

青少年特发性脊柱侧弯治疗的可视化分析

郑晓东^{1,2}, 高山², 韩文瑾³, 刘立俊^{1,2}, 贾梦龙², 于龙潭²<https://doi.org/10.12307/2025.137>

投稿日期: 2024-01-09

采用日期: 2024-02-21

修回日期: 2024-03-07

在线日期: 2024-03-18

中图分类号:

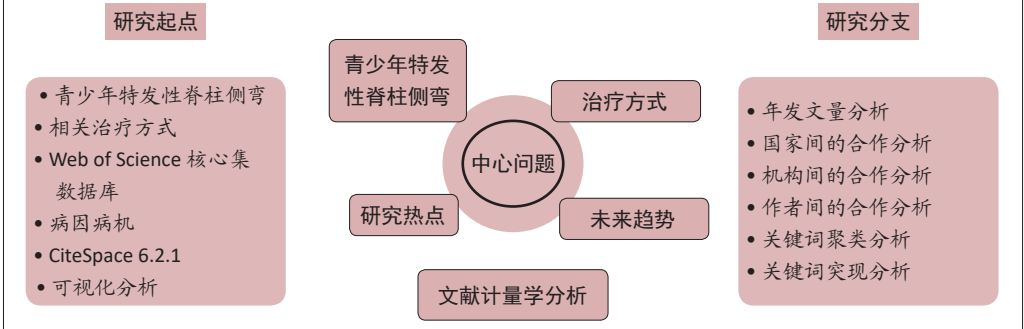
R459.9; R318; R605

文章编号:

2095-4344(2025)03-00645-09

文献标识码: A

文章快速阅读: 青少年特发性脊柱侧弯治疗的研究热点分析



文题释义:

青少年特发性脊柱侧弯: 是一种脊柱结构性侧弯, 生长发育期间原因不清楚的脊柱侧弯称为特发性脊柱侧弯。
Cobb角: 是一个测量侧弯角度的方法, 用于评估脊柱侧弯的严重程度。

摘要

背景: 目前脊柱侧弯发病率正在逐年上升, 尤以青少年特发性脊柱侧弯最为常见。因此加强对青少年脊柱侧弯治疗的研究就显得越来越重要。

目的: 旨在总结全球关于青少年特发性脊柱侧弯治疗研究的现状、热点、新兴趋势以及前沿, 为今后相关的研究提供参考及指导。

方法: 从Web of Science核心集数据库中检索2013-2023年有关青少年特发性脊柱侧弯治疗的文献。运用CiteSpace 6.2.R1软件对国家、机构、作者和关键词进行可视化分析。

结果与结论: ①共纳入561篇英文文献, 在国家、机构及作者分析中, 美国的贡献最为突出, 南京大学及Qiu Yong(南京大学医学院附属鼓楼医院)是发文量最多的机构及作者, 发文量最多的学术期刊是《European Spine Journal》。②在被引用文献分析中, 引用量前10位的文章主要描述了手术治疗与保守治疗对于改善青少年特发性脊柱侧弯的效果, 尤以改善患者曲度为著, ③通过对高被引文章进行归纳总结以及对关键词聚类、关键词实现进行深入挖掘发现, 目前的研究热点是Cobb角与治疗方法选择的关系、运动疗法的治疗效果与椎体后路融合术的治疗效果。④对于不同曲度的患者, 预后情况是否一致未有深入研究, 以及青少年特发性脊柱侧弯的病因尚未明确, 因此曲率与预后的关系以及青少年特发性脊柱侧弯的病因可能是未来新的研究趋势。

关键词: 文献计量学; 青少年特发性脊柱侧弯; 治疗; CiteSpace; 可视化分析; Cobb角; 热点; 趋势

Visual analysis of treatment of adolescent idiopathic scoliosis

Zheng Xiaodong^{1,2}, Gao Shan², Han Wenjin³, Liu Lijun^{1,2}, Jia Menglong², Yu Longtan²

¹First Clinical Medical School of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Ji'nan 250199, Shandong Province, China; ²Weifang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Weifang 261041, Shandong Province, China; ³Department of Medicine, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, Shaanxi Province, China
Zheng Xiaodong, Master candidate, First Clinical Medical School of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Ji'nan 250199, Shandong Province, China; Weifang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Weifang 261041, Shandong Province, China

Corresponding author: Yu Longtan, Master, Associate chief physician, Weifang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Weifang 261041, Shandong Province, China

Abstract

BACKGROUND: At present, the incidence of scoliosis is increasing year by year, especially in adolescent idiopathic scoliosis. Therefore, it is more and more important to strengthen the research on the treatment of adolescent scoliosis.

OBJECTIVE: To summarize the current status, hotspots, emerging trends, and frontiers of global research on the treatment of adolescent idiopathic scoliosis to provide reference and guidance for future related research.

¹ 山东中医药大学第一临床医学院, 山东省济南市 250199; ² 潍坊市中医院, 山东省潍坊市 261041; ³ 西安交通大学医学部, 陕西省西安市 710061

第一作者: 郑晓东, 男, 1999年生, 山东中医药大学第一临床医学院在读硕士, 主要从事脊柱相关疾病的中医药防治与研究。

通讯作者: 于龙潭, 硕士, 副主任医师, 潍坊市中医院东院区脊柱骨科主任, 潍坊市中医院, 山东省潍坊市 261041

<https://orcid.org/0009-0007-5689-8664> (郑晓东); <https://orcid.org/0000-0001-9559-3280> (于龙潭)

基金资助: 2023年度山东省中医药科技项目(Q-2023034), 项目负责人: 于龙潭; 2022年度山东省中医药科技项目(Z-2022023), 项目负责人: 于龙潭; 2022年度潍坊市科技发展计划项目(2022YX015), 项目负责人: 于龙潭; 2020年度潍坊市卫健委中医药科研项目(2020-4-071), 项目负责人: 于龙潭; 2021年度潍坊市卫健委科研项目(WFWSJK-2021-062), 项目负责人: 于龙潭; 潍坊市卫生健康委员会中医药科研项目计划(2021-4-129), 项目负责人: 于龙潭

引用本文: 郑晓东, 高山, 韩文瑾, 刘立俊, 贾梦龙, 于龙潭. 青少年特发性脊柱侧弯治疗的可视化分析[J]. 中国组织工程研究, 2025, 29(3):645-653.



METHODS: The literature related to the treatment of adolescent idiopathic scoliosis was retrieved on the Web of Science Core Collection (WOSCC) database from 2013 to 2023. CiteSpace 6.2.R1 software was used for visual analysis of countries, institutions, authors, and keywords.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) A total of 561 English articles were included in this study. Among countries, institutions, and authors, the United States has contributed the most. Nanjing University and Qiu, Yong (Affiliated Drum Tower Hospital, Nanjing University School of Medicine) are the most published institution and author. The academic journal with the largest number of articles is the *European Spine Journal*. (2) In the analysis of cited literature, the top 10 most cited articles mainly describe the effects of surgical treatment and conservative treatment on improving adolescent idiopathic scoliosis, especially improving the curvature of patients. (3) Through the summary of highly cited articles and the keyword clustering, keyword prominence in-depth mining, the research hotspots are currently the relationship between Cobb angle and treatment choice, the therapeutic effect of exercise therapy and the therapeutic effect of posterior vertebral fusion. (4) The prognosis of patients with different curvatures has not been studied in depth, and the etiology of adolescent idiopathic scoliosis has not been clarified, so the relationship between curvature and prognosis and the etiology of adolescent idiopathic scoliosis may be a new research trend in the future.

