

· 调查研究 ·

深圳市小学生视力不良流行现状及其地域空间特征分析

牟敬锋 刘美洲 严宗辉 邓宏伟 钟灏晞 帅心怡 张少冲

深圳市眼科医院 暨南大学附属深圳眼科医院 深圳市眼病防治研究所, 深圳 518040

牟敬锋和刘美洲对本文有同等贡献

通信作者: 张少冲, Email: zhangshaochong@gzzoc.com

【摘要】 目的 分析深圳市小学生视力不良流行现状及其地域空间分布特征。**方法** 采用横断面研究方法,由深圳市儿童青少年近视防控中心组织视力筛查联盟医院于 2019 年采用对数视力表对深圳市 10 个行政区全部在校 1~6 年级小学生进行视力检查,计算不同行政区、不同性别和年级学生视力不良患病率,并采用 Arcgis10.2 软件对小学生视力不良患病率进行空间特征分析。**结果** 共对 1 044 545 名小学生进行了视力检查,发现总体视力不良患病率为 53.4% (557 748/1 044 545),原特区内小学生视力不良患病率为 56.7% (172 771/304 532),高于原特区外的 52.0% (384 977/740 013),差异有统计学意义 ($\chi^2 = 192.412, P < 0.001$);女生视力不良患病率为 56.7% (268 201/473 164),高于男生的 50.7% (289 547/571 381),差异有统计学意义 ($\chi^2 = 375.434, P < 0.001$);随年级的升高,深圳市小学生视力不良患病率先降低再升高,大体呈升高趋势,1~6 年级学生视力不良患病率分别为 49.8% (99 615/200 203)、44.0% (86 521/196 800)、47.2% (82 848/175 331)、54.5% (89 737/164 731)、60.8% (96 271/158 298) 和 68.9% (102 756/149 182),差异有统计学意义 ($\chi^2 = 2 871.017, P < 0.001$)。深圳市小学生视力不良患病率全局空间自相关 Moran I 指数为 0.278,深圳市光明区小学生视力不良患病率局部空间自相关 Moran I 指数为 0.933,局部 Geary 系数为 0.78,光明区及周边区域小学生视力不良患病率呈现低-低值聚集。**结论** 深圳市小学生视力不良患病率存在空间聚集性。

【关键词】 学生; 视力筛查; 流行病学调查; 视力不良; 空间自相关; 中国

基金项目: 深圳市医疗卫生三名工程项目 (SZSM202011015)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20201015-00694

Prevalence and spatial characteristics of poor vision among primary school students in Shenzhen

Mu Jingfeng, Liu Meizhou, Yan Zonghui, Deng Hongwei, Zhong Haoxi, Shuai Xinyi, Zhang Shaochong

Shenzhen Eye Hospital, Shenzhen Eye Hospital Affiliated to Jinan University, Shenzhen Eye Institute, Shenzhen 518040, China

Mu Jingfeng and Liu Meizhou contributed equally to this article

Corresponding author: Zhang Shaochong, Email: zhangshaochong@gzzoc.com

【Abstract】 Objective To analyze the prevalence of poor vision and spatial distribution characteristics among primary school students in Shenzhen. **Methods** A cross-sectional study was conducted. Vision screening among primary school students in Shenzhen was carried out by myopia screening hospitals organized by Shenzhen Myopia Prevention and Control Center for Children and Adolescents using the logarithmic visual acuity chart in 2019. The prevalence of poor vision in different districts, different genders and different grades was calculated. Spatial distribution of the prevalence of poor vision was analyzed with Arcgis 10.2 software. This study adhered to the Declaration of Helsinki. Written informed consent was obtained from guardian of each subject. The study protocol was approved by an Ethics Committee of Shenzhen Eye Hospital (No. 20201230-06). **Results** A total of 1 044 545 students received the visual acuity examination. The prevalence of poor vision among primary school students in Shenzhen in 2019 was 53.4% (557 748/1 044 545). The prevalence of poor vision among primary school students in the former Shenzhen Special Economic Zone was 56.7% (172 771/304 532), which was higher than 52.0% (384 977/740 013) in areas outside the former Shenzhen Special Economic Zone, and the prevalence of poor vision among girls was 56.7% (268 201/473 164), which was higher than 50.7% (289 547/571 381) among boys, and the differences were statistically

