

社会网络视域下我国学校体育伤害事故致因与化解研究

周浩, 刘顺

(河南师范大学 体育学院, 河南 新乡 453007)

摘要: 为加强学校体育伤害事故防控, 基于187份学校体育伤害事故裁判文书, 采用社会网络分析法构建学校体育伤害事故致因网络并进行分析, 从动态网络视角探索学校体育伤害事故的化解策略。结果表明: (1) 学校体育伤害事故致因网络具有小世界特征, 致因在网络中传播速度较快且彼此之间具有较强连通性; (2) 学生自身原因是导致学校体育伤害事故发生的主要致因; (3) 学生忽视自身安全、忽视同学安全、个人实施危险行为和教师忽视体育课堂安全教育、教学中安全保护缺失、未对课堂进行有序组织增加学校体育伤害事故发生的可能性, 通过将网络中的这些节点进行消除, 使派系之间无法联通, 能够有效降低学校体育伤害事故发生概率; (4) 不同体育活动组织形式下子网络之间的特征向量中心度存在显著差异, 且体育教学子网络的平均特征向量中心度相对较高, 应加强对体育教学的风险防控; (5) 学校体育伤害事故化解应重点消除学生、教师和学校层面的12个致因。

关键词: 学校体育; 伤害事故; 社会网络分析

中图分类号: G807 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2024)01-0125-09

Research on the causes and resolutions of injury accidents for school physical education in China from the perspective of social network

ZHOU Hao, LIU Shun

(School of Physical Education, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: In order to strengthen the prevention and control of injury accidents for school physical education, based on 187 injury accidents adjudication documents of school physical education, the social network analysis was used to construct and analyse the causal network of injury accidents for school physical education, and to explore the resolution strategies of injury accidents for school physical education from the perspective of dynamic network. The results show that: (1) the causal network of injury accidents for school physical education has the characteristics of a small world, and the causal factors spread fast and have strong connectivity among each other in the network; (2) factors at students' level are the main causal factors leading to the occurrence of injury accidents for school physical education; (3) students neglect their own safety, neglect the safety of their classmates, and also carry out risky behaviors by themselves, and teachers neglect the education of physical education classroom safety, lack of safety protection in teaching, and fail to provide safety protection in the classroom, and failure to organize the classroom in an orderly manner, all these increase the likelihood of injury accidents for school physical education, and by eliminating these nodes in the network so that the factions cannot be connected to each other, the probability of injury accidents for school physical education could be effectively reduced; (4) there are significant differences in the eigenvector centrality between sub-networks under different forms of organization of sports activities, and the average eigenvector centrality of the physical education teaching sub-network is relatively higher, and the risk prevention and control of physical education teaching should be strengthened; (5) resolutions of injury accidents for

收稿日期: 2023-07-17

基金项目: 河南省哲学社会科学规划项目(2021CTY032); 河南省体育局体育课题研究重点项目(202325)。

作者简介: 周浩(1990-), 男, 讲师, 博士, 研究方向: 学校体育风险管理。E-mail: m18435173846@163.com

school physical education should focus on erasing the 12 causal factors at the level of students, teachers and schools.

Keywords: school physical education; injury accidents; social network analysis

2020年9月22日,习近平总书记在教育文化卫生体育领域专家代表座谈会上强调:“要坚持健康第一的教育理念,加强学校体育工作,帮助学生在体育锻炼中享受乐趣、增强体质、健全人格、锤炼意志。”^[1]然而,学校作为体育活动的组织者却面临两难窘境:一方面,开齐开足体育课,组织学生积极参与多种形式的体育活动是政策对学校的硬性要求;另一方面,高发、频发的体育伤害事故不仅打击了学校体育工作者的积极性,其引发的家校纠纷更是产生不良的社会影响^[2]。学校体育伤害事故虽不能控制,却有规律可循,基于大量已发生的学校体育伤害事故案例探索致因是目前亟待开展的工作。瑞士奶酪模型被广泛应用于交通事故、航空航天事故的分析,该模型提示事故的发生是一层一层疏漏的结果,每一层都有洞,只有这些洞都串起来才会发生事故^[3]。这也提示探索学校体育伤害事故的发生规律,要以“关系”视角切入,而不是对致因进行“个体”分析。对于学校体育伤害事故多重致因之间的耦合关系,现有研究尚未进行深入探索,以致实践面临“治标不治本”的困境。鉴于此,以社会网络分析为主要研究方法,构建学校体育伤害事故致因网络,分析学校体育伤害事故致因网络的关联性、中心性、凝聚性和差异性,探索学校体育伤害事故化解策略,提升学校体育伤害事故防控的科学化,促进新时代学校体育高质量发展。

国外关于学校体育伤害事故的研究起步较早,主要侧重于体育活动安全教育、运动风险评估、风险原因分析、运动设施管理、医疗条件保障、事故责任归结、事故法律纠纷和事故保险理赔等^[4]。另外有研究从学生身体素质和肌肉能力、青春期发育速度和膳食营养、身体运动损伤类别的生物学角度对学校体育伤害事故致因进行探讨^[5-7]。研究方法的应用上,国外基于体育伤害事故模型、风险传递的流行病学机理和风险管理计划,创建完善的体育伤害事故风险管理模式^[8]。我国体育风险管理研究在20世纪90年代后逐渐受到关注,国内关于学校体育伤害事故的相关研究主要集中于事前预防和事后处理两大主题。事前预防即风险管理,以石岩教授为代表,提出“体育活动安全第一”“体育保险进校园”等理念,聚焦不同群体参与体育活动的风险,构建风险识别、风险评估与风险应对为主要框架的风险管理体系^[9],探索以“列表排序+帕累托”相结合的风险评估新方法^[10],推动了风险评估的精准化。事后处理主要集中在责任归属与纠纷解决机

