临床论著

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

徐 帅[1],苏永佳[2],王振波[3],刘辰君[1],靳林煜[1],刘海鹰[1]

(1 北京大学人民医院脊柱外科 100044 北京市;2 阳朔县人民医院 541900 桂林市;
3 中国科学院地理科学与资源研究所 100101 北京市)

【摘要】目的:基于流行病学调查进行 Meta 分析,明确中国大陆中小学生脊柱侧凸的患病率和时间-空间分布特征。**方法:**检索数据库为 PubMed、Scopus、万方数据库、中国知网、国家科技图书文献中心及维普网,检索时间为 1980 年 1 月~2020 年 12 月。纳入文献为中小学生脊柱侧凸筛查相关横断面研究,诊断方法涉及初筛、二筛或三筛的物理检查、躯干旋转角测量、云纹图和 X 线检查等,两名人员独立提取数据(包括文献作者和发表年份、地区、筛查人数、初筛、二筛、三筛的阳性人数和侧凸类型等)并进行文献质量评价。本研究依据文献时间(2000 年前后)和调查地区(东、中、西部)进行亚组分析;整体 Meta 分析和亚组分析结果用比值比(odds ratios, ORs)和 95%可信区间(confidential interval,CI)表示。研究主要结果为侧凸初筛阳性率和确诊率,此外该研究还拟探讨患病率与地理因素的相关性。**结果:**研究共纳入 72 篇文献涉及 28 省共 2493217 名研究对象。整体初筛和二筛阳性率分别为(4.40±2.81)%和(2.18±1.68)%,确诊率平均为(1.23±1.06)%,特发性脊柱侧凸(idiopathic scoliosis,IS)平均患病率为(1.16±0.94)%。Meta 分析提示初筛和三筛女性阳性率均高于男性(OR=1.36,95%CI=1.14-1.62 和 OR=1.57,95%CI=1.37-1.80)。不论研究在 2000 年前后以及不论在东、中、西部开展筛查,亚组分析结果均与整体一致。轻度侧凸者占 79.5%,IS 在东部地区患病率低于中部地区(P=0.030)。患病率与年份和地理因素(经济发达程度、纬度、海拔)均无明确线性相关性,但患病率在 2008 年后存在逐年上升趋势。**结论:**中国大陆脊柱侧凸患病率为 1.23%且女性为男性的 1.57 倍;患病率自 2008 年后存在逐年上升趋势。

【关键词】脊柱侧凸;中小学生;中国大陆;流行病学调查;Meta 分析

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2021.10.05

中图分类号:R682.3 **文献标识码**:A **文章编号**:1004-406X(2021)-10-0901-10

The prevalence and characteristics of primary and middle-school students in China: a Meta-analysis based on 72 epidemiological research/XU Shuai, SU Yongjia, WANG Zhenbo, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2021, 31(10): 901-910

【Abstract】 Objectives: A Meta-analysis was performed based on epidemiological studies, to identify the prevalence of scoliosis as well as the spatio-temporal characteristics in primary and middle-school students in China. **Methods:** The databases of PubMed, Scopus, WanFang, CNKI, NSTL and WeiPu were screened on scoliosis from January, 1980 to December, 2020. The included studies were cross-sectional research on scoliosis of children and adolescent. The diagnosis of scoliosis based on general examination, angle of trunk rotation, moire photograph or radiography. Data extraction and quality assessment were performed by two independent reviewers, included the author and publication year, region, screening number, positive number of primary screening, second screening and third screening, and scoliosis type. Apart from overall Meta-analysis, the subgroup analysis were respectively performed in terms of study period (before and after 2000 year) and study regions(Western, Middle and Eastern Region). The analysis was to calculate odds ratios(ORs) and 95% confidential interval (CI). The prevalence of primary and final screening of scoliosis was the main outcomes.

基金项目:国家卫生健康委员会政府采购项目(编号:2127000218)

第一作者简介:男(1991-),主治医师,博士,研究方向:脊柱畸形

电话:18811792718 E-mail:1204649202@qq.com

并列第一作者:苏永佳 E-mail:405302704@qq.com

通讯作者:刘海鹰 E-mail:liuhaiying1131@sina.com

Then, the correlation between prevalence and geographical factors was also analyzed. Results: A total of 72 studies referring to 28 provinces with 2493217 participants were eligible. The mean positive rate of primary and secondary screening was (4.40±2.81)% and (2.18±1.68)%. The prevalence was (1.23±1.06)% and the prevalence of idiopathic scoliosis(IS) was (1.16±0.94)%. The positive rate by primary and final screening both showed higher in girls than boys(OR=1.36, 95%CI=1.14-1.62 and OR=1.57, 95%CI=1.37-1.80, respectively). The outcomes in subgroup analysis was in consistence with the overall analysis no matter the study period or study regions. The proportion of mild severity was 79.5%, and the prevalence of IS was lower in Eastern- than Middle-Region (*P*=0.030). There was not identified linear correlation between the prevalence and socio-demographic index, altitude and latitude, while the prevalence showed an increasing trend since 2008. **Conclusions:** The prevalence of scoliosis in primary and middle-school students in China was 1.23% and 1.57-times higher in girls. The prevalence showed an increasing trend since 2008.

【**Key words**】Scoliosis; Students of primary and middle school; Mainland China; Epidemiological research; Meta analysis

【**Author's address**】 Department of Spinal Surgery, Peking University People's Hospital, Beijing, 100044, China

脊柱侧凸是脊柱和躯干的非对称性改变所呈现的复杂的三维畸形，通常伴有椎体周围结构和生物力学的改变。目前，脊柱侧凸通过 X 线片进行诊断，通常以 Cobb 角>10°为诊断标准，而根据侧凸的位置、程度、患者发育状况和病因学等，可以将侧凸进一步分类和分型[1]。儿童和青少年群体是脊柱侧凸筛查的重点人群，但由于缺乏专业人员的监测而常常被漏诊。而针对侧凸进展期患儿，及时科学地制定干预方案，在改善畸形、稳定脊柱和缓解疼痛方面具有重要作用，甚至对心肺功能和社会心理因素均有改善[2]。与健康同龄人相比，患者可致使监护人增加 7%~27%额外支出，并且在正式干预前就会增加平均 10%的家庭负担[3]。近 30 年来，关于国内中小学脊柱侧凸的筛查工作在各地相继开展[4-6]，以便对该人群的脊柱健康进行及时监测、预防和控制。