significant ($\chi^2 = 192.412, 375.434$; both at $P < 0.001$). As the grade increased, the prevalence of poor vision firstly decreased and then increased, showing an increasing tendency in general. The prevalence rate of poor vision among primary school students among grade 1 to 6 was 49.8% (99 615/200 203), 44.0% (86 521/196 800), 47.2% (82 848/175 331), 54.5% (89 737/164 731), 60.8% (96 271/158 298), and 68.9% (102 756/149 182), respectively, and a significant difference was found ($\chi^2 = 2 871.017, P < 0.001$). The global Moran I index in Shenzhen was 0.278. The local Moran I index and Geary coefficient in Guangming District were 0.933 and 0.78, respectively. The prevalence of poor vision in Guangming District and its surrounding areas was a low-low cluster. **Conclusions** The prevalence of poor vision among primary school students in Shenzhen is spatially aggregated.

[Key words] Students; Vision screening; Epidemiologic studies; Poor vision; Spatial autocorrelation; China

Fund program: Sanming Project of Medicine in Shenzhen (SZSM202011015)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20201015-00694

视力不良又称视力低下,主要由各类屈光不正或一系列眼部疾病引起,是全球多个国家和地区儿童和青少年的常见病^[1]。近年来,我国中小学生视力不良患病率逐年上升,低龄化趋势明显^[2]。视力不良是全球关注的健康问题,给社会带来较大的经济负担^[3],也是儿童和青少年面临的主要健康问题。我国中小学生视力不良检出率为 53.82%^[4]。视力不良是全球面临的公共卫生问题,尤其在东南亚国家更加严重^[5]。视力不良不仅可导致学生学习能力下降,还可对心理健康产生影响^[6]。以往研究均采用抽样方法调查深圳市小学生视力不良流行特征,2011 年抽样研究发现深圳市小学生视力不良患病率为 47.5%^[7],目前尚无深圳市小学生视力不良普查的相关报道。空间自相关主要用于分析空间相邻位置的变量相关性,是空间变异分析的重要方法,在医学领域常用于疾病空间聚集性分析,检验健康数据在空间分布上是否具有相关性^[8]。本研究拟采用普查方法对 2019 年深圳市小学生视力进行检查,分析视力不良流行现状及其地区空间分布特征,探讨空间因素对小学生视力的影响,为我国视力不良干预措施的制定提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用横断面研究方法,于 2019 年 1—12 月由深圳市儿童青少年近视防控中心组织全市视力筛查联盟医院对深圳市 10 个行政区(宝安、南山、光明、龙华、福田、罗湖、龙岗、盐田、坪山和大鹏)344 所小学全部在校学生进行视力检查。纳入标准:深圳市全部在校 1~6 年级小学生,在深圳居住满 6 个月。排除标准:因其他原因导致无法配合视力检查及有眼部器质性病变者。本研究经深圳市眼科医院医学伦理委员会审核批准(批文号:深眼伦审 20201230-06)。所有研究对象

及其监护人均知晓视力检查流程,并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 检查流程及质量控制 视力检查人员为眼科执业医师、技师和护士。全市共组建 53 个视力检查队,每个视力检查队由 9 名成员组成,包括 2 名质量控制员和 7 名视力检查人员。全市统一检查方法、器材、质控方法,视力检查人员统一接受培训,考核合格后方能上岗。(1)场所要求 视力检查场所干净、整洁,并保持安静;面积大小及光照强度满足 GB/T 11533 中关于视力表使用的检查距离及照明要求。(2)检查流程 开展视力检查动员工作,向老师、学生和监护人介绍检查目的,并取得学生及其监护人知情同意。确定目标人群名单,制定检查计划。学校准备检查场所,检查队携带视力检查相关设备入校进行视力检查。(3)质量控制 质控人员不定期对视力检查进行随机抽样复测,每年级抽取 2 个班,随机抽取 10% 学生作为复测对象(不包括配戴角膜塑形镜者),进行双眼裸眼视力、戴镜视力复测,若复测后发现检测误差超出允许范围(裸眼和戴镜视力误差超过 ± 1 行),及时找出原因并改进,直至符合要求后方可继续检查。

