

匹克球运动员竞技能力表现与多种维生素补充关系的研究综述

林舒妮 徐恩琪 常波
 珠海科技学院, 广东 珠海 519000

[摘要]匹克球是全球发展迅速的隔网对抗运动, 截至 2024 年全球参与者超 5000 万, 入选 2028 年洛杉矶奥运会程序进入最终阶段。但目前其运动营养学研究进展迟缓, 国内外专项营养干预系统研究有限。本研究依据 2023—2025 年 21 篇国内外核心文献, 综述维生素营养与运动员运动能力关联, 结合匹克球专项运动特征探讨应用策略。主要结论: (1) 室内训练运动员维生素 D 缺乏发生率 45%~55%, 补充目标应优化为维持充足水平 (血清浓度 >75nmol/L), 并关注基因多态性影响; (2) 抗氧化维生素 (如维 C 和维 E) 缓解运动疲劳有“双刃剑”效应, 常规训练优先膳食摄取, 高强度密集赛程可短期联合补充; (3) B 族维生素对匹克球间歇性高强度特征有基础支持作用。基于此, 本研究构建“膳食优先-筛查补充-情境干预”三层级营养实施策略, 强调避免盲目使用复合维生素制剂。当前匹克球领域存在专项随机对照试验匮乏、中国人群遗传背景数据缺失等空白。未来建议围绕专项生物力学与代谢特征开展精准营养研究, 为提升我国匹克球竞技水平提供科学依据。

[关键词]匹克球; 运动员; 复合维生素补充; 竞技能力; 运动营养

DOI: 10.33142/jscs.v6i3.19699

中图分类号: G804.34

文献标识码: A

A Review of the Research on the Relationship between the Competitive Performance of Pickball Athletes and the Supplementation of Multiple Vitamins

LIN Shuni, XU Enqi, CHANG Bo
 Zhuhai College of Science and Technology, Zhuhai, Guangdong, 519000, China

Abstract: Pickball is a rapidly developing cross net competitive sport worldwide, with over 50 million participants worldwide as of 2024. It has been selected for the final stage of the 2028 Los Angeles Olympics program. However, the current progress in sports nutrition research is slow, and there is limited research on specialized nutrition intervention systems both domestically and internationally. This study reviews the correlation between vitamin nutrition and athletes' athletic ability based on 21 core domestic and foreign literature from 2023 to 2025, and explores application strategies in combination with the characteristics of the sport of Pickleball. Main conclusions: (1) The incidence of vitamin D deficiency in indoor trained athletes is 45%~55%, and the supplementation target should be optimized to maintain sufficient levels (serum concentration >75nmol/L), while paying attention to the influence of gene polymorphism; (2) Antioxidant vitamins (such as vitamin C and vitamin E) have a "double-edged sword" effect in relieving exercise fatigue. Regular training should prioritize dietary intake, and high-intensity intensive schedules can be supplemented in combination in the short term; (3) B vitamins provide basic support for the intermittent high-intensity characteristics of Pickleball. Based on this, this study constructs a three-level nutrition implementation strategy of "dietary priority screening supplement situational intervention", emphasizing the avoidance of blind use of multivitamin preparations. There are currently gaps in the field of Pickball, such as a lack of specialized randomized controlled trials and missing genetic background data in the Chinese population. In the future, it is recommended to conduct precise nutritional research around specialized biomechanics and metabolic characteristics, in order to provide scientific basis for improving Chinese level of badminton competition.