基于巨大的人口基数，既往研究报道中国大陆中小学生脊柱侧凸患病率介于 0.11%~2.64%。2014 年一项关于 697043 人的系统综述显示中国大陆的平均脊柱侧凸患病率为 1.02%[7]。研究强调脊柱侧凸患病率受多因素影响如年龄、性别甚至身心因素，且患病率逐年增加[8,9]，但该观点备受争议。和通过影像学确诊不同，学校初筛对于发现潜在阳性患者具有重要意义，同时能为流行病学调查样本量计算和患病率预估提供证据支持。

自 2014 年以来，中国大陆开展了一系列脊柱侧凸筛查工作，但各项调查之间由于缺乏统一的流调设计方案，存在较大异质性，因此确定中国大陆的患病率并明确疾病分布特点非常困难，对于政府开展全国流调和制定脊柱侧凸防治策略提出了巨大挑战。如果能收集既往所有相关流行病学研究进行整合分析，对于中国大陆中小学生脊柱侧凸精确患病率、患病趋势和时空分布特点进行表征，能为全国范围进行统一的流调提供重要的数据支持[1,10,11]。因此，本研究拟纳入流行病学研究进行 meta 分析和系统综述，详细阐述中国大陆中小学生脊柱侧凸的患病率和空间分布特征。

1 资料与方法

1.1 检索策略

本研究已通过本中心伦理委员会审批并于 PROSPERO 系统进行注册（注册号：CRD42021231987）。检索数据库为 PubMed、Scopus、万方数据库、中国知网（China National Knowledge Infrastructure，CNKI）、国家科技图书文献中心（China National Science and Technology Digital Library，NSTL）及维普网。检索时间为 1980 年 1 月~2020 年 12 月，检索关键词为“scoliosis”、“school”、“epidemiological survey”、“screening”、“prevalence”和“China”（英文）和“脊柱侧弯”、“脊柱侧凸”、“流行病学调查”、“筛查”、“中国”（中文）。两名人员独立筛选评价文献，若有多篇研究涉及到同一样本，则以最新发表、指标最全且发表在 SCI 期刊的研究为优先。

1.2 纳入及排除标准

研究的纳入标准为：(1)研究涉及到中小学生

脊柱侧凸筛查;(2)研究在中国大陆开展;(3)诊断脊柱侧凸涉及物理检查、前屈试验(forward bending test,FBT)、测量躯干旋转角(angle of trunk rotation,ATR)、云纹图和 X 线片等影像学检查等方法;(4)研究报告了初筛率、现场二筛率或者来院三筛的确诊率(通过 X 线测量,Cobb 角大于 10°);(5)文献为中文或英文发表;(6)若两篇以上文献报道同一队列,但文献之间数据互补,则所有文献均纳入研究。排除标准为:(1)文献重复发表;(2)文献为个案报道、综述或短评等;(3)文献尚未公开发表或使用除英汉外的其他语言书写;(4)研究不详细或涉及结果不完整。

1.3 各级筛查的详细方法

本研究纳入文献涉及较多的初筛和二筛的方法,各文献描述的方法不同。本研究仅描述国际上公认的,以物理检查为主的初筛和以前屈试验(Adam 试验)+脊柱旋转测量为主的二筛。

初筛:由脊柱科主治医师进行检查。被检者暴露背部,自然站立,双足与肩等宽,双目平视,手臂下垂,掌心向内。以下 4 项中有 1 项以上为"否"即为躯干不对称,判定为阳性:①双肩是否等高;②双侧肩胛骨下角是否在同一水平面;③双侧腰凹是否对称;④棘突连线是否偏离正中线。

二筛:初筛检查被判定为阳性者,由脊柱科主任医师进行 Adam′s 试验。使被检者腰前屈至脊柱畸形最明显处,采用脊柱旋转测量仪(Scoliometer)测量脊背倾斜度,度数≥5°判定为阳性;对阳性者继续进行脊柱运动试验,若依然≥5°判定为二筛阳性。

1.4 数据提取及文献质量评估

两名人员独立提取符合条件的研究数据,任何存在意见分歧者由第三者审核。提取数据包括:(1)文献作者、发表时间和研究实施地点;(2)筛查样本量和年龄组;(3)初筛、二筛方式及初筛、二筛阳性率;(4)脊柱侧凸确诊率;(5)脊柱侧凸严重程度和类型等。

1.5 数据分析

本研究中,脊柱侧凸阳性数从文献中直接提取或通过文献原始数据计算得出;Meta 分析通过软件 Review Manager 5.3 (The Cochrane Collaboration,Oxford,United Kingdom)进行运算。有无潜在脊柱侧凸(初筛)或脊柱侧凸(三筛)视为二分类变量,利用 Mantel-Haenszel 法通过比值比(odds ratios,ORs)及 95%可信区间(confidential interval,CI)来表示。I^2 用于评估文献的异质性,I^2<50%表示异质性较低,此时 Meta 分析利用固定效应模型;I^2>50%表示异质性较大,利用随即效应模型进行[12]。Meta 分析主要针对关于初筛的阳性率和三筛的确诊率进行性别差异的分析。由于特发性脊柱侧凸(idiopathic scoliosis,IS)在该人群最为高发且具有重要的临床特殊性,因此本研究也对 IS 进行详细描述。

为降低研究异质性、减少混杂偏倚,本研究拟进行关于时间和空间的亚组分析。因此,亚组分析根据①研究开展时间(2000 年之前和 2000 年之后)[13]和②地理区域(东、中、西部)进行分层分析。此外,对脊柱侧凸患病率与研究时间、社会人口学指数(socio-demographic index,SDI)[14]、纬度和海拔等因素进行相关性分析。P<0.05 时表示结果存在统计学差异。

2 结果

研究共检索出 6350 篇文献,最终有 72 篇文献[6,9,15-84]共 2,493,217 名研究对象纳入本 Meta 分析(图 1)。所有研究在 1983 年~2020 年之间开展,研究对象年龄在 5~19 岁之间。关于北京、上海、广州和深圳的研究各有 4 篇,涉及初筛和初筛+二筛文献分别有 7 篇和 4 篇;初筛最常用的方法为物理检查(93.1%)和 FBT+ATR 检查(29.2%);直接进行三筛的有 2 篇文献(分别在兰州和拉萨)。最常用的二筛方法为云纹图检查,所有纳入研究中有 84.7%涉及 X 线检查(表 1)。

