

国内运动链研究的现状、热点与趋势 ——基于 CiteSpace 文献计量分析

刘云霞 戚月月

南京体育学院, 江苏 南京 210014

摘要: 为了深入分析运动链发展变化和热点问题, 推进我国运动链研究领域理论与实践方面深入发展。以中国知网为数据来源, 利用 CiteSpace6.3.R1 可视化分析软件对 2014-2024 年 76 篇相关运动链文献的作者、机构、关键词等进行了分析。结果: 目前对于运动链领域, 康复和腰椎功能是前沿研究趋势, 研究机构主要以体育院校为主, 研究方向主要围绕运动链、运动学、康复, 工作空间这三个热点方面展开。然而运动链理论体系尚未完全建立, 缺乏统一的概念框架, 导致研究结果普适性较差。年发文量呈现下降趋势, 发文作者以及机构间合作较少, 基于以上研究结果, 运动链研究正经历从传统机械分析向智能化、跨学科融合的转型, 打破“人体”与“机械”运动链研究学科壁垒, 不再孤立分析二者的特性, 而是聚焦“人-机协助场景”中, 双域运动链的动态适配机制。同时未来学者应抓住研究热点, 加强交流与合作、学科融合, 进一步完善运动链理论框架, 扩大运动链研究领域的广度和深度。

关键词: 运动链; 研究热点; 知识图谱; 可视化分析

DOI: 10.64649/yh.shfzykjcx.issn3078-8994.202605009

0 引言

运动链研究起源于机械工程, 逐步渗透至生物医学、材料科学及人工智能领域, 其发展背景融合了多学科理论与工业实践需求。随着人们对运动链研究的不断深入, 多位 Rolfer 治疗师、康复师和整骨医生从不同角度, 提出并建立了多个人体肌肉链模型^[1]。近年来, 功能性训练已经成为竞技体育热门话题, 并为运动实践做出了重要贡献。运动链理论为体育训练提供了重要的理论基础和实践指导。借助 CiteSpace 可视化软件工具, 该工具结合文献计量、数据挖掘法以及信息可视化方法绘制图谱, 从而帮助研究者识别运动链领域的重要成果, 并更准确地发现和评估研究热点与前沿。

运动链(kinetic chain)是指由骨骼、肌肉、关节及其软组织和神经组成的完整体系, 为人体进行复杂、多样和多变的肢体活动奠定基础^[2]。运动链概念最初来源于机械工程, 而非人体运动领域。德国学者勒洛于 1876 年在《机械运动学》中首次提出“链接概念”, 之后这一概念被广泛接受和应用^[3]。早期的运动链理论被广泛运用在体育训练中, 强调运动员做动作时要依靠身体的整体发力带动肢体完成活动, 得到许多教练员和运动员的认可^[4]。

Janda^[5]从肌肉失衡引起功能障碍的连锁反应角度提出: 关节链、肌肉链和神经链。这种分类能直观了解运动链概念、机制和功能。Hans von Baeyer(1933)在一次国际整形年会上, 首次把运动链概念的动态链接和链接系统框架的外推法引入分析人体运动中, 同时简述了肌肉功能^[6]。在运动解剖学、运动生理学、运动生物力学等相关学科不断推进下, 运动训练理

论体系中人体结构适应性变化和运动功能各因素间联系的研究越发全面和深入, 人体运动链结构理论随之产生和发展。1955 年, Steindler 在著作中将运动链定义为: 关节连接几个依次排列环节构成的一个复杂运动单位^[7]。1973 年 Steindler 进一步提出了动力链概念, 将其分为开链运动系统和闭链运动系统。随着时间推移, 运动链理论的概念逐渐被引入到人体运动研究, 得到了广泛应用。

1 数据来源与研究方法

1.1 资料的来源

以 CNKI 为数据来源, 具体检索条件: 关键词为“运动链”、“动力链”、“肌肉链”、“关节链”时间范围 2014 年至 2024 年。为了保证文章的相关度和研究的可靠性, 根据文献的题目、摘要和主题进行人工筛选。

1.2 数据纳入与排除标准

①文献发表从 2014-01 至 2024-11 在知网文献数据库公开发表的期刊文献;

②语种限中文;

③文献内容为有关“运动链”“肌肉链”“关节链”“动力链”的研究主题

④排除新闻、广告、征稿、会议类文献;

⑤排除重复发表、关键词、作者等重要信息缺失的文献及研究主题与关键词搜索无关的文献;

1.3 研究方法

根据纳入与排除标准出运动链相关研究文献, 通过 CNKI 对原始数据进行初步的计量分析, 并将题录信息以 Refworks 格式导出, 数据

分析前对文献去重,剔除非学术论文和与“运动链”关联度低的文献,最终纳入文献。研究运用 Excel 和 CiteSpace6.3.R1 软件进行可视化分析,为确保结果的精确性。同时绘制知识图谱,剖析运动链领域研究现状,识别运动链领域的研究前沿热点与演进趋势。