1.2.2 基本信息登记 检查现场获取学生基本信息,如所处行政区、学校名称、年级、性别和年龄等。

1.2.3 视力检查 按照《中小学生屈光不正筛查规范》要求实施视力检查^[9]。由专业验光师在 5 m 远处使用符合 GB/T 11533 标准的爱唯视电子对数视力表(EV1603-01)检查学生裸眼视力。双眼裸眼远视力均 ≥ 5.0 为视力正常,其中一侧眼或双眼视力 < 5.0 为视力不良^[10]。由视力检查人员将所有数据统一上传至深圳市儿童青少年视力筛查大数据平台,建立电子化健康档案。

1.2.4 空间特征分析

1.2.4.1 空间自相关分析 全局空间自相关常用的

分析指标为 Moran I 指数,取值范围为-1~1,若为正值,表示空间数据呈正相关,即存在高-高值聚集或低-低值聚集,空间数据呈聚集型分布;若为负值,表示空间数据呈负相关,即高-低值聚集,空间数据呈离散型分布;若为 0,则表示不存在空间性^[11]。

局部空间自相关常用的分析指标为局部 Moran I 指数和局部 Geary 系数。若局部 Moran I 指数>0 则表示该区域单元周围相似值(高值或低值)的空间聚集,若局部 Moran I 指数<0 则表示非相似值的空间聚集。局部 Geary 系数>1,表明该区域与周围区域存在负相关,若<1,表明该区域与周围区域存在正相关^[11]。分别采用 Moran I 指数和 Geary 系数对各行政区视力不良患病率进行分析,评估各区小学生视力不良患病率空间聚集性特征。

1.2.4.2 视力不良患病率的空间趋势分析 空间趋势分析实质是多元回归统计分析。在绘制趋势分布图时将行政区的地理位置绘制在 X 轴(X 轴指向正东方向)和 Y 轴(Y 轴指向正北方向)的二维平面上,Z 轴代表各行政区视力不良患病率,Z 轴中杆的高度即该区视力不良患病率。视力不良患病率分别投影到 X、Z 平面和 Y、Z 平面上,再结合投影平面上的散点图拟合多项式回归,根据最小二乘法原理,绘制出深圳市小学生视力不良患病率的空间趋势分布图,评估视力不良患病率在经度和纬度上的变化趋势。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 16.0 统计学软件进行统计分析和统计描述。计数资料的数据采用频数和率表示,不同分组间视力不良患病率的差异比较采用 χ^2 检验。采用 Arcgis10.2 软件对各行政区视力不良患病率进行空间特征分析,包括趋势分析、全局和局部空间自相关分析、聚集性分析和热点分析等。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 有效调查率

受检小学生共 1 072 207 人,其中有效样本 1 044 545 人,数据有效率为 97.4%。受检者年龄为 6~12 岁,平均(9.6±2.0)岁;男 571 381 人,女 473 164 人。原特区外(宝安、光明、龙华、龙岗、坪山

和大鹏)检查 740 013 人,原特区内(福田、南山、罗湖和盐田)检查 304 532 人。小学 1~6 年级参与视力检查人数分别为 200 203、196 800、175 331、164 731、158 298 和 149 182 人。

2.2 受检者视力不良患病率

2019 年,深圳市小学生视力不良患病率为 53.4%(557 748/1 044 545)。原特区内小学生视力不良患病率高于原特区外,差异有统计学意义($\chi^2 = 192.412, P < 0.001$);男生视力不良患病率低于女生,差异有统计学意义($\chi^2 = 375.434, P < 0.001$);随着年级的升高,深圳市小学生视力不良患病率先降低再升高,大体呈升高趋势,1~6 年级视力不良患病率比较,差异有统计学意义($\chi^2 = 2 871.017, P < 0.001$)(图 1,表 1~3)。