制,最终指向健全学校体育伤害事故法律规制体系^[11]。

综合而言,国内外学者们针对学校体育伤害事故的事前预防和事后处理进行了卓有成效的探索,但也存在以下不足:(1)忽视学校体育伤害事故致因研究,风险识别、评估与应对是事前预防范畴,而致因分析则是事后处理范畴。相较于安全管理领域的研究,基于大样本的学校体育伤害事故致因研究还相对匮乏;(2)未关注学校体育伤害事故致因中的耦合问题,在风险管理领域,耦合是事故致因之间的依赖和影响关系,即系统中多种致因之间存在相互影响和相互驱动,在已有学校体育伤害事故案例中,事故的发生涉及不同主体、不同阶段、不同范围的诸多因素,这些因素相互交织,聚合成一张庞大的学校体育伤害事故致因网,所以必须要超越“个体分析”转向“致因网络”研究,寻找学校体育伤害事故的发生规律;(3)缺乏基于学校体育伤害事故致因分析的精准化解策略,风险应对的主导地位毋庸置疑,但在分析大量学校体育伤害事故案例的基础上,通过动态网络分析检验化解策略的有效性,可以弥补静态分析缺乏信度和效度的缺陷。基于上述分析,研究选取187个学校体育伤害事故案例,采用社会网络分析构建学校体育伤害事故致因网络模型,分析网络结构与特征,通过动态网络仿真,检验不同化解策略的有效性。

1 研究设计

1.1 样本选择与资料搜集

学校体育伤害事故裁判文书记录大量案例数据,以裁判文书的案例为资料来源,对事故类型、发生时间、伤亡原因等进行详细统计。同时,基于裁判文书中记录的学校体育伤害事故案例进行编码分析,可以有效避免经验判断的影响,提高研究信度和效度。在中国裁判文书网和北大法宝网以“学校”“体育”“伤害”“事故”为案件缘由检索关键词,以《学生伤害事故处理办法》《中华人民共和国义务教育法》《中华人民共和国未成年人保护法》等法典为案件判决依据检索关键词,共检索出各级人民法院裁判文书277份,通过筛选剔除与研究不符和重复的裁判文书90份,最终共收集到187份我国各级法院关于学校体育伤害事故的裁判文书,样本时间跨度2008年4月—2022年3月,按照学校体育组织形式分类,187个样本中体育教学106个、课外体育活动45个、运动竞赛26个、运动训练8个、体质测试2个,作为研究的分析资料。

1.2 资料处理与分析

根据学校体育伤害事故裁判文书中有关事故的举证、认证和当事人陈述, 以法院最终认定的法律事实作为事故信息提取的主要参考依据, 从学校体育伤害事故裁判文书样本中提取伤害对象的基本信息、事故致因、致伤情况、经济损失和组织形式等内容。由研究者本人与学校体育领域的一名博士同时对资料进行

编码, 采用简单百分比一致性进行编码一致性检验, 即一致性总数/187=0.893, 一致率 89.3%, 对不一致的编码讨论后拟定结果。最终从 187 个样本中编码得出 57 种学校体育伤害事故致因, 基于风险管理视角将学校体育伤害事故致因划分为学生(D1)、教师(D2)、校外第三方(D3)、学校(D4)、运动环境(D5)和运动固有风险(D6)6 个类别(见表 1)。

表 1 学校体育伤害事故致因归纳

类别	致因
学生(D1)	运动中忽视自身安全(R1); 运动中忽视他人安全(R2); 个人实施危险行为(R3); 不服从课堂组织(R4); 未按动作要求进行练习(R5); 患有先天性疾病(R6); 运动着装不符合要求(R7); 携带危险物品(R8); 未重视自身伤病(R9); 忽视校园安全教育(R10); 违反体育规则(R11); 个人社交障碍(R12); 注意力分散(R13)
教师(D2)	忽视体育课堂安全教育(R14); 教学中安全保护缺失(R15); 教学中技术动作指导缺失(R16); 擅自离开教学岗位(R17); 未对课堂进行有序组织(R18); 未及时发现并排除教学设施安全隐患(R19); 未正确处理学生运动损伤(R20); 忽视学生恐惧心理(R21); 体罚学生(R22); 与学生发生肢体冲突(R23); 运动量安排过大(R24); 安排有疾病的学生参加课堂运动(R25); 课前教学器材安排不妥当(R26); 未组织充分的准备活动(R27); 事假未合理安排课堂(R28); 落实校园安全管理制度不到位(R29)
校外第三方(D3)	未尽到孩子安全教育职责(R30); 未及时制止孩子危险行为(R31); 忽视孩子心理健康问题(R32); 忽视孩子运动损伤(R33); 未及时发现并重视孩子先天性疾病(R34); 忽视校园行车安全(R35)
学校(D4)	课外体育活动安全教育缺失(R36); 课外体育活动安全指导监督缺失(R37); 体育活动安全管理制度执行不足(R38); 组织体育活动未重视学生特殊身体状况(R39); 校园行车安全管理缺失(R40); 课间操缺乏有序组织(R41); 未重视学生心理健康问题(R42); 聘任没有教师资格证的职工(R43); 安排非体育专业教师进行教学(R44); 未建立学生体质健康档案(R45); 对学生运动损伤处理不当(R46); 未按规定配备专职校卫生技术员(R47); 未对参加体育竞赛学生进行必要培训(R48); 组织体育竞赛未设置救助站和专业医务人员(R49); 未及时发现并排除体育设施安全隐患(R50); 体育器材使用管理不当(R51); 体育场地设施缺乏安全警示标识(R52)
运动环境(D5)	雨雪天气(R53); 寒冷天气(R54)
运动固有风险(D6)	对抗性(R55); 竞争性(R56); 动作不确定性(R57)