Keywords: Pickball; athletes; compound vitamin supplementation; competitive ability; sports nutrition

1 研究背景

1.1 匹克球竞技化发展与现实困境

匹克球正经历由休闲健身向竞技体育的范式转型。根

据陈尘的梳理, 该项运动自 1965 年发明以来, 至 2024 年全球参与者数量已突破 5000 万, 覆盖国家超过 80 个, 纳入 2028 年洛杉矶奥运会竞赛项目的程序已进入最后阶

段^[1]。中国匹克球自 2023 年纳入国家体育总局管理体系后呈现爆发式增长:2024 年全国锦标赛参赛队伍达到 120 支,相较 2023 年增长 300%。陈艳玲等运用可视化标注技术分析多个核心运动参数与匹克球动作准确率之间的相关性,为技战术训练和个性化训练提供了科学依据^[2]。

竞技水平的快速提升与科学化支撑体系的建设滞后之间存在显著矛盾。沈乐群指出了我国匹克球产业虽发展迅速,但相关科研投入明显不足,运动营养等基础科学研究进展严重滞后。此类知识缺口导致运动员营养实践多依赖于经验传承或从其他项目简单移植,未能充分考虑匹克球运动特有的“非截击区”规则、塑料球低速飞行特性以及双打主导的赛制所带来的独特生理负荷^[3]。

1.2 维生素研究的最新进展与转化需求

2023 年以来,运动营养学领域在维生素研究取得新进展。2025 年张建丽等人发表综述阐述常见维生素对运动能力的影响及缺乏评估方法^[4];陈玮与史仍飞梳理维生素 D 与运动能力关系机制;2023 年关阳等人综述维生素对运动性疲劳影响的研究进展。现有研究多集中于耐力或力量型项目,向匹克球等新兴运动项目转化应用不足。本研究依据 2023—2025 年国内外 21 篇核心文献,系统梳理维生素营养与运动员运动能力关系,结合匹克球专项特征提出本土化应用策略,填补该新兴运动项目营养学研究空白。

2 研究意义

2.1 理论意义

本研究对 2023 年至 2025 年间国内外关于维生素营养与运动能力关系的研究成果进行了系统梳理,旨在丰富隔网对抗类项目的运动营养理论体系。通过整合维生素 D 受体基因多态性、抗氧化维生素的“双刃剑”效应,以及 B 族维生素在能量代谢中的作用机制等前沿发现,构建了一个基于当前证据水平的分析框架,从而为运动营养学从“通用建议”向“分层干预”的范式转变提供理论依据。

2.2 实际意义

本研究基于匹克球运动专项特征和运动员生理需求,系统分析最新证据提出“膳食优先—筛查补充—情境干预”本土化营养支持策略。此策略可为我国匹克球运动员、教练员及运动营养工作者提供可操作的决策参考,避免营养补充剂使用中的极端情况,对提升我国匹克球竞技水平、保障运动员长期健康有实际应用价值。

3 国内外研究现状

3.1 国内研究动态

3.1.1 运动员维生素营养状况的精细化调查

国内学者加强对运动员维生素营养状况的动态监测

与机制探索。关阳等(2023 年)研究显示,运动员群体中维生素缺乏较普遍,维生素 D 缺乏与运动性疲劳相关,维生素 C 和 E 抗氧化作用助于缓解氧化应激损伤^[5]。陈玮与史仍飞(2025 年)指出,维生素 D 影响肌肉收缩效率,缺乏会导致骨代谢异常和降低 II 型肌纤维收缩功能^[6]。冯幸溪等(2025 年)综述 B 族维生素在运动营养食品中的应用,强调其参与能量代谢的关键作用^[7]。

3.1.2 维生素补充干预的本土化探索

国内干预研究关注补充时机、协同效应及特殊人群需求。莫丽琼与汤丹凤(2024 年)研究发现科学补充能提升健美操训练效果、降低运动性疲劳发生率。^[8]崔云振(2025 年)针对 CrossFit 运动参与者提出膳食营养优化策略^[9]。王丽水等(2025 年)研究表明功能性运动食品可改善耐力运动员免疫机能与抗氧化能力^[10]。赵希记(2025 年)研究发现系统营养教育能改善运动员膳食结构但效果需持续强化,焦文辉(2025 年)提出运动营养食品分级补充方案^[11]。上述研究均未涉及匹克球专项,张岚玉(2023)探讨膳食营养与体育运动融合发展,为匹克球运动营养教育提供方法论参考^[12]。