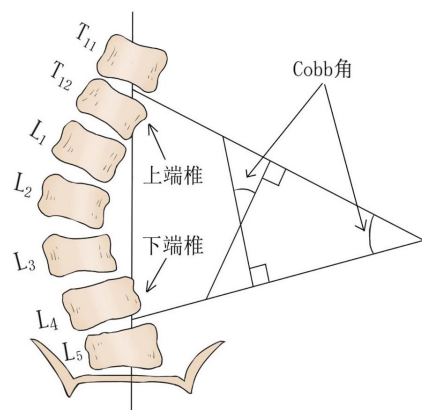
Key words: bibliometrics; adolescent idiopathic scoliosis; treatment; CiteSpace; visual analysis; Cobb angle; hot spots; trends

Funding: 2023 Traditional Chinese Medicine Science and Technology Project of Shandong Province, No. Q-2023034 (to YLT); 2022 Shandong Traditional Chinese Medicine Science and Technology Project, No. Z-2022023 (to YLT); 2022 Weifang Science and Technology Development Plan Project, No. 2022YX015 (to YLT); 2020 Weifang Health Commission Traditional Chinese Medicine Research Project, No. 2020-4-071 (to YLT); 2021 Weifang Health Commission Scientific Research Project, No. WFWSJK-2021-062 (to YLT); Traditional Chinese Medicine Research Project of Weifang Health Commission, No. 2021-4-129 (to YLT)

How to cite this article: ZHENG XD, GAO S, HAN WJ, LIU LJ, JIA ML, YU LT. Visual analysis of treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2025;29(3):645-653.

0 引言 Introduction

青少年特发性脊柱侧弯是造成脊柱三维畸形的最常见原因，脊柱侧弯研究学会将其定义为冠状位 Cobb 角大于 10° 的脊柱畸形^[1]，Cobb 角示意图见图 1。青少年特发性脊柱侧弯作为一种脊柱的异常弯曲，多发生于儿童晚期或青春期^[2-3]。青春期是自我感知及自尊形成的时期，在此期间发生发育变化（脊柱侧弯）会影响青少年的身心发育健康^[4]。青春期是心理发展的敏感时期，研究表明，患有脊柱侧弯的青少年相比于成年人来说更容易经历影响相关生活质量的心理困扰^[5]。因此对青少年特发性脊柱侧弯的治疗进行深入研究是很有必要的。



图注：上、下段椎是指脊柱侧弯中向脊柱侧弯凹侧倾斜度最大的椎体。在上端椎的椎体上缘划一横线，同样在下端椎椎体的下缘划一横线，对此两横线各做一垂直线，该二垂直线的交角就是 Cobb 角。

图 1 | Cobb 角示意图

以往虽然有大量的学者对青少年特发性脊柱侧弯进行研究。但是很少

通过可视化来分析该领域的研究，这就使得在众多文献中发现目前的研究热点以及未来的研究趋势变得困难。可视化研究可以赋予严谨的数据，在揭示研究热点以及研究前沿的同时，较为详细且细腻地描绘了某一领域的动态发展和整体结构。基于文献计量以及视觉分析，文章旨在总结全球关于青少年特发性脊柱侧弯治疗研究的现状、热点、新趋势以及前沿，为今后进行相关方面的研究提供理论支持。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 文献检索 虽然 PubMed 及中国知网等数据库均能满足文章文献研究的需要，但 Web of Science 被认为是用作文献计量分析的最佳数据库，故文章所纳入的文献均摘自 Web of Science 核心集数据库。文献检索式为 $TS=(\text{Adolescent}^* \text{ OR } \text{Adolescence} \text{ OR } \text{Teen}^* \text{ OR } \text{Teenager}^* \text{ OR } \text{Youth}^*) \text{ AND } TS=(\text{"idiopathic scoliosis"}) \text{ AND } TS=(\text{Herapeutic} \text{ OR } \text{Therapy} \text{ OR } \text{Therapie}^* \text{ OR } \text{Treatment}^*)$ 。

1.2 文献筛选 检索 2013–2023 年青少年特发性脊柱侧弯治疗的相关文献，文献类型选择为“文章”，文章语言限定为“英语”，共计检索了 1 116 篇文献。文献中应当包括摘要、关键词、发表的作者及机构等重要信息；并且排除与青少年脊柱侧弯治疗无关的文献，排除掉会议摘要、新闻报道及书信等非文章类型的文献。通过上述标准共计排除文献 555 篇，保留高相关性的文献 561 篇，并对 561 篇文献进行分析，从中提

取了国家、机构、作者、关键词等信息。上述筛选过程由一名研究人员完成。

1.3 分析工具 借助 CiteSpace6.2.R1 (64 位) 软件对检索收集到的文献进行可视化分析。CiteSpace 软件是由来自美国费城德雷克塞尔大学的陈超美博士发明的^[6]，是一个结合了信息可视化方法、数据挖掘算法和文献计量学的交互式可视化工具。该软件将某一学科的发展前景等内容以可视化的方式进行呈现。目前主流的两个可视化软件是 VOSviewer 以及 CiteSpace，但是除了比 VOSviewer 导出的图表在色彩和风格上更丰富之外，CiteSpace 还具有很强的可操作性，包括提取信息生成基于 LLR, LSI 和 MI 算法的聚类标签，以及合并节点、调整字体和节点的大小等。

1.4 文献计量分析 可视化的视图主要由节点以及链路两个部分组成。节点中包括国家、机构、作者、关键词及引用文献等内容。节点的大小描述了与该节点相关的已发表论文的数量。节点之间链路的数量以及粗细用来表示节点与节点之间的紧密程度。节点和链路的颜色分别代表不同的年份。此外，节点的中心性表示该节点在知识网络中的重要性以及中心相关性，节点周围紫色环的厚度表示节点的中心性，紫色环的厚度越厚则代表中心性越高，反之则亦然。

文章设置 CiteSpace 的参数如下：

(1) 时间跨度为 2013 年 1 月至 2023 年 12 月，年切片 = 1；

(2) 术语来源 = 标题 / 摘要 / 作者关键词 / 关键词；

(3) 节点类型 = 国家 / 机构 / 作者 / 关键词 / 参考文献;

(4) 阈值选择标准 = 每个时间片的前 50 个条目。

其他设置选择为默认设置。
Modularity: 聚类模块值 (Q 值),
Silhouette: 聚类平均轮廓值 (S 值),
(Q 值) > 0.3 表示该集群的结构显著,
(S 值) > 0.5 则表示这个聚类结果是合理的, 如果 (S 值) > 0.7 那么则表示此聚类结果具有极高的可靠性。

1.5 主要观察指标 文章主要对国家、机构、作者、关键词和文章引用进行可视化分析。

2 结果 Results

2.1 文献检索及筛选结果 共计检索英文文献 1 116 篇, 通过制定相应的纳入标准及筛选标准, 筛除与该研究相关性较低的文献 555 篇, 保留与该研究保持高相关性的文献 561 篇。

2.2 年度发文量及期刊分析 共计从 Web of Science 核心集数据库检索出原创性文章 561 篇, 占比 100%。2013-2023 年有关青少年特发性脊柱侧弯治疗的文献量的年度分布见图 2, 该领域发文量从 2013 年开始逐渐缓慢下降, 至 2015 年到达最低点, 然后于 2016 年开始逐渐上升, 并在之后几年中保持一个相对平稳状态, 然后于 2022 年出现一个明显的上升达到近 10 年的一个顶点, 至 2023 年又呈现出一个下降的趋势。上述结果表明, 有关青少年特发性脊柱侧弯治疗的研究在近 10 年以来都保持一个相对稳定的热度。

2013-2023 年中共计有 145 本期刊发表过相关文章。其中《European Spine Journal》发表的论文数量最多 (n=77), 其次是《Spine》(n=76)。在所有杂志中发文量排名前 10 位的杂志发文量占全部发文量的 53.12%, 其影响因子 (IF) 为 1.7-5.3, 30% 的期刊位于 Q1 区, 见表 1。其中《Journal of Bone and Joint Surgery American Volume》的影响因子最高为 5.3, 其他期刊的平均影响因子为 2.96。

