

胡远樟¹, 付高勇², 余泽芸², 朱必刚¹, 蒲月英¹(宜宾市第一人民医院病案统计科¹, 康复科², 四川 宜宾 644000)

摘要:目的 探究国内外青少年特发性脊柱侧弯的治疗研究现状,为该领域研究者提供参考信息。方法 检索 2010–2023 年中国知网(CNKI)和 Web of Science 核心合集(WOS)数据库中关于青少年特发性脊柱侧弯治疗相关研究文献,应用 Excel 2020 软件对频次进行统计,使用文献计量学软件 Citespace 进行突现关键词检测,使用 VOSviewer1.6.18 软件对发文量、作者、机构以及关键词进行可视化分析。结果 最终纳入 2442 篇文献。文献年发文量总体呈上升趋势。国外发文量最多的作者是 Lenke Lawrence G, 团队规模大且联系紧密;国内主要作者形成 2 个团队,规模小且联系不足。研究机构国外以高校为主,蒙特利尔大学是发文量最多;国内以医疗机构为主,河南省洛阳正骨医院是发文量最多。近年来关注度最高的关键词为矫形支具、手术、运动疗法、中医针灸推拿。结论 青少年特发性脊柱侧弯治疗研究大致可分为手术、运动治疗、矫形支具治疗、中医康复治疗等方式,当前研究热点为动态矫形支具的研发。

关键词:文献计量学;青少年特发性脊柱侧弯;可视化分析

中图分类号:R683.2

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2025.06.008

文章编号:1006-1959(2025)06-0048-07

Analysis of the Research Status of Adolescent Idiopathic Scoliosis Treatment Based on Bibliometrics

HU Yuanzhang¹, FU Gaoyong², YU Zeyun², ZHU Bigang¹, PU Yueying¹(Department of Medical Record Statistics¹, Department of Rehabilitation², the First People's Hospital of Yibin, Yibin 644000, Sichuan, China)

Abstract: **Objective** To explore the research status of the treatment of adolescent idiopathic scoliosis at home and abroad, and to provide reference information for researchers in this field. **Methods** The research articles on the treatment of adolescent idiopathic scoliosis in the database of China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Web of Science Core Collection (WOS) from 2010 to 2023 were retrieved. Excel 2020 software was used to count the frequency, and the bibliometric software Citespace was used to detect the emergent keywords. VOSviewer 1.6.18 software was used to visualize the number of articles, authors, institutions and keywords. **Results** A total of 2442 articles were included. The annual number of publications was generally on the rise. The author with the largest number of foreign publications was Lenke Lawrence G, and the team was large and closely linked; while, the main authors in China had formed two teams, which were small in scale and lack of connection. The research institutions abroad were mainly universities, and the University of Montreal was the largest number of publications; in China, medical institutions were the main ones, and Luoyang Orthopedic Hospital of Henan Province had the largest number of publications. The keywords with the highest attention in recent years were orthopedic braces, surgery, exercise therapy, acupuncture and moxibustion combined with massage of traditional Chinese medicine. **Conclusion** The research on the treatment of adolescent idiopathic scoliosis can be roughly divided into surgery, exercise therapy, orthopedic brace therapy, and traditional Chinese medicine rehabilitation therapy. The current research hotspot is the research and development of dynamic orthopedic braces.

Key words: Bibliometrics; Adolescent idiopathic scoliosis; Visual analysis

青少年特发性脊柱侧弯(adolescent idiopathic scoliosis, AIS),民间俗称“龟背”,是一种原因尚不明晰的脊柱三维空间发生弯曲、旋转的疾病,其临床发病率在 2%~3%,现已成为影响我国青少年生长发育的主要疾病之一,目前我国中小学生中 AIS 人数已

超过 300 万人^[1]。其发病隐匿,临床表现多为外观形态异常,如双肩高低不等、胸廓不对称、盆骨倾斜等。若 AIS 不及时治疗,疾病进一步发展可能导致患者出现身体疼痛、外观畸形、运动功能障碍,还可能因为胸廓畸形导致心肺功能异常从而影响呼吸。而外观的畸形容易导致患者出现自卑、恐惧、焦虑等情绪,影响心理健康,故 AIS 为青少年的学习和生活带来极大的困扰。针对脊柱侧弯患者的治疗不仅是纠正畸形,而且要减缓或完全停止弯曲的进展。但目前尚且缺乏对国内外 AIS 治疗的文献计量学研究和报道,基于此,本研究拟通过应用 VOSviewer 软件绘制

