

基于三维扫描技术的澄迈县青少年脊柱侧凸筛查研究

王圣恩¹ 张涛² 曾芳¹ (通讯作者) 黄婵¹ 王蕾¹

1. 澄迈县人民医院 海南 澄迈 571900

2. 中科融合感知智能科技(海南)有限公司 海南 澄迈 571900

摘要:目的:通过使用三维扫描技术的光学人体背部测量系统对澄迈县中小學生进行脊柱侧凸的筛查,分析海南省澄迈县中小學生脊柱侧凸的患病率及性别年龄等相关因素的相关性,并探究三维扫描技术在青少年脊柱侧凸筛查的临床应用意义。方法:采用横断面研究随机抽取2021年10月至11月海南省澄迈县9所中小学8-18岁10013名青少年,将筛查对象按身高、年龄、体重进行分层。使用双检法:具体如下:一检通过光学人体背部测量系统初步筛查出存在背部形态异常的对象;二检对疑似异常的筛查对象行脊柱全长正位检查进一步明确脊柱侧凸诊断,通过二者比较筛查出澄迈县中小學生脊柱侧凸的患病率。结果:一检总共筛查对象为10013名,发现背部形态异常的青少年为1644名,异常率为16.42%。其中女性背部形态异常发生率高达21.28%,并且好发于11-12岁,而男性发生背部形态异常高发年龄段为10-11岁。同时,在背部形态异常的患儿中,共有967名(58.82%)青少年参与第二次检查,而在二检中256名(26.47%)青少年脊柱全长正位检查结果提示异常,其中Cobb角在 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 有225名(23.27%),Cobb角 $> 20^{\circ}$ 有31名(3.21%)。此外,在本次筛查中澄迈县中小學生脊柱侧凸患病率为2.56%,而女性患病率1.53%高于男性的1.03%。结论:在澄迈县中小學生中脊柱侧凸患病率为2.56%,女性患病率高于男性。但在本次筛查中发现男性与女性背部形态异常好发年龄段不同。

关键词:脊柱侧凸;光学三维成像;青少年;筛查;检出率

A study of adolescent scoliosis screening based on three-dimensional scanning technology in Chengmai County

Shengen Wang¹ Tao Zhang² Fang Zeng¹ (corresponding author) Chan Huang¹ Lei Wang¹

1. Chengmai People's Hospital, Chengmai 571900

2. Zhongke Integrated Sensing Intelligent Technology (Hainan) Co., LTD., Chengmai 571900

Abstract: Objective: To screen the scoliosis of primary and secondary school students in Chengmai County, Hainan Province by using the optical human back measurement system using 3D scanning technology, analyze the prevalence of scoliosis in primary and secondary school students in Chengmai County, Hainan Province and the correlation of gender and age and other related factors, and explore the clinical significance of 3D scanning technology in juvenile scoliosis screening. Methods: A cross-sectional study was conducted to randomly select 10013 adolescents aged 8-18 from 9 primary and secondary schools in Chengmai County, Hainan Province from October to November 2021, and the screening subjects were stratified according to height, age and weight. The double detection method is used as follows: First, the object with abnormal back shape is initially screened through the optical human back measurement system; In the second test, the subjects with suspected abnormalities were further diagnosed with scoliosis through full-length upright spine examination, and the prevalence of scoliosis in primary and middle school students in Chengmai County was screened by comparing the two. Results: A total of 10013 subjects were screened, 1644 adolescents with abnormal back morphology were found, the abnormal rate was 16.42%. Among them, the incidence of abnormal back shape in female is as high as 21.28%, and it is most common in 11-12 years old, while the incidence of abnormal back shape in male is 10-11 years old. At the same time, among the children with abnormal back morphology, a total of 967 (58.82%) adolescents participated in the second examination, and 256 (26.47%) adolescents showed abnormal results in the second examination, including 225 (23.27%) with Cobb Angle of $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$. There were 31 patients (3.21%) with Cobb Angle $> 20^{\circ}$. In addition, in this screening, the prevalence of scoliosis in Chengmai County was 2.56%, and the prevalence of 1.53% in females was higher than 1.03% in males. Conclusion: The prevalence rate of scoliosis among primary and secondary school students in Chengmai County is 2.56%, and the prevalence rate of female is higher than that of male. However, in this screening, it was found that the abnormal back morphology of men and women was prone to different ages.