2.3 合作分析

2.3.1 国家的合作分析 以国家作为节点类型, 分析不同国家在研究青少年特发性脊柱侧弯的治疗方面的贡献

及合作程度, 见图 3。国家网络图中由 47 个节点与 136 条线路组成, 网络密度为 0.125 8。其中以美国的贡献最大, 共计发文 155 篇 (22.21%), 其次是中国与加拿大, 分别是 120 篇 (17.19%)、51 篇 (7.31%)。发文量排名前 3 位的国家总计发文量为 326 篇, 在总发文量中的占比为 46.71%。在中心性中, 美国的占比最高, 为 0.36, 其次是加拿大, 为 0.22, 并且与其他国家之间保持着紧密的合作, 见表 2。

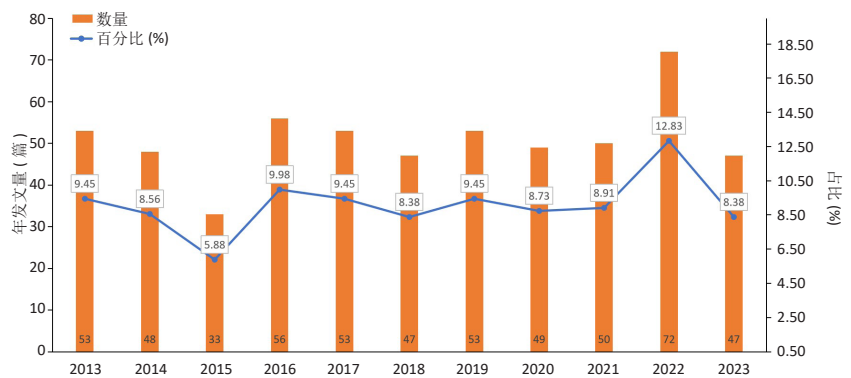
2.3.2 机构合作分析 为了分析机构与机构之间的协作关系, 挑选出有贡献的机构生成了机构网络图, 见图 4。在机构网络图中包含 253 个节点, 569 条链路, 网络密度为 0.017 8。其中南京大学的发文量最大为 22 篇 (2.98%), 其次是费城 Shriners 儿童医院, 发文量为 16 篇 (2.17%)。在发文量排名前 10 位的机构中以大学占比为主, 占比为 60%。在这些机构中, 机构与机构之间的合作性是比较弱

的, 其中只有蒙特利尔大学 (中心性 0.17) 以及香港理工大学 (中心性 0.12) 具有较高的相关性, 见表 2。

2.3.3 作者合作分析 为了研究该研究课题中相关文献的核心作者以及他们之间的合作情况, 绘制了作者之间协作的网络图, 见图 5。在该网络图中有 332 个节点, 435 条链路, 网络密度为 0.007 9。虽然网络密度小于 0.1, 说明作者之间的协作度很低, 但是网络图中仍然可以看到明显的节点及团队关系, 见图 5。在总发文量中, QIU, YONG 的发文量最多, 为 21 篇 (3.74%), 其次为 Parent, Stefan, 发文量为 11 篇 (1.96%), Newton, Peter O 发文量为 10 篇 (1.78%)。通过表中数据可见作者的相关性大都小于 0.03, 这就说明作者与作者之间的合作性相对较低, 见表 2。

2.4 关键词分析

2.4.1 关键词聚类分析 可以用于分析关于青少年特发性脊柱侧弯的治疗的热点和趋势。在关键词聚类



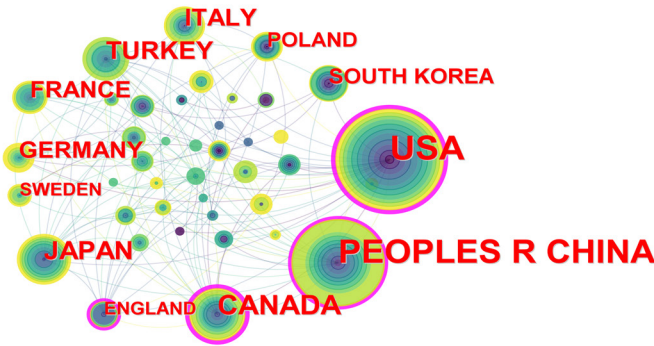
图注: 在 2013-2023 年关于青少年特发性脊柱侧弯治疗的文献每年发布量趋于一个相对稳定的状态, 并在 2022 年达到近 10 年的顶点。左侧数字代表每年发文量, 底下数字代表的是年份, 右侧数字代表的是年发文数量的占比。

图 2 | Web of Science 核心集数据库 2013-2023 年青少年特发性脊柱侧弯治疗研究的年度发文量变化

表 1 | 青少年特发性脊柱侧弯治疗研究领域发文量最多的 TOP10 期刊 (Web of Science 数据库)

排名	期刊名称	出版物数量 [n(%)]	影响因子	JCR 分区
1	European Spine Journal	77(13.73)	2.8	ORTHOPEDICS - SCIE(Q2)
2	Spine	76(13.55)	3.0	ORTHOPEDICS - SCIE(Q2)
3	Journal of Pediatric Orthopaedics	29(5.17)	1.7	ORTHOPEDICS - SCIE(Q3)
4	Spine Journal	23(4.10)	4.5	ORTHOPEDICS - SCIE(Q1)
5	Journal of Clinical Medicine	18(3.21)	3.9	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL(Q2)
6	Clinical Spine Surgery	17(3.03)	1.9	ORTHOPEDICS - SCIE(Q3)
7	Children-Basel	16(2.85)	2.4	PEDIATRICS(Q2)
8	Bmc Musculoskeletal Disorders	15(2.67)	2.3	ORTHOPEDICS - SCIE(Q2)
9	Journal of Bone and Joint Surgery American Volume	15(2.67)	5.3	ORTHOPEDICS - SCIE(Q1)
10	Journal of Neurosurgery	12(2.14)	4.1	SURGERY(Q1)

CiteSpace, v. 5.2.R1 (64-bit) Basic
November 7, 2023 at 11:13:48 PM HKT
WOS: C:\Users\ASUS\Desktop\ASDate
Timespan: 2013-2023 (Slice Length=1)
Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=3.0, L/N=10, LBY=5, e=1.0
Network: N=47, E=138 (Density=0.1268)
Largest CC: 37 (79%)
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: None
Modularity Q=0.3578
Weighted Mean Silhouette S=0.7082
Harmonic Mean(Q, S)=0.4754

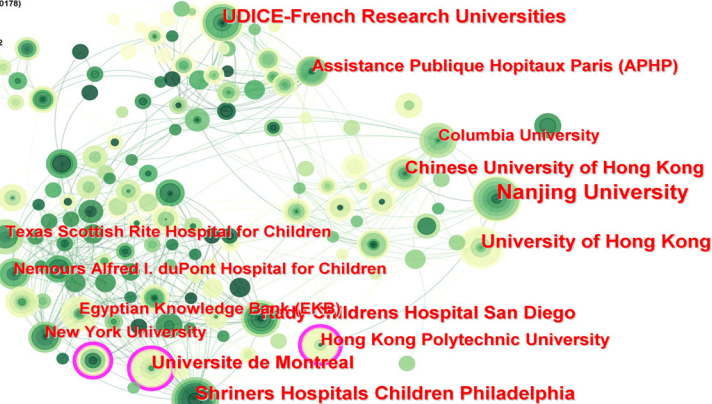


CiteSpace

图注：节点的大小表示出版物数量，其连线显示了协作关系，连线越粗表示连接更紧密。节点周围深色环的厚度表示中心性的强度（即深色环越厚，其影响越大，与其他节点的连接越紧密），深色环的节点表示其中心性 > 0.1。