基金项目:宜宾市科技计划项目(编号:2022SF009)

作者简介:胡远樟(1995.4-),男,四川广元人,硕士,助理统计师,主要从事医学数据挖掘、医学文献计量学研究

通讯作者:付高勇(1970.11-),男,四川泸州人,本科,主任医师,主要从事中西医结合康复方面的工作

可视化图谱梳理 AIS 的治疗研究现状, 以为相关领域研究学者提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料来源 中文文献以“青少年特发性脊柱侧弯 AND 治疗”为主题词, 时间跨度设定为 2010–2023 年, 在中国知网(CNKI)进行检索, 得到 809 篇文献。外文文献数据来源于 Web of Science 核心合集(WOS), 检索主题词为“Adolescent Idiopathic Scoliosis and Treatment”, 语种为英文, 时间跨度设定为 2010–2023 年, 检索得到 2738 篇文献。

1.2 纳入与排除标准 为了保证研究样本的准确性与可靠性, 特制定文献的纳入排除标准。纳入标准: 研究主题为青少年特发性脊柱侧弯治疗, 语种为中文或英文, 文献类型为期刊论文、学位论文或综述。排除标准: 期刊会议征稿通知、会议摘要、发刊词、科普介绍, 以及与研究主题不相关文献。将检索所有文献导入文献管理软件 Endnote X9, 由两人按照纳入排除标准筛选核对, 最后纳入中文文献 498 篇、外文文献 1944 篇作为样本数据。

1.3 方法 文献计量分析主要是利用数学、统计学等计量方法对某一研究领域的文献资料进行词频、共词、共引分析等, 从而探究该研究领域的学科发展动态及前沿趋势^[2]。目前常用的文献计量分析工具主要有 VOSviewer、CiteSpace、Bibexcel 和 Ucinet 等。本研究利用 Excel 2020 进行频次统计, CiteSpace 6.2.6 进行关键词突现分析, 软件参数设置为: 时间跨度为 2010–2023 年, 1 年为一个时间切片, 阈值为每个时间切片段内的前 50 位, 分析节点类型为关键词。应用 VOSviewer1.6.18 软件对作者、关键词进行分析并生成可视化共现图谱, 以探究该学科领域的研究现状。在作者共现图谱中, 节点的大小代表着不同作者发表文献数量的多少, 线条表示不同作者间是否有合作关系, 连线的粗细代表着不同作者之间合作的强度; 在关键词共现图谱中, 不同的节点表示不同的关键词, 节点的大小代表关键词出现频次的多少, 线条的粗细表示不同关键词之间联系的强弱。

2 结果

2.1 年发文量 2010–2018 年国内外青少年特发性脊柱侧弯治疗相关研究发文数量整体较为平稳, 国内外发文数量平均分别在 40 篇和 100 篇左右; 自 2018 年后开始呈现整体增长趋势, 且国外发文数量多于国内, 见图 1。

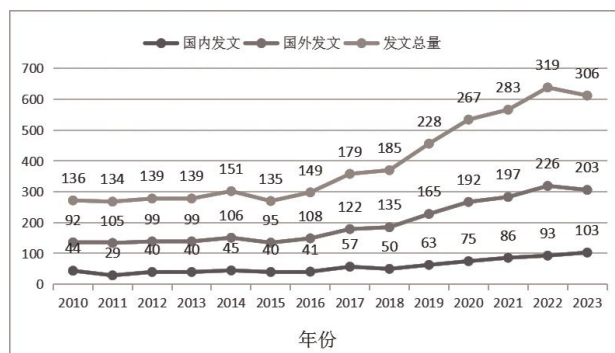


图 1 青少年特发性脊柱侧弯治疗研究发文时间与发文数量

2.2 作者分析 任何一个研究领域的发展都离不开核心学者的交流与合作。通过普赖斯定律^[3]确定核心作者最低发文量为 2 篇, 并运用可视化工具 VOSviewer 形成国内外核心作者共现网络图谱, 见图 2、图 3。国内共有 1155 名作者, 分别形成了以任凯、刘佳为核心的 2 个研究团队, 但团队规模小且彼此间合作交流较少(8 个节点, 17 条连线, 强度为 33); 国外共有 7397 名作者, 形成了以 Lenke Lawrence G、Newton Peter O 等为核心的较大规模的合作网络(245 个节点, 1437 条连线, 强度为 4231), 团队规模较大且彼此间的合作交流较为紧密。