2.3 受检人群视力不良空间分布特征与空间趋势

2019 年,深圳市宝安、光明、南山、龙华、福田、罗湖、盐田、龙岗、坪山、大鹏 10 个行政区小学生视力不

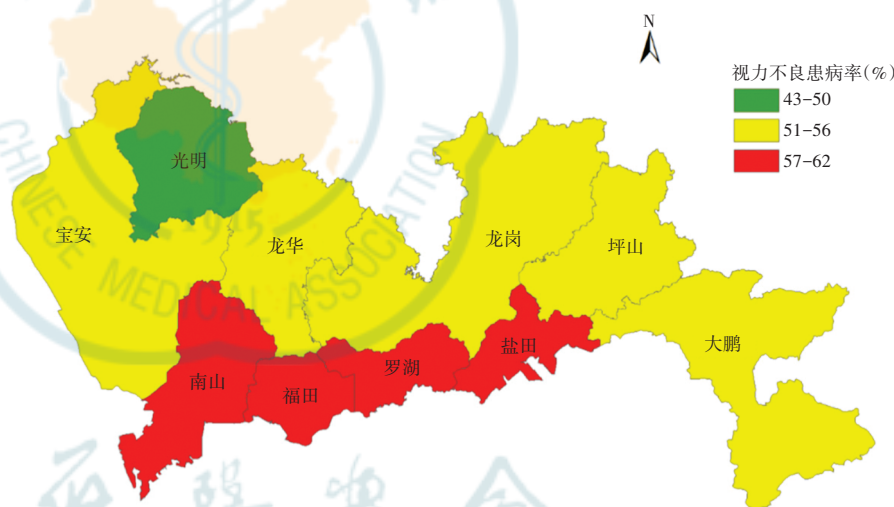


图 1 深圳市小学生视力不良患病率空间分布
Figure 1 Spatial distribution of the prevalence of poor vision among primary school students in Shenzhen

表 1 2019 年深圳市不同区域小学生视力不良患病情况比较
Table 1 Comparison of prevalence rate of poor vision among primary school students between different regions in Shenzhen in 2019

区域	视力检查人数	视力不良人数及患病率(%)
原特区内	304 532	172 771 (56.7)
原特区外	740 013	384 977 (52.0)
χ^2 值		192.412
P 值		<0.001

注:(χ^2 检验)
Note:(χ^2 test)

表 2 2019 年深圳市不同性别小学生视力不良患病情况比较
Table 2 Comparison of prevalence rate of poor vision among primary school students between different genders in Shenzhen in 2019

性别	视力检查人数	视力不良人数及患病率 (%)
男	571 381	289 547(50.7)
女	473 164	268 201(56.7)
χ^2 值		375.434
P 值		<0.001

注: (χ^2 检验)
Note: (χ^2 test)

表 3 2019 年深圳市不同年级小学生视力不良患病情况
Table 3 Comparison of prevalence rate of poor vision among primary school students among different grades in Shenzhen in 2019

年级	视力检查人数	视力不良人数及患病率 (%)
1	200 203	99 615(49.8)
2	196 800	86 521(44.0)
3	175 331	82 848(47.2)
4	164 731	89 737(54.5)
5	158 298	96 271(60.8)
6	149 182	102 756(68.9)
χ^2 值		2 871.017
P 值		<0.001

注: (χ^2 检验)
Note: (χ^2 test)

良患病率分别为 51.9% (134 239/258 672)、43.1% (24 540/56 988)、56.7% (58 561/103 303)、51.6% (68 352/132 459)、57.0% (58 340/102 417)、56.5% (48 566/85 889)、56.5% (7 304/12 923)、54.2% (132 311/243 951)、53.0% (20 548/38 801)、54.6% (4 987/9 142)。10 个行政区小学生视力不良患病率自西向东呈现先降低后升高趋势,自南向北呈现先升高后降低趋势,差异均有统计学意义 ($F = 62.209$ 、 82.998 ,均 $P < 0.001$) (图 2)。

2.4 受检人群视力不良患病率空间自相关分析

2.4.1 全局空间自相关 受检人群视力不良患病率全局 $Moran I$ 指数为 0.278,在深圳市不同区域内具有空间聚集性 ($Z = 2.147$, $P = 0.032$),表现为视力不良患病率高的行政区与视力不良患病率高的行政区相邻,视力不良患病率低的行政区与视力不良患病率低