3.1.3 运动营养实践指南的本土化更新

2024—2025 年国内运动营养指南更新。王方等(2025 年)发布的建议系统梳理维生素补充循证证据,提出维生素 D 充足标准、抗氧化维生素补充原则及 B 族维生素补充途径^[13]。

3.2 国外研究动态(2023—2025)

3.2.1 维生素 D 与运动损伤预防

国外研究关注维生素 D 缺乏和运动损伤的关联及精准补充策略。2026 年 Frank 等在《Sports Health》研究显示,低维生素 D 水平($<75\text{nmol/L}$)使大学生运动员肌肉骨骼损伤风险大增^[14],表明维持充足维生素 D 水平对预防运动损伤很重要。2025 年 Wang 在《Journal of Medical Biochemistry》研究探讨 VDR 基因多态性与运动损伤后骨折愈合的关系^[15],发现携带 VDR 基因 FokI 位点 ff 型个体炎症因子水平高、骨折愈合时间长,为精准补充提供遗传学依据。2026 年楚亚宁等综述指出,维持充足维生素 D 水平($>75\text{nmol/L}$)有利于预防多种运动损伤^[16],建议室内训练运动员定期检测并在冬季预防性补充。

3.2.2 抗氧化维生素的协同补充策略

国外研究探索抗氧化维生素联合应用及“双刃剑”效应。2024 年 Clayton 等在《Nutrients》的随机对照试验表明,联合补充姜黄素、维生素 C 和维生素 D 可降低精英男性足球运动员上呼吸道感染发生率^[17],为密集赛程抗氧

化补充提供证据。2023 年 Bai 等在《European Journal of Nutrition》的动物实验中发现, 有氧运动联合维生素 E 可改善非酒精性脂肪肝^[18], 提示维生素 E 代谢益处可能通过信号通路调节, 为理解“双刃剑”效应提供新视角。

3.2.3 营养基因组学的初步探索

2024—2025 年, 营养基因组学从基础研究向运动实践渗透, Wang 关于 VDR 基因多态性的研究体现了这一趋势。但目前缺乏大样本运动员队列验证, 且基因检测成本高、专业人才短缺限制其临床转化应用, 建议现阶段将其作为研究工具进行探索, 未来逐步纳入实践。

4 评述

基于对 2023—2025 年国内外 21 篇核心文献的归纳分析, 当前运动员维生素营养研究呈“精准化、本土化、整合化”态势, 但针对匹克球等新兴运动项目专项研究不足。

4.1 研究优势与主要结论

国内外学者共识: 室内训练运动员维生素 D 缺乏仍普遍, 补充目标由“纠正缺乏”(>50nmol/L) 优化为“维持充足”(>75nmol/L); VDR 基因 FokI 位点多态性对补充反应调控作用获初步证实, ff 型携带者或需强化补充方案; 抗氧化维生素“双刃剑”效应机制进一步阐明, 其对血乳酸和肌酸激酶降低作用明确, 对整体氧化应激调节需结合训练周期精细化管理; B 族维生素与能量代谢、认知功能关联获新证据支持; 国内在本土化数据积累与干预方案优化方面有进展。

4.2 研究局限和空白

匹克球专项研究空白, 现有证据多来自其他项目, 其独特特点需专门干预研究验证维生素补充效果, 国内外均无相关随机对照试验报告。中国人群遗传背景系统性数据不足, 虽有 VDR FokI 位点研究报道, 但样本来源混杂, 多基因评分及基因-环境交互作用研究空白。长期安全性及与训练周期整合研究匮乏, 多数干预周期短, 缺乏完整赛季追踪数据, 高剂量抗氧化维生素潜在干扰风险需长期评估。实践转化存在障碍, 高水平运动队精准补充实施率低, 营养教育干预效果随时间递减。本研究以匹克球为对象, 结合最新进展, 整合维生素营养循证证据, 提出本土化策略, 填补匹克球专项营养综述空白, 对指导中国匹克球竞技实践有重要价值。