社会网络分析是基于图论工具和数学模型探讨数据之间关系的一种研究方法^[1], 主要通过构建数据间的关系矩阵形成网络结构, 分析结构中成员之间的关系形态和聚类模式。研究根据 187 个样本分析结果和 57 种事故致因归纳结果, 构建维度为 187 × 57 的事故和致因 2-模矩阵, 若导致事故 *i* 发生的致因有 *j* (*i* 取 1 ~ 187, *j* 取 1 ~ 57), 则矩阵元素 *M*(*i*, *j*) 的取值为 1, 否则取值为 0。为深入分析各事故致因间的关系, 进一步构建致因间的 1-模邻接矩阵 *N*, 设 *M*^T 为矩阵 *M* 的转置, *N*=*M*^T*M*, 并将构建的邻接矩阵使用 Ucinet 6 进行可视化处理, 得到学校体育伤害事故致因网络模型(下文称为主网络), 以直观展现主网络中节点的关联特征, 网络中每一个节点代表一个致因, 连线代表

致因之间存在的关系(见图 1)。

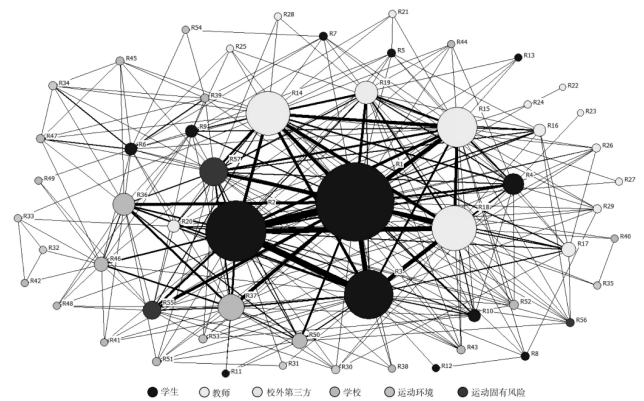


图 1 学校体育伤害事故致因网络模型

2 结果与分析

2.1 小世界分析:学校体育伤害事故致因量化的“关联”

对小世界网络进行分析能够更好地理解网络中的节点关系、信息传播特性和网络结构^[13],研究使用平均最短路径和平均聚集系数量化学校体育伤害事故致因网络的小世界特征。通过计算得出,学校体育伤害事故致因网络的平均最短路径为 2.013,即学校体育伤害事故发生过程中,平均需要 2.013 个致因就可以引发另一个致因。学校体育伤害事故致因网络平均最短路径 L 为 2.013、网络直径即最大路径 D 为 4、平均聚集系数 C 为 0.742,其中 $L < D$, $C \in (0, 1)$ 且接近 1,该网络具备较小的 L 和较大的 C ,因此认为主网络具有小世界特征,即学校体育伤害事故致因在网络中的传播速度较快且彼此之间具有较强的连通性。另外,通过分析单个节点的聚集系数发现,R38(学校体育活动安全管理制度执行不足)、R27(教师未组织充分的准备活动)、R13(学生注意力分散)等节点具有最高的聚集系数,表明这些节点与周围邻近节点之间存在较高的连接紧密度,反映出我国学校体育伤害事故致因之间存在复杂关联,相互影响现象较为突出。

基于社会人际网络关系分析得到的“六度分割理论”是最早观察到小世界现象的研究,Travers 等^[14]指出具备小世界特征的网络中大部分节点彼此并不相连,但通过少数节点都能相互到达,且两节点的最长距离不超过 6。分析结果显示,主网络中节点通过 1、2、3 和 4 步可达的路径分别有 608、1 970、578 和 36

条,主网络中大部分节点通过 1 或 2 步均能直接相互连接,这些节点的存在使得主网络具备较高的连通性;通过 3 步可达的路径相比于通过 1 或 2 步可达的路径较少,这表明主网络局部区域存在一定程度的聚集性,即节点的邻近节点之间相对紧密的连接在一起;通过 4 步可达的路径数量最少,仅有 36 条,说明一些节点之间存在相对较长的连接距离或扮演着桥接的角色,以连接不同的子群体。学校体育伤害事故致因网络中节点最多通过 4 步均能相互连接,说明网络中节点之间距离相对较近,传递路径较短,当一种致因出现时,能够通过少量中介节点实现联动,增加学校体育伤害事故发生的可能性。

2.2 中心性分析:学校体育伤害事故致因量化的“权力”

社会网络中节点之间存在权力关系,节点在网络中权力的大小能够影响其在网络中的地位,社会网络分析中的中心性指标能够用来衡量个人或组织在网络结构中的位置优越性及影响力^[15]。基于社会网络分析对节点中心性的测量主要通过度数中心性(C_{RD})、中间中心性(C_{RB})和接近中心性(C_{RP})3 个指标,节点的度数中心度越大说明该节点越容易与其他节点组合共同导致事故的发生,居于网络的中心位置;节点的中间中心性越大说明该点处于其他点对的最短路径上,对其他节点联系的控制程度越高;节点的接近中心性越大说明该节点与其他重要节点之间具有更高的接近程度,信息传递更为迅速。研究选取各中心性排名前 10 关键节点进行分析(见表 2)。