的行政区相邻。

2.4.2 局部空间自相关 深圳市光明区视力不良患病率局部 $Moran I$ 指数为 0.933,与周围其他区域具有空间聚集性 ($P < 0.05$),说明光明区视力不良患病率与周围区域存在空间聚集性。进一步进行局部 $Geary$ 系数分析发现,光明区局部 $Geary$ 系数 < 1 ,说明光明区与周围区域存在低-低值聚集 (表 4,图 3)。对各行行政区视力不良患病率进行热点分析发现,光明区为深圳市小学生视力不良患病的冷点区域 (图 4)。

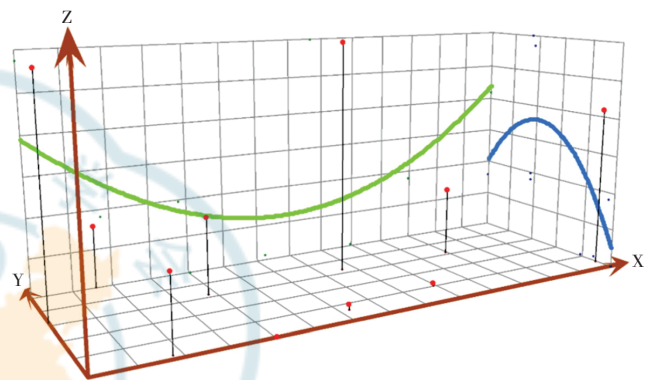


图 2 深圳市小学生视力不良患病率空间趋势图 X: 经度; Y: 纬度; Z: 视力不良患病率 绿色曲线为各行政区视力不良患病率投影到 X、Z 平面的散点图拟合曲线; 蓝色曲线为各行政区视力不良患病率投影到 Y、Z 平面的散点图拟合曲线

Figure 2 Spatial distribution of trend in prevalence of poor vision among primary school students in Shenzhen X: longitude; Y: latitude; Z: prevalence of poor vision The green curve was a fitting curve of scatter plot projected onto the X-Z plane for the prevalence of poor vision in Shenzhen. The blue curve was a fitting curve of scatter plot projected onto the Y-Z plane for the prevalence of poor vision in Shenzhen

表 4 2019 年深圳市小学生视力不良患病率局部 Moran I 指数及局部 Geary 系数

Table 4 Local Moran I index and local Geary coefficient of prevalence of poor vision among primary school students in Shenzhen in 2019

行政区	局部 Moran I 指数	Z 值	P 值	局部 Geary 系数
罗湖	-0.115	1.326	1.000	1.29
福田	-0.233	1.566	1.000	1.88
盐田	-0.125	1.283	1.000	1.30
龙岗	-0.066	1.118	1.000	0.54
南山	-0.069	1.697	1.000	0.50
宝安	-0.226	1.553	1.000	1.73
光明	0.933	3.498	0.013	0.78
龙华	-0.099	1.462	1.000	0.61
坪山	0.003	1.998	0.832	1.00
大鹏	-0.002	1.219	1.000	0.92

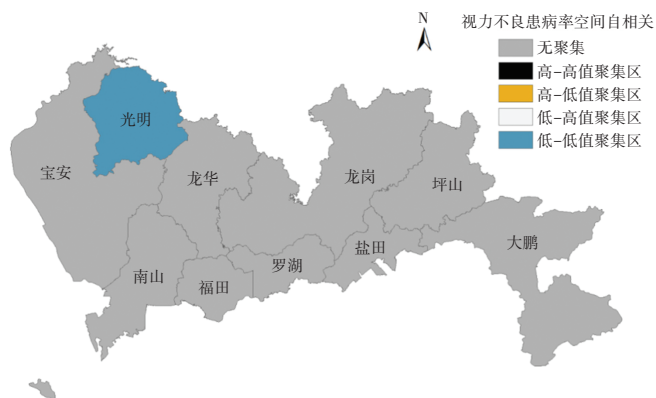


图 3 深圳市小学生视力不良患病率局部空间自相关分布

Figure 3 Distribution map of local spatial autocorrelation of prevalence of poor vision among primary school students in Shenzhen