2.3 机构分析 国内外研究机构主体差异较大, 国内以医疗机构为主, 占比高达 72%, 主要包括河南省洛阳正骨医院、浙江中医药大学第三临床医学院、佛山市中医院等; 相反国外研究机构则以科研院校为主, 主要包括 UNIVERSITY DE MONTREAL(蒙特利尔大学)、WASHINGTON UNIVERSITY WUSTL(华盛顿大学)、UNIVERSITY OF CALIFORNIA SYSTEM(加利福尼亚大学)等高校, 医疗机构占比仅 33%, 见表 1。

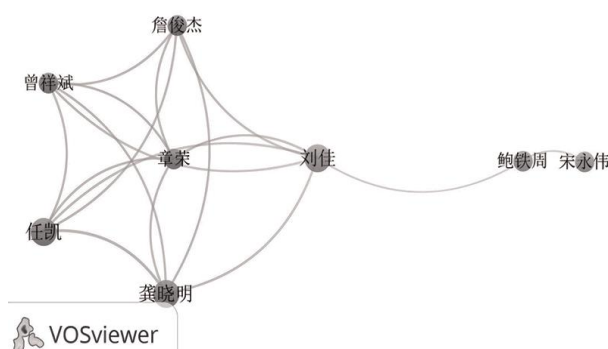


图 2 国内核心作者共现网络

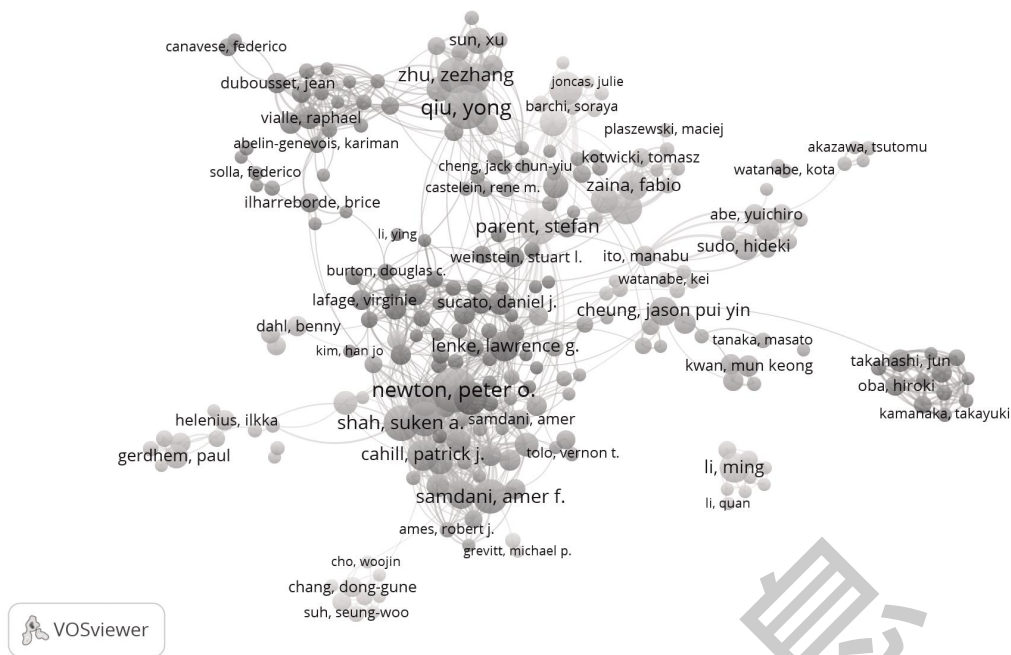


图 3 国外核心作者共现网络

表 1 研究机构

序号	国内机构	频次	国外机构	频次
1	河南省洛阳正骨医院	11	UNIVERSITY DE MONTREAL (蒙特利尔大学)	126
2	浙江中医药大学 第三临床医学院	6	WASHINGTON UNIVERSITY WUSTL(华盛顿大学)	104
3	佛山市中医院	5	UNIVERSITY OF CALIFORNIA SYSTEM(加利福尼亚大学)	94
4	解放军第 306 医院	4	SHRINERS HOSPITALS CHILDREN PHILADELPHIA(费城儿童医院)	78
5	华中科技大学同济医学院 附属协和医院	4	RADY CHILDRENS HOSPITAL SAN DIEGO(圣地亚哥拉迪儿童医院)	71
6	广州医科大学第一附属医院	4	POLYTECHNIQUE MONTREAL(蒙特利尔工学院)	67
7	上海交通大学	4	TEXAS SCOTTISH RITE HOSPITAL FOR CHILDREN	56
8	黄石市中医院	4	(德克萨斯苏格兰儿童礼仪医院)	
9	重庆医科大学附属儿童医院	4	HARVARD UNIVERSITY(哈佛大学)	55
10	河南中医药大学	4	UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA(宾夕法尼亚大学)	55
			UNIVERSITY OF CALIFORNIA SANFRANCISCO(加州大学旧金山分校)	54