5 匹克球运动员竞技能力特征与维生素需求分析

5.1 匹克球运动的专项生理特征

理解维生素补充策略需掌握专项生理负荷特征。匹克球虽与网球、羽毛球同属隔网对抗项目, 但规则使能量代谢模式有差异。基于隔网对抗项目共性特征推导比赛时间

结构与间歇特征: 标准双打赛时长 30~60 分钟, 全国锦标赛中优秀运动员单日可能赛 3~4 场, 累计 2.5~3.5 小时。“非截击区”规则使“丁克球”战术常用, 运动员需低重心半蹲击球, 对下肢肌肉耐力与核心稳定性要求高于网球, 且动作精细, 提示神经肌肉控制重要性。能量系统特征: 据隔网对抗项目共性研究推断, 匹克球比赛平均心率为最大心率 70%~80%, 血乳酸峰值 6~9mmol/L, 处于有氧与无氧代谢阈值间, 间歇性高强度运动要求磷酸原系统快速恢复及供能灵活转换, B 族维生素作用关键。认知负荷特征: 三局两胜制比赛有数百次决策, 认知负荷高, “体能-技能-心理”三维负荷要求营养干预支持能量代谢、维持神经功能与促进恢复。

5.2 维生素作用的机制与匹克球专项关联

基于 2023—2025 年研究, 维生素对匹克球运动员作用有三个维度。能量代谢效率 (以 B 族维生素为主): 匹克球间歇性高强度要求代谢系统快速切换, 维生素 B1 决定糖有氧氧化效率, B2、B3 影响线粒体能量产出, 边缘性缺乏会致代谢效率下降。骨骼肌肉健康 (维生素 D): Frank 等证实维生素 D 缺乏增加肌肉骨骼损伤风险, 匹克球运动对下肢骨骼肌肉负荷大, 充足的维生素 D 储备对预防应力性骨折和维持爆发力很重要。恢复适应优化 (抗氧化维生素): 高强度运动使匹克球多场次累积负荷产生氧化应激, 关阳等显示维 C、维 E 可减轻损伤, 但 Bai 等提示避免高剂量补充干扰训练适应信号, 建议常规训练期从膳食获取, 密集赛程期短期联合补充。

6 主要维生素补充与运动员竞技能力的研究进展

6.1 维生素 D: 基于损伤预防的补充策略

6.1.1 缺乏现状与充足标准更新

虽全球运动员对维生素 D 认知度提升, 但缺乏问题仍严峻。研究显示, 室内训练运动员缺乏率 45~55%, 冬训期间下降 20~30%, 且不足与肌肉骨骼损伤风险增加有关。2024 年后“充足标准”提升, “相对不足”人群扩大, 建议将充足阈值设为>75nmol/L, 现有“达标”运动员中不少仍需补充。

6.1.2 精准补充的遗传学基础

2023-2025 年, VDR 基因多态性对补充反应的调控获初步验证。研究表明, FokI 位点 ff 型携带者可能需更高剂量补充。不过该研究样本有限且非针对运动员, 中国运动员 VDR 基因分布频率等仍需大样本研究验证。现阶段建议将基因分型作研究工具, 未来纳入精准营养实践。

6.1.3 匹克球应用策略

建议检测时机为冬训前、夏训前、重大赛事前 4 周,

上午 9~11 时采血。目标水平维持在 75~100nmol/L, <75 启动补充, >100 暂停。剂量方案: 缺乏者 4000~5000IU/d × 8~12 周; 不足者 2000~3000IU/d × 8 周; 维持期 1000-2000IU/d。ff 型基因携带者可强化方案, 但需监测血钙。匹克球专项: 室内场馆训练者每 6 个月检测; 双打运动员关注下肢骨骼健康; 冬训期所有运动员预防性补充。

6.2 抗氧化维生素 (C、E): 谨慎平衡的“双刃剑”

6.2.1 运动性氧化应激与抗氧化防御

高强度运动增加活性氧 (ROS) 生成, 匹克球间歇性高强度会产生显著氧化应激。规律训练上调内源性抗氧化酶活性, 是训练适应重要部分, 因 ROS 可激活 PGC-1 α 通路, 促进线粒体生物合成和改善胰岛素敏感性。

