



近十年对抗性项目运动员感知运动行为优势特征的研究进展与展望

周成林, 王莹莹

Research Progress and Prospects on the Superior Perceptual-Motor Behaviors of Athletes in Competitive Sports Over the Past Decade

引用本文:

周成林, 王莹莹. 近十年对抗性项目运动员感知运动行为优势特征的研究进展与展望[J]. 上体育大学学报, 2024, 48(11): 53-68.

ZHOU Chenglin, WANG Yingying. Research Progress and Prospects on the Superior Perceptual-Motor Behaviors of Athletes in Competitive Sports Over the Past Decade[J]. *Journal of Shanghai University of Sport*, 2024, 48(11): 53-68.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.16099/j.sus.2024.05.07.0004>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

100 m跑精英运动员专长领域的听觉认知加工自动化特征: 一项ERP研究

Automation of Auditory Cognitive Processing in 100 m Sprint Elites' Expertise Domain: An ERP Study

上海体育学院学报. 2023, 47(2): 60-75

认知神经科学视角下冬奥心理科技攻关服务新体系的构建与应用

Construction and Application of Psychological Sci-tech Service in Winter Olympics from the Perspective of Cognitive Neuroscience

上海体育学院学报. 2023, 47(11): 57-67

新兴技术融合发展下竞技运动心理学研究进展、实践与展望

Research Progress, Practice and Prospect of Competitive Psychology under the Background of Integration of Psychology Technology and Emerging Technologies of Artificial Intelligence

上海体育学院学报. 2020, 44(11): 18-27, 54

竞走裁判员判罚决策过程中的视觉搜索特征

Visual Search Behaviors in the Penalty Decision-making of Race-walking Referees

上海体育大学学报. 2024, 48(5): 41-51

我国不同冰雪项目优秀运动员家庭社会因素的特征

Characteristics of Family and Socioeconomic Factors of Chinese Elite Winter Sports Athletes Across Different Disciplines

上海体育学院学报. 2023, 47(12): 83-96

参赛越多运动生涯越长? ——基于世界优秀田径运动员参赛特征的实证研究

The More Participation the Longer Sports Career?: Based on the Characteristics of the World Outstanding Track and Field Athletes

上海体育学院学报. 2021, 45(9): 86-98



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

原创成果

近十年对抗性项目运动员感知运动行为优势特征的研究进展与展望

周成林, 王莹莹

(上海体育大学 心理学院, 上海 200438)

摘要: 感知并预判对手动作以做出应对决策是抗性项目运动员执行动作反应的基础。采用系统综述方法, 梳理近十年关于抗性项目运动员感知运动行为的研究, 从感知、预判和决策3个阶段概述运动员专项与非专项感知运动行为的特征及其认知神经机制。发现: 运动员在感知和预判阶段通过投入更多认知资源以获取关键视觉线索和处理冲突情境, 在决策阶段通过激活内部模型完成自动化决策, 体现了较高的神经效率, 反映了运动员感知运动行为全过程的不同脑神经活动特征。随着认知神经科学、计算机和可穿戴设备等新兴技术的发展, 未来研究可利用机器学习和大数据模型等算法模拟和预测运动行为, 揭示运动训练对人脑的可塑性规律, 提升研究成果的解释力。

关键词: 运动员; 感知运动行为; 认知神经科学技术; 感知; 预判; 决策

中图分类号: G804.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5498(2024)11-0053-16 **DOI:** 10.16099/j.sus.2024.05.07.0004

感知系统与运动系统是人类与他人和环境产生有效互动的重要基础。在竞技体育中, 运动员通过对环境和对手变化的感知, 以迅速而灵活的方式调控身体运动, 完成精彩的技能表现^[1]。这一过程展示了感知系统与运动系统之间精准协调的重要性。深入揭示人脑如何处理感知觉信息并将其转化为运动响应, 不仅有助于理解运动员的认知优势, 同时也是进一步理解人类运动表现的有效途径。

感知运动行为(perceptual-motor behavior)是感知和识别动作信息, 并做出运动行为决策的过程^[1-2]。运动员利用感知觉提取并识别对手和环境相关信息的过程是完成高效动作反应的前提^[3]。在行为层面, 许多研究探讨了运动员的感知觉能力与其运动经验的关系。例如, Hung等^[4]最早比较了乒乓球运动员组和普通对照组在非专项一般视觉注意任务表现上

的差异, 结果发现乒乓球运动员在线索信息的提示下对目标刺激的反应速度更快、准确率更高, 说明运动员对外部信息的感知效率更高。这与 Ji等^[5]针对足球运动员冲突信息感知过程的研究结果相似——相比于普通对照组, 足球运动员能够基于其优越的动作运动学信息(kinematic information)感知能力更好地应对冲突的情境信息(context information), 表现出更高效的动作识别能力。此外, 还有研究从视觉搜索层面更直观地描述运动员的感知觉表现。元分析^[6]结果发现, 运动员眼睛停留在刺激上的时间更短, 表明他们的视觉信息整合速度更快, 同时, 在反应速度、注意分配、注意集中以及视野信息整合方面也表现出更大的优势^[7-8]。

在高效感知外部信息的基础上, 运动员能够精准识别甚至提前预判对手的动作(如乒乓球击球的方向

收稿日期: 2024-05-07; 修回日期: 2024-10-12

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(32371129); 国家自然科学基金面上项目(32271131)

第一作者简介: 周成林(ORCID: 0000-0001-6244-4078), 男, 辽宁沈阳人, 上海体育大学教授, 博士, 博士生导师; 研究方向: 运动认知与脑科学, E-mail: chenglin_600@126.com

通信作者简介: 王莹莹(ORCID: 0000-0002-9242-9861), 女, 辽宁沈阳人, 上海体育大学副教授, 博士, 博士生导师; 研究方向: 运动认知与脑科学, E-mail: wangyingying@sus.edu.cn

向、速度、球旋转方向等), 以及时计划和调整后续的动作决策^[9-10]。这一过程在感知运动行为中常常发生, 人们不断预判将要发生的事件以补偿感知过程中的神经反应延迟, 这在时间压力较大的对抗性项目运动中体现得更为明显^[11]。例如, 针对乒乓球项目动作预判的系列研究^[12-14]发现, 乒乓球运动员能够仅通过感知对手动作的运动学信息, 在击球时刻之前便大概率成功预判球的落点位置, 而无乒乓球运动经验的对照组多是通过感知后期球的飞行轨迹判断球的落点。运动员的这种动作预判优势离不开对专项动作序列中运动学信息的精准表征^[15]。对此, 共同编码(common coding)模型提出, 个体在感知运动交互过程中会建立关于动作的内部模型(internal model), 一旦再次感知到同类动作的部分信息, 便会调用该内部模型表征, 进而对完整动作包括结果进行模拟^[16]。这一观点常被用来解释运动员的动作预判优势过程, 他们经过长期的专项运动训练, 不断优化和完善内部模型, 以更快速且准确地模拟和预判动作结果^[17-18]。人脑镜像神经系统(mirror neuron system, MNS)的发现支持了这一观点^[19]。有研究^[17, 20-21]发现, 运动员在感知和预判专项动作时, 前运动皮层、顶下小叶等脑区有更强的激活, 可能反映了感知和模拟动作信息过程中内部模型的调用。

上述研究针对不同项目运动员的感知运动行为阶段进行了差异化数据分析, 涉及的因素与变量众多, 有必要对该领域的研究进行系统的梳理与分析, 从而全面了解运动员的感知运动行为特征, 以深入理解大脑处理感知信息输入和指导运动响应的全过程。近十年间, 随着体育学、心理学、神经科学、计算机、数学等学科交叉研究的不断涌现, 研究内容、技术和成果发生了重大转变和突破, 能够更深入地从认知加工的时间和空间层面揭示人脑在进行感知运动行为过程中的运行机制, 也正逐步从研究的描述和解释层面过渡到预测和控制层面, 但目前少有引领性综述研究对此进行总结和展望。Logan 等^[22]和 Scharfen 等^[23]针对运动员认知功能表现的综述未关注认知神经机制层面, Li 等^[24]仅综述了运动员脑神经效率假说的相关研究。因此, 笔者聚焦近十年关于运动员感知运动行为及其认知神经机制的前沿研究, 通过系统性分析与评述, 明确该领域的最新研究进展和发展方向, 并为后续研究提供建议, 以期对未来运动员运动认知领域研究提供引领性

参考。

1 研究方法

1.1 文献检索

2024年1月, 在 Web of Science 核心合集、PubMed 和 PsycINFO 共 3 个外文数据库, CNKI、万方和维普共 3 个中文数据库中检索 2014 年 1 月—2024 年 1 月发表的对抗类项目运动员感知运动行为相关文献。英文检索主题词或关键词(式)包括 3 组: ① 感知运动行为, perception OR sensation OR sensory processing OR perceptual cognition OR attention OR perceptual motor OR anticipation OR decision making; ② 人群, athlete OR sport OR expert OR player OR elite OR professional OR high-performance OR expert-novice paradigm; ③ 认知神经科学技术, functional magnetic resonance imaging OR fMRI OR electroencephalogram OR EEG OR event-related potential OR ERP OR functional near-infrared spectroscopy OR fNIRS OR transcranial magnetic stimulation OR TMS OR eye movement。中文检索主题词或关键词包括: ① 感知觉 OR 认知 OR 注意 OR 感知运动 OR 预判 OR 预测 OR 决策; ② 运动员 OR 竞技运动 OR 竞技运动员 OR 专家 OR 专家-新手范式; ③ 功能磁共振成像 OR 脑电图 OR 事件相关电位 OR 功能性近红外光谱 OR 经颅磁刺激 OR 眼动。组间使用“和(AND)”检索式。另外, 文献的参考文献也会通过人工检索的方式被纳入。

