

· 标准与规范 ·

青少年特发性脊柱侧凸康复诊疗指南 (2024 版)

中华医学会物理医学与康复学分会

通信作者:何成奇,四川大学华西医院康复医学中心,成都 610041,Email: hxkfhcq@126.com; 仇建国,中国医学科学院北京协和医院骨科,北京 100730,Email: jgzhang_pumch@yahoo.com; 俞杭平,浙江大学医学院 浙江大学上海高等研究院,杭州 310058,Email: hangpingyu@163.com

【摘要】 脊柱侧凸是一种复杂的脊柱三维畸形,影响青少年脊柱的健康生长发育,造成家庭和社会的沉重负担。根据脊柱侧凸的治疗原则,大部分青少年特发性脊柱侧凸(AIS)需要康复干预。目前,我国 AIS 康复尚缺乏科学、循证而规范的评估和治疗方法。因此,为促进我国 AIS 康复诊疗的规范化,中华医学会物理医学与康复学分会组织国内康复医学科、骨科、小儿外科、放射科、循证医学等多学科领域专家,遵循科学性、安全性、有效性和先进性原则,采用推荐意见分级的评估、制定及评价(GRADE)方法和卫生实践指南报告标准(RIGHT),遴选出 8 类 19 条推荐意见。通过证据检索、评价以及确立推荐意见方向和强度等步骤,最终形成 19 条推荐意见,涉及 AIS 的筛查、康复评估和康复治疗。

【关键词】 脊柱侧凸; 青少年特发性脊柱侧凸; 康复; 评估; 治疗; 指南

基金项目:国家重点研发计划(2023YFC2507700);北京市自然科学基金-海淀原始创新联合基金(L232022)

实践指南注册:国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2023CN037)

Guideline for rehabilitation assessment and treatment of adolescent idiopathic scoliosis (2024 edition)

Chinese Society of Physical Medicine and Rehabilitation

Corresponding authors: He Chengqi, Rehabilitation Medicine Center, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China, Email: hxkfhcq@126.com; Zhang Jianguo, Department of Orthopedics, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China, Email: jgzhang_pumch@yahoo.com; Yu Hangping, School of Medicine, Shanghai Institute for Advanced Study, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China, Email: hangpingyu@163.com

【Abstract】 Scoliosis is a complex three-dimensional deformity of the spine that affects the growth of the spine in adolescent, leading to a heavy burden on families and society. According to the guidelines for the treatment of scoliosis, most adolescent idiopathic scoliosis (AIS) requires rehabilitative intervention. So far there has been a lack of scientific, evidence-based, and standardized rehabilitation assessment and treatment for AIS in China. Therefore, in order to promote the standardization of rehabilitation assessment and treatment for AIS, Chinese Society of Physical Medicine and Rehabilitation organized the domestic experts in multiple disciplines such as rehabilitation medicine, orthopedics, pediatric surgery, radiology, evidence-based medicine, etc., who has conformed to the principles of scientificity, safety, efficacy and advancement to propose the

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20240419-00938

收稿日期 2024-04-19 本文编辑 霍永丰

引用本文:中华医学会物理医学与康复学分会. 青少年特发性脊柱侧凸康复诊疗指南(2024 版)[J]. 中华医学杂志, 2024, 104(39): 3647-3660. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20240419-00938.



19 recommendations of 8 categories using the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) and Reporting Items for Practice Guidelines in Healthcare (RIGHT). Through the steps of literature search, evaluation, and establishment of direction and intensity of recommendation opinions, 19 recommendations were formed, involving AIS screening, assessment and treatment.

【Key words】 Scoliosis; Adolescent idiopathic scoliosis; Rehabilitation; Assessment; Treatment; Guideline

Fund program: National Key R&D Program of China(2023YFC2507700); Beijing Natural Science Foundation-Haidian Original Innovation Joint Funding(L232022)

Practice guideline registration: Practice Guideline Registration for Transparency (PREPARE-2023CN037)

脊柱侧凸是一种复杂的脊柱三维畸形,国际脊柱侧凸研究学会(SRS)将其定义为在站立位全脊柱冠状面X线片测量Cobb角 $\geq 10^\circ$ ^[1-2]。特发性脊柱侧凸病因不明确,约占脊柱侧凸发病率的80%^[1-2]。其中,青少年特发性脊柱侧凸(AIS)是最常见的特发性脊柱侧凸,发生于10~18岁,患病率为1.5%~3.0%^[3-5]。AIS影响青少年的外观,引起腰背疼痛和心理障碍,严重时导致呼吸困难和活动能力障碍,造成家庭和社会的沉重负担^[1-2]。同时,青少年不良姿势体态与AIS具有相关性,容易引起家长和青少年的焦虑情绪^[6-8]。

根据国际脊柱侧凸矫形与康复治疗学会(SOSORT)和SRS意见,AIS的康复需要规范化评估和干预^[9-10]。目前,我国AIS康复缺乏科学、系统而规范的评估与治疗方法,亟需制订基于循证医学证据的AIS康复诊疗指南,指导和规范我国AIS的康复诊疗决策,为青少年脊柱健康保驾护航。

因此,中华医学会物理医学与康复学会组织国内康复医学科、骨科、小儿外科、放射科、循证医学等多学科领域专家,遵循科学性、安全性、有效性和先进性原则,采用推荐意见分级的评估、制定及评价(GRADE)方法和卫生实践指南报告标准(RIGHT),通过证据检索、评价以及确立推荐意见方向和强度等步骤,最终形成8类19条推荐意见,涉及脊柱侧凸筛查、康复评估和康复治疗。

第一部分 本指南制订过程与方法

一、指南制订方法学

本指南的制订符合美国医学科学院(IOM)最新指南定义^[11],制订方法参考2015年发布的《世界卫生组织指南制订手册》的制订流程及相关方法学标准^[12],以及指南研究与评价工具(AGRE II)^[13],本指南的撰写参考RIGHT标准^[14]。

二、指南注册与计划书

本指南在国际实践指南注册平台(<http://guidelines-registry.cn/>)注册(注册号PREPARE-2023CN037)。

三、指南工作组

本指南由中华医学会物理医学与康复学会发起,中国医学科学院北京协和医院、浙江大学医学院、浙江大学上海高等研究院、四川大学华西医院、中国循证医学中心提供专业支持。指南工作组由指南专家组、方法学专家组、外审专家组构成。

指南专家组由康复医学科、骨科、放射科、假肢矫形等多学科专家组成,负责确定核心临床问题及范围、对各自负责章节进行证据评价、初拟推荐意见与要点、通过共识投票初拟要点和推荐意见、根据其他各组的反馈修改初稿并审定终稿。

方法学专家组由指南方法学家和循证医学专家构成,负责证据合成及质量评价、确定各章节对应的证据评价方案与撰写规范、对各专家组进行方法学培训、协助总结指南要点及推荐意见、协助完成初稿外审及终稿的审定工作。

外审专家组由相关多学科专家、指南使用者(含相关专业医师、治疗师)及患者代表构成,外审专家组均不参与指南的制订,负责审阅指南初稿,为终稿的审定提供关键反馈意见。

四、利益冲突声明

所有参与指南制订的成员均要求填写了利益声明表,不存在与本指南撰写内容直接相关的利益冲突。

五、指南范围与核心临床问题确定

指南范围由发起机构与指南专家组共同确定。通过系统查阅AIS诊疗与康复领域已发表的指南、原始论著和系统评价等证据,初步遴选出8类31个核心临床问题,邀请指南专家组成员填写德尔菲问卷,最终按重要度排序及专家建议遴选出8类19个

本指南拟解决的核心临床问题。

六、证据检索

1. 纳入和排除标准: 纳入标准: (1) 研究对象: AIS; (2) 干预措施和对比措施: 不限定; (3) 结局指标: 不限定; (4) 研究类型分为 3 部分: 指南、共识、系统评价和荟萃分析、临床研究。排除标准: (1) 排除脊柱侧凸合并其他先天或重症疾病, 包括唐氏综合征、颅面畸形、神经肌肉疾病、脑瘫、代谢性疾病等; (2) 排除干预措施和对比措施为中医药, 如中草药、中成药、针灸等; (3) 排除重复发表文献、计划书。

2. 数据来源与检索策略: (1) 英文数据库包括 Pubmed、Embase、Cochrane Library; 中文数据库包括中国生物医学文献数据库 (CBM)、中国知网 (CNKI)、维普 (VIP) 和万方数据库, 检索时间为建库至 2023 年 8 月。(2) 指南相关资源包括美国国家临床指南中心 (NGC)、指南国际网络 (GIN) 和威科集团 UpToDate 临床顾问。(3) 补充检索: 查找 AIS 相关纳入研究参考文献, 在百度学术进行补充检索。

3. 文献筛选和资料提取: 由至少两名评价员依据纳入和排除标准独立筛选文献。首先阅读题目、摘要排除不相关的文献, 查阅可能符合纳入标准的研究全文, 确定纳入全文。由至少两名评价员依据预先制订的资料提取表提取相关资料。以上过程的不同意见通过讨论或咨询第三方意见协商解决。

七、证据质量评价

证据评价与分级小组采用系统评价的方法学质量评价工具 (AMSTAR)^[15] 对指南中纳入的系统评价、荟萃分析进行方法学质量评价, 采用 Cochrane 风险偏倚评价工具^[16]、诊断准确性研究的质量评价工具 (QUADAS-2)^[17]、纽卡斯尔-渥太华量表 (NOS)^[18] 对随机对照试验、诊断性研究和观察性研究进行方法学质量评价。使用 GRADE 方法^[19] 对证据体和推荐意见进行分级 (表 1、2)。评价过程由 2 位专业人士独立完成, 若存在不一致, 共同讨论或咨询第三方协商解决。