2.1 整体分析

共 57 篇文献(24 省 39 市)涉及到初筛,初筛阳性率最高的省和市分别为贵州(10.8%)和南京(13.4%),广西患病率最低(0.84%)。共 61 篇文献(24 省 39 市)涉及到精确率,香港患病率最高(3.5%)、西藏患病率最低(0.33%)。全国整体初筛和二筛阳性率分别为(4.40±2.81)%和(2.18±1.68)%;确诊率平均为(1.23±1.06)%,男性和女性确诊率分别为(0.92±0.76)%和(1.45±1.37)%。共 24 篇文献纳入初筛 Meta 分析,提示女性阳性率高于男性(OR=1.36,95%CI=1.14-1.62,P<0.001,I^2=98%)。共 48 篇文献纳入三筛 Meta 分析,提示女性确诊患病率为男性的 1.57 倍(OR=1.57,95% CI=1.37-1.80,P<0.001,I^2=93%)(图 2)。共 50 篇

图 1 文献检索和筛选流程图

Figure 1 The flow diagram presenting screening of eligible studies

文献涉及 IS,IS 平均患病率为(1.16±0.94)%。通过纳入文献逐一排除法,对该 Meta 分析进行敏感性分析,提示整体结果稳定可靠。

2.2 亚组分析

初筛阳性率根据研究时间分层,2000 年前和 2000 年后的文献分别有 7 篇和 17 篇，女生和男生在 2000 年前（OR=1.30,95%CI=1.01-1.67,P=0.04,I^2=96%）和 2000 年后（OR=1.39,95%CI=1.14-1.69,P=0.001,I^2=98%)的初筛阳性率均存在统计学差异。根据地区分层,西、中、东部分别涉及 4 篇、5 篇和 15 篇文献,所有亚组均提示性别方面存在统计学差异（OR=1.47,95%CI=1.16-1.86;OR =1.11,95% CI =1.04 -1.18;OR =1.43,95% CI = 1.14-1.79)。

患病率在 2000 年前和 2000 年后的文献分别有 12 篇和 36 篇，女生和男生在两个时间段均存在统计学差异（OR=1.42,95%CI=1.32-1.52,P<0.001,I^2=0% 和 OR =1.57,95% CI =1.41 -1.76,P<0.001,I^2=77%)。西、中、东部分别涉及 8 篇、8 篇和 32 篇文献,所有亚组均提示性别方面存在统计学差异（OR=1.53,95%CI=1.39-1.70;OR=1.58,95% CI=1.27-1.97;OR=1.56,95%CI=1.30-1.87)。

2.3 其他分析

共有 45 篇文献涉及患病率年龄组分布,但有 9 篇文献未提及具体数值，同时基于性别和年龄分布的有 19 项研究(图 3)。男性高发年龄在 14~16 岁,女性在 12~15 岁。有 42 篇文献涉及侧凸程度的分类,轻度(Cobb 角:10°~19°)和中度侧凸者(Cobb 角:20°~39°)者分别占所有患者的 79.5%和 18.1%。有 34 篇涉及到侧凸具体分型,其中先天性和神经肌肉型脊柱侧凸患病率分别为 0.53‰和 0.086‰。

对比 2000 年前后的初筛率、阳性率和 IS 患病率均无统计学差异（P=0.470、P=0.432 和 P=0.784)。初筛阳性率和确诊率在东、中、西部地区之间无统计学差异,但中部地区均值较高;而 IS 在东部地区患病率[(0.99±0.95)%]低于中部地区[(1.95±0.72)%](P=0.030)。初筛阳性率、确诊率和 IS 患病率与调查年份无明确线性相关性（P=

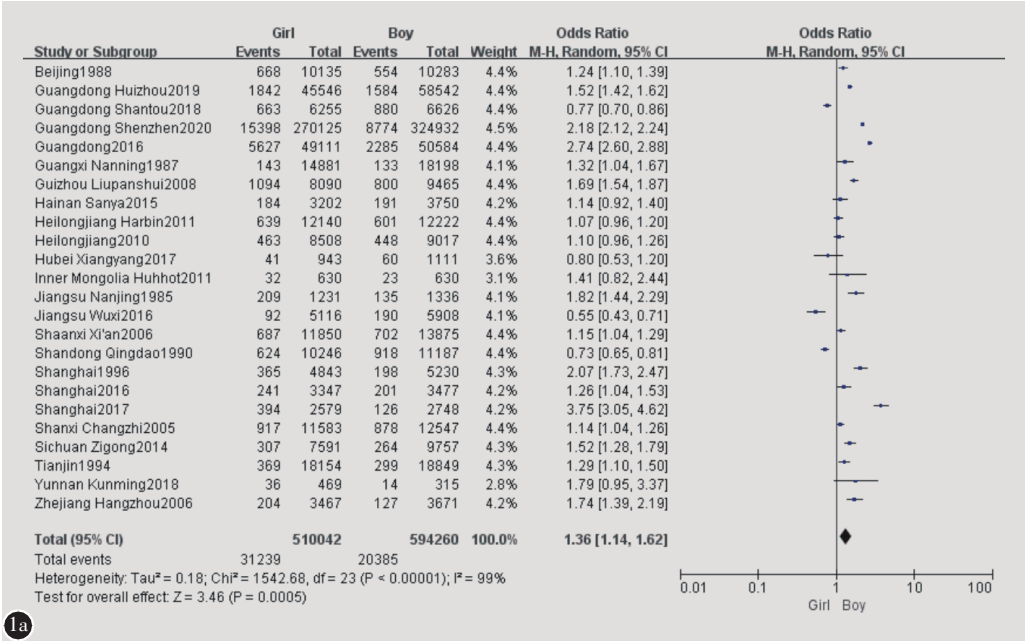
表 1 初筛和二筛的不同筛查方式

Table 1 Methods of primary and secondary screening of included studies

	初筛 Primary screening		二筛 Secondary screening	
	方法 Method	数量 n(%)	方法 Method	数量 n(%)
1	物理检查+前屈试验 PE+FBT	46(61.3)	云纹图 Moire photograph	18(40.9)
2	物理检查+躯干旋转度(>5°)PE+ATR	22(29.3)	前屈试验+躯干旋转度(>5°)FBT+ATR	11(25.0)
3	物理检查+躯干旋转度(>4°)PE+ATR	2(2.67)	脊柱运动试验+俯卧试验 Movement+Prone test	7(15.9)
4	物理检查+重锤法 PE+Plumb	2(2.67)	前屈试验+躯干旋转度(>4°)FBT+ATR	3(6.82)
5	云纹图 Moire photograph	2(2.67)	详细询问病史 Specific inquiry	2(4.55)
6	问卷调查 Questionaire	1(1.33)	前屈试验+躯干旋转度(>7°)FBT+ATR	1(2.27)
7			物理检查 PE	1(2.27)
8			“点线法”Point line	1(2.27)