图 3 | Web of Science 核心集数据库 2013–2023 年青少年特发性脊柱侧弯治疗研究领域国家合作网络图

CiteSpace, v. 5.2.R1 (64-bit) Basic
November 7, 2023 at 10:59:00 PM HKT
WOS: C:\Users\ASUS\Desktop\ASDate
Timespan: 2013-2023 (Slice Length=1)
Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=3.0, L/N=10, LBY=5, e=1.0
Network: N=253, E=569 (Density=0.0178)
Largest CC: 134 (52%)
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: None
Modularity Q=0.3578
Weighted Mean Silhouette S=0.7082
Harmonic Mean(Q, S)=0.4754

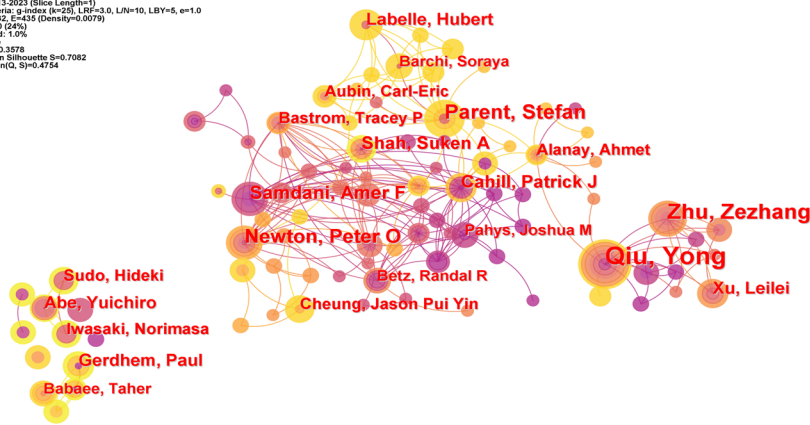


CiteSpace

图注：节点的大小表示出版物数量，其连线显示了协作关系，连线越粗表示连接更紧密。节点周围深色环的厚度表示中心性的强度（即深色环越厚，其影响越大，与其他节点的连接越紧密），深色环的节点表示其中心性 > 0.1。

图 4 | Web of Science 核心集数据库 2013–2023 年青少年特发性脊柱侧弯治疗研究领域的机构协作网络图

CiteSpace, v. 5.2.R1 (64-bit) Basic
November 7, 2023 at 11:37:00 PM HKT
WOS: C:\Users\ASUS\Desktop\ASDate
Timespan: 2013-2023 (Slice Length=1)
Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=3.0, L/N=10, LBY=5, e=1.0
Network: N=332, E=438 (Density=0.0076)
Largest CC: 80 (24%)
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: None
Modularity Q=0.3578
Weighted Mean Silhouette S=0.7082
Harmonic Mean(Q, S)=0.4754



CiteSpace

图注：节点的大小表示出版物数量，其连线显示了协作关系，连线越粗表示连接更紧密。节点周围深色环的厚度表示中心性的强度（即深色环越厚，其影响越大，与其他节点的连接越紧密），深色环的节点表示其中心性 > 0.1。

图 5 | Web of Science 核心集数据库 2013–2023 年青少年特发性脊柱侧弯治疗研究领域的作者协作网络图

的网络图中共有节点 351 个，链路 2 348 条，密度为 0.038 2。关于青少年特发性脊柱侧弯治疗的最常见的关键词为“**AIS**”“**外科手术**”“**置入**”等，其中中心性排名前 5 位的是：“**青少年**”“**跟进**”“**外科手术治疗**”“**融合**”“**结果**”，见表 3。关键词被聚类为 8 组，分别是“**生活质量**”“**椎弓根螺钉**”“**支具治疗**”“**小儿科的**”“**后路脊柱融合术**”“**椎体系扎术**”“**选择性胸椎融合术**”“**椎弓根螺钉置入**”，见图 6。因为 Q 值 = 0.357 8 > 0.3， S 值 = 0.708 2 > 0.5，所以聚类合理。

2.4.2 关键词实现分析 进行关键词突现是研究青少年脊柱侧弯治疗的前沿方向。在 CiteSpace 中可视化的关键词在短时间内出现数量显著增加，凸显出了关键词爆发的强度和持续时间，见图 7。该研究在关于青少年脊柱侧弯治疗的研究中发现了持续时间大于 1 年的关键词，共计 25 个，强度均值在 2 以上。其中，“**Cobb 角**”的爆发强度最高（强度为 7）。“**矢状序列**”的持续时间最长，为 2018–2021 年。

“**Cobb 角**”“**施罗特氏练习**”“**骨骼未成熟患者**”“**椎体束缚**”“**生长调节**”“**练习**”“**与健康有关的生活质量**”“**成功**”“**冲击**”“**保守治疗**”的爆发时间一直持续到今天，并且有可能成为下一个研究热点的趋势。由关键词聚类图中可见，图中爆发共分为 3 个阶段，其中第 1 阶段代表词为手术矫正，第 2 个阶段代表词为矢状序列，第 3 个阶段代表词为 Cobb 角。

2.5 文献共被引时间轴分析 通过对共引时间轴的分析，文章能够总结出青少年脊柱侧弯治疗方面的进展与趋势，见图 8。在该共引时间轴网络图中共有节点 502 个，网络链路 1 746 条，网络密度为 0.013 9。该网络图被分为 10 个集合，最大的集合是“**3D 矫形 (3d correction)**”，其次为“**治疗结果 (treatment outcome)**”“**矢状位 (sagittal alignment)**”。在该网络图中 Q 值 = 0.763 3， S 值 = 0.829 3，所以该聚类合理。此外自 2012 年开始节点数量开始增多，大部分节点集中在 2012–2016 年之间。引文爆发节点浓度最高的是第 0 组“**3D 矫形 (3d correction)**”、第 1 组“**治疗结果 (treatment outcome)**”

表 2 | 2013-2023 年青少年特发性脊柱侧弯治疗研究领域的发文量排名前 10 位的国家、机构和作者 (Web of Science 数据库)

序号	国家	发文数量 [n(%)]	中心性	组织机构	发文量 [n(%)]	中心性	作者	发文数量 [n(%)]	中心性
1	USA(美国)	155(22.21)	0.36	Nanjing University(南京大学)	22(2.98)	0.02	Qiu Yong	21(3.74)	0.03
2	PEOPLES R CHINA(中国)	120(17.19)	0.17	Shriners Hospitals Children Philadelphia(费城 Shriners 儿童医院)	16(2.17)	0.01	Parent Stefan	11(1.96)	0.04
3	CANADA(加拿大)	51(7.31)	0.22	University of Hong Kong(香港大学)	15(2.03)	0.03	Newton Peter O	10(1.78)	0.03
4	JAPAN(日本)	44(6.30)	0.07	UDICE-French Research Universities(法国研究型大学)	15(2.03)	0.06	Samdani Amer F	9(1.60)	0.01
5	TURKEY(土耳其)	37(5.30)	0.06	Universite de Montreal(蒙特利尔大学)	14(1.89)	0.17	Cahill Patrick J	8(1.42)	0.02
6	ITALY(意大利)	32(4.58)	0.04	Chinese University of Hong Kong(香港中文大学)	14(1.89)	0.00	Alanay Ahmet	6(1.06)	0.04
7	FRANCE(法国)	28(4.01)	0.01	Rady Childrens Hospital(Rady 儿童医院) San Diego	13(1.76)	0.02	Bastrom Tracey P	6(1.06)	0.01
8	GERMANY(德国)	27(3.87)	0.03	Assistance Publique Hopitaux Paris (APHP)(援助巴黎公立医院)	12(1.62)	0.05	Bartley Carrie E	4(0.71)	0.03
9	SOUTH KOREA(韩国)	21(3.01)	0.00	Hong Kong Polytechnic University(香港理工大学)	11(1.49)	0.12	Ames Robert J	4(0.71)	0.01
10	POLAND(波兰)	17(2.44)	0.02	Nemours Alfred I. duPont Hospital for Children(杜邦儿童医院)	10(1.35)	0.01	Lonner Baron S	4(0.71)	0.01