2.4 关键词 关键词频次见表 2,除去检索词“青少年特发性脊柱侧弯”外,国内有矫形支具治疗、运动疗法、推拿等高频关键词,国外有 surgical treatment(手术治疗)、brace(支架)、pedicle screw(椎弓根螺钉)等关键词。图 4 为 10 个从 CNKI 中提取的突现词,显示 2010–2019 年学者们比较关注手术治疗、护理配合、疗效观察方面;2020–2023 年三步五法正脊术、心理护理、非手术治疗成为国内研究关注点。图 5 为 10 个从 WOS 中提取的突现词,显示 2010–2014 年密尔沃基支架、波士顿支架为国外研究热点;2015–2019 年手术治疗、椎弓根螺钉、无融合处理成为学

者的关注焦点;2020–2023 年支具支撑结合人工智能、运动疗法成为了研究热点趋势。国内外研究热点共现图谱见图 6、图 7。图 6 中共有 64 个网络节点和 91 条连线,强度为 104,较大节点有支具治疗、运动疗法、矫形器、生物力学等,其中运动疗法与脊柱矫正、牵引、支具治疗等连接,矫形器与生物力学、中医康复等连接,保守治疗与非手术治疗、运动干预、呼吸训练等连接,生物力学与矫形器、椎弓根螺钉等连接。图 7 中共有 641 个节点、22863 条连线,强度为 45846,较大的节点有 surgery(手术)、curve progression(侧凸进展)、complications(并发症)、quality of

life(生活质量)、brace(支架)等,其中 surgery(手术)与 risk factors(风险因子)、surgical site infection(手术部位感染)、complications(并发症)等连接,curve progression(侧凸进展)与 association(联系)、growth modulation(生长调控)、criteria(标准)等连接,brace(支架)与 reliability(可靠性)、concurrent validity(同时效度)、cobb angle(cobb 角)等连接。

国内青少年脊柱侧弯治疗研究主要体现在手术治疗、支具治疗、运动疗法和中医康复治疗 4 个方面。手术治疗主题包含的关键词主要有前路手术、后路手术、脊柱侧弯矫形术、后路脊柱融合术、钉棒内固定等,支具治疗主题包含的关键词主要有矫形支具治疗、色努矫形器、Boston 支具等,运动疗法主题包含的关键词主要有核心稳定训练、矫形体操、姿态

训练、矫形操、牵引、医疗体操等,中医康复治疗主题包含的关键词主要有推拿、电针、整脊手法等。

国外青少年脊柱侧弯治疗研究主要包括手术治疗和支架治疗 2 个方面。手术治疗主题包括 pedicle screw(椎弓根螺钉)、posterior spinal fusion(脊柱后部融合术)、fusionless treatment(无融合处理)、vertebral column resection(脊柱切除术)、thoracic fusion(胸部融合术)、anterior spinal fusion(脊柱前融合术)、rod rotation technique(杆旋转技术)等关键词,矫形支具治疗主题包含 boston brace(波士顿支架)、milwaukee brace(密尔沃基支架)、charleston bending brace(查尔斯顿弯曲支架)、wilmington brace(威尔明顿支架)、cheneau brace(雪诺支架)、providence brace(普罗维登斯支架)等关键词。