注:PE,物理检查;FBT,前屈试验;ATR,躯干旋转度

Note: PE, physical examination; FBT, forward bend test; ATR, ankle of trunk rotation



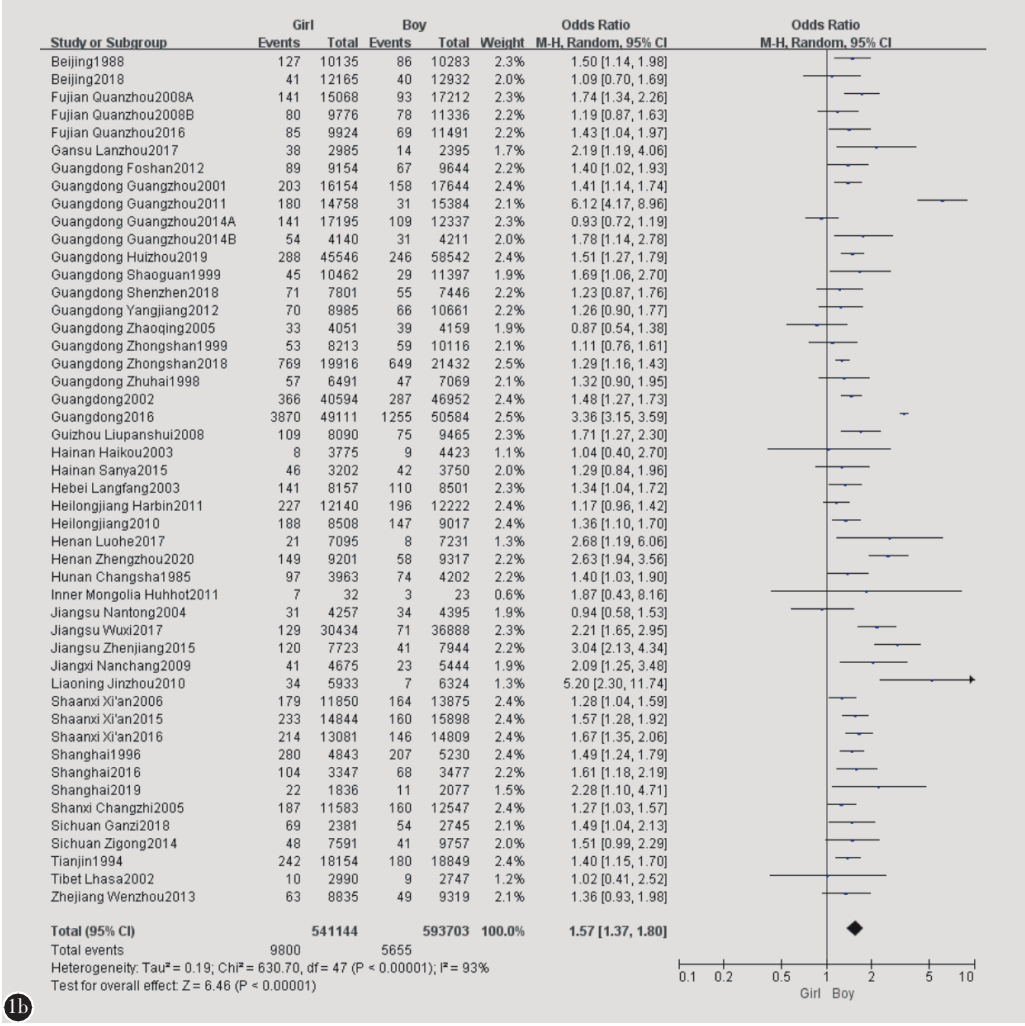


图 2 关于男女生侧凸患病率 Meta 分析森林图 **a** 初筛阳性率比较的森林图 **b** 三筛侧凸确诊率比较的森林图

Figure 2 Forest plot of total meta-analysis on prevalence of scoliosis between boys and girls **a** Forest plot on positive rate by primary screening **b** Forest plot on the prevalence of scoliosis by final screening

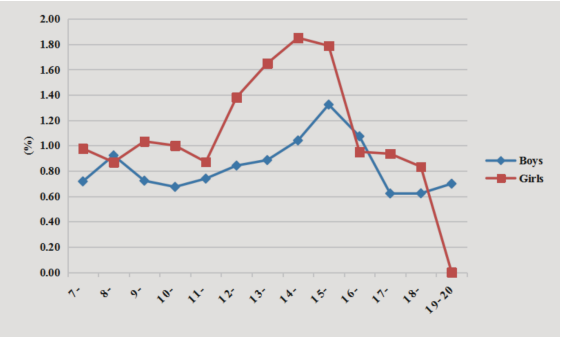


图 3 基于不同年龄段和性别的脊柱侧凸患病率分布

Figure 3 Prevalence of scoliosis in different age-group (by gender)

0.255、P=0.474 和 P=0.621)，与 SDI、纬度和海拔均无明确线性相关性(表 2)。但初筛率和患病率在 2005~2008 年后，存在逐年上升趋势(图 4)。

研究中有 9 篇文献涉及城市农村或不同地形下脊柱侧凸患病率，整体并未得出农村和城市脊柱侧凸患病率存在统计学差异；共 3 篇文献涉及不同民族患病率，无法得出汉族与少数民族患病率存在差异；共有 18 篇文献涉及到脊柱侧凸的危险因素分析，其中女性、有脊柱侧凸家族史、低 BMI、姿势不佳、背单肩包、缺钙等为脊柱侧凸的危险因素。

3 讨论

尽管中小学生脊柱侧凸筛查在多地区广泛开展，但是部分国家并不鼓励该项目实施，重要原因为该疾病患病率低、前期投入成本高而收益较低等[11,85]。在中国大陆，关于脊柱侧凸流行病学调查的现状为：调查地区局限、在不同地区数据异质性大、缺乏专业流行病学方案设计、数据数量和质量有限等。尽管既往流行病学研究存在局限性，但作为国内脊柱侧凸患病率的第一手资料，对该类研究进行整合分析仍具有的社会价值[6]。面对大陆巨大的人口基数和国土面积，结合既往儿童青少年脊柱侧凸患病率，可以预测中小学生脊柱侧凸数量是非常庞大的。因此，明确中国中小学生脊柱侧凸的时间和空间分布，具有重要的重要的公共卫生意义和临床价值。