表 1 本指南中涉及的证据质量分级与定义

证据质量分级	定义
高等 (A)	非常有把握观察值接近真实值
中等 (B)	对观察值有中等把握: 观察值有可能接近真实值, 但也有可能差别很大
低等 (C)	对观察值的把握有限: 观察值可能与真实值有很大差别
极低 (D)	对观察值几乎没有把握: 观察值与真实值可能有极大差别

表 2 本指南中涉及的推荐强度分级与定义

强度推荐分级	定义
强推荐 (1)	明确显示干预措施利大于弊
弱推荐 (2)	利弊不确定或干预措施可能利大于弊
专家建议 (3)	基于非直接证据或专家意见、经验形成的推荐

八、推荐意见形成

指南制订工作组基于各临床问题的国内外系统评价证据, 同时考虑了中国青少年的监护人偏好和价值观、干预措施的成本等利弊平衡后, 拟定了 33 条推荐意见。通过共 3 轮 Delphi 法及面对面专家共识会议, 最终形成 19 条推荐意见。指南制订工作组讨论和审定了所有推荐意见和证据质量。

九、指南外审

指南征求意见稿由 10 名外部同行专家评审, 根据其反馈意见和建议进行完善。最后由指南制订工作组将指南提交指南指导委员会批准, 2024 年 4 月定稿。

十、传播与实施

本指南发布后, 指南发起单位联合通过以下方式对本指南进行传播和推广: (1) 在相关学术会议中介绍和解读指南; (2) 有计划地在全国范围内组织康复医学科、骨科、小儿外科、儿保科、中医科、针灸推拿科、护理人员等相关医务工作者学习指南相关内容并能正确使用; (3) 通过微信或其他途径传播; (4) 针对指南的实施和评价, 拟通过发布本指南相关解读文章进一步促进指南的实施。

十一、指南发布和更新

指南制订组计划在指南发布后 3~5 年更新本指南, 更新方法依据国际指南更新流程进行。

十二、指南的使用者和适用人群

本指南供康复医学科、骨科、小儿外科、儿保科、中医科、针灸推拿科等参与 AIS 诊疗与管理的临床医师、治疗师、护士及相关专业人员使用。指南推荐意见的适用人群是 AIS。本指南仅作为学术性指导建议, 不作为法律依据。在实际临床工作中, 应该根据患者的具体情况和实际医疗条件来确定康复方案。

第二部分 AIS 的筛查

一、AIS 的筛查必要性

推荐意见 1: 推荐对 8~18 岁的青少年开展脊柱侧凸筛查; 对有家族史或处于 10~15 岁的女性, 增



加筛查频次。(推荐强度及证据分级:1A)

推荐原理: AIS 高发于 10~18 岁,且具有遗传倾向。由于脊柱侧凸早期易被忽视,因此筛查具有重要意义,能及时提供科学的防控和治疗干预,减少后期手术比例,缓解社会及家庭负担^[20]。AIS 女性和男性的发病率为 1.5:1~3:1,当侧弯角度 $>40^\circ$ 时,女性多于男性;且女性侧弯进展风险高于男性^[21-22]。因此,对有家族史或处于 10~15 岁的女性,应增加筛查频次,家族史要求纳入筛查结果。

证据总结: 指南制订工作组共检索到 31 篇和脊柱侧凸筛查相关的系统综述或指南,其中 19 篇提及脊柱侧凸筛查的意义;7 篇持中立态度^[23-29],12 篇认为筛查是必要的^[20, 30-40]。2015 年发表在 *Public Health* 的一篇系统综述,回顾 2000 至 2015 年有关 AIS 筛查的研究,从公共卫生视角分析了筛查的必要性和有效性。研究指出,AIS 的自然病史难以预测,最佳的筛查年龄和频率未知,且无法预测哪些患者需要治疗;尽管支具治疗可有效防止 AIS 的进展,但筛查的卫生经济学是不清楚的^[26]。2018 年发表于 *JAMA* 的一篇系统综述系统回顾了 1966 年 1 月至 2016 年 10 月有关 AIS 筛查的研究,共筛查 448 276 名青少年。其中,6 项筛查在学校环境下完成;筛查的异质性在于采用的筛查方法和筛查人员的培训;5 项研究采用一次筛查,2 项研究采用反复筛查,3 项研究对筛查阴性的青少年进行了随访。研究结果肯定了筛查的效果,能够早期识别出青少年中的 AIS 人群,但对 AIS 的侧弯风险和健康状况改善尚无证据支持^[27]。在 2020 年中华医学会骨科学分会脊柱外科学组制订的指南强调了脊柱侧凸筛查的重要意义^[20]。2017 年一篇系统综述纳入 2 项研究,认为筛查有助于在早期阶段发现脊柱侧凸,阳性预测值为 32.3% (95%CI: 25.6~39.5, $P<0.001$)^[38]。

二、AIS 的筛查方法

推荐意见 2: 推荐联合采用目测法、Adam 前屈试验和躯干旋转角 (ATR) 测量三种或以上方法进行 AIS 筛查。(推荐强度及证据分级:1A)

推荐原理: 单一应用某种方法进行 AIS 筛查的效果不佳,出现阳性预测值较低、主观性高、筛查结果可信性低等问题^[27]。建议联合采用目测法、Adam 前屈试验和 ATR 测量三种方法进行筛查,显著增加 AIS 筛查的灵敏度和特异度;当 ATR $>5^\circ$ 作为筛查阳性指标。

证据总结: 2020 年中华医学会骨科学分会脊

柱外科学组筛查指南建议联合使用上述三种方法,且将 ATR $>5^\circ$ 作为筛查阳性指标^[20]。一项对 4 000 名 12 岁青少年进行脊柱侧凸筛查的研究发现,以 ATR $>7^\circ$ 的青少年推荐进行全脊柱 X 线检查,影像转诊率为 1.5%,AIS 确诊率为 0.55%^[41]。2015 年的一项系统综述指出 Adam 前屈试验对 AIS 筛查后治疗的阳性预测值是 2.6%,灵敏度是 56% (95%CI: 23%~88%)^[26]。2018 年发表于 *JAMA* 的系统综述发现仅使用一种筛查方法时,阳性预测值仅为 5.0%~17.3%;通过 Adam 前屈试验和 ATR 测量联合可提升至 29.3%~54.1%;而联合使用三种筛查方式时,最高可达 81.0%,且明确指出 AIS 筛查的准确性随着筛查方法的增加而增加^[27]。

第三部分 AIS 的功能评估

AIS 的躯干畸形可能会造成脊柱关节活动降低、疼痛、平衡障碍、焦虑和抑郁等问题。根据《国际功能、残疾和健康分类》(ICF)理论 (<https://www.icf-research-branch.org/icf-core-sets>), AIS 功能评估包含运动功能、感觉功能、平衡功能和心理功能等。

一、AIS 的运动功能评估

推荐意见 3: 推荐对 AIS 进行脊柱关节活动度和肌力评估。(推荐强度及证据分级:2B)

推荐原理: 在冠状面和矢状面上, AIS 存在脊柱侧屈和旋转活动度受限,且 AIS 冠状面弯曲的严重程度与脊柱活动度降低呈正相关^[42-43]。无论支具或手术治疗的 AIS 在随访 20 年后,脊柱活动度受限情况仍未得到改善^[42]。研究证实, AIS 两侧椎旁肌的不对称性可能与 AIS 的发病机制有关^[44-45], 表现为凹侧的多裂肌、竖脊肌的肌肉萎缩、脂肪浸润增加、I 型肌纤维减少、表面肌电活动降低^[46]。与此相似, AIS 两侧腹横肌、腹直肌、腹内斜肌、腹外斜肌的肌肉厚度也存在显著不对称^[46-47]。目前,临床上常用量角器法测量脊柱关节活动度,采用徒手肌力测试、等速肌力测试和器械进行肌力评估。

证据总结: 2016 年 SOSORT 指南中提出, AIS 临床评估过程中应关注脊柱关节活动度^[10]。2017 年一项横断面研究,对 58 例 AIS 在冠状面、矢状面和水平面上进行腰椎关节活动度评估,结果发现 AIS 侧凸的严重程度与轴向和冠状面脊柱活动度降低呈正相关^[48]。2021 年一项包含 11 项研究,共 640 例 AIS 受试者的系统评价,发现未经治疗的 AIS 存在脊柱侧屈和旋转活动度受限^[43];而脊柱关节活



动度受限可能引起腰背痛和椎间盘退变^[49]。2024 年一篇系统评价,共纳入 1 530 篇文献,其中队列研究 4 篇,横断面研究 17 篇,病例对照研究 23 篇,低强度和极低强度证据表明 AIS 侧凸曲线的凹侧椎旁肌具有脂肪浸润增加、I 型肌纤维减少、肌肉体积减少和肌电活动降低的特点^[45]。在 2023 年一项回顾性研究中,采用核磁共振检查测量 AIS 两侧肌肉的横截面积,结果发现在 45 例 Lenke 1 型和 2 型 AIS 中,竖脊肌($P<0.001$)和多裂肌($P<0.001$)在凸侧的横截面积显著较大,而腰方肌($P=0.034$)和腰大肌($P<0.001$)在凹侧的横截面积均显著较大^[50]。

二、AIS 的感觉功能评估

推荐意见 4: 建议对 AIS 进行腰背部疼痛评估。(推荐强度及证据分级:2B)

推荐原理: AIS 是青少年腰背部疼痛的潜在危险因素^[51]。文献报道了 AIS 腰背痛发病率为 27.5%~58.8%,但尚没有明确的数据^[52-54]。尽管腰背痛和 AIS 之间因果关系尚不明确,但腰背痛严重影响 AIS 的生活质量,增加失眠和抑郁情绪的发生^[55]。无论保守或手术治疗,建议关注 AIS 的腰背痛问题^[9-10]。腰背痛可采用数字评估量表或麦吉尔疼痛问卷和 SRS-22 问卷对疼痛强度、部位、类型和持续时间进行评估。