和第 3 组“外科手术矫形 (surgical correction)”。

文章列出了 10 篇与青少年脊柱侧弯治疗相关的代表性文献^[7-16]，见表 4。排名前 10 位的文献发表于 2010-2020 年，大约有 8 篇发表于 Q1 的期刊，占比为 80%。影响因子大于 3 的文献占比为 80%。前 2 位分别是被引用次数最多的论文 (n=44)，以及影响因子最高的论文 (影响因子 = 158.5)。其他 8 篇文献包括 2 篇综述类文章 (第 3, 7 篇)，4 篇队列研究类文章 (第 4, 8, 9, 10 篇) 以及 1 篇指南 (第 6 篇)。这 10 篇高被引用文献的热点概述内容主要为手术治疗与保守治疗对于改善患者曲率的效果分析，但是缺乏对青少年特发性脊柱侧弯病因的明确解释，以及对于不同曲率患者的预后是否相同的研究。

通过对上述 10 篇高被引文献的内容进行深入挖掘与分析，发现有关青少年特发性脊柱侧弯的治疗主要分为两个阶段，首先由最开始的手术治疗逐渐演变成以支具治疗为主，研究主要包括支具治疗的效果^[7]、支具治疗疗效的影响因素^[8-9]，但是随着时间的发展，受制于支具治疗的不方便性以及价格昂贵等缺点，运动疗法逐渐走入人们的视野，并逐渐成为当下研究的热点。在上述文献中贯穿始终的关键词为 Cobb 角，对于 Cobb 角研究的从未过时，也是当下的一个重要研究热点。作为手术治疗中的常规手术，椎体后路融合术的研究在当下也逐渐成为热点。

3 讨论 Discussion

3.1 基本信息的定量分析 在过去的

表 3 | 2013-2023 年青少年特发性脊柱侧弯治疗研究领域的发文量 / 中心性前 10 位的关键词 (Web of Science 数据库)

序号	关键词	关键词出现次数及占比	关键词	中心性
1	adolescent idiopathic scoliosis(青少年特发性脊柱侧弯)	354(12.45)	Children(儿童)	0.12
2	Surgery(外科手术)	90(3.16)	follow up(跟进)	0.12
3	Instrumentation(仪器)	88(3.09)	surgical treatment(外科手术治疗)	0.11
4	quality of life(生活质量)	79(2.78)	Fusion(融合)	0.10
5	surgical treatment(外科手术治疗)	76(2.67)	Outcm(结果)	0.10
6	Fusion(融合)	73(2.57)	spinal deformity(脊柱畸形)	0.09
7	idiopathic scoliosis(特发性脊柱侧弯)	62(2.18)	posterior spinal fusion(脊柱后路融合术)	0.08
8	posterior spinal fusion(脊柱后路融合术)	56(1.97)	Deformity(畸形)	0.08
9	pedicle screw(椎弓根螺钉)	51(1.79)	Reliability(可靠性)	0.08
10	Outcm(结果)	51(1.79)	Brace(支具)	0.08

表 4 | 2013-2023 年青少年特发性脊柱侧弯治疗研究领域被引次数前 10 位的文献 (Web of Science 数据库)

序号	第一作者	发表年份	被引频次	中心性	主要内容
1	NEGRINI ^[10]	2018	44	0.10	2016 年国际脊柱侧弯矫形和康复治疗学会对于青少年特发性脊柱侧弯治疗的指南，对未来的治疗方案及未来治疗方向作出总结
2	DOLAN ^[11]	2014	33	0.49	讲述了支具对于治疗青少年特发性脊柱侧弯的作用，为支具的治疗作用做了详细研究
3	NEWTON ^[12]	2018	13	0.01	脊柱前路生长栓系术对于青少年脊柱侧弯治疗的效果，表明了该手术的具体治疗效果
4	KAROL ^[13]	2016	12	0.03	患者佩戴支具的依从性对支具治疗青少年特发性脊柱侧弯效果的影响，表明了患者依从性与治疗效果之间的关系
5	KURU ^[14]	2016	12	0.24	讲述了三维 (3D)Schroth 运动对于治疗青少年特发性脊柱侧弯的效果与疗效，表明运动疗法的效果
6	NEGRINI ^[15]	2012	12	0.02	2011 年国际脊柱侧弯矫形和康复治疗学会对于青少年特发性脊柱侧弯治疗的指南，对以后开展相关治疗表明了方向
7	EL HAWARY ^[6]	2019	12	0.01	造成支具治疗青少年脊柱侧弯失败的危险因素，对于避免支具治疗的失败提供建议
8	THOMPSON ^[7]	2017	11	0.03	支具治疗能否成功及其与青少年特发性脊柱侧弯患者曲线类型之间的关系，表明了支具治疗效果与曲率之间的关系
9	NEWTON ^[16]	2020	10	0.02	前椎体栓系与后脊柱融合和器械治疗青少年特发性脊柱侧弯效果对比，表明了两种治疗方式的优缺点
10	KATZ ^[9]	2010	9	0.08	支具磨损程度对于控制青少年特发性脊柱侧弯曲率的影响，表明了不同程度磨损的支具对于治疗效果的影响

10 年中，该领域的发文数量一直处于一个相对于稳定的状态，并于 2022 年到达发文量的顶点。过去 10 年发文产量的上升趋势表明，人们对该领域的兴趣有所增强，尤其是自 2018 年以来。通过对文献来源的分析，这些文章主要发表在骨科、儿科和外科

的期刊上，其中以《European Spine Journal》期刊的发文量为最高。

美国在青少年特发性脊柱侧弯治疗领域占据着主导地位，反应为最高的中心地位以及遥遥领先的发文量。其次是中国与加拿大，在发文量排名前 10 位的国家中只有中国以及土耳



图注：连线代表具有相同关键词（包括同义词）的出版物。#0 生活质量；#1 椎弓根螺钉；#2 支具治疗；#3 小儿科的；#4 脊柱后路融合术；#5 椎体系扎术；#6 选择性胸腔融合术；#7 椎弓根螺钉置入。

图 6 | Web of Science 核心集数据库 2013–2023 年青少年特发性脊柱侧弯治疗研究领域的关键词聚类分析网络图

Top 25 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2013 - 2023
cotrel dubousset instrumentation	2013	3.86	2013	2014	
hybrid instrumentation	2013	3.26	2013	2013	
surgical correction	2013	3	2013	2015	
management	2013	2.62	2013	2014	
pedicle screw fixation	2013	2.6	2013	2013	
pedicle screw instrumentation	2015	2.65	2015	2016	
risk factors	2014	2.93	2016	2017	
adult spinal deformity	2016	2.56	2016	2018	
selection	2013	2.47	2016	2017	
system	2017	3.26	2017	2018	
patient	2017	2.51	2017	2019	
sagittal alignment	2018	3.38	2018	2021	
classification	2013	2.8	2018	2019	
prediction	2018	2.68	2018	2020	
balance	2015	4.04	2019	2021	
cobb angle	2013	7	2021	2023	
schroth exercises	2021	2.99	2021	2023	
skeletally immature patients	2021	2.99	2021	2023	
vertebral body tethering	2021	2.98	2021	2023	
growth modulation	2021	2.98	2021	2023	
exercises	2021	2.55	2021	2023	
health-related quality of life	2021	2.49	2021	2023	
success	2019	2.89	2022	2023	
impact	2017	2.61	2022	2023	
conservative treatment	2014	2.44	2022	2023	