表 2 国内外高频关键词

序号	国内关键词	频次	国外关键词	频次
1	矫形支具治疗	19	surgical treatment(手术治疗)	473
2	运动疗法	18	brace(支架)	153
3	推拿	12	pedicle screw(椎弓根螺钉)	107
4	针刺	8	posterior spinal fusion(脊柱后部融合术)	96
5	牵引	6	conservative treatment(保守治疗)	27
6	三步五法正脊术	5	boston brace(波士顿支架)	21
7	手术治疗	4	growth modulation(生长调节)	14
8	电针	4	spinal instrumentation(脊柱器械)	9
9	整脊手法	4	milwaukee brace(密尔沃基支架)	9
10	四维牵引	4	fusionless treatment(无融合处理)	7
11	核心稳定训练	3	schroth exercise(施罗特锻炼)	7
12	色努矫形器	3	vertebral column resection(脊柱切除术)	5
13	杠杆定位手法	3	thoracic fusion(胸部融合术)	5
14	前路手术	2	charleston bending brace(查尔斯顿弯曲支架)	4
15	后路手术	2	wilmington brace 威尔明顿支架	4
16	倒悬牵引	2	cheneau brace(雪诺支架)	4
17	矫形体操	2	anterior spinal fusion(脊柱前融合术)	3
18	钉棒内固定	2	nonoperative treatment(非手术治疗)	2
19	悬吊训练	2	chest cage(胸腔固定架)	2
20	脊柱侧弯矫形术	2	providence brace(普罗维登斯支架)	2