2014年，一项关于中国大陆青少年脊柱侧凸的系统综述纳入 38 项研究和 697043 研究对象，得出中小学生脊柱侧凸患病率为 1.02%[7]。然而，该研究数据涉及初筛阳性率和确诊率的杂糅，并且部分纳入研究质量较低，存在较大的报告偏倚和发表偏倚。本研究新纳入了自 2014 年以来的相关研究（占纳入文献的 44.4%），更新了 1983~2020 年全部数据，分别计算了脊柱侧凸的初筛阳性率和确诊率，并阐述了不同年龄族群和不同省份的侧凸分布特征。

尽管初筛阳性率并非真实的脊柱侧凸确诊率，但该指标具有重要意义。首先，接受筛查的中小学生中，有相当一部分存在两侧椎旁肌分布不均匀、姿势性侧凸和潜在结构性侧凸，尽管该人群 Cobb 角小于 10°，但他们能在专业筛查和定期随访中获益[9,86]，这也是开展流行病学调查的重要目的之一。此外，本研究提示初筛阳性率高达 4.4%，该数据能够为流调样本量计算和亚组分析提供依据[7,9]。纳入研究在初筛大多通过物理检查法，与国际筛查方法一致。二筛时的直接测量法与云纹成像法是目前最为普遍的脊柱形态检测方法。二筛的价值在于：对于初筛阳性的患者进一步筛选，提高 AIS 确诊的阳性预测值和灵敏度，减少学生接受 X 线的辐射频率和次数，降低筛查成本，简化整体筛查流程[4,87]。

本研究的初筛阳性率超过 4%，需要引起足够重视，因为在筛查时期该人群中多数为非结构

表 2 脊柱侧凸患病率与 SDI、纬度和海拔的相关性

Table 2 The linear correlation analysis between prevalence and SDI, latitude and altitude

	初筛阳性率 1st screeing (+)		侧凸确诊率 3rd screeing (+)		IS患病率 IS prevalence	
	r	P	r	P	r	P
研究年份 Research time	−0.153	0.255	0.093	0.474	0.072	0.621
SDI	−0.181	0.178	0.127	0.329	0.056	0.701
纬度(°)Latitude	0.215	0.109	0.043	0.744	0.074	0.608
海拔(m)Altitude	0.056	0.678	0.017	0.895	0.184	0.202

注：SDI，社会人口学指数；IS，特发性脊柱侧凸；r，相关系数

Note: SDI, sociodemographic index; IS, idiopathic scoliosis; r, correlation coefficient

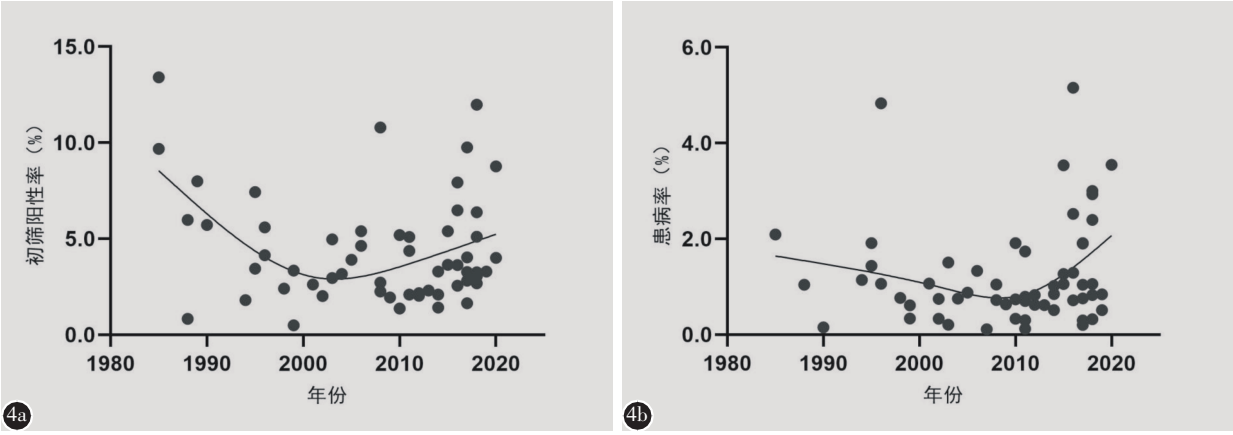


图 4 初筛阳性率和三筛确诊率分别与年份的相关拟合曲线 **a** 初筛阳性率与年份的关系 **b** 侧凸确诊率与年份的关系

Figure 4 The fitting curve (by Loess method) for describing the relationship between the positive rate and research period **a** The fitting curve between positive rate of primary screening and research period **b** The fitting curve between prevalence of scoliosis and research period

性脊柱畸形且较易纠正[86,88]。脊柱侧凸确诊率为 1.23%,高于既往研究报道的 1.02%,该人群需要脊柱专科医师进行干预，也提示近年来脊柱侧凸患病率存在上升趋势。在该人群中,儿童时期患者在向青少年时期过度时，会出现脊柱侧凸的自然进展，这将导致巨额的家庭支出和社会负担[3,89]。好在多数患者为轻度侧凸和 IS,该类型的病史和治疗方式更为医生所熟知;而针对 IS 的预防和早期干预能够显著改善侧凸进程[1,90]是世界范围内共识。因此,开展全国范围内的脊柱侧凸流调和预防是非常必要的。

脊柱侧凸患病率存在性别和年龄差异是众所周知的,但以往研究少有定量结果。本研究证实女性患病率约为男性的 1.6 倍，且女性患者侧凸程度重、侧凸进展快、患病率峰值提前,考虑与双侧肌张力、激素水平和青春期发育相关[3,6~8]。此外,该研究发现 2000 年前初筛阳性率与确诊率之间的差异略高于 2000 年后,这或许与医疗技术的提高导致初筛精度提高相关[13]。自 20 世纪 80 年代,侧凸患病率逐年缓慢下降,但近 15 年呈现抬头趋势，可能的原因为 X 线片分辨率和灵敏度增加、1990 后出生的孩子学习负担过大、写字姿势不良和人群身体素质下降有关[91]。