表 2 学校体育伤害事故关键致因及中心性指标

C_{RD}	类别	C_{RB}	类别	C_{RP}	类别
R1(5.946)	学生	R1(21.332)	学生	R1(0.857)	学生
R2(4.482)	学生	R14(13.11)	教师	R14(0.801)	教师
R3(3.518)	学生	R3(9.201)	学生	R2(0.771)	学生
R18(3.214)	教师	R15(8.404)	教师	R15(0.762)	教师
R14(3.089)	教师	R46(7.792)	学校	R3(0.753)	学生
R15(2.732)	教师	R2(7.619)	学生	R57(0.738)	运动固有风险
R57(1.786)	运动固有风险	R57(5.732)	运动固有风险	R18(0.693)	教师
R37(1.607)	学校	R4(4.376)	学生	R37(0.667)	学校
R19(1.375)	教师	R6(3.999)	学生	R19(0.661)	教师
R36(1.304)	学校	R24(3.571)	教师	R36(0.646)	学校

从度数中心性看,导致学校体育伤害事故发生的致因中,学生层面有 3 个,教师层面有 4 个,学校层面有 2 个,运动固有风险层面有 1 个, C_{RD} 占比分别为 48.0%, 35.8%, 10.0%, 6.2%。其中 R1(运动中忽视自身安全)、R2(运动中忽视他人安全)和 R3(个人实施危险行为)有最高的度数中心度,表明与这 3 个致因直接相连的节点个数较多,使其拥有最大的权力,

其导致伤害事故发生的可能性最大;从中间中心性看,R1(运动中忽视自身安全)、R14(忽视体育课堂安全教育)和 R3(个人实施危险行为)有最高的中间中心度,处于与其他节点相连的最短路径上,对其他节点之间联系的控制程度较高,这 3 个节点最容易和其他节点结合共同导致学校体育伤害事故的发生;从接近中心性来看,R1(运动中忽视自身安全)、R14(忽视体育课堂

安全教育)和 R2(运动中忽视他人安全)有最高的接近中心度,处于与其他重要节点相连的路径上,这 3 个节点的存在导致学校体育伤害事故风险传递较为迅速,从而导致学校体育伤害事故更容易发生。另外,通过对 187 个样本进行分析发现, R1、R2 和 R3 三个致因在 138 起学校体育伤害事故中均有体现,发生率高达 73.8%,因此认为学生层面的原因是导致学校体育伤害事故发生的主要致因,且中心性越高的致因越能控制学校体育伤害事故的发生。

在对小学生体育活动安全问题的研究中,王苗等^[16]认为小学生群体之所以更容易发生体育伤害事故,主要原因是由于小学生明辨危险的意识淡薄且自我保护的能力较差。在 187 个样本中,小学生体育伤害事故样本的占比为 41.2%,且导致事故发生的致因大多是学生在忽视自身安全和同学安全的前提下进行相互追逐打闹、乱甩物品或攀爬树木护栏等危险行为。在案例豫 1525 民初 1776 号中“多名八年级学生在体育课自由活动期间自发组织进行以摔跤、压老堆等形式的‘打着玩’活动,导致原告头部被踢致颅内出血,造成八级伤残”,法院认为导致事故发生的主要原因是学生在玩耍过程中忽视自身安全、忽视同学安全以及个人实施危险行为,另外教师未对课堂自由活动进行有序组织存在一定的失责行为,但教师作为学校职工导致的伤害事故发生在其工作职责范围内,最终在进行责任认定时原告自身和多名被告学生共同承担主要责

任,学校代替教师承担次要责任^[17]。

由于小学生在年龄、危险辨别和认知水平上的特殊性,仅对小学生学校体育伤害事故进行分析,不足以证明学生自身原因是导致学校体育伤害事故发生的主要致因。除了对小学生学校体育伤害事故的研究外,潘怡雯等^[18]基于质性研究方法对 103 个大学体育活动猝死案例进行分析也证实学生自身因素是导致猝死事件发生的主要原因,李树旺等^[19]基于 IPA 方法对高校体育课堂伤害事故的风险识别与评估研究中,学生自身所导致的伤害事故在构建的 IPA 矩阵中表现出较高的可能性和严重性。因此,学生作为学校体育活动的主要参与者应提高自我保护意识、注意自身安全和同学安全,减少不必要的危险行为,以有效降低学校体育伤害事故发生概率。

2.3 凝聚性分析:学校体育伤害事故致因量化的“子群”

对学校体育伤害事故致因网络节点的相互关系进行分析能够更加深入认识导致学校体育伤害事故发生的原因。研究对学校体育伤害事故主网络进行凝聚子群分析,目的主要是为揭示致因之间实际存在或潜在的关系,并构建事故致因的量化结构。派系分析作为社会网络分析中凝聚子群研究的重要组成部分被广泛应用,通过派系分析能够识别出网络内部形成的相对稳定、具有共同特征子群体,从而能够更好地了解网络内部节点的权力结构,为管理和决策提供参考。主网络凝聚子群分析派系集见表 3。

表 3 主网络凝聚子群分析派系集

派系	节点	派系	节点
1	R1 R2 R3 R4 R10 R14 R15 R18 R19 R57	4	R1 R2 R3 R14 R15 R18 R36 R50 R52 R57
2	R1 R2 R3 R4 R14 R15 R18 R36 R52 R57	5	R1 R2 R3 R14 R15 R18 R20 R36 R50 R55
3	R1 R2 R3 R14 R15 R18 R20 R36 R50 R57	6	R1 R2 R3 R15 R18 R20 R36 R43 R50 R57