1.2 文献纳入与排除标准

文献纳入标准: ① 以对抗性项目运动员感知运动行为为主题的研究; ② 横断面对照实验研究; ③ 样本包括至少 1 组运动员, 运动员至少有 5 年的专项运动训练经历, 或者有代表个人或团队参加省级、国家级或国际级比赛的经历; ④ 发表于同行评议期刊的中英文文献全文, 中文文献需发表于 CSSCI、CSCD 收录期刊或北大中文核心期刊; ⑤ 发表时间限定为 2014 年 1 月—2024 年 1 月。文献排除标准: ① 与对抗类运动员感知运动行为主题无关的研究; ② 研究对象未包含运动员的文献; ③ 除运动员和对照组外还涉及其他与动作动力学信息操纵无关的自变量; ④ 研究对象为残疾人运动员; ⑤ 重复发表的文献; ⑥ 综述、评论、书评、观察性研究、质性研究、纵向追踪研究; ⑦ 非中英文文献、书籍、未发表论文、会议及学位论文。

1.3 文献筛选与信息提取

由2名研究人员按照纳入和排除标准对文献进行独立筛选、核查和整理,最终纳入符合研究目的文献,如遇分歧,则征询第3名研究者的意见。对符合纳入标准的文献提取信息,内容包括:研究识别信息、研究样本的基本信息(包括运动员组和对照组的人数、运动水平以及运动员的竞技项目)、专项或非专项感知运动行为和认知神经科学技术。

2 研究结果

2.1 文献检索结果

通过数据库检索出相关文献2192篇(中文285篇,英文1907篇)。剔除重复文献996篇以及综述、评论和动物实验62篇;阅读题目和摘要后,剔除明显不符合纳入标准的文献1017篇;根据标题和摘要筛选合格文献117篇,根据文章的参考文献补录15篇,最后进行全文浏览筛选文献共132篇;根据纳入和排除标准,阅读全文剔除文献39篇;最终纳入文献93篇(中文41篇,英文52篇)。筛选流程如图1所示。

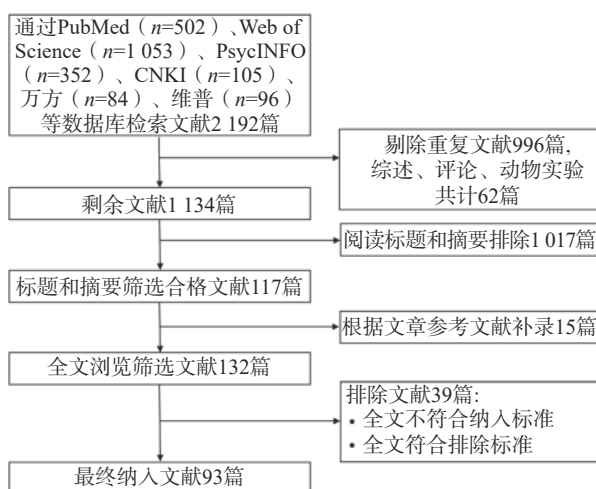


图1 文献筛选流程

Figure 1 Literature selection flow diagram

2.2 纳入文献的基本特征

纳入的93篇文献均为横断面研究,来自13个国家,其中中国69篇、德国6篇、意大利4篇、日本3篇、美国和英国各2篇,其余各国(巴西、比利时、韩国、加拿大、墨西哥、南非、斯洛文尼亚)均为1篇。研究涉及13个对抗性项目,其中乒乓球24篇、网球14篇、足球和排球各13篇、羽毛球10篇、篮球7篇、棒球6篇、冰球和击剑各4篇、散打3篇、武术2篇、拳击和跆拳道各1篇。有3篇研究同时纳入了多种竞技项目的运动员,如Yu等^[25]的研究纳入了同场对抗性项目(篮球、排球、足球)和非同场对抗性项目(乒乓球、羽毛球、网球)运动员,Balser等^[17]的研究纳入了网球和排球运动员。

研究样本总量为3758人($M = 17.90$; $SD = 6.04$; 样本量范围:5~36人)。根据运动水平,将所有研究对象分为运动员组和对照组,其中对照组又分为无专项训练经验的无经验组和具有一定训练基础的新手组(平均训练年限为0~5年)。当前研究中运动员的技能水平参差不齐,既有国际级运动员,也有国家级、地区级或高校运动员。运动员组样本总量为2189人($M = 17.65$; $SD = 6.08$),对照组样本总量为1569人($M = 18.24$; $SD = 6.01$)。

认知神经科学技术在目前的研究中被广泛使用,大部分研究借助了脑电图(electroencephalogram, EEG) ($n=49$)、眼动仪($n=23$)、功能性磁共振成像(functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI) ($n=14$)和功能性近红外光谱(functional Near-Infrared Spectroscopy, fNIRS) ($n=3$)等技术,进一步揭示了对抗性项目运动员感知运动能力优势的神经机制,还有8篇研究未采用任何认知神经科学技术。纳入文献的基本特征如表1所示。

2.3 纳入文献研究设计特点

根据纳入样本的特征可以把研究分为3类,即专

表1 纳入文献的基本特征

Table 1 Basic characteristics of the included literature

文献信息	国家	竞技项目	运动员组		对照组		专项或非专项感知运动行为	认知神经科学技术
			人数(男/女)	运动水平	人数(男/女)	运动水平		
感知运动行为: 感知								
Han等 ^[26] (2014)	韩国	棒球	13	业余运动员(高)	—	—	专项	fMRI
			20	业余运动员(低)				
黄宏远等 ^[27] (2014)	中国	网球	20	健将级、一级	20	新手	专项	眼动仪
黄琳等 ^[28] (2014)	中国	击剑	14(7/7)	二级及以上	14(7/7)	无经验	非专项	EEG

续表 1

文献信息	国家	竞技项目	运动员组		对照组		专项或非专项 感知运动行为	认知神经 科学技术
			人数 (男/女)	运动水平	人数 (男/女)	运动水平		
王丽岩等 ^[29] (2014)	中国	乒乓球	18(13/5)	二级	18(13/5)	新手	专项	EEG
Wolf等 ^[30] (2014)	德国	乒乓球	14(9/5)	国家乒乓球协会运动员	15(11/4)	新手	专项	EEG
			15(9/6)	地区乒乓球协会运动员				
徐立彬等 ^[31] (2014)	中国	乒乓球	15(男)	二级	15(男)	新手	专项	EEG
张怡等 ^[32] (2014)	中国	网球	15	健将级、一级	16	新手	专项	眼动仪、EEG
			12	二级				
朱泳等 ^[33] (2014)	中国	篮球	30(男)	二级及以上	30(男)	新手	专项	眼动仪、EEG
郭志平等 ^[34] (2015)	中国	乒乓球	14(男)	二级及以上	14(男)	无经验	专项、非专项	EEG
金晨曦等 ^[35] (2015)	中国	乒乓球	19(男)	二级	20(男)	无经验	专项、非专项	EEG
Muraskin等 ^[36] (2015)	美国	棒球	9	一级	10	无经验	专项	EEG
Wang等 ^[37] (2015)	中国	羽毛球	12(女)	大学校队运动员	13(女)	无经验	非专项	EEG
郭志平等 ^[38] (2016)	中国	乒乓球	14(男)	二级	14(男)	无经验	专项	EEG
Hülsdünker等 ^[39] (2016)	德国	羽毛球	15	国内或国际锦标赛	28	无经验	非专项	EEG
Sanchez-Lopez等 ^[40] (2016)	墨西哥	武术	11	国内或国际比赛	10	新手	非专项	EEG
Bianco等 ^[41] (2017)	意大利	击剑、乒乓球、排球	12(11/1)	平均训练13.4年	12(11/1)	无经验	非专项	EEG
Bianco等 ^[42] (2017)	意大利	击剑	13(8/5)	平均训练11.7年	13(10/3)	无经验	非专项	EEG
		拳击	13(11/2)	平均训练11.2年				
Guo等 ^[43] (2017)	中国	乒乓球	14(男)	二级及以上	14(男)	无经验	专项、非专项	fMRI
Hülsdünker等 ^[44] (2017)	德国	羽毛球	25	国内或国际锦标赛	28	无经验	非专项	EEG
郭志平等 ^[45] (2017)	中国	乒乓球	14(男)	二级	14(男)	无经验	专项	EEG
韦晓娜等 ^[46] (2017)	中国	网球	19(11/8)	二级	19(12/7)	无经验	专项	EEG
魏瑶等 ^[47] (2017)	中国	乒乓球	19	二级	20	无经验	专项	EEG
陈嘉成等 ^[48] (2018)	中国	羽毛球	19(14/5)	二级及以上	20(14/6)	无经验	非专项	EEG
He等 ^[49] (2018)	中国	网球	18(10/8)	二级及以上	18(10/8)	新手	专项	EEG
姬庆春等 ^[50] (2018)	中国	足球	35(男)	二级及以上	35(男)	无经验	非专项	EEG
王诗瑶等 ^[51] (2018)	中国	网球	10(女)	二级	10(女)	无经验	非专项	EEG
王骏昇等 ^[52] (2018)	中国	排球	20(男)	健将级、一级	—	—	非专项	—
			20(男)	专项大学生				
魏瑶等 ^[53] (2018)	中国	乒乓球	19	二级	20	新手	专项	EEG
张海斌等 ^[54] (2018)	中国	排球	20(10/10)	健将级	20(10/10)	无经验	专项	眼动仪
			20(10/10)	一级				
Chen等 ^[55] (2019)	中国	羽毛球	19(14/5)	平均训练5年以上	20(14/6)	无经验	非专项	EEG
Del Percio等 ^[56] (2019)	意大利	足球	13(男)	地区或国家锦标赛	8(男)	无经验	专项	EEG
Fujiwara等 ^[57] (2019)	日本	武术	15(男)	平均训练10年以上	15(男)	无经验	非专项	fMRI
Meng等 ^[58] (2019)	中国	乒乓球	20(14/6)	一级、二级	22(15/7)	无经验	专项	—
Qiu等 ^[59] (2019)	中国	篮球	23	一级、二级	24	无经验	非专项	fMRI
Yu等 ^[25] (2019)	中国	乒乓球、羽毛球、网球 (非同场对抗性项目)	20(11/9)	平均训练5.7年	20(8/12)	无经验	非专项	fNIRS
		篮球、排球、足球 (同场对抗性项目)	20(10/10)	平均训练6.2年				
徐立彬 ^[60] (2020)	中国	乒乓球	15(男)	二级	15(男)	新手	专项	EEG
漆昌柱等 ^[61] (2021)	中国	网球	18(10/8)	二级	18(10/8)	新手	专项	EEG
Rosker等 ^[62] (2021)	斯洛文尼亚	网球	5(男)	国际级	—	—	专项	眼动仪
			10(男)	国家级				
Zhang等 ^[63] (2021)	中国	冰球	18(10/8)	健将级、一级	—	—	非专项	EEG
			20(10/10)	二级、专项大学生				
张燕会等 ^[64] (2021)	中国	冰球	22(10/12)	健将级、一级	23(10/13)	无经验	非专项	EEG
					21(11/10)	新手		
Zhou ^[65] (2021)	中国	足球	24	一级、二级(平均训练5.3年)	—	—	非专项	眼动仪
			32	三级、四级(平均训练5.3年)				