证据总结: 一项系统评价纳入 2 项研究,共 598 例未经手术治疗的 AIS,结果显示腰背痛发病率为 34.7%~42.0%^[54]。在日本一项对 32 134 名中小学生对腰背痛调查的横断面研究中,发现 AIS 人群的腰背痛在调查即刻发病率为 27.5%、终生发病率为 58.8%,是非脊柱侧凸的中小学生对人群的 2 倍($OR=2.29, P=0.009, 95\%CI: 1.23\sim4.29; OR=2.10, P=0.012, 95\%CI: 1.18\sim3.72$);而且 AIS 的腰背痛程度、持续时间和发生频率显著增加^[52]。一项前瞻性横断面研究纳入了 1 097 例 AIS,与无疼痛组相比,腰背痛组患者更容易发生失眠($OR=1.80, P=0.02, 95\%CI: 1.10\sim2.93$)、日间嗜睡($OR=2.41, P<0.001, 95\%CI: 1.43\sim4.07$)和中度抑郁($OR=2.49, P=0.03, 95\%CI: 1.08\sim5.71$)^[55]。因此,2011 年和 2016 年 SOSORT 指南强调无论任何治疗方式,均需关注 AIS 的疼痛问题^[9-10]。目前关于视觉模拟评分量表评估 AIS 腰背痛的直接证据较少,多数为经验总结或指南意见。

三、AIS 的平衡功能评估

推荐意见 5: 不推荐对 AIS 进行平衡功能评估。

(推荐强度及证据分级:2B)

推荐原理: 目前,有关 AIS 是否影响姿势平衡功能存在争议^[56-58],且缺乏高质量的临床研究和系统评价支持对 AIS 进行平衡功能评估。因此,AIS 对平衡功能的影响、机制和评估方法有待深入的研究。

证据总结: 2018 年的一项包含 9 项临床研究、共 491 例 AIS 的系统评价^[59],通过姿势描记术揭示了 AIS 的压力中心摇摆面积($d=0.65, 95\%CI: 0.49\sim0.63$)、左右摇摆范围($d=0.94, 95\%CI: 0.83\sim1.04$)、前后摇摆范围($d=0.98, 95\%CI: 0.87\sim1.09$)均增加,但各研究之间的方法学质量差异大、偏倚风险高。2022 年的一项包含 11 项病例对照研究,共计 1 121 例 AIS 的系统评价发现^[60],与正常青少年对比,AIS 的体感诱发电位异常,但证据水平非常低。

四、AIS 的心理功能评估

推荐意见 6: 建议采用中文版 SRS-22 问卷对 AIS 进行焦虑、抑郁等评估;必要时,欧洲五维健康量表(EQ-5D)、健康调查简表(SF-36)也可采用。(推荐强度及证据分级:2B)

推荐原理: AIS 的背部畸形是青少年难以承受的心理负担,引发焦虑、抑郁、神经质、失眠、体相障碍等心理问题^[61-62]。这些心理问题与成年期背痛程度加重、术后住院时间长及围手术期并发症增加等负面结局相关^[63-64]。然而,有关 AIS 心理功能评估的测量工具尚无统一定论。其中,SRS-22 问卷是研究中最常使用的,可推荐作为 AIS 心理功能评估的首选工具^[65];对有特定的心理功能问题,建议结合 EQ-5D、SF-36 量表进行补充评估。

证据总结: 一项纳入 30 篇研究的叙述性综述表明,AIS 是影响青少年心理障碍的重要因素,约 32% 的 AIS 表现出显著的心理困扰,其中焦虑风险占 29%、抑郁风险占 18%^[62]。目前,SRS-22 是 AIS 心理功能评估最常用的工具,其中心理健康维度共有 5 个条目,涵盖了 AIS 的焦虑、抑郁等常见心理问题^[65]。研究表明,中文版 SRS-22 问卷具有良好的信度与效度,各维度的平均 Cronbach's α 为 0.78,心理健康维度 Cronbach's α 为 0.88^[66]。一项通过 SRS-22 的心理维度对 521 例 AIS 分析发现,SRS-22 心理健康维度识别非轻度抑郁风险患者的灵敏度为 0.75,特异度为 0.86^[65]。由于 SRS-22 评估结果无法与其他类别人群进行横向比较,且无法进行成本效用分析,因此根据评估目的,必要时可采



用通用类的 EQ-5D^[67]和 SF-36^[68]量表中的心理健康维度进行测量。

第四部分 AIS 的结构评估

AIS 是一种脊柱三维畸形,造成躯干外观畸形、姿势体态异常和足底压力分布异常。根据 ICF 理论和康复实践,AIS 的结构评估对 AIS 筛查、诊断和预后至关重要。

一、AIS 的 X 线评估

推荐意见 7:推荐通过站立位全脊柱正侧位 X 线片,对所有疑似 AIS 的患者进行诊断和复查;以评估侧凸的部位和程度、椎体发育情况、生长发育参数。(推荐强度及证据分级:1A)

推荐原理:站立位全脊柱正侧位 X 线片是脊柱侧凸诊断与评估的最常用方法^[69-70]。Cobb 角测量为脊柱侧凸确诊的金标准,在正位 X 线片上测量 Cobb 角 $\geq 10^\circ$ 确诊为脊柱侧凸^[9-10]。在正位 X 线片上,评测者可确定脊柱侧凸的顶椎及主弯部位、测量侧凸角度与旋转分级程度,评价脊柱侧凸柔韧性;在侧位 X 线片上,评测者可观察胸椎及腰椎矢状位畸形特征,评测骨盆旋转和腰骶部稳定性^[71-72]。此外,骨骼成熟度以髂骨翼骨骺的骨化程度结合手指骨骺的生长为指标,可预测脊柱侧凸进展的可能性大小。

证据总结:2016 年 SOSORT 指南与中国青少年脊柱侧凸筛查临床实践指南及路径指引中均推荐站立位全脊柱正侧位 X 线片为脊柱侧凸评估的首要标准^[10, 20]。Cobb 方法测量脊柱侧凸角度的评测者内/间信度较高,其组内相关系数 (ICC) 值均 > 0.78 ^[71]。计算机辅助测量 Cobb 角的信度更高,其评测者内的 ICC 值 > 0.87 ,评测者间的 ICC 值 > 0.94 ^[71]。Cobb 方法的测量误差较小,评测者内测量误差的平均绝对差值 (MAD) 为 $2.2^\circ \sim 3.0^\circ$,标准差 (SD) 为 $2.2^\circ \sim 4.1^\circ$,测量标准误 (SEM) 为 2.0° ;评测者间测量误差的 MAD 值为 $3.6^\circ \sim 3.9^\circ$,SD 值为 $2.2^\circ \sim 4.6^\circ$,SEM 值为 3.2° ^[71]。Cobb 角测量误差主要来源于端椎选择的差异、评测者经验及患者不同体位等因素。

二、AIS 的 CT 评估

推荐意见 8:推荐通过脊柱 CT 检查评估合并椎体异常患者的骨性畸形情况;制订术前计划。(推荐强度及证据分级:1B)

推荐原理:CT 能够显示 AIS 椎体在水平面上骨性结构特征,可直接评估椎体旋转角度^[73]。作为

AIS 患者术前的常规检查项目,CT 检查能够评估椎弓根的异常形态;通过模拟椎弓根螺钉的大小,提高术中椎弓根螺钉置入准确率和手术安全性^[74]。然而,全脊柱 CT 成像产生大量的电离辐射,严重威胁青少年患者的身体健康。

证据总结:CT 成像的优势在于清楚地显示 AIS 椎体的骨性结构,评估椎体旋转角度及椎弓根形态变化。Aaro-Dahlborn 方法和 Ho 方法是 CT 水平面图像上测量 AIS 椎体旋转角度的常用方法。Aaro-Dahlborn 方法的评测者内/间测量误差值为 1.76° ,Ho 方法的评测者内/间测量误差值为 1.18° ,两种测量方法的信度均较高^[75]。与 X 线相比,CT 能更加准确地反映出手术前后椎体旋转角度的变化^[73]。

三、AIS 的 MRI 评估

推荐意见 9:推荐通过脊柱 MRI 检查评估伴有神经症状、非典型侧凸弯型、侧凸合并椎管内异常患者的脊髓和神经系统。(推荐强度及证据分级:1B)

推荐原理:MRI 能提供椎旁软组织、椎间盘、韧带等信息,评估脊髓病变如脊髓纵裂、脊髓栓系、脊髓空洞等,减少手术并发症^[76-77]。但是,MRI 费用较高且骨结构显示不良、缺乏整体观,故不建议用于脊柱侧凸的常规检查。

证据总结:2020 年中华医学会骨科学分会脊柱外科学组制订的筛查指南建议,对于非典型 AIS 通过 MRI 评估潜在病变^[20]。研究表明,MRI 可有效地识别侧凸合并椎管内异常的患者,其灵敏度为 95%,特异度为 97%^[78]。

四、AIS 的姿势体态评估

推荐意见 10:推荐对 AIS 进行姿势体态评估,采用体格检查、Adam 前屈试验、ATR 测量、表面形貌学及相关评估量表的方法。(推荐强度及证据分级:2C)

推荐原理:AIS 导致青少年姿势体态异常^[7-8]。姿势与体态评估的常用方法包括体格检查、Adam 前屈试验、ATR 测量、表面形貌学方法等。表面形貌学方法是一种非侵入性、无辐射的客观评估方法,在识别 Cobb 角 $\geq 20^\circ$ 的 AIS 引起的体态异常方面有较高的信度与效度^[79]。此外,Walter Reed 视觉评估量表 (WRVAS)^[80]、脊柱外观问卷 (SAQ)^[81] 和躯干外观感知量表 (TAPS)^[82] 是评估患者对其躯干畸形感知的有效工具,显示出良好的分数分布、内部一致性、信度和效度,具有区分疾病严重程度的