图注：“strength”表示关键词的引用爆发强度，越高的值表示这段时间内出现的频率越高。最频繁的时间段用深色标记。关键词顺序从上到下依次为：可疑的仪器装置 (cotrel dubousset instrumentation)；混合式仪器仪表 (hybrid instrumentation)；手术矫正 (surgical correction)；管理 (management)；椎弓根螺钉内固定 (pedicle screw fixation)；椎弓根螺钉内固定器械 (pedicle screw instrumentation)；风险因素 (risk factors)；成人脊柱畸形 (adult spinal deformity)；选择 (selection)；系统 (System)；患者 (patient)；矢状序列 (sagittal alignment)；分类 (classification)；预测 (prediction)；平衡 (balance)；Cobb 角 (cobb angle)；Schroth 练习 (schroth exercises)；骨骼不成熟的患者 (skeletally immature patients)；椎体束缚 (vertebral body tethering)；生长调制 (growth modulation)；锻炼 (exercises)；健康相关的生活质量 (health-related quality of life)；成功 (success)；冲击 (impact)；保守治疗 (conservative treatment)。

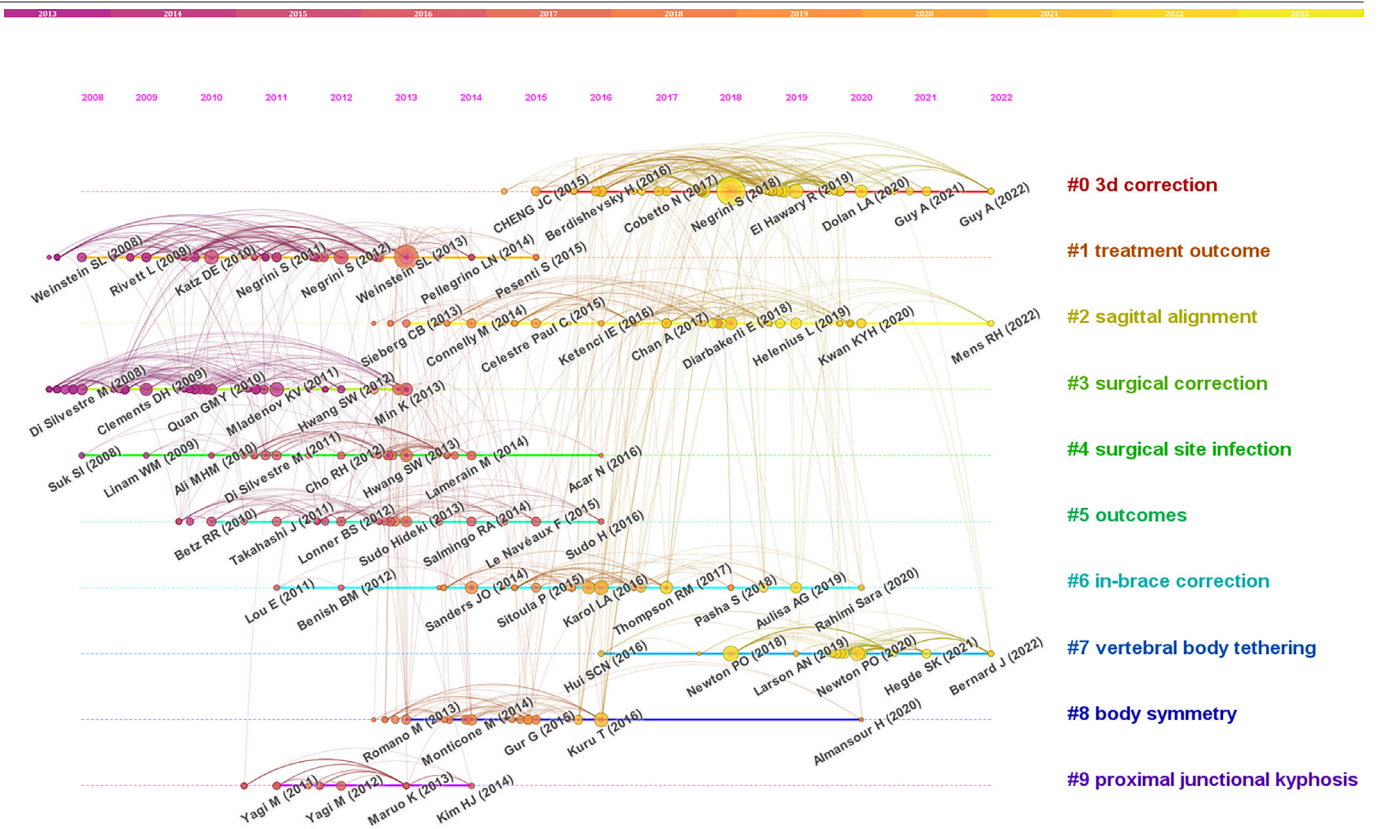
图 7 | Web of Science 核心集数据库 2013–2023 年青少年特发性脊柱侧弯治疗研究领域的关键词突现网络图

其是发展中国家。以美国为代表的发达国家，经济条件相对于发展中国家更加的优越，居民享有较高可及性保险计划及更高的经济水平^[17]，因此患者对于脊柱侧弯疾病的关注逐渐增多，就导致发达国家相对于发展中国家对于脊柱侧弯的研究以及发文量更加的多以及深入。因此，建议中国和土耳其的学者，特别是前者，多与其他发达国家开展合作研究。

在排名前 10 位的机构中，大部分来自美国，60% 是大学，且各机构之间联系较为分散。在作者网络图中，发文量前二的作者各自形成了以其为中心的研究集群，但各研究集群之间的联系较为分散。越来越多的证据表明，更多的机构间交流和作者之间的合作可能与更高的研究生产力和研究质量有关^[18-19]。因此，有必要扩大机构和作者之间的合作网络，特别是与美国大学的合作。

3.2 研究热点分析 关键词聚类总结了研究领域的核心及热点。Cobb 角和运动疗法对于改善青少年特发性脊柱侧弯的疗效、椎体后路融合术是青少年特发性脊柱侧弯治疗的 3 个热点领域。目前该领域主要有干预措施、影响因素和预后结果 3 个研究方向，但是基于不同地区、不同人种如何选择治疗方法的研究很少。

值得注意的是，Cobb 角是最受欢迎的话题。在青少年特发性脊柱侧弯的诊断与治疗中，Cobb 角发挥着重要作用，当站立位脊柱 X 射线片 Cobb 角超过 10° 时才可以诊断出来^[20]。当 Cobb 角 > 50° 时的严重弯曲应当接受手术^[21]。Cobb 角 ≥ 25° 的骨骼发育不成熟患者应使用支具以防止或延缓脊柱侧弯进展。Cobb 角 < 25° 和剩余骨骼生长存在预后不确定性的患者，医生常采用观察等待策略^[15]。目前对于 Cobb 角的干预主要有手术治疗、支具治疗和保守治疗 3 个方面。在实际的治疗过程中要根据患者的实际情况来选择最佳的治疗方案^[15-21]。其他治疗措施，如选择性细胞保留技术获得的富集骨髓对治疗青少年特发性脊柱侧弯，改善 Cobb 角有一定的积极作用^[22]，但治疗的强度、时间和周期等有待进一步验证。研究者们应当对不同的治疗方案进行高质量的随



图注：每一个节点代表一个出版物，其大小表示被引次数，连线代表其协作关系，连线越粗表示连接更紧密。节点及聚类关键词颜色代表其发文时间，颜色越深，发文时间越久。节点周围深色环的厚度表示中心性的强度（即深色环越厚，其影响越大，与其他节点的连接越紧密），深色环的节点表示其中心性 > 0.1。#0 3D 矫正（3d correction）；#1 治疗结果（treatment outcome）；#2 矢状序列（sagittal alignment）；#3 外科手术矫正（surgical correction）；#4 手术部位感染（surgical site infection）；#5 结果（outcomes）；#6 在支具内矫正（in-brace correction）；#7 椎体系扎术（vertebral body tethering）；#8 身体的对称性（body symmetry）；#9 近端关节后凸（proximal junctional kyphosis）。