续表 1

文献信息	国家	竞技项目	运动员组		对照组		专项或非专项 感知运动行为	认知神经 科学技术
			人数 (男/女)	运动水平	人数 (男/女)	运动水平		
孟繁莹等 ^[66] (2022)	中国	乒乓球	20(14/6)	二级及以上	21(13/8)	无经验	专项	EEG
Meyer等 ^[67] (2022)	德国	篮球	16(12/4)	国家甲级联赛	16(12/4)	无经验	专项	眼动仪
Wang等 ^[68] (2022)	中国	网球	14(7/7)	二级及以上	14(7/7)	无经验	专项	EEG
Xu等 ^[69] (2022)	中国	乒乓球	15(男)	二级	15(男)	新手	专项	EEG
惠惠荷等 ^[70] (2023)	中国	跆拳道	10	一级、二级	10	新手	专项	EEG
Vicente等 ^[71] (2023)	巴西	排球	15(11/4)	国家级	15(5/10)	无经验	非专项	EEG
Yu等 ^[72] (2023)	中国	冰球	10(女)	国家级(高)	16(女)	新手	非专项	fNIRS
Zhao等 ^[73] (2023)	中国	篮球	12(女)	国家级(低)	21(女)	无经验	专项	眼动仪
Jiang等 ^[74] (2024)	中国	乒乓球	21(女)	大学生女子篮球联赛	21(女)	新手	专项	眼动仪
Jiang等 ^[74] (2024)	中国	乒乓球	22(13/9)	一级、二级	20(10/10)	无经验	非专项	EEG
感知运动行为: 预判								
Alder等 ^[75] (2014)	英国	羽毛球	8	国家级	8	无经验	专项	眼动仪
Balsler等 ^[77] (2014)	德国	网球	15(8/7)	国家顶级网球联赛	—	—	专项	fMRI
Balsler等 ^[76] (2014)	德国	排球	16(8/8)	国家顶级排球联赛	—	—	专项	fMRI
Balsler等 ^[76] (2014)	德国	网球	16(8/8)	国家顶级网球联赛	16(8/8)	新手	专项	fMRI
Taliep等 ^[77] (2014)	南非	棒球	8(男)	州级联赛	10(男)	新手	专项	EEG
Uchida等 ^[78] (2014)	日本	篮球	8(男)	大学校队运动员	8(男)	无经验	专项	眼动仪
Vansteenkiste等 ^[79] (2014)	比利时	排球	10(女)	国家级(高)	17(女)	无经验	专项	眼动仪
解缤等 ^[80] (2014)	中国	羽毛球	10(女)	国家级(低)	—	—	专项	眼动仪
解缤等 ^[80] (2014)	中国	羽毛球	10	二级及以上	10	新手	专项	眼动仪
赵洪朋等 ^[81] (2014)	中国	散打	16(男)	一级、二级	12(男)	新手	专项	EEG
支二林等 ^[82] (2014)	中国	排球	24(12/12)	一级	24(12/12)	新手	专项	眼动仪
冯琰 ^[83] (2015)	中国	击剑	8(4/4)	健将级	11(7/4)	新手	专项	眼动仪、EEG
张海斌等 ^[84] (2015)	中国	排球	14(6/8)	一级	—	—	专项	眼动仪
张海斌等 ^[84] (2015)	中国	排球	20(10/10)	健将级	20(10/10)	无经验	专项	眼动仪
何一粟等 ^[85] (2016)	中国	散打	20(10/10)	一级	—	—	专项	眼动仪
何一粟等 ^[85] (2016)	中国	散打	12(男)	二级	12(男)	新手	专项	眼动仪
Wimshurst等 ^[21] (2016)	英国	冰球	15(10/5)	从俱乐部到国际级	15(9/6)	无经验	专项、非专项	fMRI
肖坤鹏等 ^[86] (2016)	中国	排球	12(男)	健将级	—	—	专项	眼动仪
肖坤鹏等 ^[86] (2016)	中国	排球	11(男)	一级	—	—	专项	眼动仪
肖坤鹏等 ^[86] (2016)	中国	排球	12(男)	二级	—	—	专项	眼动仪
Xu等 ^[87] (2016)	中国	羽毛球	16(11/5)	大学校队或职业运动员	18(8/10)	无经验	专项	fMRI
张铁民 ^[88] (2016)	中国	排球	11(男)	健将级	11(男)	无经验	专项	眼动仪
张铁民 ^[88] (2016)	中国	排球	9(男)	一级	—	—	专项	眼动仪
张铁民 ^[88] (2016)	中国	排球	10(男)	二级	—	—	专项	眼动仪
陆颖之等 ^[10] (2018)	中国	乒乓球	24(10/14)	平均训练10.8年	24(10/14)	无经验	专项	—
陆颖之等 ^[10] (2018)	中国	乒乓球	26(19/7)	平均训练5.2年	—	—	专项	—
上官戎等 ^[89] (2018)	中国	网球	15(10/5)	二级	15(10/5)	新手	专项	EEG
Zhao等 ^[13] (2018)	中国	乒乓球	26(10/16)	省队运动员	24(10/14)	无经验	专项	—
Zhao等 ^[13] (2018)	中国	乒乓球	25(18/7)	大学校队运动员	—	—	专项	—
Wang等 ^[90] (2019)	中国	足球	25(男)	职业足球俱乐部	25(男)	无经验	专项	EEG
Wang等 ^[12] (2019)	中国	乒乓球	25(10/15)	平均训练12.2年	25(12/13)	无经验	专项	fMRI
Fortin-Guichard等 ^[91] (2020)	加拿大	排球(二传位)	26(16/10)	全国锦标赛	20(10/10)	无经验	专项	眼动仪
Fortin-Guichard等 ^[91] (2020)	加拿大	排球(非二传位)	36(19/17)	全国锦标赛	—	—	专项	眼动仪
Lu等 ^[92] (2020)	中国	乒乓球	26(10/16)	二级及以上	23(10/13)	无经验	专项	EEG
王莹莹等 ^[14] (2020)	中国	乒乓球	26(14/12)	平均训练10.9年	23(9/14)	无经验	专项	EEG
王莹莹等 ^[14] (2020)	中国	乒乓球	22(16/6)	平均训练6.3年	—	—	专项	EEG
孙文芳等 ^[93] (2021)	中国	散打	18(9/9)	健将级	18(10/8)	新手	专项	—
夏永桢等 ^[94] (2021)	中国	网球	20	二级及以上	20	新手	专项	—
姬庆春等 ^[95] (2022)	中国	足球	28(男)	足球俱乐部	29(男)	无经验	专项	EEG

续表 1

文献信息	国家	竞技项目	运动员组		对照组		专项或非专项 感知运动行为	认知神经 科学技术
			人数 (男/女)	运动水平	人数 (男/女)	运动水平		
康江辉等 ^[96] (2022)	中国	足球	16(男)	平均训练9.9年	—	—	专项	fNIRS
Wang等 ^[97] (2022)	中国	乒乓球	16(男)	平均训练5.4年	35(17/18)	无经验	专项	—
			26(12/14)	平均训练11.9年				
Chen等 ^[98] (2023)	中国	棒球(击球手)	25	国际级	22	无经验	专项	fMRI
		棒球(投球手)	22	国际级				
Costa等 ^[99] (2023)	意大利	网球	18(男)	排名<2.7	—	—	专项	EEG
			19(男)	排名≥2.7				
Decouto等 ^[100] (2023)	美国	足球	21(女)	半职业联赛	19(女)	新手	专项	EEG
高思雨等 ^[101] (2023)	中国	乒乓球	18	二级及以上	19	无经验	专项	fMRI
Ji等 ^[5] (2023)	中国	足球	27	二级及以上	27	无经验	专项	EEG
Li等 ^[102] (2023)	中国	篮球	20	大学校队运动员	20	无经验	专项	眼动仪
感知运动行为: 决策								
孟国正 ^[103] (2016)	中国	排球	20(10/10)	一级	20(10/10)	无经验	专项	fMRI
Chen等 ^[104] (2017)	中国	棒球(投球手)	15	国际级	—	—	专项	—
		棒球(击球手)	18	国际级				
		棒球(投球手)	15	平均训练6.3年				
		棒球(击球手)	15	平均训练6.2年				
Chen等 ^[105] (2020)	中国	棒球	18(男)	国际级	16(男)	无经验	专项	fMRI
					16(男)	新手		
Natsuhara等 ^[106] (2020)	日本	足球	18	大学生足球联赛	—	—	专项	眼动仪
			18	地方足球联赛				
Wang等 ^[107] (2020)	中国	足球	30(男)	一级	30(男)	无经验	非专项	EEG
Chen等 ^[108] (2023)	中国	羽毛球	15(7/8)	大学校队运动员	15(8/7)	新手	专项	眼动仪
Huang等 ^[109] (2023)	中国	足球	20(10/10)	大学校队运动员	20(10/10)	无经验	专项	fMRI
史鹏等 ^[110] (2023)	中国	足球	8	一级、二级	8	新手	专项	眼动仪