Key words: Scoliosis; Optical 3D imaging; Teenagers; Screening; Detection rate

脊柱侧凸是一种常见的三维脊柱畸形,其特征是脊柱偏移和椎体旋转等畸形^[1]。特发性脊柱侧凸是最常见的类型,它通常在青少年早期显现,约占学生总数的0.5%-3%^[2]。在2002-2019年间,三亚、江阴、上海

等地先后报道了对中小學生进行脊柱侧凸普查,发现中小学青少年脊柱侧凸患病率为0.4%-1.34%^[3-5],其中女性患病率明显高于男性。脊柱侧凸患儿如未能够获得早期治疗,后期侧凸持续性进展,可能会出现剃刀背畸形、

腰部皱褶、双肩不等高等外观畸形，甚至会对患儿的心肺功能造成严重的影响^[6,7]。因此，早期的疾病筛查及干预，预防侧凸进展，对广大青少年健康具有重要意义。而在既往脊柱侧凸筛查中，大部分筛查者使用的是脊柱侧凸测量尺进行筛查，测量尺筛查虽高效简便，但未充分能够反映脊柱侧凸患儿背部外观三维形态^[8]。光学三维人体背部测量系统基于结构光原理，非接触、无辐射的捕获背部三维形态信息，可早期捕捉患儿背部形态的异常达到筛查目的。本研究使用光学三维人体背部测量系统筛查海南省澄迈县青少年脊柱侧凸患病率及性别年龄分布情况分析，探究三维扫描技术在青少年脊柱侧凸筛查的临床应用价值，为进一步全省推广青少年脊柱侧凸筛查提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象

筛查对象随机抽取海南省澄迈县 9 所中小学共计 10013 名在校学生作为研究对象进行了筛查，其中男生 5098 名，女生 4915 名，平均年龄为 (14.19±2.32) 岁，所有筛查对象均在父母监护人知情同意情况下纳入研究对象。

1.2 方法

筛查方法：在该研究中，经过培训的筛查医生向老师，学生，家长详细解释了这项调查研究的目的和内容，在得到学生家长的同意并签署知情同意书之后对学生进行筛查。通过双检法（光学三维人体背部测量系统+X 线脊柱全长正侧位）对研究对象进行脊柱侧凸的筛查。筛查方法及评判标准主要以《儿童青少年脊柱弯曲异常防控技术指南》为指导规范、科学地开展青少年脊柱弯曲异常流行病学调查、筛查及防控工作。

每名受试者由检查员通过光学三维人体背部测量系统对其进行检查。要求受试者上半身呈裸露状态，自然站立在筛查设备前，通过筛查设备对背部进行扫描，分析得到结果。主要观察分析研究对象自然站立位时肩胛骨位置和肩峰是否存在高低异常情况，是否存在剃刀背，腰部褶皱情况，以及身体倾斜度是否存在异常。此外还检测了更多的参数指标以增加评判的更多可能性，如圆肩驼背、脊柱双侧肌肉不均衡、躯干偏移、骨盆前倾和平背等。光学三维人体背测量部系统结构图如图 1。