从表 3 可见, R1(运动中忽视自身安全)、R2(运动中忽视他人安全)、R3(个人实施危险行为)、R14(忽视体育课堂安全教育)、R15(教学中安全保护缺失)和 R18(未对课堂进行有序组织)共同存在于 5 个派系中,这些节点将不同派系进行连接从而增强主网络结构的凝聚力,因此这些节点的存在增加了学校体育伤害事故发生的可能性,通过将网络中的这些节点进行消除,使派系之间无法联通,能够有效降低学校体育伤害事故发生概率。

学校体育伤害事故并不是单一致因导致的,而是多种致因共同交互作用的结果^[20]。在新课标改革背景下由于体育教学方式、教学内容和教学制度趋于多样化,教师往往容易忽略课堂教学的安全教育和组织管

理,学生若不按照教师教学要求进行学习、缺乏安全意识,则更容易导致伤害事故的发生。刘路等^[21]认为教师科学合理地组织和管理课堂能够有效保障学生安全。在 106 个体育教学事故案例中,事故发生在学生自由活动期间的有 45 起,占比 42.5%,这表明体育教学事故多发生在体育教学的自由活动期间,且导致事故发生的根本原因是教师忽视了自由活动期间对学生的组织管理,加之学生自身安全意识不足,最终导致伤害事故发生。因此在实际教学过程中学生应提高自身安全意识,教师也应加强课堂组织管理,以减少学校体育伤害事故的发生。

2.4 子网络分析:学校体育伤害事故致因量化的“差异”

研究涉及 187 个学校体育伤害事故案例中体育教

学、课外体育活动和运动竞赛 3 种组织形式数量最多, 占样本总数的 94.7%, 因此从主网络中提取体育教学子网络、课外体育活动子网络和运动竞赛子网络进行针对性分析, 以揭示不同组织形式下学校体育伤害事故致因的差异。节点的特征向量中心度主要基于节点

的连接模式和连接节点的中心度, 不仅考虑了节点本身的连接数量信息, 而且包含连接节点的重要性信息, 因此研究将子网络节点的特征向量中心度均值作为判断网络差异的依据。3 种子网络关键致因及度数中心性计算结果见表 4。

表 4 三种子网络关键致因及度数中心性

体育教学-子网络		课外体育活动-子网络		运动竞赛-子网络	
C_{RD}	类别	C_{RD}	类别	C_{RD}	类别
R1(3.571)	学生	R1(1.411)	学生	R1(0.679)	学生
R18(3.214)	教师	R2(1.089)	学生	R37(0.518)	学校
R2(3.161)	学生	R3(1.018)	学生	R55(0.393)	运动固有风险
R14(3.018)	教师	R37(0.839)	学校	R36(0.339)	学校
R15(2.661)	教师	R36(0.821)	学校	R46(0.321)	学校
R3(2.375)	学生	R50(0.536)	学校	R57(0.214)	运动固有风险
R19(1.375)	教师	R57(0.393)	运动固有风险	R2(0.161)	学生
R4(1.125)	学生	R6(0.214)	学生	R50(0.125)	学校
R57(0.964)	运动固有风险	R51(0.214)	学校	R9(0.107)	学生
R17(0.625)	教师	R55(0.196)	运动固有风险	R48(0.107)	学校

特征向量中心度均值之差: $F=9.7096$ $P=0.0004$

从表 4 可见, 不同体育活动组织形式下子网络之间的特征向量中心度存在显著差异, 且体育教学子网络的平均特征向量中心度相对较高。通过对子网络节点的度数中心性计算发现, 体育教学伤害事故中学生和教师因素是导致伤害事故主要致因, 这不仅符合体育教学伤害事故在所有样本中占比最高的客观事实, 而且符合体育教学过程中教师和学生处于课堂主体地位的客观实际, 因此应加强师生学校体育安全教育, 提高师生的风险防范和应对能力; 在课外体育活动伤害事故中, 学生和学校层面的致因最多, 并且学生方面的致因占据前 3 位, 说明学生自身原因是导致课外体育活动伤害事故主要致因, 学校通过加强管理对防范课外体育活动伤害事故具有重要作用。《民法典》虽然对自甘风险进行规定, 但体育学界对自甘风险在体育领域的适用性存在较大争议。考虑到学校体育活动的特殊性, 韦志明^[22]认为在课外体育活动中学生自身作为体育活动的组织者和参与者其适用性更强, 因此在课外体育活动伤害事故的判决案例中通常将学生自身原因作为导致伤害事故主要致因, 但焦艳玲^[23]认为在确定伤害事故的责任时应采用“绝对比较过失”的衡量方法, 将各方的过失占比均纳入考量。与体育教学子网络和课外体育活动子网络相比, 运动竞赛子网络中运动固有风险和学校层面的致因种类和排名均显著提高。学生作为参赛主体其自身的健康状况和专业水平能够直接导致伤害事故的发生, 另外学校组织管理的规范与否也是造成伤害事故的重要诱因^[24]。因此, 学生作为运动竞赛的参与者