注: 文献分别在不同感知运动阶段按中英文姓名和发表年限正序排列; 运动水平一栏的赛事名称, 对应该运动员参加过这一比赛; fMRI指功能性磁共振成像, EEG指脑电图, fNIRS指功能性近红外光谱; “—”表示无对应信息。

家—新手之间的比较、相同竞技项目不同技能水平运动员之间的比较以及不同竞技项目或在比赛中扮演不同角色但具有相似技能水平运动员之间的比较。专家—新手是运用最为广泛的评估运动员感知运动行为优势的研究设计, 即招募一组高水平运动员和一组无专项训练经验或接触相应项目时间短于5年的新手, 比较两组被试间感知运动行为表现的差异, 共纳入64篇。

相同项目但拥有不同技能水平的运动员之间感知运动行为表现的比较也较为常见, 共纳入24篇。有的比较在两组不同技能水平的运动员之间进行, 例如, 有2项研究^[72, 79]比较了同为国家队运动员但排名靠前和排名靠后的运动员之间的差异; 有的比较则在3组不同技能水平的运动员之间进行, 例如, 张怡等^[32]根据网球运动等级将被试分为专家组(健将级和一级)、中等水平组(二级)和有较少网球训练经验的新手组, 并对比了3组之间的感知运动行为表现差异。

有6篇研究比较了不同竞技项目或在比赛中扮演不同角色但具有相似技能水平运动员间的差异。例如: Bianco等^[42]比较了相同训练年限的拳击和击剑运动员之间的差异; Fortin-Guichard等^[91]和Chen等^[98]分别对比了排球二传位运动员和非二传位运动员、棒球投球手和击球手之间的差异。

2.4 运动员感知运动行为三阶段的表现特征

2.4.1 感知阶段

(1) 专项动作感知。动作感知的评估主要通过被试在设定的众多刺激中精准感知和识别动作运动学信息来实现。目前有29项研究评估了运动员的专项动作感知能力。例如, 张怡等^[32]将运动员正手抽球动作的图片设定为Go条件, 其他击球技术动作图片设定为Nogo条件, 考察对不同技术动作运动学信息的感知能力。此外, 在部分研究中, 刺激材料有的是真实的技术动作^[27, 29, 54, 56], 有的则是形似的刺激图片或视频^[31, 34-35, 38, 43, 45-47, 58, 60, 66, 69], 被试需要对特定的技术动

作进行感知。还有研究采用实地情境的篮球罚球^[33, 73]、一对一防守^[67]或网球发球^[62]等任务,探究被试对动作目标的注意特点;或采用注意竞争任务,探究在有限的认知资源条件下,与经验相关的动作信息和能够被自动捕获注意的干扰物同时出现时,运动员的注意表现^[49, 61]。

在行为结果上,多数研究^[29, 33-36, 43, 46, 58, 60, 66, 69-70]发现,运动员专项情景下的动作感知优于新手和无经验者。但有3项研究^[47, 49, 56]未发现运动员的专项动作感知优势,其动作感知表现与无经验者相似。在认知神经机制层面,有研究^[43, 46-47, 53, 70]发现运动员的动作感知过程表现出了较高神经效率的现象,部分脑区激活水平降低;另有研究发现,运动员对专项相关的刺激特征更为敏感,投入的心理资源较多,脑区激活程度较高^[31, 56, 60, 68-69]、注意资源分配也较多^[49, 61]。两类结果都支持运动员的动作感知优势,认知神经层面结果的矛盾可能与其关注的动作感知时间进程不同有关^[35, 81]。此外,眼动研究^[27, 67]指出,在专项情景下,运动员具有聚焦明确、注视点集中、信息搜索高效和对关键感兴趣区关注更多等注意特点;新手则呈现出注视点分散、加工非关键感兴趣区和无关区、注意分配策略不合理等注意特点。并且,运动员的技能水平越高,这种注意特点越明显^[32, 54, 62, 73]。

(2)非专项动作感知。目前有24项研究评估了运动员的非专项动作感知能力。非专项感知任务中的刺激材料往往与专项经验无关,有研究将其设定为带缺口的十字星形图片^[34, 43]、具有运动语义的名词或动词^[35],或者采用经典的多目标追踪任务^[59, 63-64]、注意网络测试任务(Attention Network Test, ANT)^[25, 72]和非延迟匹配任务(Non-delay Matching-to-sample Task)^[37]。此外,一些研究还探究了运动员在有无线索提示下^[50-51]以及在干扰刺激下^[74]对目标刺激的注意表现;采用扫视眼动任务(Saccadic Eye Movement Task)考察对感兴趣物体的注意焦点^[65, 71];直接采用舒尔特方格注意力测试测得注意得分^[52]。

多项研究^[28, 37, 39, 43, 50, 52, 57, 59, 64, 71-72, 74]结果显示,运动员在非专项动作感知方面的能力优于新手和无经验者。在认知神经机制层面,fMRI研究从加工的空间特征方面发现,与无经验者相比,运动员的左侧额眼区和双侧顶内沟的激活水平更低^[59]。这些脑区均属于背侧注意网络的核心脑区,与注意加工相关,其激活特征可

能反映了运动员注意系统神经效率更高,表明运动员在执行动作感知时表现出一种相对自动化且节省能量的加工模式^[43]。此外,无经验者的属于默认网络核心脑区的左侧颞中回负激活下降,表明其在任务中投入了更多的能量和注意资源^[59]。EEG研究^[64]从加工的时间特征方面发现,随着刺激运动速度的加快,冰球运动员展现出更强的感知优势和更少的注意资源消耗,且技能水平越高,优势越显著。值得注意的是,有2项研究^[34-35]同时探讨了运动员在专项和非专项动作感知方面的表现,结果显示,运动员的感知优势仅体现在与专项相关的任务中,并不会泛化到非专项感知领域。此外,Yu等^[25]发现,同场对抗性项目(篮球、排球、足球)和非同场对抗性项目(乒乓球、羽毛球、网球)运动员在注意力表现上存在差异,同场对抗性项目运动员的反应正确率更高,而非同场对抗性项目运动员的反应速度更快。同时,同场对抗性项目运动员表现出右侧额顶网络激活水平更高的特征,表明他们在认知过程中投入了更多的注意资源。这一发现反映了不同运动项目对注意过程的差异化要求。

2.4.2 预判阶段

(1)专项动作预判。动作预判的评估主要通过呈现不完整的专项动作序列,以考察被试对后续动作或动作结果的预判表现。目前共有35项研究探讨了运动员专项动作预判的表现特征。研究中的刺激材料均选用专项动作视频或图示,采用时间阻断范式,将连续的动作序列剪辑至某一时刻停止,要求被试对诸如球的落点、运动轨迹或对手进攻方向等进行预判。

行为结果一致表明,运动员具有更强的动作预判能力。眼动研究进一步揭示:运动学信息是动作预判最重要的信息源之一,运动员通过提取其中的重要线索完成高效的预判过程,如羽毛球运动员的躯干^[75, 80]、篮球运动员的下肢^[78, 102]、排球运动员的上肢和躯干^[82]、散打运动员的头部和胸部等^[85]。此外,运动员的视觉搜索目的性较强、注视点集中,而新手和无经验者注视点较为分散^[80, 82, 84, 88]。ERP研究发现,在动作预判的早期阶段,运动员诱发了比新手或无经验者更大的N1波幅^[81, 95]、更小的P1波幅以及更短的P1、N1潜伏期^[81]。N1波幅反映了对刺激的注意过程,P1波幅反映了对干扰刺激的抑制程度,而P1、N1的潜伏期与注意定向的速度相关。这些研究结果表明,在动作预判的早期阶段,运动员具有较快的视觉注意定向速度和

较强的抗干扰能力,能够有效地将注意力集中在动作识别的关键信息上。相比之下,由于缺乏系统训练,新手和无经验者的专项认知能力较弱,抗干扰能力不足,导致P1、N1潜伏期较长,N1波幅较小。在动作预判的晚期阶段,运动员诱发的P3^[81]、N2和N3^[89]波幅更小,P3潜伏期更短^[81]。P3波幅反映了对刺激物的评价和分类等感知过程,N2和N3则反映了靶刺激识别时的心理加工过程。这些ERP成分的激活特征表明,运动员在动作预判晚期阶段表现出更集中的注意力、更快的大脑皮层激活速度和更少的心理资源消耗。fMRI结果^[21, 76, 87, 101]显示,运动员在动作观察网络区域表现出更强的激活。这可能是因为他们通过长期训练建立了丰富且准确的动作表征,这些表征使得他们能够根据先前的经验准确地模拟观察到的动作,从而在动作预判中实现更为精细化的运动表征。

另有研究比较了不同技能水平运动员动作预判能力的差异,结果发现,技能水平越高,动作预判能力越好^[79, 86, 88, 99],视觉搜索模式越灵活^[83, 86, 88]。此外,还有研究比较了同为棒球运动员的投球手和击球手动作预判能力的差异,虽然2组被试都激活了动作观察网络,但只有击球手的左侧腹外侧皮层在预判击球结果是好球和坏球时的激活水平存在显著差异^[98],这项研究更进一步地区分和明确了击球动作执行经验(击球手)和感知经验(投球手)对动作预判能力及其大脑激活的差异化影响。