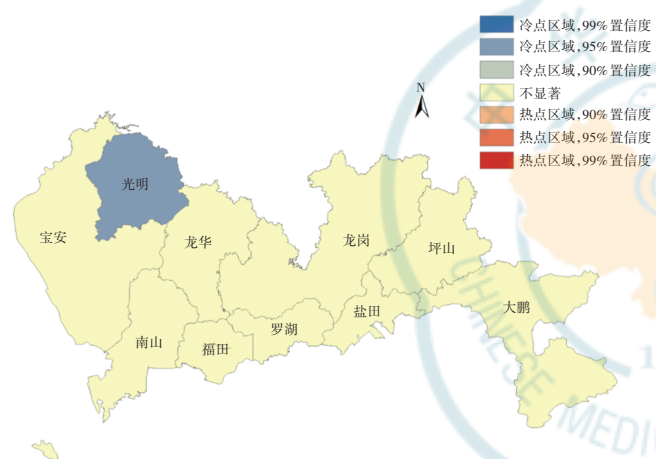


图 4 深圳市小学生视力不良患病率热点分布

Figure 4 Map of hot spot of poor vision among primary school students in Shenzhen

3 讨论

本研究结果显示,2019 年深圳市小学生视力不良患病率为 53.4%, 高于我国其他城市报道水平, 与中国学生体质健康报道结果类似^[12-13], 高于其他国家或地区, 如欧洲 (18.6%)、美国 (25.1%) 和澳大利亚 (15.0%) 等的水平^[14-16]。

视力不良是屈光不正的一种常见类型, 主要表现为近视。本研究结果显示, 随着年级的升高, 深圳市小学生视力不良患病率大体呈升高趋势, 其中 6 年级学生视力不良患病率为 68.9%, 比 5 年级学生上升了 8.1%, 5~6 年级学生视力不良患病率增长幅度最大, 与既往研究结果类似^[17-18]。分析小学 5~6 年级视力不良患病率大幅上升的可能原因: 一方面, 可能与 5~6 年级学生用眼负担较大、户外活动时间减少有关, 户外自然阳光照射可促进机体多巴胺的释放和维生素 D 的合成, 可预防近视的发生和发展^[19-20]; 另一方面, 小

学生进入青春期, 生长发育加快, 有研究表明成熟早的女孩容易发生近视^[18]。本研究还发现, 随着年级的升高, 视力不良患病率先降低再升高, 2 年级视力不良患病率低于 1 年级, 之后随年级的升高患病率升高。1 年级视力不良患病率较高, 可能原因是 1 年级儿童视力仍处于发育期, 可能还存在远视储备, 视力仍未达到正视状态。以往研究发现, 女生比男生更容易发生近视^[21], 本研究中女生视力不良患病率为 56.7%, 高于男生的 50.7%, 可能是因为女生较男生户外活动少, 也有研究发现近视的发生与女生青春期发育有关^[18]。

样本独立性是经典统计学研究的前提, 但在现实生活中很多事物在同一空间的不同距离和方向上与其他事物存在关联, Tobler^[22] 提出任何事物都相互关联, 但近距离事物关联更加紧密。空间自相关是指空间对象某一属性与同一空间区域中其他对象相同属性间的相关性, 可分为全局空间自相关和局部空间自相关, 全局空间自相关只能判断地理变量是否存在空间自相关以及相关性大小, 而不能获知局部空间自相关情况, 借助局部空间自相关分析, 可以识别地理现象的分布格局和集聚模式^[23]。目前, 空间统计广泛应用于健康数据空间聚集性分析等^[24]。本研究发现, 深圳市原特区内小学生视力不良患病率高于原特区外, 与其他研究结果类似^[25]。空间自相关分析发现, 原特区内, 即南山、福田、罗湖和盐田区小学生视力不良患病率较高。光明区与周边区域视力不良患病率呈现低值聚集性, 也是深圳市小学生视力不良患病冷点区域, 其可能的原因为原特区内小学生视觉空间较原特区外更加局限, 原特区内 4 个行政区面积占全市面积的 20.7%, 但小学生人数占全市小学生人数的 30.1%, 学生密度在各区域间分布不均; 原特区内学生学习压力较大, 这也可能是导致深圳市原特区内小学生视力不良患病率高于原特区外的原因之一。建议小学生充分利用课外活动时间, 加强户外活动, 保护眼健康。