2 研究结果与分析

2.1 发文量

发文量是专业领域发展的缩影。近 10 年来运动链相关研究领域的研究文献共 76 篇,基于 Excel 对我国运动链研究文献年发文量进行可视化呈现,绘制中文核心期刊年度发文量变化图,2014-2024 年该领域呈现出下降的趋势。在 2014-2017 年处于技术探索与理论酝酿阶段,其发文量在 2017 年达到峰值,在 2018-2022 年趋于平缓,发文量较低,之后发文量呈现下降趋势。运动链研究逐渐从理论到实践,到 2024 年,部分学者以运动链理论为基础,开展针对功能性踝关节不稳的康复以及腰椎运动链干预的康复研究。这表明学界对运动链研究的重视程度不足,科研产出减少,存在阶段性投入不足问题

2.2 关键词共现结果分析

关键词是文章核心的浓缩和提炼,其频次高低反映了某一领域研究热点,出现频次越高,表明其热度越高。通过时间线图可视化,节点年环宽度与颜色分别表征研究频次及对应年份,环宽与学术关注度呈正相关。

以运动链为核心关键词向外围辐射,连接生物力学,康复,体能训练等热点词,韩啸天学者^[8]在探讨 CAI 时,将 CAI 与身体近心端运动链的生物力学特性纳入考量,从髌关节撞击综合征与髌周运动链的相关性入手,对其生物力学以及实际临床意义进行总结^[9],通过对髌骨关节患者下肢运动链分析,探究不同下台阶测试的筛查方法进行评估,运用等速肌力训练对脑卒中患者下肢闭链训练,探讨训练对下肢肌肉功能与步态能力的影响^[10],多位学者从不同损伤类型出发,均证实“运动链生物力学特征”对损伤发生、发展及干预的关键影响,进一步凸显运动链作为“生物力学-康复-体能训练”跨领域关联核心的学术价值与实践意义,且延伸出更多分支。高频关键词依次为运动链、运动学等。近十年核心热点集中,但受多学科交叉驱动,外围方向发散,老年康复多聚焦步态等单一动作训练,未来应结合老龄化需求推广可行方案;竞技体育可建立“实时数据反馈—运动链参数调整—训练效果验证”闭环模型,实现精准化训练。

2.3 关键词聚类结果分析

在聚类效果评估方面, Q 值用于衡量聚类网络的稳定性和聚类结构的显著性,模块度指标 Q 值通常以 (0,1) 区间为评判标准。S 值用

来评估聚类效果好坏,衡量聚类内部节点的相似度, S 值超过 0.5 则通常认为聚类是合理的^[11]。Q 值达到 0.881, S 值高达 0.9633, 两项指标均显著超越常规标准值,运动链研究领域知识结构主要由基础理论 (#0 运动链)、(#1 康复)、(#2 训练)等六个核心聚类。各主题集群间存在知识渗透现象,六大研究方向通过多维度的学术关联形成紧密的知识网络。#1、#3、#4 轮廓值较高,运动链研究主要集中在康复、机械力量训练等方面。牛永刚^[12]等从运动链视角分析功能性训练中的弱链与动作代偿问题,邢聪^[13]等学者利用运动链补偿策略服务运动训练等聚类方向展开, #3 工作空间聚类中,研究多集中于机械领域如机器人^[14]、并联机构,虽然各聚类紧密关联,但在机械领域运动链研究基础上,研究技术落地与跨学科融合较少,国内在该方向的研究深度和技术整合度仍有待提升。此外, #5 教学聚类涉及田径教学等内容,竞技体育中对运动员不同速度运动状态中下肢动力学特征分析,优化专项技术动作,提高竞技水平。同时,我国学者对运动链的研究探索已突破单一竞技领域,逐步向物理治疗、康复、大众训练等多领域渗透,形成“竞技导向-临床应用-大众健康”协调发展的研究格局。

2.4 关键词时区分布突现结果分析

基于时区分布的关键词突现分析通过将时间维度引入知识图谱聚类研究,实现了对学术热点的动态追踪。九大高频突现关键词可视化图谱。该图谱通过红色时间轴标记各关键词的突现周期(起始年份至结束年份),直观揭示不同研究热点的演进轨迹。这些具有显著突现特征的关键词群组,反映了特定时段内学术关注焦点的集中转移,其强度变化趋势为研判学科发展方向提供了量化依据。从 2014 年至今每一年都有新研究内容出现,突现关键词有核心力量、可行性、运动损伤、动作代偿等。2020 年起相关康复研究爆发再到 2022 年起腰椎功能研究突现至今以及生物力学至今,表明运动链理论逐渐被应用于康复治疗领域,基于人体-外骨骼运动模型与调整模型,完成下肢康复外骨骼的结构设计与运动学分析^[15]。国内热点虽也涉及康复、生物力学,但在技术整合如运动链与智能设备结合和细分场景如特定疾病的个性化康复方案的深度上稍显不足。此外,“腰椎功能”自 2022 年起成为突现热点,当前,国内在应对康复、训练等系统性工作时,均呈现出从传统单一模式向多维协同模式转变的趋势,更关注干预策略的持续衔接与整体效能优化。