注意自身安全, 学校作为运动竞赛的组织者加强竞赛管理, 能够有效降低运动竞赛伤害事故发生的概率。

研究构建的 3 种学校体育伤害事故子网络中体育教学子网络、课外体育活动子网络和运动竞赛子网络的样本分别为 106、45 和 26 个, 其中 3 个子网络所涉及的致因分别有 46、25 和 14 个。另外, 3 个子网络的密度分别为 0.472、0.142 和 0.055, 体育教学子网络的密度远高于其他两个子网络的网络密度, 因此认为体育教学子网络具有更紧密的节点连接, 形成较为集中的子网络结构。而课外体育活动子网络和运动竞赛子网络较为分散, 节点连接相对稀疏, 这些结构差异导致子网络间特征向量中心度的差异。结合 3 个子网络中节点的度数中心性分析结果发现, 体育教学子网络包含更多关键节点, 学生和教师作为体育教学活动的参与主体, 不仅涉及致因较多, 而且具有较高度数中心性。课外体育活动和运动竞赛子网络涉及的致因度数中心性相对较低, 因此对应较低的特征向量中心度。综上所述, 体育教学子网络相比于其他两个子网络, 包含较多的关键节点且拥有较高的网络密度, 在实践中应重点加强对体育教学的风险防控。

2.5 动态网络分析: 学校体育伤害事故化解策略

基于动态网络视角的事故化解策略被广泛应用于管理学、社会学等领域, Penzar 等^[25]通过对构建的恐怖组织网络模型进行分析, 将网络中关键恐怖分子节点进行消除以瓦解恐怖分子组织的网络结构, 为反恐行动和恐怖袭击的控制提供重要的理论指导。研究采用不同方式将网络中的节点进行消除, 通过测度整体网

网络的效率变化以判断风险化解的有效性。在对化解策略有效性进行分析时网络抗毁性是重要的测量指标, 网络抗毁性指网络中的节点或连线自然失效或遭到破坏后网络维持原状的能力。网络效率(GE)能够直接反映网络中致因的传递效率, 因此网络效率通常用来衡量网络的抗毁性^[26], 进而能够用来判断化解策略的有效性, 计算公式如下:

$$GE = 1 - \frac{V}{\max(V)}$$

其中: V 表示网络图中多余线的条数; $\max(V)$ 表示最大可能的多余线的条数。

通过分析, 研究选取基于致因中心性和基于致因类别的 2 种化解策略: (1)基于消除随机致因的化解策

略主要是通过随机选取网络中编码为“5 的倍数”的前 10 个节点进行对照; (2)基于消除度数中心性的化解策略主要是从节点在网络中的中心权力大小角度判断化解效果, 基于消除中间中心性的化解策略主要是从节点在网络中与其他节点的关联程度角度判断化解效果, 基于消除接近中心性的化解策略主要是从节点在网络中与其他节点距离大小角度判断化解效果; (3)基于消除学生、教师和学校致因的化解策略主要是从学生、教师、学校角度判断化解效果。研究选取各化解策略下指标排名前 10 的节点作为分析对象(见表 5)。通过计算, 主网络的原始网络效率为 69.6%, 将这些节点依次从主网络中进行消除得到网络效率变化情况(见图 2、图 3)。

表 5 两种化解策略选取节点及网络效率变化

化解策略	具体策略	选取节点	最终网络效率/%
基于致因中心性的化解策略	基于消除随机致因的化解策略	R5 R10 R15 R20 R25 R30 R35 R40 R45 R50	77.10
	基于消除度数中心性的化解策略	R1 R2 R3 R18 R14 R15 R57 R37 R19 R36	8.10
	基于消除中间中心性的化解策略	R1 R14 R3 R15 R46 R2 R57 R4 R6 R24	13.70
	基于消除接近中心性的化解策略	R1 R14 R2 R15 R3 R57 R18 R37 R19 R36	8.10
基于致因类别的化解策略	基于消除学生致因的化解策略	R1 R2 R3 R4 R6 R10 R9 R5 R7 R8	31.10
	基于消除教师致因的化解策略	R18 R14 R15 R19 R17 R20 R16 R26 R29 R25	51.20
	基于消除学校致因的化解策略	R37 R36 R50 R46 R52 R39 R47 R51 R43 R45	78.50