能力。

证据总结:2016年SOSORT指南将姿势体态改善作为AIS治疗的主要目标^[10]。2022年2月国家体育总局发布了《儿童青少年身体姿态测试指标与方法》，为青少年不良姿势体态评估工作提供了参照标准^[83]。

一项2024年的回顾性研究对表面形貌学图像进行logistic回归分析,在1283张被诊断为AIS的X线片中,表面形貌学识别胸椎脊柱侧凸的准确率为83%,胸腰椎/腰椎的准确率为74%,全脊柱的准确率为80%^[79]。一篇2022年的系统评价,共纳入18项研究,结果显示表面形貌学在矢状面和冠状面上测量结果具有良好到极好的信度和效度^[84]。

此外,WRVAS是一种评估AIS对其躯干畸形感知的有效工具,其评估条目与Cobb角($r=0.4\sim 0.7$)相关性高,且具有较高的内部一致性(Cronbach's $\alpha=0.9$)^[80],但不能反映不同的侧凸类型^[85]。

SAQ通过图像与问题结合的方式评估AIS对脊柱畸形外观的主观感受,其评估条目具有良好到极好的可靠性(Spearman's $Rho=0.57\sim 0.99$)和较高的内部一致性(Cronbach's $\alpha>0.7$)^[81],且简体中文版SAQ量表在中国AIS中具有良好的信度和效度^[86]。

TAPS也是一种评估患者对其躯干畸形感知的有效工具,具有良好的内部一致性(Cronbach's $\alpha 0.84$),评测者间信度ICC为0.14~0.63,评测者内信度ICC为0.35~0.99^[82]。

五、AIS的足底压力评估

推荐意见 11:不推荐对AIS进行足底压力评估;对存在足部畸形或足部不适症状的AIS必要时考虑足底压力评估。(推荐强度及证据分级:2C)

推荐原理:大多数AIS存在躯干失衡及足底压力异常^[87-88]。在中、重度AIS中,足弓指数及足压分布与健康对照组相比存在显著差异^[89-90]。然而,没有证据表明足底压力异常与AIS的发生及进展有关。目前,足底压力评估主要用于与下肢相关的力学异常、足部畸形、足部不适等^[91],对AIS诊疗的意义有限。对存在足部畸形或足部不适的AIS,异常的足部位置关系或不适会影响躯干平衡及引发疼痛问题,此类患者必要时可考虑足底压力评估。

证据总结:目前,关于AIS足底受力异常的报道较多,但缺乏AIS进行足底压力评估必要性的直接证据。一篇2021年的横断面研究,共纳入64例AIS受试者,发现中、重度AIS的足部姿势、步态周

期和足底压力分布显著异常^[89]。

第五部分 AIS的活动参与能力评估

一、AIS的生活质量评估

推荐意见 12:推荐优先使用SRS-22中文版量表进行AIS生活质量评估。(推荐强度及证据分级:1A)

推荐原理:AIS对儿童和青少年的生理、心理和社会适应性造成多重打击,引起青少年的活动能力降低,造成居家、学习、生活等参与能力障碍,影响生活质量^[92]。生活质量评估是AIS治疗和预后的重要结局指标^[9-10]。在临床中使用问卷或量表评价AIS的生活质量^[93]。其中,SRS-22中文版具有较高的信度、效度和文化适应性,被推荐用于AIS生活质量评估^[66, 94]。

证据总结:2011年、2016年SOSORT指南均强调了AIS治疗效果需要关注生活质量的改善情况^[9-10]。SRS-22在AIS非手术治疗的结局问卷中使用率达到40.5%,是目前最常用的评估AIS生活质量的问卷^[93]。中文版SRS-22问卷的信度与效度研究结果总体Cronbach's α 系数为0.88,重测相关系数为0.97;其中,问卷内功能、疼痛、自我形象、心理健康和满意度模块的重测相关系数分别为0.80、0.96、0.96、0.95和0.91^[66, 94]。因此,中文版SRS-22问卷,可用于我国AIS的生活质量评估。

第六部分 AIS的康复治疗

一、物理治疗

(一)核心力量训练

推荐意见 13:推荐在AIS治疗中增加核心力量训练。(推荐强度及证据分级:1C)

推荐原理:核心肌群维持躯干的平衡和稳定^[95]。研究发现,AIS的发生和进展可能与椎旁肌功能障碍有关^[45, 96]。核心力量训练(3次/周,8~12周)能有效延缓轻中度AIS(Cobb角 $<45^\circ$)的侧凸进展、缓解疼痛、改善呼吸功能^[97-100]。然而,对中度AIS(Cobb角 $20^\circ\sim 45^\circ$)患者,核心力量训练应配合支具及其他治疗共同使用^[97]。

证据总结:一篇2021年的系统评价纳入了9项研究(7项为AIS,2项为成人脊柱侧凸),共325名受试者,无论是青少年还是成人脊柱侧凸,相比对照组而言,核心力量训练均可显著降低Cobb角,提

高生活质量,但是对 ATR 无显著改善^[99]。2017 年一项随机对照研究发现核心力量训练和传统运动训练在 Cobb 角、ATR、躯干不对称、躯干美容畸形和生活质量方面差异均无统计学意义,但核心力量训练能显著改善 AIS 疼痛^[97]。另一篇 2022 年的系统评价纳入了 13 项研究^[97],共 412 例 AIS 患者,核心力量训练可改善 Cobb 角,提高生活质量,但 ATR 改善无统计学差异^[100],而且 Schroth 的效应量更大。

(二) 脊柱侧凸特定性训练

推荐意见 14: 推荐对轻中度 AIS(Cobb 角 $<45^\circ$) 进行脊柱侧凸特定性训练(PSSE)。(推荐强度及证据分级:1B)

推荐原理: 2016 年 SOSORT 指南推荐采用 PSSE 预防和控制轻中度 AIS 进展^[10]。对于轻中度 AIS,PSSE 单独或联合脊柱支具治疗 6 个月后,明显控制脊柱侧凸进展,提高生活质量^[101]。大部分研究推荐 PSSE 处方为每周 3~5 次,每次 60~90 min,持续 10~24 周^[102]。然而,PSSE 在轻中度 AIS 中的长期疗效尚未确定,且缺乏其用于重度 AIS(Cobb 角 $>45^\circ$) 的直接证据^[103-104]。

证据总结: 一篇系统评价纳入了 6 项随机对照试验研究,共 144 例轻中度 AIS,比较 PSSE 与其他保守治疗方法,如观察、脊柱支具、本体感觉神经肌肉促进疗法、普拉提和核心力量训练的效果,研究发现 PSSE 治疗 8~24 周后,显著降低 Cobb 角和 ATR,且提高生活质量^[105]。另一篇纳入 12 项研究、共 546 例轻中度 AIS 的系统评价显示,PSSE 或联合其他保守治疗可有效降低 Cobb 角,特别是连续 16 周以上的训练可使脊柱侧凸 Cobb 角降低 $5^\circ\sim 8^\circ$ 。此外,目前关于 PSSE 在轻中度 AIS 中的疗效研究随访时间均较短,一篇纳入 17 项研究、共 930 例 AIS 的系统评价中,仅有 5 项研究进行了随访,其中最随访时间为 1 年^[106]。

2024 年发表在 Cochrane 数据库的一篇最新系统评价,总纳入 13 项随机对照研究,共计 583 例 AIS 受试者,系统总结了 PSSE 对比无治疗组、PSSE 联合支具对比单独支具治疗组、PSSE 对比其他治疗性训练组。低质量证据表明,除 Cobb 角以外,PSSE 和无治疗组在 ATR、腰部不对称、姿势体态、自我形象和生活质量方面没有显著性差异;与单独支具治疗组相比,PSSE 联合支具能够显著降低 Cobb 角,但在姿势体态、自我形象和生活质量方面差异均无统计学意义;与其他治疗性训练组比较,PSSE 可能降低了 ATR,控制了脊柱侧凸进展风险,

但在 Cobb 角和生活质量方面无显著差异^[104]。

(三) 体操

推荐意见 15: 在临床康复过程中,建议将体操作为轻度 AIS(Cobb 角 $10^\circ\sim 20^\circ$) 的辅助治疗。(推荐强度及证据分级:2D)

推荐原理: 研究发现,体操可改善轻度 AIS 脊柱两侧肌肉失衡,预防肌肉萎缩和脊柱僵硬^[107-108]。然而,目前尚缺乏高质量的临床研究证据。

证据总结: 目前国内外关于体操应用于 AIS 的研究较少。国内少部分学者报道了自创体操可改善轻度 AIS 脊柱两侧肌肉失衡及灵活性,但研究中纳入对象为单胸弯或单腰弯患者,且未考虑脊柱旋转角度,因此结论可靠性有待进一步验证^[107-108]。此外,采用体操配合俯卧位下肢悬吊牵引可改善 AIS 患者的疼痛,并有利于脊柱冠状面侧凸与水平面旋转的改善^[109]。

(四) 牵引

推荐意见 16: 不推荐轻中度 AIS 进行牵引治疗;对于重度及需要手术的 AIS,必要时可考虑辅助进行牵引治疗。(推荐强度及证据分级:2D)

推荐原理: 牵引治疗旨在改善脊柱及软组织的延展性。目前,重度脊柱侧凸患者术前采用头盆环牵引,改善脊柱侧凸和肺功能,且降低手术风险^[110-112]。但对于保守治疗,目前并无相关证据支持其疗效。