本研究并未发现患病率与省份、纬度和海拔存在相关分布特征,除确无相关性外,考虑可能与流调方法的异质性、样本的选取、X 线精度、筛查人员的专业水平以及当地学生政策有关。Zhang 和 Grivas 等报道侧凸患病率随维度的增加而略有增加,考虑与当地生活方式相关[7,92]。有趣的是,本研究发现 IS 在中部地区高于东部地区,具体原因需要深入调查。此外,Hou 等[93]认为在高海拔地区和缺氧环境下，先天性脊柱侧凸患病率和肋骨畸形的患病率反而会增加，考虑在特殊环境条件下容易造成新生儿出生缺陷，而纳入研究中拉萨地区侧凸以特发性和姿势性侧凸为主而先天性侧凸比例较低，且与检查技术相关和先天性儿童失学相关,因此与 Hou 等[93]研究不一致。SDI 是反映公共卫生条件及疾病负担的重要指标[14],本研究未发现患病率与 SDI 存在线性相关，而各省存在 SDI 的时间和地区差异，需要通过严密设计进一步验证该结论。

关于脊柱侧凸筛查的最大顾虑无非是成本效益问题和方案存在地区异质性问题[11,94]。本研究基于全新数据，初步阐明了中国大陆脊柱侧凸患病率及时间-空间分布特征，这对于降低设计成本、在全国和典型地区开展统一筛查工作具有指导作用,对于政策制定者提供了理论依据。本研究仍存在几点局限性:首先,整体研究仍缺乏西北部和中部地区相关数据，在一定程度上降低了结论代表性;另外,初筛高度依赖于筛查人员的专业水平和临床经验，而各地区初筛人员或为不同级别医院医护人员、或为疾控人员,但本研究为数据二次利用,不可避免存在数据异质性;此外,由于纳入研究均为横断面研究,在证据等级、筛查方法和现场实施一致性方面存在局限，导致结果不可避免出现报告偏倚。

综上，中国大陆中小学生脊柱侧凸的初筛阳性率和确诊率平均分别为 4.40%和 1.23%，并且高发年龄在 13~15 岁。女性患病率高于男性，不论在 2000 年前后或在东中西部，平均为男性的 1.57 倍。特发性脊柱侧凸患病率平局 1.16%，所有患者中 79.5%为轻度侧凸，患病率在东部地区低于中部地区。自 2008 年后，脊柱侧凸患病率呈现逐年上升趋势，但是与地区 SDI、纬度和海拔无线性相关性。因此，中小学生脊柱侧凸是一项不容忽视的疾病负担，在全国范围内开展统一设计的流行病学调查具有重要的社会意义。

4 参考文献

1. Jada A, Mackel CE, Hwang SW, et al. Evaluation and management of adolescent idiopathic scoliosis: a review[J]. Neurosurg Focus, 2017, 43(4): E2.
2. 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.
3. Campbell M, Matsumoto H, St HT, et al. Burden of care in families of patients with early onset scoliosis[J]. J Pediatr Orthop B, 2020, 29(6): 567-571.
4. Ueno M, Takaso M, Nakazawa T, et al. A 5-year epidemiological study on the prevalence rate of idiopathic scoliosis in Tokyo: school screening of more than 250,000 children[J]. J Orthop Sci, 2011, 16(1): 1-6.
5. Lee JY, Moon SH, Kim HJ, et al. The prevalence of idiopathic scoliosis in eleven year-old Korean adolescents: a 3 year epidemiological study[J]. Yonsei Med J, 2014, 55(3): 773-778.
6. Hengwei F, Zifang H, Qifei W, et al. Prevalence of Idiopathic Scoliosis in Chinese Schoolchildren: a large, population-based study[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2016, 41(3): 259-264.
7. Zhang H, Guo C, Tang M, et al. Prevalence of scoliosis among primary and middle school students in Mainland China: a systematic review and meta-analysis[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2015, 40(1): 41-49.
8. Yong F, Wong HK, Chow KY. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis among female school children in Singapore [J]. Ann Acad Med Singap, 2009, 38(12): 1056-1063.
9. Fong DY, Cheung KM, Wong YW, et al. A population-based cohort study of 394,401 children followed for 10 years exhibits sustained effectiveness of scoliosis screening[J]. Spine J, 2015, 15(5): 825-833.
10. Zheng Y, Dang Y, Yang Y, et al. A case-control study of body composition, prevalence, and curve severity of the patients with adolescent idiopathic scoliosis in the East Part of China[J]. Spine Deform, 2017, 5(6): 374-380.
11. 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.
12. von Elm E, Altman DG, Egger M, et al. The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies[J]. Int J Surg, 2014, 12(12): 1495-1499.
13. Dubousset J, Machida M. Possible role of the pineal gland in the pathogenesis of idiopathic scoliosis: experimental and clinical studies[J]. Bull Acad Natl Med, 2001, 185(3): 593-602, 602-604.
14. Zhou M, Wang H, Zeng X, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in China and its provinces, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet, 2019, 394(10204): 1145-1158.
15. 丁幸坡，滕军燕，柴爽，等. 郑州市郑东新区初中生特发性脊柱侧弯的患病率调查[J]. 中医正骨，2020，32(6): 31-34, 37.
16. Yang L, Lu X, Yan B, et al. Prevalence of incorrect posture among children and adolescents: finding from a large population-based study in China [J]. iScience, 2020, 23 (5): 101043.
17. 夏春，管金发，马岭，等. 上海嘉定区某街道青少年脊柱侧凸患病率调查[J]. 上海医药，2019，40(8): 53-55.
18. 曾令虹. 惠州地区青少年脊柱侧弯患病率的调查[J]. 深圳中西医结合杂志，2019，29(16): 196-197.
19. 王彦辉，陈学明，袁鑫，等. 北京市通州区中学生脊柱侧凸流行病学调查[J]. 中国脊柱脊髓杂志，2018，28(7): 667-669.
20. 韦春霞，卢祖能，黄肖群，等. 宜昌市 3483 名青少年脊背倾斜角度异常的筛查[J]. 中华全科医师杂志，2018，17(1): 59-62.
21. 李敏，苏黎，钟华，等. 深圳市初中生特发性脊柱侧弯患病率的调查分析[J]. 深圳中西医结合杂志，2018，28(2): 3-5.
22. 杜建业，蔡史健，江标，等. 广东省汕头市 12881 名初中生脊柱侧凸调查分析[J]. 中国基层医药，2018，25(15): 1976-1979.
23. 黄福立，吴俊哲，黄思哲，等. 广东省中山市中学生特发性脊柱侧凸患病率的调查与分析[J]. 医药前沿，2018，8(27): 374-375.
24. 邓雪飞，邬玉林，邓明琼. 2018 年甘孜藏族自治州青少年脊椎侧弯现况调查[J]. 预防医学情报杂志，2019，35(7): 667-670.
25. 王航平，孙振武，王廷华，等. 昆明市青少年特发性脊柱侧凸患病率及相关因素分析[J]. 中国学校卫生，2018，39(12): 1851-1854.
26. 贺元，关炳瑜，王晓锋，等. 西宁市在校初中生青少年特发性脊柱侧凸发病率的调查研究※[J]. 青海医药杂志，2018，48(4): 69-71.
27. 唐倩如，祝明利，商毅，等. 上海市原静安区在校初中生青少年特发性脊柱侧弯患病率的调查 [J]. 国际骨科学杂志，2017，38(3): 205-206.