Top 10 Keywords with the Strongest Citation Bursts



图 4 国内关键词突现

Top 10 Keywords with the Strongest Citation Bursts



图 5 国外关键词突现

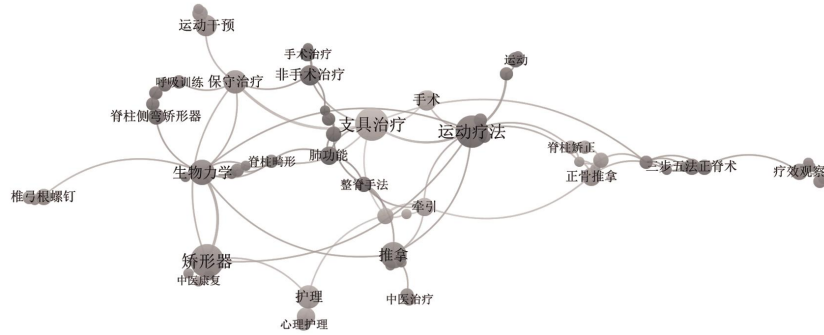


图 6 国内关键词共现图谱

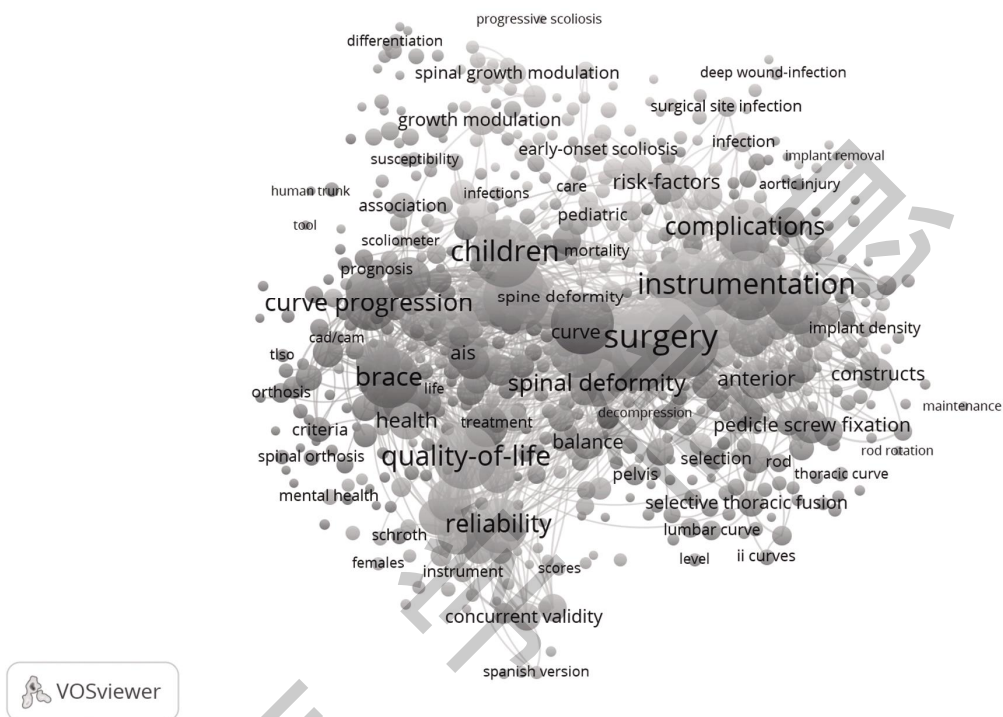


图 7 国外关键词共现图谱

3 讨论

本研究以 2010–2023 年中国知网和 Web of Science 核心合集的 2442 篇代表性文献为样本数据,利用文献计量学方法对青少年脊柱侧弯治疗研究进行可视化分析,发现当前该领域研究文献数量逐年增长,说明社会对青少年的脊柱健康越来越重视,可能与现代社会青少年学习压力大、长时间伏案以及运动量减少导致脊柱侧弯发病率逐年增高有关。在研究作者方面,国内不同作者之间虽然形成了一定的团队合作,但合作关系网连线相对较稀疏,与国外相比具有明显差距,这可能与国内学者合作圈范围较窄、处于中心的学者未能意识到自身位置的特殊性、以团队的独自研究为主,缺乏团队内成员多向沟通等有关,不利于国内 AIS 研究资源的共享和学科发展;后期可争取引进更多的学者,不断使团队

发展壮大,以增强国内该研究领域的国际话语权。在研究机构方面,高校及医院是研究的主要力量;但国内以医疗机构为主,成果占比近 8 成,而国外则以高校为主,可能与国外更加侧重于新的科研技术、新的多学科治疗方法研发,而国内由于巨大的患者人口基数而更加侧重于临床治疗应用实践有关。后期不同研究机构之间可加强联系,互相取长补短,在促进学科发展、提高科学产出的同时提高我国在 AIS 研究中的学术影响力。

在研究热点方面,国内主要集中在手术、支具、运动疗法、中医康复治疗等方面。例如,在手术治疗方面,李佳佳等^[4]根据分型的差异选择不同的融合节段和椎体,指出后路手术 3 代系统有未考虑矢状面畸形、侵占椎管容积、出现矫正度过多丢失、术后出现“曲轴现象”等缺陷。前路手术相对于后路而言,

可以直接作用于侧方移位和旋转的椎体,能够保留更多的活动节段,具有平衡重建的力学优势。但当 Cobb 角 $>75^{\circ}$ 时采用前后路联合治疗效果较为可靠。近年来,随着医疗技术的发展,切口小、术后并发症少、医疗资源消耗低的微创手术逐步走入公众视野,但其手术视野相对较小,对操作医生的要求较高,只适用于生长发育期生长棒的植入、严重脊柱侧弯的分期手术治疗,不适用于 Cobb 角 $>70^{\circ}$ 、柔韧度不好的患者^[5]。

支具治疗主要适用于骨骼发育未成熟、Cobb 角为 $20^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 的患者,可以有效预防脊柱侧弯患者 Cobb 角进展至手术阈值^[6]。按照脊柱侧弯位置高低、支具质地、佩戴时间的长短等不同,可分为颈胸腰骶支具、胸腰骶支具、硬体支具、软体支具、全日型与夜用型支具等。随着计算机辅助技术的发展,近年来还出现了 3D 打印支具^[7],增加了压力传感器后,除了相对于传统的石膏模具更加轻巧透气外,更可以实时收集调整受力点的力值,为患者提供个性化方案。但长时间佩戴支具也会导致患者腰背部肌力下降,伴有压疮和皮肤过敏等并发症风险。同时由于支具治疗会对患者的自我形象和外观方面产生不利影响,是引发患者心理压力的因素之一,因此在后期治疗中应当注意为患者提供心理支持。

运动疗法具有操作性强、副作用少、费用低等优势。有研究对照分析了包括肌力训练、悬吊训练、医疗体操以及体疗处方在内的 9 种运动疗法,结果表明悬吊训练联合医疗体操疗效最优^[8,9]。同时,运动疗法可以调节抑郁、缓解焦虑情绪,可以和支具疗法相结合,以实现综合治疗。

中医康复治疗方面,陈玉华等^[10]采用倒悬推拿配合运动康复进行治疗,结果显示在倒悬牵引的状态下患者软组织和脊柱都得到了充分的放松,同时进行复位推拿手法配合具有疗效叠加的作用,且依从性较好。有研究^[11]在平乐正骨治筋手法和宫廷派理筋手法的基础上创立了三步五法正脊术,针对 Cobb 角在 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 、Risser 分级在Ⅳ级以下的患者,通过理筋松解、手法复位、复位后护理及功能锻炼三步有着较好的疗效。

国外研究主要是结合机器人、3D 打印等新兴技术发展动态矫形支具以适应患者的个体化需求。在手术方面,相对于传统的椎弓根螺钉置入术,CT 图像引导导航+机器人辅助椎弓根螺钉置入可有效提