证据总结: 一篇 2022 年的系统评价共纳入 24 项研究,694 例受试者。结果显示与牵引前数值相比,牵引和手术后冠状面 Cobb 角平均减少分别为 27.66° 和 47.43° ,矢状面 Cobb 角减少分别为 27.23° 和 36.77° ,用力肺活量(FVC)增加 8.44% ^[111]。一篇 2023 年的系统评价共纳入了 8 项研究、共 210 例重度脊柱侧凸患者,结果显示术前头盆环牵引显著降低冠状面 Cobb 角和矢状面 Cobb 角,提高 FVC 和第 1 秒用力呼气量(FEV1)^[112]。然而,头盆环牵引的不良反应发生率为 $6.6\%\sim 26.7\%$ ^[112]。

二、作业治疗

推荐意见 17: 推荐对 AIS 进行作业治疗干预。(推荐强度及证据分级:2D)

推荐原理: 多篇高质量指南中均提出日常生活活动能力、心理社会功能等方面的重要性^[9-10]。作业治疗以生活重建为核心,将脊柱侧凸的矫正作为一种生活和学习的方式,将可能是一种帮助 AIS 更好地回归到家庭和社会的方法。

证据总结: 目前针对作业治疗干预 AIS 的文献

报道较少。

三、康复工程

(一) 支具

推荐意见 18: 推荐 Cobb 角 $>20^\circ$ 、Risser 征 ≤ 3 级、侧凸有较高进展风险的 AIS 进行支具治疗。(推荐强度及证据分级: 1A)

推荐原理: 根据制作材料不同, 脊柱支具分为硬性和软性两大类。其中, 硬性支具治疗 AIS 的有效性已被大量报道, 本指南中支具特指硬性支具。2016 年 SOSORT 指南建议支具治疗适用于 Cobb 角 $>20^\circ$, Risser 征 ≤ 3 级的 AIS^[10]。对于 Cobb 角在 $45^\circ \sim 60^\circ$, 支具的应用存在争议^[10]。支具通过三点力和抗旋系统能有效控制侧凸进展, 降低手术率^[113-115]; 支具的矫正效果与初始支具内矫正率、脊柱柔韧性和患者依从性直接相关^[116-117]。因此, 建议在初次佩戴支具后, 进行全脊柱正侧位 X 线检查以确定初始支具内矫正效果^[118]。一般情况下, 建议佩戴支具矫正的 AIS 患者每 6~12 个月进行一次全脊柱正侧位 X 线复查, 复查拍片时不带支具; 对于生长高峰期的 AIS, 建议每 4~6 个月进行一次复查^[118]。对于生长期具有较高进展风险的 AIS, 建议支具佩戴时间每天不低于 18 h^[116]。另外, 佩戴期间支具对 AIS 患者生活质量的影响仍存在争议^[27, 119-120]。

根据 SOSORT 指南, 支具停止治疗的时机为骨骼发育成熟^[10]。目前, 对于支具停止的方式缺乏循证医学证据。最近的研究表明, 立即停止支具佩戴和逐步减少支具佩戴时间至完全脱掉支具, 两者对侧凸 Cobb 角变化、侧弯进展、躯干平衡和生活质量方面无显著差异^[121]。支具停止治疗时 AIS 的侧凸角度、剩余生长潜能和运动功能与侧凸进展风险密切相关。

证据总结: 2013 年《新英格兰医学杂志》上发表的一项多中心研究, 包含随机队列 (116 例) 和偏好队列 (126 例), 以骨骼发育成熟时 Cobb 角 $\leq 50^\circ$ 作为治疗有效性; 结果显示, 支具组的治疗有效率为 72%, 而观察组仅为 48%^[114]。2017 年的一项荟萃分析采用 SRS-22 或改良的 SRS-22 问卷评估支具组的生活质量, 共纳入 7 项研究; 结果显示, 两组在疼痛、自我形象、心理健康和功能活动方面无显著差异, 但支具组在满意度和总分上显著优于观察组^[119]。一项 2018 年发表在 JAMA 的系统综述, 总结了支具治疗对 AIS (Cobb 角 $<50^\circ$) 健康状况和侧弯角度的改善情况。其中, 4 项临床对照研究 (共纳入 587 例 AIS 受试者) 提供了支具控制 AIS 侧弯进

展的证据; 2 项队列研究 (纳入 339 例 AIS 受试者) 发现与接受手术或未治疗组对比, 佩戴支具给受试者带来了负面的治疗体验; 1 项随机对照试验联合队列设计的研究 (纳入 242 例 AIS 受试者) 指出支具治疗引起躯干皮肤问题和疼痛^[27]。一项 2022 年纳入了 26 项研究的系统评价表明, 脊柱柔韧性 $<28\%$ 、初始支具内矫正效果不佳是支具治疗失败的高危因素^[117]。2024 年 JAMA Pediatrics 上发表的一项随机对照研究, 他们将 369 例达到支具停止治疗标准的 AIS 受试者随机分为: 逐步停止支具组 ($n=176$, 夜间穿戴支具 6 个月后再停止支具) 和立即停止支具组 ($n=193$, 在招募时立即停止支具治疗), 评估两组在支具停止治疗后的 6、12 和 24 个月的 Cobb 角和躯干平衡变化, 其中 284 例 (77.0%) 完成 24 个月的随访。结果显示, 立即停止支具组和逐步停止支具组的 Cobb 角变化在完全停止支具治疗后 6、12 和 24 个月均无显著差异; 侧凸加重的 AIS 受试者数量相似; 躯干平衡和生活质量的变化显示组间无显著差异^[121]。

(二) 矫形鞋垫

推荐意见 19: 不推荐单独使用矫形鞋垫对 AIS 进行治疗; 对伴有足部畸形或下肢生物力学异常的 AIS, 必要时可考虑矫形鞋垫辅助治疗。(推荐强度及证据分级: 2C)

推荐原理: AIS 常伴有骨盆倾斜、下肢生物力学异常及步态异常^[88], 但上述问题与 AIS 进展呈弱相关性^[117]。尽管矫形鞋垫具有调整足底压力、改善姿势、缓解足部疼痛等作用^[122-123], 但尚无研究证实矫形鞋垫能够控制 AIS 的侧凸进展。因此, 对伴有足部畸形或下肢生物力学异常的 AIS, 必要时可考虑矫形鞋垫辅助治疗, 用于调整下肢生物力线和缓解疼痛症状^[124]。

证据总结: 目前尚无高质量系统评价或随机对照试验证明矫形鞋垫治疗 AIS 的有效性^[122-123]。一篇 2022 年的随机对照试验, 纳入 31 例 AIS, 结果发现在治疗 6 个月后, 矫形鞋垫没有显著增强支具和运动对 AIS 的 Cobb 角和 ATR 矫正效果, 但对于矢状及冠状平衡指数有积极影响^[124]。

综上, 本指南依据 WHO 指南制订规范和标准, 针对 AIS 筛查、康复评估和康复治疗共 19 个重要临床问题进行了基于循证医学证据的推荐, 旨在推动我国 AIS 康复评估与治疗的规范化发展。然而, 文中所获的部分临床证据质量不高, 相关推荐意见强度弱, 如 AIS 的姿势体态评估、足底压力评估和矫

形鞋垫,需要进一步开展前瞻性多中心临床随机对照试验。目前关于作业治疗、体操的研究数量少、研究异质性大,造成证据质量低,尚有待进一步临床研究。本指南是基于文献和专家的意见制订,不具有法律效力,其内容也将随着医学证据的演进而不断更新,实施时应结合临床具体情况综合考虑。

本指南制订专家委员会名单

牵头专家:何成奇(四川大学华西医院康复医学中心);仇建国(中国医学科学院北京协和医院骨科);俞杭平(浙江大学医学院 浙江大学上海高等研究院)

执笔专家:王谦(四川大学华西医院康复医学中心);余可谊(中国医学科学院北京协和医院骨科);李子全(中国医学科学院北京协和医院骨科)

制订专家(按姓氏汉语拼音排序):杜青(上海交通大学医学院附属新华医院康复医学科);邓幼文(中南大学湘雅三医院脊柱外科);丁桃(昆明医科大学第一附属医院康复医学科);黄文生(香港理工大学生物医学工程学系);矫伟(北京体育大学运动医学与康复学院);李金贤(新疆维吾尔自治区人民医院康复医学科);林坚(浙江大学附属浙江医院康复医学科);刘劲松(中国康复研究中心假肢矫形部);刘立岷(四川大学华西医院骨科);刘忠良(吉林大学第二医院康复医学科);罗庆禄(南方医科大学第十附属医院康复医学科);吕粟(四川大学华西医院放射科);姜俊良(四川大学华西医院康复医学中心);姜为民(苏州大学附属第一医院骨科);石芝喜(广东省工伤康复医院物理治疗科);宋振华(海口市人民医院康复医学科);万里(南京医科大学第一附属医院康复医学中心);王楚怀(中山大学附属第一医院康复医学科);王春南(沈阳市儿童医院康复医学科);王海明(郑州大学第一附属医院康复医学科);王林峰(河北医科大学第三医院脊柱骨科);王升儒(中国医学科学院北京协和医院骨科);王宇(北京大学第一医院骨科);王征(解放军总医院骨科医学部);肖登(重庆医科大学附属大学城医院康复医学科);谢凌锋(华中科技大学同济医学院附属同济医院康复医学科);解益(郑州大学第五附属医院康复工程科);闫金玉(内蒙古医科大学第二附属医院康复医学科);杨霖(四川大学华西医院康复医学科);姚子明(首都医科大学附属北京儿童医院骨科);岳寿伟(山东大学齐鲁医院康复医学科);赵永飞(解放军总医院骨科医学部);周君(南华大学第一附属医院康复医学科);朱泽章(南京大学医学院附属鼓楼医院骨科)

方法学专家:杜亮(四川大学华西医院中国循证医学中心);朱思亿(四川大学华西医院康复医学中心)