(2)非专项动作预判。只有1项研究^[21]评估了运动员非专项动作预判的表现特征,该研究要求冰球运动员观看并预判羽毛球的击球方向,虽然动作预判表现的行为结果无显著差别,但冰球运动员与视觉处理和注意相关的脑区激活明显大于无经验者。冰球运动员似乎尝试采用视觉处理策略而非依赖经验做出预判。

2.4.3 决策阶段

(1)专项动作决策。动作决策的评估主要聚焦于运动员依据情境做出最佳决策反应的能力。目前共有7项研究考察了运动员的专项动作决策表现。棒球项目的研究^[104-105]要求被试在看到投手做出投出好球或坏球的动作后,决定是否挥棒击球,最佳决策是“对好球挥棒”和“对坏球不挥棒”。此外,还有部分研究^[103, 106, 108-110]要求被试对视频中运动员接下来的反应做出最佳决策,决策选择包括传球方向、传球路线及位置、射门与否等。

行为结果普遍发现,运动员的专项动作决策表现均优于新手或无经验者。眼动结果则进一步揭示,相比于容易受到外部干扰的新手,运动员在决策过程中能够更合理地分配注意力^[108],擅长采用经验驱动搜索策略,有较强的特征提取和模式匹配能力^[71, 110]。对此,fMRI结果进一步提示,相比于运动员,新手或无经验者在决策时需要动用更多的脑区进行视觉信息处理加工,表现为负责视觉加工的枕极和枕叶梭状回脑区激活更高^[103],颞上回、左侧颞下回和左侧枕中回更活跃^[109]。此外,Chen等^[105]和Natsuhara等^[106]还比较了不同技能水平运动员的动作决策能力差异,发现技能水平与动作决策能力呈线性相关,运动技能水平越高,其在动作决策任务中的表现越好。

(2)非专项动作决策。只有Wang等^[107]这一篇研究考察了运动员的非专项动作决策能力,未发现运动员与无经验者在决策行为表现上的差异,但认知神经机制结果显示,运动员在决策过程中表现出更强、更快和更稳定的神经活动。

3 讨论

本文综述了近十年关于对抗性项目运动员感知运动行为的实证性研究,从行为层面和认知神经机制层面概述了运动员在不同感知运动行为阶段的表现特征,以期揭示运动员对抗性技能表现的认知基础和运行机制,并提出研究展望。

3.1 文献特征

本文共纳入93篇运动员感知运动行为研究,其中大多数研究来自中国。这反映了近年来我国学者对竞技运动心理学领域研究的关注,体育强国和科技强国建设正在加速推进体育领域基础研究的进程。此外,文献中对感知运动行为的前期感知阶段的研究数量居多,预判和决策阶段次之,同时,运动项目多数集中在乒乓球、网球、足球和排球,其中以乒乓球项目为最,且大部分乒乓球项目研究来自上海体育大学心理学院,重点围绕乒乓球运动员的专项动作预判优势特征产出了较为丰富的成果。一方面,乒乓球是我国的优势项目;另一方面,上海体育大学的中国乒乓球学院为该项目研究的开展提供了充足的资源。值得注意的是,大部分研究均采用了认知神经科学技术,电生理学、神经影像学技术等已成为竞技运动心理学的主流研究工具,不再依赖访谈、观察等主观研究方法,认知

神经科学技术的应用在客观描述、解释甚至预测运动员的感知运动行为表现上具有较强的优势^[11]。作为特殊群体研究的一种,针对运动员的研究设计多采用实验组和对照组相比较的方法,即专家—新手范式,通过比较具备丰富专项经验的运动员和无经验或经验较少的新手,揭示运动员在感知运动行为上的优势特征。但相较于对比不同技能水平运动员的少数研究而言,专家—新手范式在排除组间差异变量方面具有一定的局限性,进而可能会弱化运动专项经验与感知运动行为表现之间的因果关系。今后研究应进一步从实验设计入手,如可采用纵向跟踪和多技能水平组间对比的方法,强化研究的因果推论,以探究竞技运动与感知运动行为的根本量效关系。

3.2 感知运动行为表现及其认知神经机制

总体而言,对抗性项目运动员在专项感知运动行为方面具有明显的优势,在非专项方面,虽然在感知能力上存在优势,但在预判和决策能力上尚未发现明显优势。这与内部模型理论的观点一致,即运动员具备的专项运动经验表征能够完全匹配专项感知运动行为加工过程中的动作信息^[12],而无经验或经验较少的新手由于缺少足够的动作表征,无法高效地完成表征匹配过程,难以前置后续的预判和决策行为,表明运动员的感知运动行为优势在高级认知加工阶段的表现受限于专项经验表征的表达。Zhao等^[13]的研究比较了不同技能水平乒乓球运动员的预判能力,发现随着技能水平和经验水平的提高,运动员对运动学信息的表征越来越精准,这正体现了专项动作内部模型逐渐完善的过程。但在非专项的预判和决策阶段,任务材料为非专项的一般性刺激,运动员具备的专项动作表征无法与之匹配,内部模型的前馈作用无法促进其行为表现。然而,有相当数量的研究发现了对抗性项目运动员在非专项感知能力上的显著优势。这可能由于他们经过长期的专项训练,对于视觉、听觉和触觉等感知输入有更为敏锐的反应。针对非专项预判阶段的研究^[21]也发现,运动员在视觉处理、注意相关的脑区激活水平更高,反映了他们在感知阶段的特异性信息加工特征。这种基础认知能力向非专项刺激加工的泛化,可能提示了运动训练提升基础感知注意能力的巨大可能性。

从对抗性项目的运动认知过程入手,针对纳入的文献,将感知运动行为划分为3个阶段:感知、预判和

决策。在前期感知阶段,绝大多数研究较为一致地发现了运动员相比于新手或非运动员具有更强的感知注意能力。在对抗性项目运动过程中,运动员需要在广阔的运动场景范围内感知和整合复杂的运动信息,将注意资源分配到关键区域,这些对于运动表现非常关键。长期的运动训练经验使得运动员在专项动作感知上表现出运动专长效应,这不仅体现在行为表现层面,更体现在认知神经表达层面。根据内部模型理论^[13]的提示,利用眼动技术能够直观描述感知注意过程的优势,总结相关文献可知,运动员对外部信息的表征过程可以反映在其特异性的视觉搜索模式上。具体而言,在感知他人动作时,并非所有传入的运动学信息都有利用价值,只有部分信息有效地编码了动作结果,个体做出决策所用信息与有效信息越一致,其动作预判的表现就越好。运动员在视觉搜索过程中对关键信息的高效提取,相比于新手或非运动员的注意力分散等特征,是其感知注意优势的重要认知机制。

采用 EEG 和 fMRI 的研究分别从电生理和脑激活特征角度进一步解释了运动员的这一行为优势:在感知的早期阶段,即开始察觉到外部信息时,运动员的大脑皮层兴奋性增强^[10]、投入的认知资源增加^[35]、动用的心理资源明显更多^[31],以快速响应感知到的信息变化;到感知中后期,运动员可利用感知运动经验对刺激进行自动化加工^[35],反映了表征匹配的高效性,从认知加工的时间和空间角度细化了对信息的感知觉过程。但现有文献对于运动员大脑感知系统的可塑性机制依然存在争论和疑问,如不同感知时间精确对应的表征位置,脑区间工作的信息流模式,以及如何量化感知的输入、提取、匹配等过程,今后研究应借助认知神经科学技术重点关注运动员感知运动行为优势的脑机制。在感知运动行为的后期阶段,相较于新手和无经验群体,运动员具有明显的专项动作预判和决策优势。这同样与内部模型理论提出的观点一致,运动员对感知到的关键动作信息进行快速识别后,通过与已有经验表征的匹配,实现对动作结果的高效模拟(预判)和下一步动作反应的决策^[14],一旦预判结果与实际结果匹配成功,提前做出的动作决策可以为运动员预留足够的动作准备时间。在该过程中,与上述感知阶段研究结果相似的是,运动员同样表现出更集中的视觉搜索特征。但在快速多变的运动情境中,运动员的动作预判常常是在对手不完整的动作信息基础上进行的,预

判的结果并不总是与实际结果匹配。对此, 本团队开展了一系列行为、EEG 和 fMRI 研究, 发现在预判过程中, 当觉察到不匹配的实际结果时, 运动员会表现出相比于非运动员或新手更快的反应速度和更高的正确率。这种优势主要源于运动员应对冲突信息的认知策略, 他们会保留一部分认知资源以应对突发状况, 包括在额区诱发的反映冲突检测的 theta 振荡能量增强^[92]、表征动作具体运动学信息的运动系统的激活程度增加^[12]。除此之外, 运动员还会对冲突结果进行重新解释, 以合理化与预判结果不一致的情况, 此时会诱发经典的语义成分 N400 以及激活更大的颞中回等言语系统^[12, 14], 反映了运动员动作预判的双通路机制, 即动作预判过程不仅涉及对动作运动属性信息的感知, 也包括对关联语义概念的理解, 后者可能与运动员技战术策略的运用有关。然而, 这一发现还有待后续研究深入探讨, 如对于信息冲突程度的操纵能否从行为和神经机制层面量化运动员的应对策略。

感知运动行为的决策阶段是决定运动员动作反应的关键。现有针对运动员决策阶段的研究数量较少, 且主要集中在团体对抗性项目(如足球), 并发现运动员能够在团体运动中作出最佳决策反应。在认知神经机制层面, fMRI 研究结果发现, 运动员在决策过程中激活的脑区更少, 而新手或非运动员会动用更多的视觉区域参与决策过程, 这与眼动研究结果一致, 运动员的视觉注意更集中, 反映了运动员决策过程的高效性。fMRI 结果^[24]发现的运动员脑区激活更少, 通常被解释为较高的神经效率, 这与近期的一篇元分析^[115]结果一致, 发现运动员在决策过程中会展现出较高的神经效率。综合前期阶段的 fMRI 结果, 可以推测, 运动员在感知和预判阶段需要通过投入较多的认知资源以识别和匹配内部模型, 一旦匹配结束, 经验中储存的动作表征程序链会自动生成动作反应选项, 导致在决策阶段所需的认知资源降低, 但对于运动员在不同感知运动行为阶段的神经效率特征差异, 还需做进一步探讨。此外, 现有研究针对的团体项目涉及个人技能表现及团队配合, 对于个体决策和团体决策及其相互关系的探讨还有待进一步明确。同时, 未来研究也需关注个人项目运动员的决策行为, 这种一对一的运动情境可能导致不同的决策模式。