28. 缪国忠, 徐超. 江阴市青少年人群脊柱侧凸的流行病学调查[J]. 江苏预防医学, 2017, 28(2): 195–196, 213.
29. 聂燕, 金掌, 张立岩, 等. 青少年特发性脊柱侧凸症网络筛查及早期干预[J]. 中国现代医生, 2017, 55(16): 16–19, 22.
30. 李玉伟, 崔巍, 严晓云, 等. 河南漯河地区儿童先天性脊柱侧弯患病率调查[J]. 中华小儿外科杂志, 2017, 38(3): 221–224.
31. 邓万霞, 张金枝, 杜锐, 等. 襄阳市区中小学生脊柱弯曲异常现状及影响因素分析[J]. 中国校医, 2016, 30(4): 285–287.
32. 胡广询, 刘诚, 刘赫, 等. 深圳市南山区中学生特发性脊柱侧凸患病率调查报告及防治策略[J]. 中国社区医师, 2017, 33(35): 110–111.
33. 韩宽洋, 郭婷, 刘红岩, 等. 2016 年兰州市七里河区、安宁区高考学生体检特发性脊柱侧弯发病率及影像特点[J]. 影像研究与医学应用, 2017, 1(9): 85–86.
34. Du Q, Zhou X, Negrini S, et al. Scoliosis epidemiology is not similar all over the world: a study from a scoliosis school screening on Chongming Island(China)[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2016, 17: 303.
35. Zheng Y, Wu X, Dang Y, et al. Prevalence and determinants of idiopathic scoliosis in primary school children in Beitang district, Wuxi, China[J]. J Rehabil Med, 2016, 48(6): 547–553.
36. 何天票, 张劲松. 晋江市中小学生脊柱侧弯调查分析[J]. 基层医学论坛, 2016, 20(36): 5081–5082.
37. 黄振华, 陈丽蓉, 等. 昆明市中小学校学生脊柱侧凸检出结果分析[J]. 海南医学, 2016, 27(14): 2390–2391.
38. 陈劲松, 杨枫, 郭宏斌, 等. 西安市城镇青少年脊柱侧凸调查研究[J]. 陕西医学杂志, 2016, 45(3): 371–373.
39. 柯荣军, 曹兴兵, 黄永辉, 等. 镇江市青少年特发性脊柱侧凸的患病率调查[J]. 江苏医药, 2015, 41(18): 2130–2132.
40. 马建国, 刘强, 陈政伟, 等. 三亚市青少年脊柱侧凸畸形患病率调查[J]. 海南医学, 2015, 28(13): 2000–2002.
41. 陈劲松, 王建榜, 严喜章, 等. 西安市中小学生脊柱侧凸的流行病学调查[J]. 中医正骨, 2015, 26(5): 17–20.
42. 余升华, 胡汉生, 范震波, 等. 广州市中小学生特发性脊柱侧弯患病率的调查[J]. 临床医学工程, 2014, 21(10): 1359–1360.
43. 赵自平, 兰海峰, 王治国, 等. 广州市荔湾区青少年脊柱侧凸患病率的调查研究[J]. 中国当代医药, 2014, 21(19): 137–139.
44. 任凯, 龚晓明, 章荣, 等. 自贡市中小学生特发性脊柱侧弯患病率的调查与分析[J]. 四川医学, 2014, 35(7): 853–855.
45. 王谊, 吴蓓茸, 林野. 温州市中小学生脊柱侧弯患病率调查[J]. 中医正骨, 2013, 25(4): 25–27.
46. 柯扬, 何家雄, 潘志雄. 佛山市青少年脊柱侧凸患病率调查[J]. 实用医学杂志, 2012, 28(5): 832–834.
47. 陈理端, 陈环球, 林菊英, 等. 广东省阳江地区城乡中,小学生脊柱侧凸患病率普查[J]. 中国医学创新, 2012, 18(279): 95–97.
48. 张少杰, 马世峰, 刘红伟, 等. 内蒙古地区蒙、汉、回族小学生生长发育及脊柱侧弯的研究[J]. 疾病监测与控制, 2011, 5(3): 131–133.
49. 刘巍, 陈庆贺, 王仑, 等. 哈尔滨市青少年脊柱侧凸普查与支具治疗结果分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2011, 19(15): 1244–1247.
50. 黄南祺, 郭峘杉, 刘进, 等. 广州市青少年脊柱侧凸患病率调查[J]. 中华流行病学杂志, 2011, 32(2): 138–141.
51. 唐盛平, 付桂兵. 40579 名中小学生脊柱常规普查分析[J]. 临床小儿外科杂志, 2011, 10(6): 430–433.
52. 李青, 袁元杏, 梁道臣, 等. 阶梯疗法干预下中、小学生脊柱侧凸患病率调查情况[J]. 临床骨科杂志, 2011, 14(5): 481–483.
53. 陈崇文, 佟斌, 丛奕, 等. 辽宁省锦州地区中小学生脊柱侧凸患病率调查报告[J]. 中国医学创新, 2010, 7(8): 44–46.
54. 芦淼, 陈庆贺, 高吉昌, 等. 黑龙江省青少年脊柱侧凸普查分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2010, 18(7): 591–593.
55. 余红, 刘志松, 邱爱明, 等. 厦门市区中小学生脊柱侧凸现状及影响因素分析[J]. 中国学校卫生, 2010, 31(10): 1271–1272.
56. 杜庆钧, 殷海东, 黄明光, 等. 顺德地区中小学生特发性脊柱侧弯患病率调查报告[J]. 岭南现代临床外科, 2010, 10(1): 52–54.
57. 董章庆, 熊龙, 周江平, 等. 南昌地区青少年脊柱侧凸患病率调查报告[J]. 江西医学院学报, 2009, 49(2): 129–132.
58. 周惠清, 张建新, 林思舜. 福建省惠安县青少年脊柱侧凸流行病学调查[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(11): 824–827.
59. 张建新, 林国文, 曾晓东, 等. 泉州市区少年儿童脊柱侧弯患病普查[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2008, 16(4): 1–4.
60. 孙锐, 尹小燕, 刘国庆, 等. 贵州省六盘水市中心城区 2007 年青少年脊柱侧凸患病率普查结果分析[J]. 贵州医药, 2009, 33(1): 73–74.
61. 王振堂, 李中实, 刘朝晖, 等. 北京市中小学生脊柱侧凸患病率调查报告[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2007, 17(6): 440–442.
62. 余慧华, 孙波, 詹强. 青少年脊柱侧弯与习惯和饮食的关系[J]. 浙江创伤外科, 2006, 11(3): 203–204.
63. 程斌, 李锋涛, 宋金辉. 西安市青少年脊柱侧凸患病率调查及其防治[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(3): 180–182.
64. 梁显球, 黄绍贤, 余斌, 等. 广东省肇庆市城区幼儿脊柱侧凸普查及防治[J]. 中国妇幼保健, 2005, 20(12): 1496–1497.
65. 高为人, 倪向阳, 邵云伟. “点线法”在脊柱侧弯普查中的应用与启示[J]. 河北医学, 2004, 10(12): 1073–1075.
66. 孟令权, 孟令凯, 敖邦华, 等. 廊坊地区中、小学生脊柱侧弯患病率调查[J]. 医学理论与实践, 2003, 16(5): 516–518.
67. 张寿, 邢势, 金旭红, 等. 青少年脊柱侧凸的普查及其与褪黑素的关系[J]. 中国矫形外科杂志, 2003, 11(24): 1712–1714.
68. 刘尚礼, 李卫平, 李远景, 等. 广东省青少年脊柱侧凸患病率调查报告[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2002, 12(1): 41–43.
69. 梁大利, 叶道斌. 拉萨市青少年学生胸部健康状况调查研究[J]. 西藏医药杂志, 2002, 23(5): 5–6.
70. 李卫平, 刘尚礼, 丁悦, 等. 广州市学生脊柱侧凸患病率调