综上所述, 本研究结果显示深圳市小学生视力不良患病率处于较高水平, 小学 5~6 年级是视力不良控制的关键阶段; 视力不良患病率在各区间存在空间聚集性, 光明区是深圳市小学生视力不良患病率的低-低值聚集和冷点区域。本研究应用空间统计分析探索深圳市小学生视力不良患病率空间分布及空间聚集性, 为制定学生视力不良预防控制策略提供了参考依据。但视力不良是由多因素、多环节作用引起的, 不仅受到物质、社会等环境因素的影响, 还受到遗传、生活方式等家庭因素的影响^[26-27]。本研究仅从空间特征分析各区域间视力不良的空间差异性, 按照综合

防控要求,还需对学生生活方式、户外活动等方面进行综合分析研究,以进一步提出视力不良的干预策略和措施。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 牟敬锋:参与选题和研究设计、实施研究、数据分析、论文撰写及修改;刘美洲:实施研究、数据采集和对文章知识性内容的审核;严宗辉、邓宏伟:参与选题、酝酿和设计试验;钟灏晞、帅心怡:实施研究、采集和分析/解释数据;张少冲:研究设计和实施、数据审核和分析、文章智力性内容的修改及定稿

参考文献

- Morgan IG, Ohno-Matsui K, Saw SM. Myopia [J]. *Lancet*, 2012, 379(9827): 1739-1748. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)60272-4.
- Chen M, Wu A, Zhang L, et al. The increasing prevalence of myopia and high myopia among high school students in Fenghua city, eastern China: a 15-year population-based survey [J/OL]. *BMC Ophthalmol*, 2018, 18(1): 159 [2021-10-20]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29970057/>. DOI: 10.1186/s12886-018-0829-8.
- Gordois A, Cutler H, Pezzullo L, et al. An estimation of the worldwide economic and health burden of visual impairment [J]. *Glob Public Health*, 2012, 7(5): 465-481. DOI: 10.1080/17441692.2011.634815.
- 李蕊, 李娟, 周美艳, 等. 中国中小学生视力不良检出率的 meta 分析 [J]. *职业与健康*, 2021, 37(20): 2844-2847.
Li R, Li J, Zhou MY, et al. Detection rate of poor eyesight among primary and middle school students in China: a meta-analysis [J]. *Occup and Health*, 2021, 37(20): 2844-2847.
- O'Donoghue L, Kapetanakis VV, McClelland JF, et al. Risk factors for childhood myopia: findings from the NICER study [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015, 56(3): 1524-1530. DOI: 10.1167/iovs.14-15549.
- Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123(5): 1036-1042. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
- 周丽, 董国营, 袁碧涛. 深圳市小学生视力不良的流行现状及影响因素研究 [J]. *中国健康教育*, 2011, 27(1): 18-20. DOI: 10.16168/j.cnki.issn.1002-9982.2011.01.022.
Zhou L, Dong GY, Yuan BT. Study on poor vision and its influencing factors among students from primary school in Shenzhen City [J]. *Chin J Health Edu*, 2011, 27(1): 18-20. DOI: 10.16168/j.cnki.issn.1002-9982.2011.01.022.
- 邓特, 黄勇, 顾菁, 等. 空间分析中空间自相关性的诊断 [J]. *中国卫生统计*, 2013, 30(3): 343-346.
Deng T, Huang Y, Gu J, et al. Diagnosis of spatial autocorrelation in spatial analysis [J]. *Chin J Health Stat*, 2013, 30(3): 343-346.
- 中华人民共和国卫生健康委员会. WS/T 663-2020 中小学生屈光不正筛查规范 [S/OL]. 2020. <http://www.nhc.gov.cn/fzs/s7852d/202001/699b6ef20621496ab31375a861d1e1ebd.shtml>.
- 季成叶. 现代儿童少年卫生学 [M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 424-426.
- 李旭, 仇蕾洁, 姜鑫洋, 等. 中国 2012-2016 年肺结核发病趋势及空间自相关分析 [J]. *中国公共卫生*, 2020, 36(11): 1624-1627. DOI: 10.11847/zgggws1121991.
Li X, Qiu LJ, Jiang XY, et al. Changing trend and spatial autocorrelation of pulmonary tuberculosis incidence in China: 2012-2016 [J]. *Chin J Public Health*, 2020, 36(11): 1624-1627. DOI: 10.11847/zgggws1121991.
- 刘盛鑫, 叶盛, 曹永军, 等. 天津市中小学生读写习惯对视力不良的影响 [J]. *中国学校卫生*, 2018, 39(1): 9-12. DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2018.01.003.
Liu SX, Ye S, Cao YJ, et al. Effect of reading and writing habits on poor vision among primary and secondary school students in Tianjin [J]. *Chin J School Health*, 2018, 39(1): 9-12. DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2018.01.003.