3.3 研究展望

融合大数据算法和数学模型等方法, 进一步揭示

运动员感知运动行为不同阶段的认知神经机制。现有研究在利用认知神经科学技术解释运动员感知运动行为优势的时空表征模式上已取得初步进展, 未来研究可以同步利用前沿算法和模型精准定位不同感知运动行为的表征位点, 量化评估其动态表达特征。同时, 组间比较时应考虑纳入不同技能水平的运动员或大规模的数据以弱化非运动相关的个体差异的影响, 建立运动员感知运动行为模型, 进而模拟、识别并预测不同运动员的感知偏好及预判和决策策略。

完善内部模型理论, 进一步探究运动员感知运动行为输出阶段的运行机制。运动员在感知动作的运动学信息过程中, 通过提取和匹配内部动作表征, 完成对结果的预判以及动作反应的决策。但运动员实际执行的动作反应并不常与认知决策结果一致, 感知系统与运动系统的工作模式是动态协调的过程, 在运动输出过程中, 运动员是如何完成大脑对外周肢体运动的控制以及运动对感知的反馈是如何调控这一过程的? 前期研究^[55]已经发现, 当感知到的实际动作结果与预判结果不一致时, 运动员的大脑神经活动增强, 并且这类反应在运动员执行动作并觉察到不一致反馈信息时也会出现。未来研究可以进一步在运动输出阶段关注感知系统与运动系统的交互模式, 完善内部模型理论; 通过操纵感知与运动间的偏差程度, 揭示这一交互模式的表达规律; 关注感知与运动系统以外的脑区和通路在这一过程中的作用, 前期研究发现的言语系统可能为解释运动员技战术运用对动作技能表现的影响提供新的思路。

扩展研究思路, 进一步区分不同运动项目或运动经验对不同感知运动行为的影响。截至目前, 无论是竞技运动心理学还是锻炼心理学领域的研究均未能针对运动项目与感知运动行为的关系达成一致结论, 这严重制约了体育运动的推广以及认知干预提升运动表现的应用实践。通过本文对现有文献的梳理, 可以发现较少有文献在同等研究条件下比较不同运动项目或位置运动员的感知运动行为差异。在专家—新手范式基础上增加项目类型, 结合生物力学、技战术分析等研究方法, 可以进一步利用聚类和分类等算法, 从技能表现、认知行为和神经活动层面对具有相似感知运动行为模式的运动员进行归类, 识别个体和群体间的模式差异, 以及明确影响不同项目运动员感知运动行为的关键因素和决策规则。

4 结论

本文综述了近十年对抗性项目运动员感知运动行为为全过程的研究,得出了以下结论:①针对乒乓球、网球、排球和足球项目的实证研究居多,从行为表现上发现,运动员具有专项感知运动行为优势,其动作感知、动作预判和动作决策能力均优于新手和无经验者,而在非专项情境下,目前较为一致地发现了感知优势;②专家—新手范式是考察运动员感知运动行为特征的主要研究手段;③利用认知神经科学技术手段在线揭示运动员感知运动行为特征已成为主要研究方向,且运动员的感知运动行为优势主要与其集中化的视觉搜索策略和节省化的大脑神经活动模式有关。

作者贡献声明:

周成林: 确定论文选题,设计论文框架,核实文献,修改论文;

王莹莹: 调研文献,撰写论文。

参考文献

- [1] MÜLLER S, VALLENCE A M, WINSTEIN C. Investigation of perceptual-motor behavior across the expert athlete to disabled patient skill continuum can advance theory and practical application[J]. *Journal of Motor Behavior*, 2018, 50(6): 697-707
- [2] YARROW K, BROWN P, KRAKAUER J W. Inside the brain of an elite athlete: The neural processes that support high achievement in sports[J]. *Nature Reviews. Neuroscience*, 2009, 10(8): 585-596
- [3] OUDEJANS R R, MICHAELS C F, BAKKER F C, et al. Shedding some light on catching in the dark: Perceptual mechanisms for catching fly balls[J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1999, 25(2): 531-542
- [4] HUNG T M, SPALDING T W, MARIA D L S, et al. Assessment of reactive motor performance with event-related brain potentials: Attention processes in elite table tennis players[J]. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2004, 26(2): 317-337
- [5] JI Q C, ZHOU C L, WANG Y Y. Influence of conflicting prior information on action anticipation in soccer players: An ERP study[J]. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2023, 17: 1320900
- [6] MANN D T Y, WILLIAMS A M, WARD P, et al. Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis[J]. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 2007, 29(4): 457-478
- [7] VOSS M W, KRAMER A F, BASAK C, et al. Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise[J]. *Applied Cognitive Psychology*, 2010, 24(6): 812-826
- [8] KIOUMOURTZOGLOU E, KOURTESSIS T, MICHALOPOULOU M, et al. Differences in several perceptual abilities between experts and novices in basketball, volleyball and water-polo[J]. *Perceptual and Motor Skills*, 1998, 86(3 Pt 1): 899-912
- [9] MÜLLER S, ABERNETHY B. Expert anticipatory skill in striking sports: A review and a model[J]. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 2012, 83(2): 175-187
- [10] 陆颖之, 王莹莹, 赵琦, 等. 专项运动经验对知觉预判过程中线索提取与加工的影响 [J]. *天津体育学院学报*, 2018, 33(1): 33-38
- [11] HOGENDOORN H. Perception in real-time: Predicting the present, reconstructing the past[J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 2022, 26(2): 128-141
- [12] WANG Y Y, LU Y Z, DENG Y Q, et al. Predicting domain-specific actions in expert table tennis players activates the semantic brain network[J]. *NeuroImage*, 2019, 200: 482-489
- [13] ZHAO Q, LU Y Z, JAQUESS K J, et al. Utilization of cues in action anticipation in table tennis players[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2018, 36(23): 2699-2705
- [14] 王莹莹, 陆颖之, 杨甜甜, 等. 概念经验对乒乓球运动员动作加工的影响: 一项 ERP 研究 [J]. *上海体育学院学报*, 2020, 44(7): 69-76
- [15] GREDIN N V, BISHOP D T, WILLIAMS A M, et al. The use of contextual priors and kinematic information during anticipation in sport: Toward a Bayesian integration framework[J]. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 2023, 16(1): 286-310
- [16] WOLPERT D M, GHAHRAMANI Z, JORDAN M I. An internal model for sensorimotor integration[J]. *Science*, 1995, 269(5232): 1880-1882
- [17] BALSER N, LOREY B, PILGRAMM S, et al. The influence of expertise on brain activation of the action observation network during anticipation of tennis and

- volleyball serves[J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2014, 8: 568
- [18] BRENTON J, MÜLLER S. Is visual-perceptual or motor expertise critical for expert anticipation in sport?[J]. *Applied Cognitive Psychology*, 2018, 32(6): 739-746
- [19] KILNER J M, FRISTON K J, FRITH C D. Predictive coding: An account of the mirror neuron system[J]. *Cognitive Processing*, 2007, 8(3): 159-166
- [20] WRIGHT M J, BISHOP D T, JACKSON R C, et al. Cortical fMRI activation to opponents' body kinematics in sport-related anticipation: Expert-novice differences with normal and point-light video[J]. *Neuroscience Letters*, 2011, 500(3): 216-221
- [21] WIMSHURST Z L, SOWDEN P T, WRIGHT M. Expert-novice differences in brain function of field hockey players[J]. *Neuroscience*, 2016, 315: 31-44
- [22] LOGAN N E, HENRY D A, HILLMAN C H, et al. Trained athletes and cognitive function: A systematic review and meta-analysis[J]. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2023, 21(4): 725-749
- [23] SCHARFEN H E, MEMMERT D. Measurement of cognitive functions in experts and elite athletes: A meta-analytic review[J]. *Applied Cognitive Psychology*, 2019, 33(5): 843-860
- [24] LI L X, SMITH D M. Neural efficiency in athletes: A systematic review[J]. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2021, 15: 698555
- [25] YU M, LIU Y B, YANG G. Differences of attentional networks function in athletes from open-skill sports: An functional near-infrared spectroscopy study[J]. *Neuroreport*, 2019, 30(18): 1239-1245
- [26] HAN D H, KIM B N, CHEONG J H, et al. Anxiety and attention shifting in professional baseball players[J]. *International Journal of Sports Medicine*, 2014, 35(8): 708-713
- [27] 黄宏远, 漆昌柱. 网球运动员注意分配的视觉加工策略[J]. *武汉体育学院学报*, 2014, 48(2): 67-71
- [28] 黄琳, 周成林. 击剑运动员返回抑制能力及抑制特征线索化的事件相关电位研究[J]. *中国运动医学杂志*, 2014, 33(3): 208-213
- [29] 王丽岩, 王洪彪, 朴忠淑, 等. 乒乓球运动员发球动作识别的时间进程及半球效应: 一项 ERP 研究[J]. *中国运动医学杂志*, 2014, 33(8): 804-812
- [30] WOLF S, BRÖLZ E, SCHOLZ D, et al. Winning the game: Brain processes in expert, young elite and amateur table tennis players[J]. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2014, 8: 370
- [31] 徐立彬, 李安民, 陈爱国. 乒乓球运动员单一特征信息模式识别的神经机制研究[J]. *西安体育学院学报*, 2014, 31(4): 488-499
- [32] 张怡, 周成林. 网球运动员技术动作预判能力的视觉信息加工策略研究[J]. *天津体育学院学报*, 2014, 29(6): 467-472
- [33] 朱泳, 高俊, 黄滨, 等. 基于眼动和 EEG 对篮球罚球思维调控特征的分析[J]. *天津体育学院学报*, 2014, 29(4): 313-318
- [34] 郭志平, 李安民, 王积福. 乒乓球运动员的大脑功能非对称性及功能耦合性研究[J]. *天津体育学院学报*, 2015, 30(3): 256-261
- [35] 金晨曦, 李安民, 陶莹. 乒乓球运动经验对动态信息识别过程影响的事件相关电位特点[J]. *中国运动医学杂志*, 2015, 34(2): 181-187
- [36] MURASKIN J, SHERWIN J, SAJDA P. Knowing when not to swing: EEG evidence that enhanced perception-action coupling underlies baseball batter expertise[J]. *NeuroImage*, 2015, 123: 1-10
- [37] WANG C H, TSAI C L, TU K C, et al. Modulation of brain oscillations during fundamental visuo-spatial processing: A comparison between female collegiate badminton players and sedentary controls[J]. *Psychology of Sport and Exercise*, 2015, 16: 121-129
- [38] 郭志平, 李安民, 金晨曦, 等. 乒乓球运动员在经验相关图形识别中的脑电相干性分析[J]. *天津体育学院学报*, 2016, 31(3): 233-239
- [39] HÜLSDÜNKER T, STRÜDER H K, MIERAU A. Neural correlates of expert visuomotor performance in badminton players[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2016, 48(11): 2125-2134
- [40] SANCHEZ-LOPEZ J, SILVA-PEREYRA J, FERNANDEZ T. Sustained attention in skilled and novice martial arts athletes: A study of event-related potentials and current sources[J]. *PeerJ*, 2016, 4: e1614
- [41] BIANCO V, BERCHICCI M, PERRI R L, et al. Exercise-related cognitive effects on sensory-motor control in athletes and drummers compared to non-athletes and other musicians[J]. *Neuroscience*, 2017, 360: 39-47
- [42] BIANCO V, DI RUSSO F, PERRI R L, et al. Different proactive and reactive action control in fencers' and boxers' brain[J]. *Neuroscience*, 2017, 343: 260-268
- [43] GUO Z P, LI A M, YU L. "Neural efficiency" of athletes' brain during visuo-spatial task: An fMRI study on table tennis players[J]. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2017, 11: 72
- [44] HÜLSDÜNKER T, STRÜDER H K, MIERAU A. Visual