图 1：测量工具结构示意图

通过一检初步得到的筛查结果，对可能存在背部

脊柱弯曲异常或者脊柱侧凸的对象进入二检。根据脊柱全长正侧位检查结果测量上下端椎的 Cobb 角评估脊柱侧凸的严重程度（见图 2）。

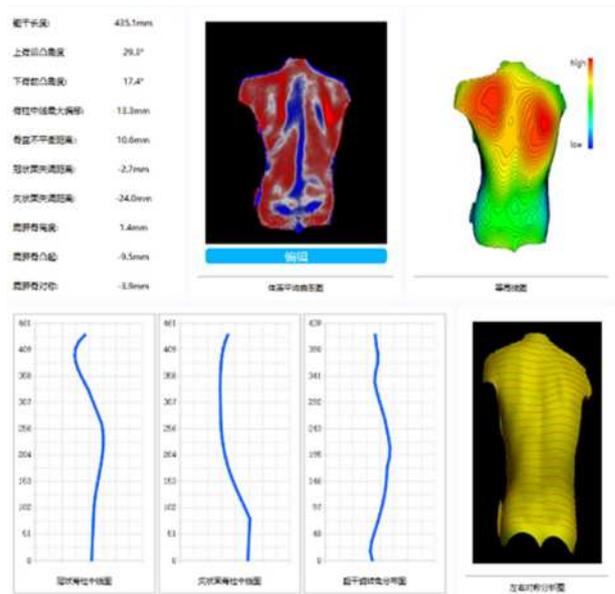


图 2：a：一检：脊柱侧凸患者的背部 3D 形态异常患者；b：背部形态异常患儿二检脊柱全长正位 Cobb 角为 38.7。

1.3 统计分析

将所采集的数据进行汇总分析，筛查数据统计分析采用 SPSS 26.0 统计软件进行多元 logistic 回归分析，检验水准为 $\alpha=0.05$ 。背部平衡度的评价比对采用 SPSS 26.0 统计软件的非参数检验秩和检验进行分析，检验水准为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

筛查结果：本次共筛查 10013 名中小学青少年，第一轮筛查发现背部形态异常对象为 1644 名，异常检出率为 16.42%。而 967 名背部形态异常对象参加二检，其中 Cobb 角 $\geq 10^\circ$ 的青少年 256 名，患病率为 2.56% (见

图 3)。

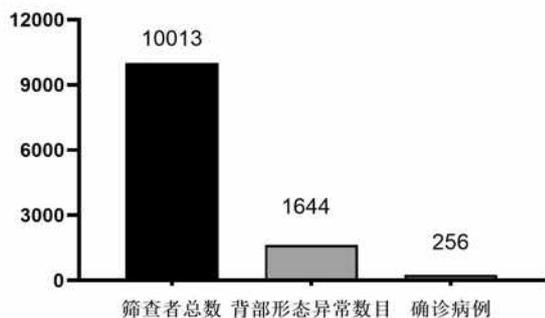


图 3: 本次筛查人数为 10013 名, 一检背部形态异常人数为 1644, 二检 Cobb 角 $\geq 10^\circ$ 人数为 256 名。

不同性别研究对象一检背部形态异常情况: 在 10013 名参加一检筛查的研究对象中, 为了提供更充分全面的数据证明, 还进行了除主要的 5 个筛查类型指标之外的 6 个额外辅助性指标供参考, 在 10013 名研究对象中共检测出 1919 例背部形态异常, 筛查结果见表 1。

表 1: 不同性别研究对象背部形态异常情况

类型	男生 (人次)	女生 (人次)	例数 (%)
肩胛骨不对称	362	316	678(6.77)
圆肩驼背	251	342	593(5.92)
脊柱双侧肌肉不均衡	50	87	137(1.37)
躯干偏移	40	38	78(0.78)
骨盆前倾	159	247	406(4.05)
平背	23	4	27(0.27)
总计	885	1034	1919

注: 本表仅统计单独类型背部形态异常的例数, 存在一个测量对象可能有多种类型的异常情况

不同年龄研究对象一检背部形态异常检出情况: 青少年不同年龄阶段背部形态异常情况详见表 2。随着年龄的增加, 青少年背部形态异常率在青春期最高。在所有年龄段中, 男生及女生在 11-12 岁年龄段的背部形态异常检出人数最多, 但女生的背部形态异常检出率高于男生, 见表 2。

研究对象脊柱侧凸严重程度情况分布: 此次筛查共有 967 名研究对象参与二检 (X 射线复查), 944 人 X 射线检查 Cobb 角异常, 其中 Cobb 角在 $1 \sim 9^\circ$ 的有 688 人, Cobb 角在 $10^\circ \sim 20^\circ$ 有 225 人, Cobb 角 $> 20^\circ$ 有 31 人 (见表 3)。图 3 为筛查异常患者背部外观及其脊柱全长正位片。