- 宋逸, 胡佩瑾, 董彦会, 等. 2014 年全国各省、自治区、直辖市汉族学生视力不良现状分析 [J]. *北京大学学报: 医学版*, 2017, 49(3): 433-438. DOI: 10.3969/j.issn.1671-167X.2017.03.010.
Song Y, Hu PJ, Dong YH, et al. Prevalence of reduced visual acuity among Chinese Han students in 2014 [J]. *J Peking Univ Health Sci*, 2017, 49(3): 433-438. DOI: 10.3969/j.issn.1671-167X.2017.03.010.
- Huang HM, Chang DS, Wu PC. The association between near work activities and myopia in children—a systematic review and meta-analysis [J/OL]. *PLoS One*, 2015, 10(10): e0140419 [2021-11-02]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26485393/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0140419.
- Verhoeven VJ, Wong KT, Buitendijk GH, et al. Visual consequences of refractive errors in the general population [J]. *Ophthalmology*, 2015, 122(1): 101-109. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.07.030.
- McCullough SJ, O'Donoghue L, Saunders KJ. Six year refractive change among white children and young adults: evidence for significant increase in myopia among white UK children [J/OL]. *PLoS One*, 2016, 11(1): e0146332 [2021-11-02]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26783753/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0146332.
- Ding BY, Shih YF, Lin L, et al. Myopia among schoolchildren in East Asia and Singapore [J]. *Surv Ophthalmol*, 2017, 62(5): 677-697. DOI: 10.1016/j.survophthal.2017.03.006.
- Sun J, Zhou J, Zhao P, et al. High prevalence of myopia and high myopia in 5 060 Chinese university students in Shanghai [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53(12): 7504-7509. DOI: 10.1167/iovs.11-8343.
- Xiong S, Sankaridurg P, Naduvilath T, et al. Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review [J]. *Acta Ophthalmol*, 2017, 95(6): 551-566. DOI: 10.1111/aos.13403.
- Holick MF. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease [J]. *Am J Clin Nutr*, 2004, 80(6 Suppl): 1678S-1688S. DOI: 10.1093/ajcn/80.6.1678S.
- You QS, Wu LJ, Duan JL, et al. Factors associated with myopia in school children in China: the Beijing childhood eye study [J/OL]. *PLoS One*, 2012, 7(12): e52668 [2021-11-03]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23300738/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0052668.
- Tobler WR. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region [J]. *Econ Geogr*, 1970, 46(sup1): 234-240.
- 王永, 沈毅. 空间自相关方法及其主要应用现状 [J]. *中国卫生统计*, 2008, 25(4): 443-445. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2008.04.039.
- 俞以内, 吕惠进. 戊型肝炎的空间自相关分析 [J]. *中国卫生统计*, 2014, 31(1): 113-115.
- Rudnicka AR, Kapetanakis VV, Wathern AK, et al. Global variations and time trends in the prevalence of childhood myopia, a systematic review and quantitative meta-analysis: implications for aetiology and early prevention [J]. *Br J Ophthalmol*, 2016, 100(7): 882-890. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2015-307724.
- Aller TA, Liu M, Wildsoet CF. Myopia control with bifocal contact lenses: a randomized clinical trial [J]. *Optom Vis Sci*, 2016, 93(4): 344-352. DOI: 10.1097/OPX.0000000000000808.
- Lam CS, Tang WC, Tse DY, et al. Defocus incorporated soft contact (DISC) lens slows myopia progression in Hong Kong Chinese schoolchildren: a 2-year randomised clinical trial [J]. *Br J Ophthalmol*, 2014, 98(1): 40-45. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2013-303914.

(收稿日期: 2021-11-15 修回日期: 2022-04-11)

(本文编辑: 刘艳 施晓萌)