- motion processing subserves faster visuomotor reaction in badminton players[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2017, 49(6): 1097-1110
- [45] 郭志平, 李安民, 陆青, 等. 乒乓球运动员在经验相关图形识别中的神经效率: 一项 EEG 研究 [J]. 首都体育学院学报, 2017, 29(1): 78-84
- [46] 韦晓娜, 漆昌柱, 徐霞, 等. 网球运动专长对深度运动知觉影响的 ERP 研究 [J]. 心理学报, 2017, 49(11): 1404-1413
- [47] 魏瑶, 李安民. 运动员大脑皮层的神经效率: 来自一般视觉识别任务 ERP 与 ERD/S 的证据 [J]. 天津体育学院学报, 2017, 32(5): 434-442
- [48] 陈嘉成, 李雅南, 金鑫虹, 等. 高水平羽毛球运动员抑制控制特点: 一项 ERP 的研究 [J]. 天津体育学院学报, 2018, 33(2): 131-138
- [49] HE M Y, QI C Z, LU Y, et al. The sport expert's attention superiority on skill-related scene dynamic by the activation of left medial frontal gyrus: An ERP and LORETA study[J]. *Neuroscience*, 2018, 379: 93-102
- [50] 姬庆春, 陆颖之, 王莹莹, 等. 足球运动员冲突情境下的认知优势及其 ERP 研究 [J]. 体育与科学, 2018, 39(4): 60-65
- [51] 王诗瑶, 栗亚妮, 李夏雯, 等. 网球运动员对动态线索的加工优势及其 ERP 特征 [J]. 成都体育学院学报, 2018, 44(1): 104-109
- [52] 王骏昇, 荣湘江, 尹军, 等. 不同水平排球运动员平衡功能与认知功能的相关性研究 [J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(9): 1043-1049
- [53] 魏瑶, 李安民. 运动员专项动作识别的神经效率: 来自 EEG 节律去同步化和相干性证据 [J]. 天津体育学院学报, 2018, 33(4): 311-320
- [54] 张海斌, 孟献峰, 张松奎, 等. 不同水平排球运动员在扣球情境任务中视觉搜索特征的试验研究 [J]. 天津体育学院学报, 2018, 33(3): 243-250
- [55] CHEN J C, LI Y N, ZHANG G H, et al. Enhanced inhibitory control during re-engagement processing in badminton athletes: An event-related potential study[J]. *Journal of Sport and Health Science*, 2019, 8(6): 585-594
- [56] DEL PERCIO C, FRANZETTI M, DE MATTI A J, et al. Football players do not show "neural efficiency" in cortical activity related to visuospatial information processing during football scenes: An EEG mapping study[J]. *Frontiers in Psychology*, 2019, 10: 890
- [57] FUJIWARA H, UENO T, YOSHIMURA S, et al. Martial arts "Kendo" and the motivation network during attention processing: An fMRI study[J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2019, 13: 170
- [58] MENG F Y, LI A M, YOU Y H, et al. Motor expertise modulates unconscious rather than conscious executive control[J]. *PeerJ*, 2019, 7: e6387
- [59] QIU F H, PI Y L, LIU K, et al. Neural efficiency in basketball players is associated with bidirectional reductions in cortical activation and deactivation during multiple-object tracking task performance[J]. *Biological Psychology*, 2019, 144: 28-36
- [60] 徐立彬. 乒乓球运动员在不同提示条件下知觉发球旋转方式的脑电活动特征 [J]. 天津体育学院学报, 2020, 35(5): 554-559
- [61] 漆昌柱, 贺梦阳, 王浩宇. 运动专长的记忆痕迹: 基于注意竞争优势的脑机制研究 [J]. 武汉体育学院学报, 2021, 55(2): 68-75
- [62] ROSKER J, MAJCEN ROSKER Z. Correlations between gaze fixations to different areas of interest are related to tennis serve return performance in two different expert groups[J]. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2021, 21(6): 1149-1161
- [63] ZHANG Y H, LU Y Z, WANG D D, et al. Relationship between individual alpha peak frequency and attentional performance in a multiple object tracking task among ice-hockey players[J]. *PLoS One*, 2021, 16(5): e0251443
- [64] 张燕会, 陆颖之, 王丹丹, 等. 运动速度对冰球运动员多目标追踪表现的影响特征: 一项 EEG 研究 [J]. 上海体育学院学报, 2021, 45(5): 71-80
- [65] ZHOU J Y. Differences on prosaccade task in skilled and less skilled female adolescent soccer players[J]. *Frontiers in Psychology*, 2021, 12: 711420
- [66] 孟繁莹, 耿家先, 李安民. 运动经验对乒乓球运动员无意识加工的影响: 来自 ERP 和行为实验的证据 [J]. 中国体育科技, 2022, 58(6): 32-40
- [67] MEYER J, FASOLD F, SCHUL K, et al. The defender's vision-gaze behavior of one-on-one defenders in basketball[J]. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 2022, 44(2): 127-137
- [68] WANG C Y, YAN A H, DENG W, et al. Effect of tennis expertise on motion-in-depth perception at different speeds: An event-related potential study[J]. *Brain Sciences*, 2022, 12(9): 1160
- [69] XU L B, TAN Y Y, ZHANG X Y, et al. Perceptual judgments for table tennis serve recognition: An event-related potentials study[J]. *Applied Sciences*, 2022, 12(9): 4261
- [70] 惠悲荷, 赵萌萌, 宋志娟, 等. 任务类型-线索条件对跆拳道专家返回抑制的影响机制: 一项来自 ERP 的证据 [J]. 中国体育科技, 2023, 59(5): 35-42