3 讨论

本研究通过光学三维扫描技术对海南省澄迈县

表 2: 不同年龄分布的研究对象背部形态异常情况

年龄 (岁)	男生		女生	
	人数	背部形态异常检出数	人数	背部异常检出数
8-9	10	1 (9.09)	34	3 (8.82)
9-10	3	2 (66.7)	40	7 (17.5)
10-11	401	98 (24.44)	290	46 (15.86)
11-12	489	103 (21.06)	329	70 (21.28)
12-13	653	101 (15.46)	563	103 (18.29)
13-14	650	94 (14.46)	602	115 (19.10)
14-15	580	91 (15.69)	560	101 (18.04)
15-16	656	73 (11.13)	746	132 (17.69)
16-17	666	82 (12.31)	846	151 (17.85)
17-18	714	85 (11.90)	691	122 (17.66)
18-19	276	26 (9.42)	214	38 (17.76)
总计	5098	756	4915	888

注: 括号内为检出率

表 3: 研究对象脊柱侧凸严重程度情况分布

严重程度	男生 (人次)	女生 (人次)	例数 (%)
Cobb 角 $1^\circ \sim 9^\circ$	337	351	688(72.88)
Cobb 角 $10^\circ \sim 20^\circ$	93	132	225(23.83)
Cobb 角 $> 20^\circ$	10	21	31(3.28)
合计	440	504	944

10013 名中小学生对脊柱侧凸筛查, 异常检出率为 16.42%, 阳性率为 2.56%。在筛查中, 我们发现在青春期青少年背部形态异常率高发于其他年龄段。目前, 中小学生对脊柱侧凸的筛查工作受到各个地方的重视。Du 等^[9]用脊柱侧凸测量尺对崇阳岛 6824 明青少年进行脊柱侧凸筛查, 筛查发现崇阳岛脊柱侧凸患病率为 2.52%, 并且女性 (3.1%) 高于男性 (1.96%), 好发于 11-14 岁。而 Zou 等^[8]在浙江省 6000 所中小学中筛查发现脊柱侧凸总体患病率为 3.9%, 患病率可随年龄的增长而增加。同时在本研究中, 我们对澄迈县中小学生对脊柱侧凸筛查阳性率这与以上研究阳性率大致相符。由此可见, 三维光学扫描技术测量精度与测量尺并无明显差异。

但既往对于脊柱侧凸的筛查大多基于医生触诊, 存在很多局限性, 如专业受训医生短缺, 触诊经验难以复制, 速度慢、隐私差等。而三维光学扫描技术可通过光学原理, 采用相机和结构光评估筛查者的背部形态、尺状面、冠状面及躯干旋转角是否存在异常。对于背部

形态异常者, 可通过脊柱全长正侧位进一步测量筛查者的脊柱 Cobb 角。目前三维扫描技术虽存在异检率高, 但后期可通过大数据分析患儿背部形态异常与 Cob 角的相关性, 并计算出背部形态异常的临界值, 减少异检率, 实现快、精、准的筛查。

在人体背部平衡度的评价中, 由于肩胛骨在背部为凸起形态, 较其他解剖位点明显, 故无论背部形态异常小组还是脊柱侧凸组, 电子脊柱测量仪和光学三维人体背部测量系统都能有效的检测肩胛骨不对称性^[10]。而肩部、棘突连线和腰凹的不对称性, 使用传统的电子脊柱测量仪, 无法有效检出其不对称性, 脊柱异常的儿童不能有效的筛查出来。而借助于光学三维扫描可以敏锐地检出不平衡性, 其更能有效的检测出早期儿童的脊柱是否存在异常, 并早期对脊柱异常儿童进行姿态纠正和运动康复。但光学三维扫描技术因其灵敏性较高, 筛查结果容易受到检查者的体位干扰, 因此光学三维扫描技术在使用前需对使用者进行规范系统培训, 规范检查者的站姿, 减少假阳性的发生。

目前, 脊柱侧凸的常规临床筛查仍然存在争议^[11]。因此尚无前瞻性、随机、对照研究对脊柱侧凸进行人群

筛查。但以上的研究差异表明, 需要建立有效的筛查系统, 因为不适当的假阳性筛查可能导致不必要的转诊和 X 光检查, 带来更高昂的时间人力及经济成本。本次筛查采用脊柱侧凸筛查设备对背部形态存在异常的学生进行进一步筛查, 若仍存在脊柱侧凸则建议到医院等专业医疗机构进一步诊断、确诊^[12-14]。虽然进行良好的人口普查可能是捕获所有风险儿童的有效手段, 但许多社区可能没有足够的资源来开展这些项目。