外审专家(按姓氏汉语拼音排序):陈丽霞(中国医学科学院北京协和医院康复医学科);崔延超(西安交通大学第一附属医院康复医学科);冯珍(南昌大学附属康复医院);李艳(中南大学湘雅二医院康复医学科);刘学勇(中国医科大学盛京医院康复医学中心);吴会东(昆明医科大学康复学院);吴南(中国医学科学院北京协和医院骨科);袁望舒(中国医学科学院北京协和医院康复医学科);郑召民(中山

大学附属第一医院脊柱外科);周许辉(海军军医大学第二附属医院脊柱外科)

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, et al. Adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Lancet*, 2008, 371(9623): 1527-1537. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60658-3.
- Altaf F, Gibson A, Dannawi Z, et al. Adolescent idiopathic scoliosis[J]. *BMJ*, 2013, 346: f2508. DOI: 10.1136/bmj.f2508.
- Fong DY, Lee CF, Cheung KM, et al. A meta-analysis of the clinical effectiveness of school scoliosis screening[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(10): 1061-1071. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181bccc835.
- 徐帅, 苏永佳, 王振波, 等. 中国大陆中小学生脊柱侧凸的患病特点: 关于 72 项研究的 Meta 分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2021, 31(10): 901-910.
- Luk KD, Lee CF, Cheung KM, et al. Clinical effectiveness of school screening for adolescent idiopathic scoliosis: a large population-based retrospective cohort study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(17): 1607-1614. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181c7cb8c.
- Cheng JC, Castelein RM, Chu WC, et al. Adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2015, 1: 15030. DOI: 10.1038/nrdp.2015.30.
- Chen X, Ye Y, Zhu Z, et al. Association between incorrect postures and curve magnitude of adolescent idiopathic scoliosis in china[J]. *J Orthop Surg Res*, 2024, 19(1): 300. DOI: 10.1186/s13018-024-04767-z.
- Yan B, Lu X, Qiu Q, et al. Association between incorrect posture and adolescent idiopathic scoliosis among Chinese adolescents: findings from a large-scale population-based study[J]. *Front Pediatr*, 2020, 8: 548. DOI: 10.3389/fped.2020.00548.
- Negrini S, Aulisa AG, Aulisa L, et al. 2011 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth[J]. *Scoliosis*, 2012, 7(1): 3. DOI: 10.1186/1748-7161-7-3.
- Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth[J]. *Scoliosis Spinal Disord*, 2018, 13: 3. DOI: 10.1186/s13013-017-0145-8.
- Institute of Medicine. Clinical practice guidelines we can trust[M]. Washington DC: the National Academies Press, 2011.
- World Health Organization. WHO handbook for guideline development-2nd ed[M]. Geneva: WHO Press, 2014.
- Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, et al. AGREE II : advancing guideline development, reporting and evaluation in health care[J]. *CMAJ*, 2010, 182(18): E839-E842. DOI: 10.1503/cmaj.090449.
- Chen Y, Yang K, Marušić A, et al. A reporting tool for practice guidelines in health care: the RIGHT statement [J]. *Ann Intern Med*, 2017, 166(2): 128-132. DOI: 10.7326/M16-1565.
- Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews[J]. *BMC*

- Med Res Methodol, 2007, 7: 10. DOI: 10.1186/1471-2288-7-10.
- [16] Higgins JP, Altman DG, Gøtzsche PC, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials[J]. *BMJ*, 2011, 343: d5928. DOI: 10.1136/bmj.d5928.
- [17] Whiting PF, Rutjes AW, Westwood ME, et al. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies[J]. *Ann Intern Med*, 2011, 155(8): 529-536. DOI: 10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009.
- [18] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses[J]. *Eur J Epidemiol*, 2010, 25(9): 603-605. DOI: 10.1007/s10654-010-9491-z.
- [19] Guyatt G, Oxman AD, Akl EA, et al. GRADE guidelines: 1. introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables[J]. *J Clin Epidemiol*, 2011, 64(4): 383-394. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2010.04.026.
- [20] 中华医学会骨科学分会脊柱外科学组. 中国青少年脊柱侧凸筛查临床实践指南及路径指引[J]. *中华骨科杂志*, 2020, 40(23): 1574-1582. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20201108-00643.
- [21] Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis[J]. *J Child Orthop*, 2013, 7(1):3-9. DOI: 10.1007/s11832-012-0457-4.
- [22] Marya S, Tambe AD, Millner PA, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a review of aetiological theories of a multifactorial disease[J]. *Bone Joint J*, 2022, 104-B(8): 915-921. DOI: 10.1302/0301-620X.104B8.BJJ-2021-1638.R1.
- [23] Leaver JM, Alvik A, Warren MD. Prescriptive screening for adolescent idiopathic scoliosis: a review of the evidence [J]. *Int J Epidemiol*, 1982, 11(2):101-111. DOI: 10.1093/ije/11.2.101.
- [24] Morrissy RT. School screening for scoliosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1999, 24(24): 2584-2591. DOI: 10.1097/00007632-199912150-00005.
- [25] Plaszewski M, Nowobilski R, Kowalski P, et al. Screening for scoliosis: different countries' perspectives and evidence-based health care[J]. *Int J Rehabil Res*, 2012, 35(1):13-19. DOI: 10.1097/MRR.0b013e32834df622.
- [26] Deurloo JA, Verkerk PH. To screen or not to screen for adolescent idiopathic scoliosis? A review of the literature [J]. *Public Health*, 2015, 129(9):1267-1272. DOI: 10.1016/j.puhe.2015.07.021.
- [27] Dunn J, Henrikson NB, Morrison CC, et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: evidence report and systematic review for the US Preventive Services Task Force[J]. *JAMA*, 2018, 319(2): 173-187. DOI: 10.1001/jama.2017.11669.
- [28] Kuznia AL, Hernandez AK, Lee LU. Adolescent idiopathic scoliosis: common questions and answers[J]. *Am Fam Physician*, 2020, 101(1):19-23.
- [29] 张浩, 张宁, 陈宣银, 等. 青少年脊柱侧弯流行病学调查现状[J]. *南昌大学学报(医学版)*, 2022, 62(6):97-100, 106. DOI: 10.13764/j.cnki.ncdm.2022.06.019.
- [30] Karachalios T, Roidis N, Papagelopoulos PJ, et al. The efficacy of school screening for scoliosis[J]. *Orthopedics*, 2000, 23(4): 386-391; quiz 392-393. DOI: 10.3928/0147-7447-20000401-21.
- [31] Bunnell WP. Selective screening for scoliosis[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2005, (434): 40-45. DOI: 10.1097/01.blo.0000163242.92733.66.
- [32] Grivas TB, Vasiliadis E, Savvidou OD, et al. What a school screening program could contribute in clinical research of idiopathic scoliosis aetiology[J]. *Disabil Rehabil*, 2008, 30(10):752-762. DOI: 10.1080/09638280802041086.
- [33] Grivas TB, Vasiliadis ES, O'Brien JP. How to improve the effectiveness of school screening for idiopathic scoliosis [J]. *Stud Health Technol Inform*, 2008, 135:115-121.
- [34] Grivas TB, Vasiliadis ES, Rodopoulos G, et al. School screening as a research tool in epidemiology, natural history and aetiology of idiopathic scoliosis[J]. *Stud Health Technol Inform*, 2008, 135:84-93.
- [35] Sabirin J, Bakri R, Buang SN, et al. School scoliosis screening programme-a systematic review[J]. *Med J Malaysia*, 2010, 65(4):261-267.
- [36] Labelle H, Richards SB, De Kleuver M, et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: an information statement by the scoliosis research society international task force [J]. *Scoliosis*, 2013, 8:17. DOI: 10.1186/1748-7161-8-17.
- [37] Plaszewski M, Bettany-Saltikov J. Are current scoliosis school screening recommendations evidence-based and up to date? A best evidence synthesis umbrella review[J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(12): 2572-2585. DOI: 10.1007/s00586-014-3307-x.
- [38] Altaf F, Drinkwater J, Phan K, et al. Systematic review of school scoliosis screening[J]. *Spine Deform*, 2017, 5(5): 303-309. DOI: 10.1016/j.jspd.2017.03.009.
- [39] 梁颖, 许开英, 冯珍. 青少年特发性脊柱侧弯的研究进展[J]. *实用临床医学*, 2021, 22(2): 101-106. DOI: 10.13764/j.cnki.lcsy.2021.02.028.
- [40] 蒋志成, 徐慧琼, 万宇辉, 等. 儿童青少年脊柱弯曲异常筛查研究进展[J]. *中国学校卫生*, 2021, 42(2): 312-315. DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2021.02.037.
- [41] Adobor RD, Rimeslatten S, Steen H, et al. School screening and point prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in 4000 Norwegian children aged 12 years[J]. *Scoliosis*, 2011, 6:23. DOI: 10.1186/1748-7161-6-23.
- [42] Danielsson AJ, Romberg K, Nachemson AL. Spinal range of motion, muscle endurance, and back pain and function at least 20 years after fusion or brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(3): 275-283. DOI: 10.1097/01.brs.0000197652.52890.71.
- [43] Mehkri Y, Hernandez J, McQuerry JL, et al. Global spine range of motion in patients with adolescent idiopathic scoliosis before and after corrective surgery[J]. *Cureus*, 2021, 13(11):e19362. DOI: 10.7759/cureus.19362.
- [44] Becker L, Li Z, Wang Z, et al. Adolescent idiopathic scoliosis is associated with muscle area asymmetries in the lumbar spine[J]. *Eur Spine J*, 2023, 32(11):3979-3986. DOI: 10.1007/s00586-023-07921-z.
- [45] Chan W, Fu SN, Chong TF, et al. Associations between paraspinal muscle characteristics and spinal curvature in conservatively treated adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review[J]. *Spine J*, 2024, 24(4): 692-720. DOI: 10.1016/j.spinee.2023.11.008.
- [46] Doran M, Öneş K, Terzibaşoğlu AM, et al. Ultrasonographic evaluation of abdominal muscle thickness symmetry in adolescent idiopathic scoliosis: a