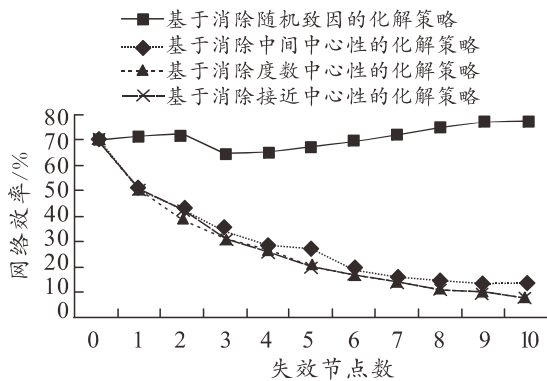


图 2 基于致因中心性的化解策略网络效率变化对比

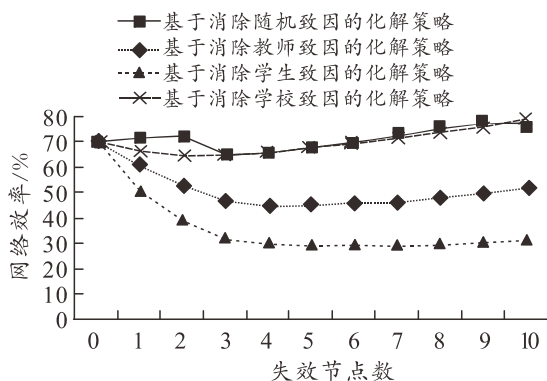


图 3 基于致因类别的化解策略网络效率变化对比

从图 2 可见, 基于消除随机致因的化解策略, 网络效率基本维持在 70% 上下波动, 变化并不明显, 这表明主网络的抗毁性较强, 运用随机、毫无针对性的化解策略无法有效阻断致因的连接, 因此不能对学校体育伤害事故进行有效化解; 基于消除致因度数中心性、中间中心性和接近中心性的化解策略, 网络效率呈直线下降且变化较快, 有效阻断了致因连接, 实现了对学校体育伤害事故的有效化解。其中, 基于消除致因度数中心性的化解策略效果更为显著。网络中距离越近的节点在信息传递方面就越容易, 因而就越可能居于网络的中心, 基于致因度数中心性和接近中心性的风险化解策略在消除节点的过程中网络效率变化基本相同, 说明二者在对风险进行化解时起到同样效果。在风险网络中具有高关联性的风险节点距离越短其风险性越高^[27], 基于消除致因中间中心性的化解策略, 消除前 5 个高关联性的节点发现其网络效率变化与另外两种风险化解策略的网络效率变化基本一致, 但随着节点的消除网络的关联性逐渐减弱, 网络效率变化逐渐趋于平缓, 最终网络效率变化比另外两种风险化解策略的网络效率变化小。

基于度数中心性分析的前 10 个关键致因中, CRD 占比较高的致因分别是学生和教师层面致因, 共占比

83.8%。在案例粤 0882 民初 813 号中“原告与被告均为一年级学生,在体育课期间,教师组织乒乓球练习,但原告在练习乒乓球时,遭被告追赶抢夺乒乓球摔倒在地,导致原告左眼被地上的树枝刺伤(眼角膜损伤),造成十级伤残”,法院最终认为导致事故发生的主要原因是原告与被告在体育课期间追逐抢夺物品、未注意自身和同学安全,另外教师在体育课期间并未对学生进行相应的安全教育和安全保护,并且未发现与排除场地存在树枝这一安全隐患,从而导致事故的发生,最终学校代替教师承担 70%的损失、被告承担 20%和原告承担 10%^[28]。

从图 3 可见,基于消除学生致因和教师致因的化解策略对学校体育伤害事故风险进行化解时网络效率变化较为显著。从起始消除节点开始,不同化解策略下网络效率都呈逐渐下降趋势,但随着节点不断消除,网络效率均出现增长趋势,违背降低网络效率的目的。造成这种现象的主要原因是由于部分节点在网络中扮演重要的枢纽角色,它们连接着不同的群组,使信息传播和资源流动更加高效。然而当网络中的关键节点被消除时,通常会导致网络中的某些部分无法连接,从而降低网络的效率。但随着节点的逐渐消除,网络结构发生重组,节点之间出现新的路径和连接方式,网络的冗余性增强,导致致因传播更加多样化,网络中一些原本无法连接的节点开始重新连接,使得致因找到更加有效路径和连接方式,增加了网络的鲁棒性和容错性^[29],导致网络效率呈现上升趋势。

在案例京 0118 民初 10167 号中“原告为三年级学生,在被告学校组织的课外体育活动期间,连续蹬跨位于操场边界的护栏摔伤,导致自身肱骨髁上骨折”,经双方争论和举证,法院最终认定事实为:“在学校已进行校园安全教育的情况下,原告仍然忽视自身安全和学校要求,进行反复翻跃护栏的危险行为,但在此期间有两名教师注意到原告的危险行为,并未进行必要的告诫与制止,存在不作为的态度。另外该小学虽然尽到了安全教育职责,但在组织课外体育活动期间缺乏必要的安全管理,存在一定的疏漏”,最终原告与被告各承担 50%的责任^[30]。因此,为实现对学校体育伤害事故的有效化解,学生层面重点应对 R1(运动中忽视自身安全)、R2(运动中忽视他人安全)、R3(个人实施危险行为)、R4(不服从课堂组织)和 R6(患有先天性疾病)5 个致因;教师层面重点应对 R18(未对课堂进行有序组织)、R14(忽视课堂安全教育)、R15(教学中安全保护缺失)、R19(未及时发现并排除教学设施安全隐患)和 R17(擅自离开教学岗位)5 个致因;学校层面重点应对 R37(课外体育活动安全指导监督缺失)和

R36(课外体育活动安全教育缺失)2 个致因。基于学校体育伤害事故关键致因,采取针对性的风险化解策略,实现学生、教师和学校三方共治,以减少学校体育伤害事故的发生。

3 小结

基于已有学校体育伤害事故数据,采用社会网络分析构建学校体育伤害事故致因网络并对其关联性、中心性、凝聚性和差异性进行分析发现:(1)学校体育伤害事故致因网络具有小世界特征,致因在网络中传播速度较快且彼此之间具有较强连通性;(2)学生自身原因是导致学校体育伤害事故发生的主要致因,中心性越高的致因越能控制学校体育伤害事故的发生;(3)R1(运动中忽视自身安全)、R2(运动中忽视他人安全)、R3(个人实施危险行为)、R14(忽视体育课堂安全教育)、R15(教学中安全保护缺失)和 R18(未对课堂进行有序组织)共同存在于 5 个派系中,这些节点的存在增加了学校体育伤害事故发生的可能性;(4)不同体育活动组织形式下子网络之间的特征向量中心度存在显著差异,且体育教学子网络的平均特征向量中心度相对较高,应加强对体育教学的风险防控;(5)动态网络仿真结果提示,学校体育伤害事故化解应重点消除学生、教师和学校层面的 12 个致因。

参考文献:

- [1] 新华网. 习近平:在教育文化卫生体育领域专家代表座谈会上的讲话[EB/OL]. (2020-09-22)[2023-06-18]. http://www.xinhuanet.com/politics/2020-09/22/c_1126527570.htm
- [2] 刘水庆. 论学生体育伤害事故中的校方责任及其追究限度[J]. 中国体育科技, 2019, 55(6): 71-80.
- [3] REASON J, HOLLNAGEL E, PARIES J. Revisiting the Swiss cheese model of accidents[J]. J Clin Eng, 2016, 27(4): 110-115.
- [4] LIU M. International conference on contemporary education[C]. Paris: Atlantis Press, 2018.
- [5] DOS SANTOS DUARTE JUNIOR MA, LÓPEZ-GIL J F, CAPORAL G C, et al. Benefits, risks and possibilities of strength training in school physical education: A brief review[J]. Sport Sci Health, 2022, 18(1): 11-20.
- [6] SCHERZER C B, TRENCHUK J, PETERS M, et al. An exploration of the relationship between disordered eating, exercise dependence, and athletic injury[J]. J Clin Sport Psychol, 2023, 17(1): 41-52.
- [7] DECKEY D G, MAKOVICKA J L, CHUNG A S,

- et al. Neck and cervical spine injuries in National College Athletic Association athletes: A 5-year epidemiologic study[J]. Spine J, 2020, 45(1): 55-64.
- [8] GREENSPAN S, MUNRO D, NICHOLAS J, et al. Circus-specific extension of the International Olympic Committee 2020 consensus statement: Methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport[J]. BMJ Open Sport Exerc Med, 2022, 8(3): e001394.
- [9] 石岩. 体育活动风险研究之思考[J]. 体育与科学, 2008, 29(2): 4-6.
- [10] 石岩, 牛娜娜. 我国体育领域风险评估方法的比较分析[J]. 体育与科学, 2014, 35(5): 54-58.
- [11] 薛鹏飞, 连小刚. 我国学校体育伤害事故法律规制: 体系梳理、问题检视与完善策略[J]. 沈阳体育学院学报, 2022, 41(1): 50-57+75.
- [12] CAMACHO D, PANIZO-LLEDOT A, BELLO-ORGAZ G, et al. The four dimensions of social network analysis: An overview of research methods, applications, and software tools[J]. Inf Fusion, 2020, 63: 88-120.
- [13] 贾君枝, 李衍. LOV 词表特征及网络结构分析[J]. 情报科学, 2021, 39(3): 166-171.
- [14] TRAVERS J, MILGRAM S. An experimental study of the small world problem[M]. United States: Academic Press, 1977: 179-197.
- [15] 刘军. 整体网分析: UCINET 软件实用指南[M]. 上海: 上海人民出版社, 2014: 127.
- [16] 王苗, 石岩. 小学生体育活动的安全问题与风险防范理论研究[J]. 体育与科学, 2006, 27(6): 36-40+45.
- [17] 中国裁判文书网. 曹某、李好等人格权首次执行执行裁定书[EB/OL]. (2021-12-02)[2023-06-10]. <https://wenshu.court.gov.cn/website/wenshu/181217BMTKHNT2W0/index.html>
- [18] 潘怡雯, 刘成, 刘兰娟, 等. 我国高校大学生校内非创伤性运动意外死亡事件诱因识别研究[J]. 首都体育学院学报, 2019, 31(3): 281-288.
- [19] 李树旺, 李京律, 梁媛, 等. 高校体育课堂风险识别与评估研究[J]. 沈阳体育学院学报, 2021, 40(6): 25-33.
- [20] EMERY C A, PASANEN K. Current trends in sport injury prevention[J]. Best Pract Res Clini Rheumatol, 2019, 33(1): 3-15.
- [21] 刘路, 史曙生. 中小學生体育锻炼安全风险指标评估体系的构建[J]. 中国学校卫生, 2016, 37(12): 1808-1810+1813.
- [22] 韦志明. 《民法典》对学校体育的影响、挑战及其应对[J]. 天津体育学院学报, 2022, 37(5): 599-605.
- [23] 焦艳玲. 自甘风险规则下的文体活动组织者责任[J]. 体育学刊, 2022, 29(4): 46-52.
- [24] 陈蔚, 李燕燕, 黄明明. 基于层次全息模型的中小学体育运动会风险评估研究[J]. 武汉体育学院学报, 2019, 53(11): 64-71.
- [25] PENZAR D, SRBLJINOVIC A. About modeling of complex networks with applications to terrorist group modeling[J]. Interdiscip Descript Complex Syst, 2005, 3(1): 27-43.
- [26] 许慧, 邓宁辉, 李杨, 等. 城市轨道交通运行风险演化网络动态仿真研究[J]. 安全与环境学报, 2023, 23(2): 372-382.
- [27] 王营, 曹廷求. 中国区域性金融风险的空间关联及其传染效应——基于社会网络分析法[J]. 金融经济研究, 2017, 32(3): 46-55.
- [28] 中国裁判文书网. 朱某与陈某、雷州市附城镇宾合小学教育机构责任纠纷一案一审民事判决书[EB/OL]. (2016-12-02)[2023-06-10]. <https://wenshu.court.gov.cn/website/wenshu/181217BMTKHNT2W0/index.html>
- [29] FREITAS S, YANG D, KUMAR S, et al. Graph vulnerability and robustness: A survey[J]. IEEE Trans Knowl Data Eng, 2022, 35(6): 5915-5934.
- [30] 中国裁判文书网. 聂某与北京市密云区穆家峪镇中心小学生生命权、健康权、身体权纠纷一案一审民事判决书[EB/OL]. (2019-09-26)[2023-06-10]. <https://wenshu.court.gov.cn/website/wenshu/181217BMTKHNT2W0/index.html>