6.2.2 补充效果的精细化认识

关阳等综述显示, 运动后补充维生素 C (500~1000mg/d) 可减轻延迟性肌肉酸痛 (DOMS), 降低肌酸激酶 (CK) 释放。Clayton 等的 RCT 证明, 姜黄素+维生素 C+维生素 D 联合补充可减少 35% 上呼吸道感染, 改善胃肠道舒适度。Bai 等动物实验表明, 维生素 E 可能通过 AMPK 通路调节代谢, 高剂量补充可能“遮蔽”ROS 适应性信号作用, 干扰训练诱导的氧化还原敏感通路激活。

6.2.3 匹克球应用策略

常规训练期: 避免高剂量抗氧化补充, 优先从膳食 (每日 500g 以上彩色蔬果) 获取; 训练后 2 小时内避免高剂量维生素 C, 防干扰适应信号。

密集赛程期: 可短期 (1~2 周) 用联合补充方案 (参考 Clayton 等: 维生素 C 500~1000mg/d, 维生素 D 1000~2000IU/d, 姜黄素 200~400mg/d), 赛事结束后立即停用。

伤病恢复期: 维生素 C (1000mg/d) 与蛋白质协同, 促进胶原蛋白合成与软组织修复。

6.3 B 族维生素: 能量代谢与神经功能的基础保障

6.3.1 代谢功能与运动关联

冯幸漾等阐述 B 族维生素在运动营养食品应用: B1 决定糖有氧氧化效率, B2 (FAD) 与 B3 (NAD⁺) 是电子传递链氢载体, B6 参与糖原磷酸化酶激活与神经递质合成, B9/B12 协同调控红细胞生成与 DNA 合成。运动员需求高于普通人群, 高强度训练增加代谢通量与丢失, 高碳水饮食增加 B1 需求, 高蛋白饮食增加 B6 消耗。

6.3.2 补充效果与专项应用

张建丽等综述显示, 复合 B 族维生素补充 (1~2 倍 RDA) 4 周, 可提高亚极量运动脂肪氧化率, 延迟乳酸阈出现, 降低主观疲劳感, 对匹克球间歇性负荷有潜在价值, 可延缓“腿沉”现象。B6 支持神经认知功能, 匹克球高

频决策需神经传导效率最大化, B6 或影响反应速度与决策质量, 但需匹克球专项研究验证。

6.3.3 补充策略与注意事项

膳食来源: 全谷物、瘦肉等是优质来源, 精加工谷物损失 B1 达 70~80%, 运动员应选全谷物主食。补充建议: 复合补充优于单一, 剂量 1~2 倍 RDA, 避免超大剂量带来神经毒性 (B6) 或掩盖 B12 缺乏 (叶酸)。严格素食者须补充 B12 (2.4~10 μ g/d 或每周 2000 μ g), 定期检测血清 B12 与甲基丙二酸 (MMA)。

6.4 其他维生素的辅助性价值

维生素 K 作为 γ -谷氨酰羧化酶辅因子, 与维生素 D 协同优化骨代谢。维生素 A 维持黏膜免疫与视觉功能, 林文弢等指出其对运动能力有重要影响, 但过量补充可能导致肝毒性, 建议通过 β -胡萝卜素获取^[19]。维生素 E 维持细胞膜稳定, 林文弢等研究指出其能对抗运动引起的脂质过氧化, 但高剂量可能干扰凝血功能^[20]。

7 多种维生素补充的整合策略与研究局限

7.1 协同效应与复合补充评价

维生素相互作用构成复杂代谢网络: 维生素 C 还原氧化型生育酚使维生素 E 再生, 形成水相-脂相抗氧化协同; 维生素 D 上调骨钙素转录, 维生素 K 负责其羧化激活, 共同优化骨代谢; B 族维生素在能量代谢通路中形成“辅酶链”, 单一缺乏可能限制整个通量。复合补充对微量营养素缺乏者效果明确, 对营养充足者无额外获益, 甚至可能因单一成分过量带来风险。王方等强调, 反对盲目用复合维生素“保险剂量”, 应基于评估结果针对性补充。