- case-controlled study[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2021, 57(6):968-976. DOI: 10.23736/S1973-9087.21.06833-7.
- [47] Kim DK, Kim CY, Lee BK, et al. A comparison of ultrasonography measurement on the abdominal muscle thickness between adolescent idiopathic scoliosis and healthy subjects[J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2018, 31(1):65-74. DOI: 10.3233/BMR-169667.
- [48] Eyvazov K, Samartzis D, Cheung JP. The association of lumbar curve magnitude and spinal range of motion in adolescent idiopathic scoliosis: a cross-sectional study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2017, 18(1): 51. DOI: 10.1186/s12891-017-1423-6.
- [49] Barba N, Ignasiak D, Villa T, et al. Assessment of trunk muscle activation and intervertebral load in adolescent idiopathic scoliosis by musculoskeletal modelling approach[J]. *J Biomech*, 2021, 114:110154. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2020.110154.
- [50] Duncombe P, Izatt MT, Pivonka P, et al. Quantifying muscle size asymmetry in adolescent idiopathic scoliosis using three-dimensional magnetic resonance imaging[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2023, 48(24):1717-1725. DOI: 10.1097/BRS.0000000000004715.
- [51] Ahonen M, Syvänen J, Helenius L, et al. Back pain and quality of life 10 years after segmental pedicle screw instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2023, 48(10): 665-671. DOI: 10.1097/BRS.0000000000004641.
- [52] Sato T, Hirano T, Ito T, et al. Back pain in adolescents with idiopathic scoliosis: epidemiological study for 43, 630 pupils in Niigata City, Japan[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(2): 274-279. DOI: 10.1007/s00586-010-1657-6.
- [53] Théroux J, Le May S, Hebert JJ, et al. Back pain prevalence is associated with curve-type and severity in adolescents with idiopathic scoliosis: a cross-sectional study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017, 42(15):E914-E919. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001986.
- [54] Théroux J, Stomski N, Hodgetts CJ, et al. Prevalence of low back pain in adolescents with idiopathic scoliosis: a systematic review[J]. *Chiropr Man Therap*, 2017, 25: 10. DOI: 10.1186/s12998-017-0143-1.
- [55] Wong A, Samartzis D, Cheung P, et al. How common is back pain and what psychosocial factors are associated with back pain in patients with adolescent idiopathic scoliosis? [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2019, 477(4): 676-686. DOI: 10.1097/CORR.0000000000000569.
- [56] Mirovsky Y, Blankstein A, Shlamkovitch N. Postural control in patients with severe idiopathic scoliosis: a prospective study[J]. *J Pediatr Orthop B*, 2006, 15(3): 168-171. DOI: 10.1097/01.bpb.0000194436.73592.d0.
- [57] Karimi MT, Kavyani M, Kamali M. Balance and gait performance of scoliotic subjects: a review of the literature[J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2016, 29(3): 403-415. DOI: 10.3233/BMR-150641.
- [58] Le Berre M, Guyot MA, Agnani O, et al. Clinical balance tests, proprioceptive system and adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(6): 1638-1644. DOI: 10.1007/s00586-016-4802-z.
- [59] Dufvenberg M, Adeyemi F, Rajendran I, et al. Does postural stability differ between adolescents with idiopathic scoliosis and typically developed? A systematic literature review and meta-analysis[J]. *Scoliosis Spinal Disord*, 2018, 13:19. DOI: 10.1186/s13013-018-0163-1.
- [60] Lau K, Law K, Kwan K, et al. Timely revisit of proprioceptive deficits in adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Global Spine J*, 2022, 12(8): 1852-1861. DOI: 10.1177/21925682211066824.
- [61] Wang H, Li T, Yuan W, et al. Mental health of patients with adolescent idiopathic scoliosis and their parents in China: a cross-sectional survey[J]. *BMC Psychiatry*, 2019, 19(1): 147. DOI: 10.1186/s12888-019-2128-1.
- [62] Mitsiaki I, Thirios A, Panagouli E, et al. Adolescent idiopathic scoliosis and mental health disorders: a narrative review of the literature[J]. *Children (Basel)*, 2022, 9(5):597. DOI: 10.3390/children9050597.
- [63] Elsamadicy AA, Koo AB, Lee M, et al. Reduced influence of affective disorders on perioperative complication rates, length of hospital stay, and healthcare costs following spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2019, 24(6): 722-727. DOI: 10.3171/2019.7.PEDS19223.
- [64] Anastasio AT, Farley KX, Rhee JM. Depression and anxiety as emerging contributors to increased hospital length of stay after posterior spinal fusion in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. *N Am Spine Soc J*, 2020, 2:100012. DOI: 10.1016/j.xnsj.2020.100012.
- [65] Catanzano AA, Newton PO, Shah VJ, et al. From PHQ-2 to SRS-22: how a depression screening tool relates to SRS scores in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Spine Deform*, 2024, 12(1): 125-131. DOI: 10.1007/s43390-023-00759-x.
- [66] Zhao L, Zhang Y, Sun X, et al. The Scoliosis Research Society-22 questionnaire adapted for adolescent idiopathic scoliosis patients in China: reliability and validity analysis[J]. *J Child Orthop*, 2007, 1(6): 351-355. DOI: 10.1007/s11832-007-0061-1.
- [67] Cheung P, Wong C, Samartzis D, et al. Psychometric validation of the EuroQoL 5-Dimension 5-Level (EQ-5D-5L) in Chinese patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Scoliosis Spinal Disord*, 2016, 11: 19. DOI: 10.1186/s13013-016-0083-x.
- [68] Lai SM, Asher M, Burton D. Estimating SRS-22 quality of life measures with SF-36: application in idiopathic scoliosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(4):473-478. DOI: 10.1097/01.brs.0000200049.94329.f4.
- [69] Kotwicki T, Negrini S, Grivas TB, et al. Methodology of evaluation of morphology of the spine and the trunk in idiopathic scoliosis and other spinal deformities-6th SOSORT consensus paper[J]. *Scoliosis*, 2009, 4: 26. DOI: 10.1186/1748-7161-4-26.
- [70] Roussouly P, Nnadi C. Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(11): 1824-1836. DOI: 10.1007/s00586-010-1476-9.
- [71] 王谦, 黄文生, 何红晨, 等. 脊柱侧凸 X 线成像评估的研究进展 [J]. *华西医学*, 2018, 33(10): 1321-1325. DOI: 10.7507/1002-0179.201710087.
- [72] Kim W, Porrino JA, Hood KA, et al. Clinical evaluation, imaging, and management of adolescent idiopathic and adult degenerative scoliosis[J]. *Curr Probl Diagn Radiol*, 2019, 48(4): 402-414. DOI: 10.1067/j.cpradiol.2018.



