

陕西省西安市市区及郊县 6-12 岁儿童散光特点及矫正情况分析

魏君涵¹, 叶璐¹, 姚倩¹, 刘锐², 张国云¹

引用:魏君涵,叶璐,姚倩,等. 陕西省西安市市区及郊县 6-12 岁儿童散光特点及矫正情况分析. 国际眼科杂志, 2025,25(5): 831-838.

基金项目:陕西省科学技术厅重点产业链(群)-社会发展领域项目(No.2022ZDLSF03-10)

作者单位:¹(710004)中国陕西省西安市人民医院(西安市第四医院)陕西省眼科医院 西北大学附属人民医院;²(710500)中国陕西省蓝田县人民医院眼科

作者简介:魏君涵,毕业于温州医科大学,硕士,住院医师,研究方向:屈光不正特点及防控。

通讯作者:张国云,毕业于温州医科大学,博士,主治医师,眼视光科副主任,研究方向:屈光不正特点、发病机制及防控. 50292983@qq.com

收稿日期:2024-06-19 修回日期:2025-04-02

摘要

目的:分析儿童散光患病率、散光程度和类型分布以及矫正情况,为防治儿童屈光不正提供科学依据。

方法:本研究为横断面调查研究,纳入陕西省西安市及蓝田县的 29 153 名 6-12 岁的儿童,测量视力及非睫状肌麻痹下屈光度,将右眼柱镜度绝对值 ≥ 0.5 D 定义为散光,分析不同年龄、性别、地区时散光程度及分类构成比的差异以及屈光矫正情况。

结果:随着年龄增大,散光患病率呈上升趋势,11 岁时散光患病率最高(62.88%),男生散光患病率(57.10%)大于女生(54.86%),市级地区散光患病率(58.29%)大于县级(51.75%)。散光程度以低度散光为主(63.82%),中度散光随年龄增加呈上升趋势,高度散光儿童中以 11 岁儿童最多(9.68%)。散光类型以复合近视型散光(59.28%)及混合型散光(25.16%)较多,随着年龄增加,复合近视型散光增加,而单纯近视型散光、单纯远视型散光和复合远视型散光均呈下降趋势,混合型散光 6-7 岁时占比增加,7-12 岁占比逐渐下降。散光轴向类型以顺规散光最多(81.06%),且随年龄增加,顺规散光占比逐渐增加,11 岁时达到最高峰(85.74%),逆规散光呈下降趋势,斜轴散光则变化趋势不显著。不同性别及地区的各类型散光及散光轴向分布不同。不同年龄、性别及地区的散光程度、散光类型及散光轴向类型均有差异(均 $P < 0.05$)。此外,散光儿童总体戴镜矫正率仅为 40.18%。

结论:陕西省 6-12 岁儿童散光总体患病率为 56.02%,男生散光患病率大于女生,市级地区患病率大于县级地区,年龄、性别、地区均是散光的影响因素,而进行了屈光矫正的人数却不超过一半,需引起家长及相关部门更多的关注。

关键词:儿童;屈光不正;散光;患病率;散光程度;散光类

型;屈光矫正

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2025.5.25

Characterization and correction of astigmatism in children aged 6-12 years from urban and suburban counties of Xi'an city, Shaanxi Province, China

Wei Junhan¹, Ye Lu¹, Yao Qian¹, Liu Rui², Zhang Guoyun¹

Foundation item: Shaanxi Provincial Department of Science and Technology Key Industry Innovation Chain (Group) - Social Development Project (No.2022ZDLSF03-10)

¹Xi'an People's Hospital (Xi'an Fourth Hospital); Shaanxi Eye Hospital; Affiliated People's Hospital of Northwest University, Xi'an 710004, Shaanxi Province, China; ²Lantian County People's Hospital, Lantian 710500, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Zhang Guoyun. Xi'an People's Hospital (Xi'an Fourth Hospital); Shaanxi Eye Hospital; Affiliated People's Hospital of Northwest University, Xi'an 710004, Shaanxi Province, China. 50292983@qq.com

Received:2024-06-19 Accepted:2025-04-02

Abstract

• **AIM:** To analyze the prevalence, severity, types, and correction of astigmatism in children, and provide scientific evidences for the prevention and treatment of refractive errors.

• **METHODS:** This cross-sectional study included 29 153 children aged 6-12 years from Xi'an and Lantian County, Shaanxi Province, China. Visual acuity and non-cycloplegic refraction were measured. Astigmatism was defined as an absolute cylindrical power ≥ 0.5 D in the right eye. Differences in astigmatism severity, type distribution, and refractive correction were analyzed across age, gender, and region.