7.2 基于匹克球专项的分层补充策略

本研究提出“膳食优先-筛查补充-情境干预”三层级策略: 第一层级膳食优化优先, 建立以全谷物、优质蛋白、彩色蔬果、坚果种子、乳制品为核心的基础膳食模式, 匹克球运动员每日摄入蔬菜 500g (深色占半)、水果 300g、全谷物 150~200g、瘦肉/鱼类 150~200g、鸡蛋 1~2 个、牛奶/酸奶 300~500ml、坚果 20~30g, 此模式可满足大部分维生素需求, 无需常规补充; 第二层级针对性筛查补充, 对高风险人群 (室内训练者、素食者、控体重者、女性) 进行血液检测, 项目包括维生素 D (25(OH)D)、B12、叶酸、铁蛋白, 缺乏者按方案纠正, 充足者不额外补充, 维生素 D 每 6 个月检测一次, 其他每年或症状出现时检测; 第三层级特定情境短期干预, 密集赛程期参考 Clayton 等的联合补充方案, 补充维生素 C 500~1000mg/d 支持免疫与恢复, 伤病恢复期补充维生素 C 1000mg/d+蛋白质促进胶原合成, 冬训室内期预防性补充维生素 D 1000~

2000IU/d。

7.3 现有研究的局限性

目前缺乏匹克球项目专项随机对照试验,现有研究证据多来自其他运动项目。中国人群相关遗传背景缺乏系统性数据。实践应用存在转化障碍,赵希记的营养教育经验需持续深化运动营养教育干预,在精准化、全面化、长期化方向持续发力,充分挖掘干预潜力^[21]。

8 结论与展望

8.1 主要结论

基于 2023—2025 年 21 篇国内外核心文献梳理:室内训练运动员维生素 D 缺乏仍普遍,补充目标转向“维持充足(75~100nmol/L)”,已初步证实 VDR 基因 FokI 位点多态性对补充反应有调控作用,ff 型携带者或需强化方案。抗氧化维生素有“双刃剑”效应,需精细管理,联合补充可减少上呼吸道感染,但高剂量可能干扰训练适应信号,常规训练期优先膳食摄入,密集赛程期可短期支持恢复。B 族维生素对间歇性运动项目能量代谢支持明确,但对匹克球专项认知决策的影响待验证。匹克球运动营养研究滞后,亟需建立专项补充指南。基于证据整合,本文提出“膳食优先-筛查补充-情境干预”本土化策略,强调个体化评估与精准补充,反对盲目用复合维生素“保险剂量”。

8.2 研究展望

鉴于当前研究不足,未来研究可关注以下方向:实施匹克球专项营养基线调查,参考陈艳玲等方法构建相关基线数据库,弥补沈乐群指出的研究空白;设计匹克球专项营养干预试验,借鉴 Clayton 等随机对照试验设计,评估维生素 D 与复合 B 族维生素对运动员专项能力的影响,建议每组样本量 60~80 例,干预周期覆盖完整赛季;探索适用于中国人群的精准营养方案,依据 Wang 的研究思路建立相关基因变异数据库,开展关联研究,开发个体化补充算法;构建实践转化路径,整合赵希记的营养教育经验与焦文辉的强度分级策略,制定可操作的膳食指南及补充决策流程,通过中国网球协会匹克球专项委员会推广,提升全国匹克球营养实践科学化水平。运动营养学正从“通用建议”向“精准干预”转变,建立基于实证的维生素营养体系对匹克球运动很重要。未来研究应深入探索精准营养命题,为匹克球运动可持续发展提供科学依据,展现中国学术贡献。

[参考文献]

[1]陈尘.匹克球往事——一场即兴游戏如何成为风靡全球的运动[J].创新世界周刊,2026(1):106-108.
[2]陈艳玲,陈义聪,李昊生,等.基于可视化标注的匹克球动

作准确率与运动参数相关性研究[J].广东轻工职业技术大学学报,2025,24(6):73-80.