- [71] VICENTE R, BITTENCOURT J, COSTA É, et al. Differences between hemispheres and in saccade latency regarding volleyball athletes and non-athletes during saccadic eye movements: An analysis using EEG[J]. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 2023, 81(10): 876-882
- [72] YU M, XU S N, HU H, et al. Differences in right hemisphere fNIRS activation associated with executive network during performance of the lateralized attention network task by elite, expert and novice ice hockey athletes[J]. *Behavioural Brain Research*, 2023, 443: 114209
- [73] ZHAO C Z, LI S N, ZHAO X T. Empirical study on visual attention characteristics of basketball players of different levels during free-throw shooting[J]. *PeerJ*, 2023, 11: e16607
- [74] JIANG R C, XIE F, LI A M. Effect of conscious conflict on the subliminal perception of table tennis players: From the electrophysiological evidence of ERP[J]. *Cognitive Neurodynamics*, 2024, 18(1): 85-94
- [75] ALDER D, FORD P R, CAUSER J, et al. The coupling between gaze behavior and opponent kinematics during anticipation of badminton shots[J]. *Human Movement Science*, 2014, 37: 167-179
- [76] BALSER N, LOREY B, PILGRAMM S, et al. Prediction of human actions: Expertise and task-related effects on neural activation of the action observation network[J]. *Human Brain Mapping*, 2014, 35(8): 4016-4034
- [77] TALIEP M S, JOHN L. Sport expertise: The role of precise timing of verbal-analytical engagement and the ability to detect visual cues[J]. *Perception*, 2014, 43(4): 316-332
- [78] UCHIDA Y, MIZUGUCHI N, HONDA M, et al. Prediction of shot success for basketball free throws: Visual search strategy[J]. *European Journal of Sport Science*, 2014, 14(5): 426-432
- [79] VANSTEENKISTE P, VAEYENS R, ZEuwTS L, et al. Cue usage in volleyball: A time course comparison of elite, intermediate and novice female players[J]. *Biology of Sport*, 2014, 31(4): 295-302
- [80] 解缤, 于新彦. 不同水平羽毛球运动员后场球落点判断过程直觉性决策的眼动特征分析 [J]. 西安体育学院学报, 2014, 31(6): 735-740
- [81] 赵洪朋, 关朝阳. 不同情境下优秀散打运动员预判行为与神经机制研究 [J]. 沈阳体育学院学报, 2014, 33(2): 27-32
- [82] 支二林, 张文才, 张彤彤. 排球运动员对扣球动作图示注视点搜索特征的实验研究 [J]. 西安体育学院学报, 2014, 31(3): 364-368
- [83] 冯琰. 静态情境下击剑专家预判优势的机制研究 [J]. 沈阳体育学院学报, 2015, 34(5): 48-53
- [84] 张海斌, 王朝军, 葛春林, 等. 排球运动员发球预判过程中的视觉搜索特征 [J]. 天津体育学院学报, 2015, 30(5): 438-447
- [85] 何一粟, 杨声伟, 李洪玉. 散打运动员视觉信息加工的眼动研究 [J]. 心理与行为研究, 2016, 14(6): 755-759
- [86] 肖坤鹏, 孙建华, 张铁民. 发球方式对排球运动员视觉搜索特征影响的研究 [J]. 天津体育学院学报, 2016, 31(4): 351-357
- [87] XU H, WANG P, YE Z E, et al. The role of medial frontal cortex in action anticipation in professional badminton players[J]. *Frontiers in Psychology*, 2016, 7: 1817
- [88] 张铁民. 排球运动员判断发球落点任务中视觉搜索模式分析 [J]. 体育学刊, 2016, 23(6): 63-70
- [89] 上官戎, 王文. 知觉预判的差异与大学生运动员训练策略研究 [J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2018, 17(4): 106-112
- [90] WANG Y Y, JI Q C, ZHOU C L. Effect of prior cues on action anticipation in soccer goalkeepers[J]. *Psychology of Sport and Exercise*, 2019, 43: 137-143
- [91] FORTIN-GUICHARD D, LAFLAMME V, JULIEN A S, et al. Decision-making and dynamics of eye movements in volleyball experts[J]. *Scientific Reports*, 2020, 10(1): 17288
- [92] LU Y Z, YANG T T, HATFIELD B D, et al. Influence of cognitive-motor expertise on brain dynamics of anticipatory-based outcome processing[J]. *Psychophysiology*, 2020, 57(2): e13477
- [93] 孙文芳, 王斌, 郭冬冬, 等. 优秀散打运动员先行线索加工优势研究 [J]. 首都体育学院学报, 2021, 33(3): 268-275
- [94] 夏永桢, 祁兵, 吴声远, 等. 时空信息量与运动水平对网球运动员接发球预判的影响 [J]. 天津体育学院学报, 2021, 36(4): 478-484
- [95] 姬庆春, 周成林. 先验信息对足球运动员动作预测的影响: 来自行为与 ERPs 的证据 [J]. 武汉体育学院学报, 2022, 56(11): 95-100
- [96] 康江辉, 邓炜, 黄志剑. 得失情境下不同水平守门员的风险偏好与知觉预测研究: 来自 fNIRS 的证据 [J]. 体育科学, 2022, 42(7): 62-73
- [97] WANG Y Y, JI Q C, FU R, et al. Hand-related action words impair action anticipation in expert table tennis players: Behavioral and neural evidence[J]. *Psychophysiology*, 2022, 59(1): e13942
- [98] CHEN Y H, CHANG C Y, HUANG S K. Strike or ball?

- Batters know it better: An fMRI study of action anticipation in baseball players[J]. *Cerebral Cortex*, 2023, 33(6): 3221-3238
- [99] COSTA S, BERCHICCI M, BIANCO V, et al. Brain dynamics of visual anticipation during spatial occlusion tasks in expert tennis players[J]. *Psychology of Sport and Exercise*, 2023, 65: 102335
- [100] DECOUTO B S, SMEETON N J, WILLIAMS A M. Skill and experience impact neural activity during global and local biological motion processing[J]. *Neuropsychologia*, 2023, 191: 108718
- [101] 高思雨, 梁轶睿, 伦梓文, 等. 乒乓球运动员动作预测时空整合的大脑网络连接特征 [J]. 首都体育学院学报, 2023, 35(5): 483-492
- [102] LI Y W, FENG T, ZHANG F C, et al. Visual search strategies of performance monitoring used in action anticipation of basketball players[J]. *Brain and Behavior*, 2023, 13(12): e3298
- [103] 孟国正. 排球运动员决策神经效率的 fMRI 研究 [J]. 中国体育科技, 2016, 52(4): 84-90
- [104] CHEN Y H, LEE P H, LU Y W, et al. Contributions of perceptual and motor experience of an observed action to anticipating its result[J]. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 2017, 43(2): 307-316
- [105] CHEN Y H, CHANG C Y, HUANG S K, et al. Nonlinear engagement of action observation network underlying action anticipation in players with different levels of expertise[J]. *Human Brain Mapping*, 2020, 41(18): 5199-5214
- [106] NATSUHARA T, KATO T, NAKAYAMA M, et al. Decision-making while passing and visual search strategy during ball receiving in team sport play[J]. *Perceptual and Motor Skills*, 2020, 127(2): 468-489
- [107] WANG C H, LIN C C, MOREAU D, et al. Neural correlates of cognitive processing capacity in elite soccer players[J]. *Biological Psychology*, 2020, 157: 107971
- [108] CHEN Y L, ZULNAIDI H, SYED ALI S K B. Study on the eye movement characteristics of the badminton practitioners of different levels regarding visual attention [J]. *Frontiers in Psychology*, 2023, 13: 1026006
- [109] HUANG M H, LANG J, LI J, et al. Characteristics of brain activation in high-level football players at different stages of decision-making tasks off the ball: An fMRI study[J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2023, 17: 1189841
- [110] 史鹏, 吕中凡, 孙金月, 等. 足球运动员“3V2”进攻战术决策场景下的视觉信息加工特征 [J]. 首都体育学院学报, 2023, 35(2): 187-195
- [111] 赵祁伟, 陆颖之, 周成林. 新兴技术融合发展下竞技运动心理学研究进展、实践与展望 [J]. 上海体育学院学报, 2020, 44(11): 18-27
- [112] CHEN Y F, WANG Y Y, ZHAO Q W, et al. Watching video of discrete maneuvers yields better action memory and greater activation in the middle temporal gyrus in half-pipe snowboarding athletes[J]. *Neuroscience Letters*, 2020, 739: 135336
- [113] BLAKEMORE S J, DECETY J. From the perception of action to the understanding of intention[J]. *Nature Reviews. Neuroscience*, 2001, 2(8): 561-567
- [114] PRINZ W. Perception and action planning[J]. *European Journal of Cognitive Psychology*, 1997, 9(2): 129-154
- [115] DU Y, HE L, WANG Y, et al. The neural mechanism of long-term motor training affecting athletes' decision-making function: An activation likelihood estimation meta-analysis[J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2022, 16: 854692

Research Progress and Prospects on the Superior Perceptual-Motor Behaviors of Athletes in Competitive Sports Over the Past Decade

ZHOU Chenglin, WANG Yingying

Abstract: Perceiving and anticipating opponents' actions to make responsive decisions is fundamental for athletes in combat sports. This study employs a systematic review method to summarize the research on the perceptual-

motor behavior of athletes in combat sports over the past decade. It outlines the characteristics and cognitive neural mechanisms of specialized and non-specialized perceptual-motor behaviors in athletes across three stages: perception, anticipation, and decision-making. The study finds that athletes invest more cognitive resources during the perception and anticipation stages to acquire key visual cues and handle conflicting situations. In the decision-making stage, they activate internal models to complete automated decisions, demonstrating a higher neural efficiency and different brain activity characteristics throughout the perceptual-motor process. With the advancement of emerging technologies such as cognitive neuroscience, computing, and wearable devices, future research can use machine learning and big data models to simulate and predict athletic behaviors, reveal the plasticity of the brain in response to sports training, and enhance the explanatory power of research findings.

Keywords: athletes; perceptual-motor behavior; cognitive neuroscience technique; perception; anticipation; decision-making

Authors' address: School of Psychology, Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China

~~~~~  
(上接第 31 页)

## Goal Positioning, Problem Explanation, and Implementation Pathways for the Ideological and Political Education in Physical Education Courses in the New Era

LIU Bing<sup>1,2</sup>, XIAO Qiaoli<sup>1,2</sup>

**Abstract:** By employing research methods of literature review, comparative analysis, and logical reasoning, this study repositions the goals of ideological and political education in physical education courses, and proposes its implementation pathways for innovative development. It indicates that the ideological and political education goals are continuously transforming and deepening with the evolution of the era, the renewal of educational concept, and the diversification of societal demands for talent cultivation. Based on the innovative development logic characterized by timeliness, development, and principles in the new era, the objectives of ideological and political education in physical education courses are manifested in three dimensions: the internalization of physical value and sportsmanship, the cultivation of ideological and moral education and mental health, and the shaping of national consciousness and social responsibility. Currently, the ideological and political education is confronted with such challenges as the deviation of educational values in physical education, the dilemma of coordinating the goals of ideological and political education, and the developmental conflicts in the innovation of content and methods. Its implementation pathways should focus on elevating ideological positioning, reinforcing systematic projects, enhancing teachers' development at the educational system level, and creating fairness, stimulating motivation, and enhancing effectiveness at the teachers' level.

**Keywords:** ideological and political education in physical education courses; innovative development; goal characteristics; contradiction and conflict; practical innovation

**Authors' addresses:** 1. School of Physical Education, Shanghai University, Shanghai 200444, China; 2. Sports Science Research Center, Shanghai University, Shanghai 200444, China