- 08.006.
- [73] Pankowski R, Wałejko S, Ročlawski M, et al. Intraoperative computed tomography versus Perdriolle and scoliometer evaluation of spine rotation in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Biomed Res Int*, 2015, 2015:460340. DOI: 10.1155/2015/460340.
- [74] Kuraishi S, Takahashi J, Hirabayashi H, et al. Pedicle morphology using computed tomography-based navigation system in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2013, 26(1): 22-28. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31823162ef.
- [75] Göçen S, Aksu MG, Baktiroğlu L, et al. Evaluation of computed tomographic methods to measure vertebral rotation in adolescent idiopathic scoliosis: an intraobserver and interobserver analysis[J]. *J Spinal Disord*, 1998, 11(3):210-214.
- [76] Johnson MA, Gohel S, Mitchell SL, et al. Entire-spine magnetic resonance imaging findings and costs in children with presumed adolescent idiopathic scoliosis[J]. *J Pediatr Orthop*, 2021, 41(10): 585-590. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001943.
- [77] 中华预防医学会脊柱疾病预防与控制委员会脊柱畸形学组. 半椎体所致早发先天性脊柱侧凸评估与治疗中国专家共识[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2023, 16(5):385-397. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2023.05.01.
- [78] Winter RB, Lonstein JE, Heithoff KB, et al. Magnetic resonance imaging evaluation of the adolescent patient with idiopathic scoliosis before spinal instrumentation and fusion. A prospective, double-blinded study of 140 patients[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997, 22(8):855-858. DOI: 10.1097/00007632-199704150-00005.
- [79] Gardner A, Berryman F, Pynsent P. How accurate are anatomical surface topography parameters in indicating the presence of a scoliosis? [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2024. DOI: 10.1097/BRS.0000000000004990.
- [80] Pineda S, Bago J, Gilperez C, et al. Validity of the Walter Reed Visual Assessment Scale to measure subjective perception of spine deformity in patients with idiopathic scoliosis[J]. *Scoliosis*, 2006, 1: 18. DOI: 10.1186/1748-7161-1-18.
- [81] Sanders JO, Harrast JJ, Kuklo TR, et al. The Spinal Appearance Questionnaire: results of reliability, validity, and responsiveness testing in patients with idiopathic scoliosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(24): 2719-2722. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31815a5959.
- [82] Matamalas A, D'Agata E, Sanchez-Raya J, et al. Trunk appearance perception scale for physicians (TAPS-Phy)-a valid and reliable tool to rate trunk deformity in idiopathic scoliosis[J]. *Scoliosis Spinal Disord*, 2016, 11: 24. DOI: 10.1186/s13013-016-0085-8.
- [83] 国家体育总局. 体育总局关于批准发布《儿童青少年身体姿态测试指标与方法》行业标准的公告[EB/OL][J]. 北京: 国家体育总局, 2022.
- [84] Su X, Dong R, Wen Z, et al. Reliability and validity of scoliosis measurements obtained with surface topography techniques: a systematic review[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(23):6998. DOI: 10.3390/jcm11236998.
- [85] Bago J, Climent JM, Pineda S, et al. Further evaluation of the Walter Reed Visual Assessment Scale: correlation with curve pattern and radiological deformity[J]. *Scoliosis*, 2007, 2:12. DOI: 10.1186/1748-7161-2-12.
- [86] Wei X, Zhu X, Bai Y, et al. Development of the simplified Chinese Version of the Spinal Appearance Questionnaire: cross-cultural adaptation and psychometric properties evaluation[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2012, 37(17): 1497-1504. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182407e25.
- [87] Liu Y, Li X, Dou X, et al. Correlational analysis of three-dimensional spinopelvic parameters with standing balance and gait characteristics in adolescent idiopathic scoliosis: a preliminary research on Lenke V[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2022, 10: 1022376. DOI: 10.3389/fbioe.2022.1022376.
- [88] Wen JX, Yang HH, Han SM, et al. Trunk balance, head posture and plantar pressure in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Front Pediatr*, 2022, 10: 979816. DOI: 10.3389/fped.2022.979816.
- [89] Zhu F, Hong Q, Guo X, et al. A comparison of foot posture and walking performance in patients with mild, moderate, and severe adolescent idiopathic scoliosis[J]. *PLoS One*, 2021, 16(5):e0251592. DOI: 10.1371/journal.pone.0251592.
- [90] 朱飞龙, 张明, 吴宇, 等. 青少年特发性脊柱侧弯患者足部姿势和步态特征的 3D 形态分析及生物力学评价[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(33):5294-5300.
- [91] Zulkifli SS, Loh WP. A state-of-the-art review of foot pressure[J]. *Foot Ankle Surg*, 2020, 26(1): 25-32. DOI: 10.1016/j.fas.2018.12.005.
- [92] Hsu PC, Feng CK, Huang SH, et al. Health-related quality of life in children and adolescent with different types of scoliosis: a cross-sectional study[J]. *J Chin Med Assoc*, 2019, 82(2): 161-165. DOI: 10.1097/JCMA.000000000000020.
- [93] Parent EC, Vaclavik M, Bourgoin C, et al. Inventory of patient-reported outcome measures used in the non-operative care of scoliosis: a scoping review[J]. *Children (Basel)*, 2023, 10(2): 239. DOI: 10.3390/children10020239.
- [94] Hu M, Cai Z, Yang Y, et al. Reliability and validity of the adapted Chinese version of the quality of life profile for spine deformities in adolescents with idiopathic scoliosis [J]. *Global Spine J*, 2024, 14(4): 1269-1276. DOI: 10.1177/21925682221139462.
- [95] Akuthota V, Ferreira A, Moore T, et al. Core stability exercise principles[J]. *Curr Sports Med Rep*, 2008, 7(1): 39-44. DOI: 10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69.
- [96] Shahidi B, Yoo A, Farnsworth C, et al. Paraspinal muscle morphology and composition in adolescent idiopathic scoliosis: a histological analysis[J]. *JOR Spine*, 2021, 4(3): e1169. DOI: 10.1002/jsp2.1169.
- [97] Gür G, Ayhan C, Yakut Y. The effectiveness of core stabilization exercise in adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled trial[J]. *Prosthet Orthot Int*, 2017, 41(3):303-310. DOI: 10.1177/0309364616664151.
- [98] Yildirim S, Ozyilmaz S, Elmadağ NM, et al. Effects of core stabilization exercises on pulmonary function, respiratory muscle strength, peripheral muscle strength, functional capacity, and perceived appearance in children with adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled trial[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2022, 101(8): 719-725. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001984.
- [99] Li X, Shen J, Liang J, et al. Effect of core-based exercise in people with scoliosis: a systematic review and

- meta-analysis[J]. *Clin Rehabil*, 2021, 35(5):669-680. DOI: 10.1177/0269215520975105.
- [100] Dimitrijević V, Viduka D, Šćepanović T, et al. Effects of Schroth method and core stabilization exercises on idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Spine J*, 2022, 31(12): 3500-3511. DOI: 10.1007/s00586-022-07407-4.
- [101] Gámiz-Bermúdez F, Obrero-Gaitán E, Zagalaz-Anula N, et al. Corrective exercise-based therapy for adolescent idiopathic scoliosis: systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Rehabil*, 2022, 36(5): 597-608. DOI: 10.1177/02692155211070452.
- [102] Seleviciene V, Cesnaviciute A, Strukcinskiene B, et al. Physiotherapeutic scoliosis-specific exercise methodologies used for conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis, and their effectiveness: an extended literature review of current research and practice[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(15): 9240. DOI: 10.3390/ijerph19159240.
- [103] Zhang T, Huang Z, Sui W, et al. Intensive bracing management combined with physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescent idiopathic scoliosis patients with a major curve ranging from 40°-60° who refused surgery: a prospective cohort study [J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2023, 59(2): 212-221. DOI: 10.23736/S1973-9087.23.07605-0.
- [104] Romano M, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, et al. Therapeutic exercises for idiopathic scoliosis in adolescents[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2024, 2(2): CD007837. DOI: 10.1002/14651858.CD007837.pub3.
- [105] Farooqui SHN, Hassan B, Ali Farhad. Role of conservative management in the reduction of Cobb angle among adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review[J]. *Physiother Quart*, 2023, 31(2):1-6.
- [106] Ma K, Wang C, Huang Y, et al. The effects of physiotherapeutic scoliosis-specific exercise on idiopathic scoliosis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis[J]. *Physiotherapy*, 2023, 121: 46-57. DOI: 10.1016/j.physio.2023.07.005.
- [107] 姜梦晶. 自编瑞士球操干预大学生特发性脊柱侧凸的研究[D]. 杭州:杭州师范大学,2013.
- [108] 王潇雯. 矫形体操对青少年特发性脊柱侧凸的干预与矫正[D]. 广州:广州体育学院,2018.
- [109] 苏锡文. 体操锻炼配合俯卧位下肢悬吊牵引治疗青少年特发性脊柱侧凸的临床疗效观察[D]. 福州:福建中医药大学, 2020.
- [110] Domenech P, Mariscal G, Marquina V, et al. Efficacy and safety of halo-gravity traction in the treatment of spinal deformities: a systematic review of the literature[J]. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*, 2024, 68(2): 159-167. DOI: 10.1016/j.recot.2023.05.005.
- [111] Reed LA, Mihas A, Butler R, et al. Halo gravity traction for the correction of spinal deformities in the pediatric population: a systematic review and meta-analysis[J]. *World Neurosurg*, 2022, 164:e636-e648. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.05.026.
- [112] Sun Y, Zhang Y, Ma H, et al. Halo-pelvic traction in the treatment of severe scoliosis: a meta-analysis[J]. *Eur Spine J*, 2023, 32(3): 874-882. DOI: 10.1007/s00586-023-07525-7.
- [113] Maruyama T. Bracing adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review of the literature of effective conservative treatment looking for end results 5 years after weaning[J]. *Disabil Rehabil*, 2008, 30(10):786-791. DOI: 10.1080/09638280801889782.
- [114] Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, et al. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis[J]. *N Engl J Med*, 2013, 369(16): 1512-1521. DOI: 10.1056/NEJMoa1307337.
- [115] Zaina F, Cordani C, Donzelli S, et al. Bracing interventions can help adolescents with idiopathic scoliosis with surgical indication: a systematic review[J]. *Children (Basel)*, 2022, 9(11): 1672. DOI: 10.3390/children9111672.
- [116] Dolan LA, Donzelli S, Zaina F, et al. Adolescent idiopathic scoliosis bracing success is influenced by time in brace: comparative effectiveness analysis of BraIST and ISICO cohorts[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45(17): 1193-1199. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003506.
- [117] Wong L, Cheung P, Cheung J. Curve type, flexibility, correction, and rotation are predictors of curve progression in patients with adolescent idiopathic scoliosis undergoing conservative treatment: a systematic review[J]. *Bone Joint J*, 2022, 104-B(4): 424-432. DOI: 10.1302/0301-620X.104B4.BJJ-2021-1677.R1.
- [118] Roye BD, Simhon ME, Matsumoto H, et al. Establishing consensus on the best practice guidelines for the use of bracing in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Spine Deform*, 2020, 8(4): 597-604. DOI: 10.1007/s43390-020-00060-1.
- [119] Meng ZD, Li TP, Xie XH, et al. Quality of life in adolescent patients with idiopathic scoliosis after brace treatment: a meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(19): e6828. DOI: 10.1097/MD.0000000000006828.
- [120] van den Bogaart M, van Royen BJ, Haanstra TM, et al. Predictive factors for brace treatment outcome in adolescent idiopathic scoliosis: a best-evidence synthesis [J]. *Eur Spine J*, 2019, 28(3): 511-525. DOI: 10.1007/s00586-018-05870-6.
- [121] Cheung P, Chan O, Wu H, et al. Immediate vs gradual brace weaning protocols in adolescent idiopathic scoliosis: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Pediatr*, 2024, 178(7): 657-668. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2024.1484.
- [122] Jandova S, Mendricky R. Benefits of 3D printed and customized anatomical footwear insoles for plantar pressure distribution[J]. *3D Print Addit Manuf*, 2022, 9(6): 547-556. DOI: 10.1089/3dp.2021.0002.
- [123] Daryabor A, Kobayashi T, Saeedi H, et al. Effect of 3D printed insoles for people with flatfeet: a systematic review[J]. *Assist Technol*, 2023, 35(2): 169-179. DOI: 10.1080/10400435.2022.2105438.
- [124] Wang B, Sun Y, Guo X, et al. The efficacy of 3D personalized insoles in moderate adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled trial[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 983. DOI: 10.1186/s12891-022-05952-z.