[3]沈乐群.我国匹克球产业的发展现状与前景研究[J].文体用品与科技,2026(5):141-143.
[4]张建丽,杨星雅,沈钰琳.常见维生素对运动能力的影响及运动员维生素缺乏的评估与干预[J].中国体育科技,2025,61(11):11-22.
[5]关阳,戴炜,修雪婧,等.维生素对运动性疲劳影响的研究进展[J].中国食物与营养,2023,29(7):57-61.
[6]陈玮,史仍飞.维生素 D 与运动能力的研究进展[J].中国骨质疏松杂志,2025,31(7):1062-1068.
[7]冯幸溪,卢君,王利平,等.B 族维生素在运动营养食品中的应用进展[J].现代食品,2025(19):130-135.
[8]莫丽琼,汤丹凤.健美操运动与营养补充的协同效应研究[J].食品安全导刊,2024(28):103-105.
[9]崔云振.CrossFit 运动参与者膳食营养存在的问题及优化策略[J].食品安全导刊,2025,19(23):118-120.
[10]王丽水,刘应,刘静文,曹月婷.多维膳食纤维运动食品对运动能力的影响对比研究[J].陇东学院学报,2025,36(2):139-144.
[11]焦文辉.不同运动强度下运动营养食品补充策略探讨[J].食品安全导刊,2025,19(34):123-125.
[12]张岚玉.健康中国视域下膳食营养与体育运动融合发展的策略研究[J].当代体育科技,2023,13(14):157-162.
[13]王方,康军仁,于康,等.健康人与慢性病患者维生素矿物质补充的益处及使用的专家建议(2025 版)[J].中华临床营养杂志,2025,33(4):257-265.
[14]Alexandra M Frank;Mikel R Joachim;Jennifer L Sanfilippo;Cory J Call;Scott J Hetzel;Margaret A Brooks;Andrea M Spiker.Low Vitamin D Levels Are Associated With Increased Risk of Musculoskeletal Injuries in Collegiate Athletes.Journal[J].Sports health.Volume,Issue. 2026.PP 19417381251407674.
[15]Wang D.Association between vitamin D receptor gene polymorphisms,inflammatory cytokines (IL-1,IL-6,and IL-10), and fracture healing in sports-related injuries.[J]. Journal of medical biochemistry, 2025,44(6):1357-1365.
[16]楚亚宁,刘昱辰,李春柳,等.维生素 D 不足与运动损伤关系的研究进展[J].中国实用医药,2026,21(7):170-174.
[17]Clayton J D, Burbearly R, Parker C, et al. Combined Turmeric, Vitamin C, and Vitamin D Ready-to-Drink Supplements Reduce Upper Respiratory Illness Symptoms

and Gastrointestinal Discomfort in Elite Male Football Players[J].Nutrients,2024,16(2).

[18]Yaowei B,Tongqiang L, Jiacheng L, et al. Aerobic exercise and vitamin E improve high-fat diet-induced NAFLD in rats by regulating the AMPK pathway and oxidative stress.[J].European journal of nutrition,2023,62(6):2621-2632.

[19]林文弢,黄燕玲,李宇星.维生素 A 与运动能力[J].中国体育教练员,2019,27(2):34-35.

[20]林文弢,赵继红.维生素 E 与运动能力[J].中国体育教练

员,2018,26(4):14-15.

[21]赵希记.运动营养教育干预对青少年运动员膳食行为及运动表现的长期影响研究[J].现代食品,2025(18):155-157.

作者简介:林舒妮(1996—),女,汉族,广东湛江人,本科,珠海科技学院,研究方向为体育教学;徐恩琪(2004—),女,汉族,广东广州人,本科,珠海科技学院,研究方向为体能训练;常波(1964—),男,汉族,黑龙江人,博士后,教授,珠海科技学院,研究方向为运动健康促进。