图 8 | Web of Science 核心集数据库 2013–2023 年青少年特发性脊柱侧弯治疗研究领域文献共被引时间轴网络图

机对照试验，以提供最有效的治疗方案来改善 Cobb 角。

另一个热门话题是运动疗法对于改善青少年特发性脊柱侧弯的疗效。一项研究表明运动疗法对于减慢青少年特发性脊柱侧弯的进程以及减少对于支具的需求方面具有积极的作用，但是对于单一运动的效果缺乏系统的研究，因为在研究中多数为多项运动一起进行，此外对一些小众项目（冰球和击剑）缺乏系统研究^[23]。相关研究表明，在患者及其家属充分合作的前提下，运动疗法可以阻止脊柱侧弯的进展，甚至能够减少脊柱侧弯以及旋转角度^[24]。相关研究表明，与常规疗法相比，BSPTS 疗法可首选用来改善 Cobb 角，降低躯干旋转角，此外，对于改善患者生活质量而言，Schroth 疗法是最佳选择^[25]。但是对于小众的运动项目是否能够改善青少年特发性脊柱侧弯，缺乏系统的研究与分析。

第 3 个研究热点是椎体后路融合术。相关研究表明椎体后路融合术能够治疗青少年特发性脊柱侧弯，并且成为了治疗青少年特发性脊柱侧弯的标准方法^[26-27]。但是缺乏对于经椎体后路融合术治疗的患者，与健康的患者相比较，长期生活质量是否能够得到改善的相关研究^[27]。未来应当注意研究微创手术技术对青少年特发性脊柱侧弯的长期安全性的研究，并且应当注意与标准的椎体后路手术之间的比较性研究^[28]。

3.3 研究趋势分析 关键词突现能够反映一项研究的发展历程及前沿。从 2013–2015 年，为第一个阶段，主要研究内容为不同手术器械对于手术治疗的影响；2015–2021 年为研究的第二个阶段，研究的主要内容为选择不同的治疗方式对患者的影响；2021–2023 年为研究的第 3 个阶段，主要研究内容为支具、运动疗法等保守治

疗对患者生活质量的影响。从 2021 年开始，学者们更加关注保守治疗对于青少年特发性脊柱侧弯的治疗效果。

文章总结了两个研究趋势。第一，曲率与预后的关系。到目前为止，相关的研究中关于学龄筛查的有效性仍然存在争议，尚不确定什么样的曲率能够在确诊后发生进展直到需要治疗的阶段^[29]。针对于此，关于青少年特发性脊柱侧弯预后的研究就受到越来越多人关注，用来指导治疗的开始^[30]。尤其是对于支具治疗而言，不同的曲率对于支具治疗的成功与否具有重要影响^[7]。未来需要精心设计前瞻性研究来探索不同曲率与预后之间的关系。第二，青少年特发性脊柱侧弯病因研究。目前关于青少年特发性脊柱侧弯的病因有遗传、代谢、生物力学以及环境理论^[31]。目前关于青少年特发性脊柱侧弯的发

病原因主要来自于生物力学,但是缺乏公认的机制理论^[28-33]。而对于遗传因素来说,尽管目前遗传因素被认为在青少年特发性脊柱侧弯中起重要作用,但是该因素具有相当大的特异性^[34-35]。目前对于青少年特发性脊柱侧弯病因的研究因为怀疑其不是由一个原因导致的,而是由多个原因相互作用形成的而变得复杂^[32-37]。对于青少年特发性脊柱侧弯而言,更好地了解其相关的潜在的病因机制有助于更好地确诊疾病,并且可以准确预测畸形进展,有助于患者实现最好的临床治疗结果^[39]。

3.4 文献共被引分析 通过对高被引文献内容进行深入挖掘与总结,发现青少年特发性脊柱侧弯治疗的相关热点已经由原来的手术治疗和支具治疗,逐渐转变为了如今的运动疗法,作为青少年特发性脊柱侧弯中最为基础的 Cobb 角依旧是目前的研究热点,虽然以运动疗法为代表的保守治疗受到广泛欢迎,但手术治疗依旧不可或缺,在众多手术中椎体后路融合术的研究也成为了当下研究的热点。

3.5 小结 近 10 年,许多专家发表了大量关于青少年特发性脊柱侧弯治疗的相关论作,但是缺乏总结性的研究,这就使得研究人员发现热点及研究趋势变得困难起来,与既往他人以及其他文章所写的内容相比较,与既往针对单个治疗方案进行研究的方法不同,该文主要是利用文献计量学的方法,归纳总结近 10 年的相关研究,分析出青少年特发性脊柱侧弯治疗的热点及研究趋势,为以后的研究提供一定的理论基础。但是文章也存在一定的缺陷,在文献搜集以及检索式制定方面存在个人主观判断。建议未来应当加强对于曲率与预后之间的相关联系,这将会对预测治疗的结果产生积极的结果。另外应当加强对于青少年特发性脊柱侧弯病因的研究,为以后针对性展开治疗提供帮助。

3.6 文章局限性 首先,文章只检索了来自 Web of Science 核心集数据库的出版物,对于来自中国知网、PubMed 或 Embase 等其他大型数据库的与青少年特发性脊柱侧弯治疗相

关文献未被纳入。由于不同数据库的属性不同^[40],所以合并来自多个数据库的论文可能不太合适。此外,Web of Science 核心集数据库是所有数据库中最具代表性和最前沿的权威数据库,它包含了世界上最出名的高影响力学术期刊。其次,受限于 CiteSpace 软件,文章只收录了近 10 年来用英文发表的文章,对于文献的搜集不够全面。受限于文章完成时间,对于文献检索完成后至今的文献未给予收录。

3.7 结论 文章为青少年特发性脊柱侧弯治疗提供了可视化的研究与分析。在 2013-2023 年中,与青少年特发性脊柱侧弯治疗相关的研究一直保持在一个相对平稳的状态,通过对国家、作者、机构之间的合作性进行分析与讨论,发现加强国家、机构与作者之间的合作能够对高质量研究的产生产生积极的作用,促进对青少年特发性脊柱侧弯治疗进行深入研究,尤其是发展中国家应当多与发达国家进行积极地合作研究。通过对关键词聚类进行深入的讨论与分析,发现目前的相关研究热点是 Cobb 角、运动疗法与椎体后路融合术,加强对该热点的研究有助于对青少年脊柱侧弯的治疗有一个更为准确的预估。通过对关键词实现进行分析与挖掘,得出曲率与预后的关系以及青少年特发性脊柱侧弯的病因被认为是未来新的研究趋势,加强对曲率与预后的关系以及青少年特发性脊柱侧弯的病因的研究能够对青少年脊柱侧弯治疗提供新的治疗思路以及个性化治疗方案,对青少年特发性脊柱侧弯的治疗产生积极的影响。文章促进了研究成果向临床实践阶段的转变,为学者进行进一步的研究提供了参考。

作者贡献: 文章设计者为郑晓东和于龙潭。资料收集者为郑晓东和刘立俊。数据分析者为郑晓东和韩文瑾。郑晓东作者撰写论文。高山、贾梦龙和郑晓东作者审核。

利益冲突: 文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅

读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让: 文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范: 文章撰写遵守了《系统综述和荟萃分析报告规范》(PRISMA 声明);出版前经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次文字和图表查重;经小同行外审专家双盲审稿,同行评议认为符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