查报告[J]. 中华小儿外科杂志, 2001, 22(2): 104-106.
71. 李远景, 李子英, 黄水云. 粤北山区青少年脊柱侧凸普查和早期治疗[J]. 中国校医, 1999, 13(6): 415-419.
72. 李青, 刘尚礼, 徐卓明, 等. 广东省中山市城乡中,小学生脊柱侧凸普查及防治[J]. 中华骨科杂志, 1999, 19(5): 265-268.
73. 王旭生, 王素伟. 13560 名青少年脊柱侧弯普查分析[J]. 新医学, 1998, 29(10): 534-535.
74. 王以朋, 叶启彬, 吴波, 等. 北京地区脊柱侧弯患病率普查报告[J]. 中华流行病学杂志, 1996, 17(3): 160-162.
75. 赵光复, 田纪伟, 邬学群, 等. 上海市部分中小学在校学生脊柱侧弯患病率的调查[J]. 中国中医骨伤科, 1996, 6: 30-31.
76. 于至悌, 曲振海, 王明胜, 等. 农村中小学生脊柱侧弯的普查及早期诊断与治疗[J]. 中华骨科杂志, 1995, 15(7): 418-421.
77. 马迅, 赵斌, 林庆宽, 等. 山西省对中小学生脊柱侧弯患病率调查[J]. 1995, 16(2): 109-110.
78. 江汉, 江毅, 赵春风, 等. 天津市红桥区 57 所小学在校学生脊柱侧弯患病率的调查[J]. 中华骨科杂志, 1994, 14(6): 362-364.
79. 陈伯华, 周秉文, 陈晓亮, 等. 躯干不对称与原发性脊柱侧凸症——青岛地区 26980 中学生脊柱侧凸调查[J]. 颈腰痛杂志, 1990, 10(4): 1-4.
80. 曹鹏远, 刘颖, 李士民. 朝鲜族中小学生健康状况的调查研究[J]. 中国校医, 1989, 3(4): 21-23.
81. Guang-po Z, Zi-rong L, Xin-rong W, et al. Screeningfor Scoliosisamong School Children In Beijing [J]. Chinese Med J-Peking, 1988, 101(2): 151-154.
82. 谭春梅, 陆碧荷, 阮青, 等. 1987 年广西 33079 名中小学生视力不良, 沙眼, 龋齿和脊柱侧弯调查报告 [J]. 广西医学, 1988, 16(5): 203-205.
83. 王杏英, 肖黎, 徐济达, 等. 南京市中,小学生脊柱弯曲调查分析[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 1985, 29(3): 209-211, 270.
84. Pin LH, Mo LY, Lin L, et al. Early diagnosis of scoliosis based on school-screening[J]. J Bone Joint Surg Am, 1985, 67(8): 1202-1205.
85. Grivas TB, Koukos K, Koukou UI, et al. The incidence of idiopathic scoliosis in Greece: analyais of domestic school screening programs[J]. Stud Health Technol Inform, 2002, 91: 71-75.
86. Jin J. Screening for Scoliosis in Adolescents[J]. JAMA, 2018, 319(2): 202.
87. Applebaum A, Ference R, Cho W. Evaluating the role of surface topography in the surveillance of scoliosis [J]. Spine Deform, 2020, 8(3): 397-404.
88. Wong A, Chan T, Chau A, et al. Do different sitting postures affect spinal biomechanics of asymptomatic individuals[J]. Gait Posture, 2019, 67: 230-235.
89. Li C, Miao J, Gao X, et al. Factors associated with caregiver burden in primary caregivers of patients with adolescent scoliosis: a descriptive cross-sectional study [J]. Med Sci Monit, 2018, 24: 6472-6479.
90. Shakil H, Iqbal ZA, Al-Ghadir AH. Scoliosis: review of types of curves, etiological theories and conservative treatment [J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2014, 27(2): 111-115.
91. Feng XL, Guo S, Hipgrave D, et al. China's facility-based birth strategy and neonatal mortality: a population-based epidemiological study [J]. Lancet, 2011, 378(9801): 1493-1500.
92. Grivas TB, Vasiliadis E, Mouzakis V, et al. Association between adolescent idiopathic scoliosis prevalence and age at menarche in different geographic latitudes[J]. Scoliosis, 2006, 1: 9.
93. Hou D, Kang N, Yin P, et al. Abnormalities associated with congenital scoliosis in high-altitude geographic regions[J]. Int Orthop, 2018, 42(3): 575-581.
94. Thilagaratnam S. School-based screening for scoliosis: is it cost-effective[J]. Singapore Med J, 2007, 48(11): 1012-1017.

(收稿日期:2021-06-19 修回日期:2021-09-12)
(英文编审 谭 啸)
(本文编辑 彭向峰)