脊柱侧凸有快速进展的高风险, 必须尽早发现。早期发现的最有效途径应该是普查, 且早期畸形不明显亦无脊柱结构的变化, 易于矫正^[15-17]。考虑到我国的情况, 近年来脊柱侧凸的发病率不断提高, 通过筛查可以早期发现脊柱侧凸并及时提供科学的管理和治疗方法, 强化健康管理。此外, 脊柱侧凸筛查对于维持青少年身心健康, 减轻脊柱侧凸引起的社会和家庭负担非常重要。因此, 在我国脊柱侧凸的筛查是必要的。

综上所述, 三维扫描技术通过筛查澄迈县中小学青少年背部形态特征, 发现澄迈县青少年脊柱侧凸患病率为 2.56%, 女性背部形态异常率好发于 11-12 岁。

参考文献:

[1]Chen H, Yang K G, Zhang J, et al. Upregulation of microRNA-96-5p is associated with adolescent idiopathic scoliosis and low bone mass phenotype[J]. Scientific Reports, 2022, 12(1): 1-12.

[2]Moalej S, Asadabadi M, Hashemi R, et al. Screening of scoliosis in school children in Tehran: The prevalence rate of idiopathic scoliosis[J]. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 2018, 31(4): 767-774.

[3] 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(13):2000-2002.

[4] 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): 3.

[5] 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): 3.

[6]Weinstein S L, Dolan L A, Cheng J C Y, et al. Adolescent idiopathic scoliosis[J]. The lancet, 2008, 371(9623): 1527-1537.

[7] 陈焕雄, 黄涛, 李国军, 等. 简易术中导航校准技术对 Lenke 1 型青少年特发性脊柱侧凸矫形术中置钉精度的影响 [J]. 海南医学院学报, 2020, 26(3): 7.

[8]Zou Y, Lin Y, Meng J, et al. The Prevalence of Scoliosis Screening Positive and its Influencing Factors: A

School based Cross-sectional Study in Zhejiang Province, China[J]. 2021.

[9]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 musculoskeletal disorders, 2016, 17(1): 1-8.

[10]Akazawa T, Torii Y, Ueno J, et al. Mobile Application for Scoliosis Screening Using a Standard 2D Digital Camera[J]. Cureus, 2021, 13(3).

[11]Altaf F, Gibson A, Dannawi Z, et al. Adolescent idiopathic scoliosis[J]. Bmj, 2013, 346.

[12] 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 年 40 卷 23 期 1574-1582 页 ISTIC PKU CSCD CA, 2021,

[13]Montgomery F, Willner S. Screening for idiopathic scoliosis: Comparison of 90 cases shows less surgery by early diagnosis[J]. Acta Orthopaedica Scandinavica, 1993, 64(4): 456-458.

[14]Ashworth M A, HANCOCK J A, ASHWORTH L, et al. Scoliosis screening an approach to cost/benefit analysis[J]. Spine, 1988, 13(10): 1187-1188.

[15]Kuroki H, Nagai T, Chosa E, et al. School scoliosis

screening by Moir é topography - Overview for 33 years in Miyazaki Japan[J]. Journal of Orthopaedic Science, 2018, 23(4): 609-613.

[16]Tomaru Y, Kamada H, Tsukagoshi Y, et al. Screening for musculoskeletal problems in children using a questionnaire[J]. Journal of Orthopaedic Science, 2019,

24(1): 159-165.

[17]Gashaw M, Janakiraman B, Belay G J. Idiopathic scoliosis and associated factors among school children: a school-based screening in Ethiopia[J]. Archives of Public Health, 2021, 79(1): 1-8.

作者简介：

王圣恩（1989- ），男，主治医师，放射科，研究方向影像学骨关节。

通讯作者：曾芳（1975- ），女，主任护师，研究方向护理管理。