道路探索[J]. 首都体育学院学报, 2018, 30(1): 4-9.
- [7] 中国乒乓球协会. 中国乒乓球队发展史[EB/OL]. [2019-02-26]. <https://www.ctta.cn/zlk/2016/0728/122598.html>.
- [8] 李荣芝, 张娣, 余锦程, 等. 中国乒乓球的使命追溯与新时代责任[J]. 体育科学, 2021, 41(11): 69-79.
- [9] 毛浩然. 弱势群体话语反操控策略研究: 以《自然》致歉叶诗文事件为例[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), 2014(4): 103-112.
- [10] 姜来, 田岭, 张军霞, 等. 基于非参数检验的提高比赛结果不可预测性的研究: 以乒乓球运动为例[J]. 广州体育学院学报, 2021, 41(5): 73-76.
- [11] 王翔, 梁勤超, 李林. 国际乒联规则改革的动因探析与效应评价[J]. 中国体育科技, 2021, 57(9): 55-59.
- [12] 胡明洋, 管延伟. 国际乒联修规改制背景下国乒备战东京奥运会的应对策略研究[J]. 辽宁体育科技, 2021, 43(3): 16-19.
- [13] 赵喜迎, 徐君伟. 基于熵值法和灰色关联分析法

的乒乓球技战术综合评价研究[J]. 山东体育学院学报, 2020, 36(5): 96-101.

[14] 吴飞, 洪晨璐, 李霖, 等. TTR系统启用对乒乓球比赛的影响及东京奥运会备战策略研究[J]. 成都体育学院学报, 2021, 47(1): 131-136.

[15] 周星栋, 张瑛秋. 乒乓球运动中基于竞赛成绩选材的科学性研究[J]. 广州体育学院学报, 2021, 41(2): 63-68, 111.

[16] 何文捷, 王泽峰. 日本备战第32届夏季奥运会情势研究[J]. 中国体育科技, 2021, 57(5): 3-8.

[17] Bańkosz Z, Winiarski S. The kinematics of table tennis racquet: Differences between topspin strokes[J]. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 2017, 57(3): 202-213.

[18] Zagatto A M, Milioni F, Freitas I F, et al. Body composition of table tennis players: Comparison between performance level and gender[J]. Sport Sciences for Health, 2016, 12(1): 49-54.

[19] Zagatto A, Papoti M, Leite J V M, et al. Energetics of table tennis and table tennis specific exercise testing[J]. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2016, 11(8): 1012-1017.

[20] Chamari K, Hachana Y, Kaouech F, et al. Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players[J]. British Journal of Sports Medicine, 2005, 39(1): 24-28.

[21] Tang H, Mizoguchi M, Toyoshima S. Speed and spin characteristics of the 40mm table tennis ball[J]. International Journal of Table Tennis Sciences, 2002(5): 278-284.

[22] Takeuchi T, Kobayashi Y, Hiruta S, et al. The effect of the 40 mm diameter ball on table tennis rallies by elite players[J]. International Journal of Table Tennis Sciences, 2001, 4(5): 265-277.

[23] Pradas de la Fuente F, González Jurado J A, Molina Sotomayor E, et al. Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of high level table tennis players[J]. International Journal of Morphology, 2013, 31(4): 1355-1364.

[24] Wenger H A, Bell G J. The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness[J]. Sports Medicine, 1986, 3(5): 346-356.

[25] 王瑞元, 苏全生. 运动生理学[M]. 北京: 人民出版社, 2012: 347.

[26] 田麦久. 运动训练学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011: 199-200.