高准确率至 97.6%,有效的避免了由于患者年龄较小而引起的椎弓根螺钉内侧错位的问题^[12]。也可以采用 3D 打印椎体^[13],通过将脊柱建成外科医生可以看到、感觉到的方式以便更加地规划每个段椎弓根螺钉的置入位置,以提高手术的精准性,减少手术时间。生长调节无融合手术具有不会导致与融合相关的僵硬和不会限制脊柱的进一步纵向生长的优势,也是近年来的关注热点。其具体技术包括椎体钉接(VBS)、椎体系扎(VBT)、磁控生长棒、层下聚酯带、ApiFix 系统等。但部分研究结果表明^[14],相对于传统的生长棒而言,使用磁控生长棒会提高患者的并发症发生率,且需要更加频繁的 X 光检查从而增加了辐射暴露。

国外在支架研究方面,波士顿支架对于 $T_6\sim L_4$ 间 $20^{\circ}\sim 49^{\circ}$ 的脊柱侧弯疗效较好,但对于 T_6 以上的侧弯无效^[15]。查尔斯顿支架作为一种夜用型矫正支具,可以较好地提升患者依从性,主要用于脊柱柔韧性较好、Cobb 角在 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 的腋下 C 形脊柱侧弯患者^[16]。密尔沃基支架能够提供从骨盆延伸到头骨底部的完整支撑,具有多种调节能力,但在防止骨骼弯曲进展方面波士顿支架更为有效^[17]。针对波士顿支架较为笨重,患者依从性较差的问题,Liao YC 等^[18]使用具有拓扑优化的有限元模型来对波士顿支具进行改良,以降低重量同时不损失其矫正效果。Lyon 支架通常适用于腰椎或胸腰椎弯曲在 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 的患者,普罗维登斯支架主要通过施加侧向力使脊柱侧凸线的顶点达到中线以上,适用于弯曲度 $<35^{\circ}$ 的患者^[19]。整体而言,矫形支具的发展经历了从被动到主动的过程。传统的被动受力支具缺乏对矫正受力的控制,不能适应治疗过程中患者骨骼的变化。因而,具备个性化、可主动调节的动态矫形支具是新的研究热点。有研究者^[20]设计了一种由三个适应于患者躯干特定环组成的机器人支具,具有重量轻、便携性好、舒适度高的特点。针对现有支具内矫正压力不明确的问题,采用 MB-FE Simscape 模型预测支具内矫正压力,提出了一种基于位置的阻抗控制(NPIC)机器人支具,以实现支具与患者之间的动态交互^[21]。

从以上分析可以看出,国外研究运动疗法对脊柱侧弯改善的数据并不多,只有施罗特锻炼一种方法广为人知,其余运动疗法在关键词中并无提取,可能与运动疗法治疗周期长,患者依从性差等有关;同时,国外脊柱矫形支具发展更为成熟,加之支具的佩

戴更为方便,可能成为国外青少年治疗脊柱侧弯的主要保守治疗方法。随着青少年学业压力的增大,青少年脊柱侧弯的患者越来越多,早期的忽视导致很多青少年后期极难矫正,因此青少年脊柱侧弯仍应遵循早发现早治疗的原则,根据脊柱侧弯研究协会的建议,骨骼未成熟且侧弯角度 $>25^{\circ}$ 的脊柱侧弯患者,或骨骼成熟且侧弯角度 $<45^{\circ}$ 的脊柱侧弯患者,可以采取保守方法治疗,而运动疗法加中医推拿康复以及支具矫正的联合治疗对保守治疗的患者无疑是最佳选择。因此,国内外的脊柱侧弯研究学者应加强交流,互相学习先进技术,更好的解决青少年脊柱侧弯这一医学难题。

综上所述,AIS 相关文献年发文量整体呈上升趋势,国内发文量、团队合作强度均小于国外,研究机构国内以医院为主,国外以高校为主,存在研究阵地主体差异。研究热点大致可分为手术、运动治疗、矫形支具治疗、中医康复 4 类,当前研究前沿为动态矫形支具的研发。同时,本文存在以下不足:一是文献选取时间为 2010–2023 年,2010 年之前可能存在部分有价值的文献未能纳入分析范围;二是只选择了 CNKI 和 WOS 数据库,未能纳入部分未在此数据库中的研究成果,可能会有所遗漏;三是人工对文献进行了二次筛选,可能会存在一定的主观性偏倚。在后期的研究中可适当扩大检索范围,从更多的角度对该领域进行分析,以期为相关学者提供参考。

参考文献:

- [1]张浩阳,陈妮桑,石国庆,等.青少年特发性脊柱侧弯胸腰椎生理曲度的影像学[J].中国骨伤,2024,37(1):26–32.
- [2]Uchiyama R,Spicer R,Muthukrishna M.Cultural evolution of genetic heritability[J].Behav Brain Sci,2021,45:e152.
- [3]冉鑫.马克思主义生态观研究领域核心作者测评——基于普赖斯定律和综合指数法[J].内蒙古统计,2021(6):33–35.
- [4]李佳佳,刘彬,周纪平.青少年特发性脊柱侧弯的手术治疗[J].创伤与急诊电子杂志,2016,4(2):117–120,100.
- [5]应晓明,吕立江,张浩阳,等.青少年特发性脊柱侧弯 Cobb 角与直线棘突角相关性分析[J].中国骨伤,2023,36(10):949–953.
- [6]怡丽丹,魏见伟,王艾琳,等.支具治疗青少年特发性脊柱侧弯[J].国际骨科学杂志,2021,42(1):45–48,53.
- [7]谢雁春,顾洪润,赵予辉,等.3D 人体扫描系统在青少年特发性脊柱侧弯支具治疗中的应用[J].局解手术学杂志,2021,30(1):40–45.
- [8]潘燕,侯春光,李可鑫.功能性康复训练改善青少年特发性脊柱侧弯的研究[J].湖北师范大学学报(自然科学版),2023,43(4):75–79.
- [9]钟煜,张学军,曹隽,等.脊柱侧弯特定运动疗法结合支具对青少年特发性脊柱侧弯的疗效分析[J].中国医刊,2022,57(9):966–970.
- [10]陈玉华,景绘涛,卢松.倒悬推拿配合运动康复治疗特发性脊柱侧弯的临床研究[J].时珍国医国药,2020,31(3):638–639.
- [11]毛晓艳,刘云,梁舒涵,等.三步五法正脊术对于青少年特发性脊柱侧凸患者 Cobb 角的影响[J].中医药导报,2016,22(8):64–66.
- [12]de Reuver S,de Block N,Brink RC,et al.Convex–concave and anterior–posterior spinal length discrepancies in adolescent idiopathic scoliosis with major right thoracic curves versus matched controls[J].Spine Deform,2023,11(1):87–93.
- [13]Pietton R,Bouloussa H,Langlais T,et al.Estimating pulmonary function after surgery for adolescent idiopathic scoliosis using biplanar radiographs of the chest with 3D reconstruction[J].Bone Joint J,2022,104–B(1):112–119.
- [14]Alhammoud A,Alborn Y,Baco AM,et al.Minimally Invasive Scoliosis Surgery Is a Feasible Option for Management of Idiopathic Scoliosis and Has Equivalent Outcomes to Open Surgery: A Meta–Analysis[J].Global Spine J,2022,12(3):483–492.
- [15]Wong LPK,Cheung PWH,Cheung JPY.Supine correction index as a predictor for brace outcome in adolescent idiopathic scoliosis[J].Bone Joint J,2022,104–B(4):495–503.
- [16]Murata C,Matsuoka D,Murase T,et al.Proteinuria from first–morning urine in a child due to brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis[J].CEN Case Rep,2022,11(4):490–493.
- [17]Yang H,Jia X,Hai Y.Posterior minimally invasive scoliosis surgery versus the standard posterior approach for the management of adolescent idiopathic scoliosis: an updated meta–analysis[J].J Orthop Surg Res,2022,17(1):58.
- [18]Liao YC,Feng CK,Tsai MW,Shape modification of the Boston brace using a finite–element method with topology optimization[J].Spine (Phila Pa 1976),2007,32(26):3014–3019.
- [19]Mauroy JCD,Pourret S,Frédéric Barral.Immediate in–brace correction with the new Lyon brace (ARTbrace): Results of 141 consecutive patients in accordance with SRS criteria for bracing studies[J].Annals of Physical & Rehabilitation Medicine,2016,59:e32.
- [20]Faridpooya K,van Romunde SHM,Manning SS,et al.Randomised controlled trial on robot–assisted versus manual surgery for pucker peeling[J].Clin Exp Ophthalmol,2022,50(9):1057–1064.
- [21]de Azevedo GBL,Perini JA,Araújo Junior AEP,et al.Association of FBN1 polymorphism with susceptibility of adolescent idiopathic scoliosis: a case–control study [J].BMC Musculoskelet Disord,2022,23(1):430.

收稿日期:2024–01–16;修回日期:2024–02–27

编辑/王萌