2.5 机构与作者合作结果分析

根据参数显示, N=93 表示参与研究的机构总量。E=37 揭示机构间存在 37 次科研合作行为。密度值 0.0086, 反映该科研中跨机构合作的整体协作密度偏低。当前科研合作主要表现为点

对点式有限互动,尚未形成多中心协同的创新网络格局,网络形态揭示该领域知识生产仍以机构本位研究为主导范式,系统性的学科交叉与资源整合机制仍有待深化建设。合作机构中发文量最多为3篇,其主要科研机构首要集中于专业体育院校如上海体育学院体育教育训练学院,其次是机械工程类学校。该领域研究者独立研究比例较高,赵焕彬、刘明亮等几位学者,其发文量较多,在研究领域中具有相当高的学术水平,相关研究得到了广大学者的认可和引用,从机构合作现状,当前运动链研究的合作团体多集中在同专业院校内,学科间的壁垒尚未打破。在一定程度上制约了运动链研究向多方向拓展,缺乏系统性的协同框架,多数机构更注重内部资源的交流与整合,对外部协作网络的搭建投入不足,最终导致跨学科研究的重视程度和推进力度都相对薄弱。

3 总结

研究结果显示:2014-2024年关于运动链研究的年发文量整体呈现波浪形下降趋势,研

究方向覆盖多领域,涉及运动学、力量训练等交叉类方向,生物医学领域侧重人体肌肉—关节链的功能康复。研究发现,科研协作层面,不同机构间协同联动不足,尚未形成高频次、稳定化的科研合作团队,且对自身多学科交叉研究资源的开发不够充分;研究方法理论与理论层面,学科间交叉融合程度低,导致研究方法存在单一性、研究成果存在局限性,同时运动链研究理论体系尚未完全建立。现有研究存在“理论碎片化”的核心短板,且多侧重于局部环节分析,缺乏对整体运动链的系统性研究。由此可以看出,未来需重点关注发文频次较高的学者,推动“科研协作”从“形式化呼吁”转化为“可操作的组织模式与数据标准”,为解决“热度低、成果散”的问题提供系统性方案;同时进一步挖掘运动链相关价值潜力,从理论体系、研究方法、应用实践和开放合作多个维度完善理论框架,突破局部分析局限,转向研究运动链中各环节协同作用机制,建立多环节联动理论模型,逐步形成成熟的运动链研究体系。

参考文献:

- [1]Richter Philipp, EricHebgen. 肌肉链与扳机点+手法镇痛的新理念及其应用[M]. 赵学军,等<译>. 济南:山东科技出版社2011, 8:9, 12-13.
- [2]刘展. 人体动作模式和运动链的理念在运动损伤防护和康复中的应用[J]. 成都体育学院学报,2016,42(06):1-11.
- [3]牛永刚. 人体运动链供能训练结构模型研究[D]. 石家庄:河北师范大学,2016
- [4]EllenbeckeT. Effectivefunctional progressions in sport rehabilitation [M]. Champaign,IL:Human Kinetics,2009.
- [5]StrindlerA. KinesiologyoftheHumanBody[M]. Springfield,IL:CharlesCThomas,1955.
- [6]张红文. 运动链理论在功能性踝关节不稳康复患者中的应用研究[J]. 中国疗养医学,2024,33(10):68-72.
- [7]陈悦,陈超美,刘则渊,等. CiteSpace知识图谱的方法论功能[J]. 科学研究,2015,33(2):242-253.
- [8]韩啸天. CAI与下肢近心端运动链肌力和神经肌肉控制的关系[J]. 当代体育科技,2024,14(35):5-8
- [9]张浚洸,徐雁. 髌关节撞击综合征与髌周运动链的相互影响[J]. 中国运动医学杂志,2023,42(09):733-738.
- [10]张学慧,邵静雯,孙丹,等. 下肢闭链等速肌力训练对脑卒中患者下肢肌肉功能及步行能力的影响[J]. 中国康复医学杂志,2018,33(6):693-697.
- [11]张丹璇,王斌,宋小波,等. 国外军事体能训练研究热点与演进——基于知识图谱的可视化分析[J]. 武汉体育学院学报,2019,53(11):81-86.
- [12]牛永刚,赵焕彬. 人体运动链视角下的身体功能性训练研究[J]. 山东体育科技,2016,38(04):59-64.
- [13]邢聪,吴瑛,项贤林,等. 人体运动链补偿策略的生理特性及其对运动训练的影响研究进展[J]. 中国运动医学杂志,2017,36(10):922-926.
- [14]罗继曼,肖雅心,马思源等基于再生运动链的四足机器人腿部运动学和动力学研究[J]. 机电产品开发与创新,2023,36(04):43-48.
- [15]黄若葭,武俊英,许志强,等. 悬吊下进阶式闭链运动疗法对膝关节骨性关节炎患者平衡能力的影响[J]. 体育科学,2015(2):54-60.

作者简介:刘云霞(2001.02—),女,汉族,河南省,研究生,研究方向:功能性训练。
戚月月(2001.06—),女,汉族,河南省,研究生,研究方向:生物力学。