- [1] ALZAKRI A, ALMUHID F, ALMOUSA N, et al. Saudi patients outcomes after surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *J Orthop Surg Res.* 2023;18(1):450.
- [2] ZALE CL, MCINTOSH AL. Adolescent idiopathic scoliosis for pediatric providers. *Pediatr Ann.* 2022;51(9):E364-E369.
- [3] FAHIM T, VIRSANIKAR S, MANGHARAMANI D, et al. Physiotherapy interventions for preventing spinal curve progression in adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *Cureus.* 2022;14(10):e30314.
- [4] BIERNAT M, BAK-SOSNOWSKA M. The impact of body posture on self-image and psychosocial functioning during adolescence. *Pediatrics I Medycyna Rodzinna-Paediatrics and Family Medicine.* 2018;14(3):282-285.
- [5] LEE H, CHOI J, HWANG JH, et al. Health-related quality of life of adolescents conservatively treated for idiopathic scoliosis in Korea: a cross-sectional study. *Scoliosis Spinal Disord.* 2016;11:11.
- [6] CHEN CM. Searching for intellectual turning points: progressive knowledge domain visualization. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2004;101:5303-5310.
- [7] THOMPSON RM, HUBBARD EW, JO CH, et al. Brace success is related to curve type in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(11):923-928.
- [8] EL HAWARY R, ZAAROOB-REGEV D, FLOMAN Y, et al. Brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis: risk factors for failure-a literature review. *Spine J.* 2019;19(12):1917-1925.
- [9] KATZ DE, HERRING JA, BROWNE RH, et al. Brace wear control of curve progression in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92A(6):1343-1352.

- [10] NEGRINI S, DONZELLI S, AULISA AG, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 2018;13:3.
- [11] DOLAN LA, WRIGHT JG, WEINSTEIN SL. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis reply. *New Engl J Med.* 2014;370(7):681-681.
- [12] NEWTON PO, KLUCK DG, SAITO W, et al. Anterior spinal growth tethering for skeletally immature patients with scoliosis a retrospective look two to four years postoperatively. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100(19):1691-1697.
- [13] KAROL LA, VIROSTEK D, FELTON K, et al. Effect of compliance counseling on brace use and success in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(1):9-14.
- [14] KURU T, YELDAN I, DERELI EE, et al. The efficacy of three-dimensional Schroth exercises in adolescent idiopathic scoliosis: a randomised controlled clinical trial. *Clin Rehabil.* 2016;30(2):181-190.
- [15] NEGRINI S, AULISA AG, AULISA L, et al. 2011 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis.* 2012; 7(1):3.
- [16] NEWTON PO, BARTLEY CE, BASTROM TP, et al. Anterior spinal growth modulation in skeletally immature patients with idiopathic scoliosis a comparison with posterior spinal fusion at 2 to 5 years postoperatively. *J Bone Joint Surg Am.* 2020;102(9):769-777.
- [17] ZAVATSKY JM, PETERS AJ, NAHVI FA, et al. Disease severity and treatment in adolescent idiopathic scoliosis: the impact of race and economic status. *Spine Journal.* 2015;15(5):939-943.
- [18] WU H, LI Y, TONG L, et al. Worldwide research tendency and hotspots on hip fracture: a 20-year bibliometric analysis. *Arch Osteoporos.* 2021;16(1):73.
- [19] WU H, SUN Z, TONG L, et al. Bibliometric analysis of global research trends on male osteoporosis: a neglected field deserves more attention. *Arch Osteoporos.* 2021;16(1):154.
- [20] KIM H, KIM HS, MOON ES, et al. Scoliosis imaging: what radiologists should know. *Radiographics.* 2010;30(7):1823-1842.
- [21] WEINSTEIN SL, DOLAN LA, SPRATT KF, et al. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis- A 50-year natural history study. *JAMA.* 2003;289(5): 559-567.
- [22] YANG P, XING J, CHEN B, et al. The clinical use of the enriched bone marrow obtained by selective cell retention technology in treating adolescent idiopathic scoliosis. *J Orthop Translat.* 2021;27:146-152.
- [23] NEGRINI A, DONZELLI S, VANOSI M, et al. Sports participation reduces the progression of idiopathic scoliosis and the need for bracing: an observational study of 511 adolescents with Risser 0-2 maturation stage. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2023;59(2):222-227.
- [24] DOBOSIEWICZ K, DURMALA J, CZERNICKI K, et al. Pathomechanic basics of conservative treatment of progressive idiopathic scoliosis according to Dobosiewicz method based upon radiologic evaluation. *Stud Health Technol Inform.* 2002;91:336-341.
- [25] 常赢, 夏渊, 孙韞嶙, 等. 不同特定运动治疗青少年特发性脊柱侧弯有效性的网状 Meta 分析 [J]. *中国组织工程研究*, 2024, 28(36):5899-5904.
- [26] MIYAGI M, SAITO W, MIMURA Y, et al. Posterior spinal fusion surgery for neuromuscular disease patients with severe scoliosis whose cobb angle was over 100 degrees. *Medicina (Kaunas).* 2023; 59(6):1090.
- [27] AHONEN M, SYVANEN J, HELENIUS L, et al. Back pain and quality of life 10 years after segmental pedicle screw instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2023;48(10):665-671.
- [28] LIMBERG AK, TIBBO ME, PAGNANO MW, et al. Varus-valgus constraint in 416 revision total knee arthroplasties with cemented stems provides a reliable reconstruction with a low subsequent revision rate at early to mid-term review. *Bone Joint J.* 2020; 102B(4):458-462.
- [29] WANG H, ZHANG T, ZHANG C, et al. An intelligent composite model incorporating global / regional X-rays and clinical parameters to predict progressive adolescent idiopathic scoliosis curvatures and facilitate population screening. *Ebiomedicine.* 2023;95:104768.
- [30] SARWARK JF, DAVIS MM. Evolving recommendations for scoliosis screening a compelling need for further research. *JAMA.* 2018;319(2):127-129.
- [31] HUNG VWY, QIN L, CHEUNG CSK, et al. Osteopenia: a new prognostic factor of curve progression in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87A(12):2709-2716.
- [32] CHEUNG KMC, WANG T, QIU GX, et al. Recent advances in the aetiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Int Orthop.* 2008;32(6):729-734.
- [33] BURWELL RG, DANGERFIELD PH, FREEMAN BJC. Concepts on the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Bone growth and mass, vertebral column, spinal cord, brain, skull, extra-spinal left-right skeletal length asymmetries, disproportions and molecular pathogenesis. Stud Health Technol Inform.* 2008;135:3-52.
- [34] WANG WJ, YEUNG HY, CHU WCW, et al. Top theories for the etiopathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2011;31:S14-S27.
- [35] WISE CA, GAO X, SHOEMAKER S, et al. Understanding genetic factors in idiopathic scoliosis, a complex disease of childhood. *Curr Genomics.* 2008;9(1):51-59.
- [36] BURWELL RG, AUJLA RK, GREVITT MP, et al. Pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis in girls- a double neuro-osseous theory involving disharmony between two nervous systems, somatic and autonomic expressed in the spine and trunk: possible dependency on sympathetic nervous system and hormones with implications for medical therapy. *Scoliosis.* 2009;4:24-24.
- [37] LOWE TG, EDGAR M, CHIR M, et al. Current concepts review- Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82A(8):1157-1168.
- [38] ACAROGLU E, BOBE R, ENOUF J, et al. The metabolic basis of adolescent idiopathic scoliosis: 2011 report of the "metabolic" workgroup of the Fondation Yves Cotrel. *Eur Spine J.* 2012;21(6):1033-1042.
- [39] MARYA S, TAMBE AD, MILLNER PA, et al. Adolescent idiopathic scoliosis : a review of aetiological theories of a multifactorial disease. *Bone Joint J.* 2022;104B(8):915-921.
- [40] WU H, ZHOU Y, WANG Y, et al. Current state and future directions of intranasal delivery route for central nervous system disorders: a scientometric and visualization analysis. *Front Pharmacol.* 2021;12:717192.