• **RESULTS:** The prevalence of astigmatism increased with age, peaking at 11 years old (62.88%). Boys (57.10%) had a higher prevalence than girls (54.86%), and the municipal areas (58.29%) had a higher prevalence than county areas (51.75%). Mild astigmatism was the most common (63.82%), with moderate astigmatism increasing with age. The highest prevalence of high astigmatism was observed in 11-year-old children (9.68%). Compound myopic astigmatism (59.28%) and mixed astigmatism (25.16%) were the most frequent

types. With increasing age, compound myopic astigmatism increased, while simple myopic, simple hyperopic, and compound hyperopic astigmatism decreased. Mixed astigmatism increased from ages 6 to 7, but declined from ages 7 to 12. For astigmatic axis types, with - the - rule astigmatism was the most prevalent (81.06%) and increased with age, peaking at 11 years (85.74%). Against - the - rule astigmatism showed a declining trend, while oblique astigmatism remained relatively stable. Distribution differences in astigmatism types and axes by gender and region were observed. Significant differences in astigmatism severity, types, and axis types across different ages, genders, and regions were observed (all $P < 0.05$). The overall refractive correction rate for children with astigmatism was only 40.18%.

• **CONCLUSION:** The overall prevalence of astigmatism among children aged 6–12 years in Shaanxi Province was 56.02%, with higher prevalence observed in boys and in municipal areas. Age, gender, and region significantly influenced the prevalence of astigmatism. Notably, less than half of the children with astigmatism received refractive correction, highlighting the need for increased attention from parents and relevant authorities.

• **KEYWORDS:** children; refractive error; astigmatism; prevalence; astigmatism severity; astigmatism types; refractive correction

Citation: Wei JH, Ye L, Yao Q, et al. Characterization and correction of astigmatism in children aged 6–12 years from urban and suburban counties of Xi'an city, Shaanxi Province, China. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2025,25(5):831–838.

0 引言

散光是一种常见的屈光不正,是由眼睛的不同子午线上屈光力不同引起的,常与近视和远视同时出现^[1]。儿童青少年散光患病率在我国普遍较高,在不同地区差异较大,为 11.0%–66.3%^[2–9]。目前散光的发生机制尚不完全清楚,可能受到遗传和环境因素的双重影响,据既往文献报道,年龄、种族、民族、基因、眼睑位置和张力、眼外肌张力、吸烟、照明、电子产品使用时间等均会影响散光的发展^[3,10–15]。《儿童屈光矫正专家共识(2017)》^[16]指出>1.50 D 的顺规及逆规散光以及>1.00 D 的斜轴散光需戴镜矫正^[16],未进行屈光矫正的散光会显著影响视觉质量,重者还与弱视、对比敏感度、立体视觉的永久性损伤有关^[17–18]。一些动物研究发现散光的光学特性会一定程度上对屈光发育产生影响,散光量与轴向都会影响近视的发展^[1,19–20]。在人类中,研究也表示散光的存在与近视的患病率及发展存在相关性^[21–22]。然而目前针对陕西省儿童散光情况的系统性研究较为有限,本研究以 6–12 岁儿童为调查对象,以期了解本地区儿童的散光患病率、散光程度、类型分布以及散光矫正情况,从而为防治儿童屈光不正提供科学依据,推动儿童眼健康的全面发展。

1 对象和方法

1.1 对象 2022–05/07 我们采用多阶段分层整群随机抽样方法,对中国陕西省长安区和蓝田县 48 所小学的

29 599 名儿童进行了横断面研究。纳入及排除标准:(1) 年龄为 6–12 岁;(2) 无明显眼部疾病,如斜视、白内障、青光眼、眼外伤;(3) 无眼部手术史;(4) 最近 3 mo 内未使用过角膜接触镜;(5) 无影响结果评估的全身性或精神疾病。在筛选和排除信息不完整的儿童后,29 153 名儿童被纳入分析。本研究遵循《赫尔辛基宣言》的原则,由西安市人民医院(西安市第四医院)伦理委员会批准(审批件编号:20210053),在对研究进行了充分的解释后,获得了当地教育部门、学校、教师和家长的知情同意,并且儿童监护人签署知情同意书。

1.2 方法 所有儿童均接受了视力和屈光检查,并询问了年龄、性别、既往病史、是否接受过屈光矫正以及矫正方法等基本信息。在距离 5 m 处用标准对数视力表评估视力,首先测量裸眼视力,然后测量戴镜视力,并以 LogMAR 视力形式记录。在未使用睫状体麻痹剂的情况下,使用自动验光仪进行屈光检测,每只眼睛测量 3 次,先测右眼,后左眼,取 3 次测量结果平均值。

所有儿童的总体左右眼的柱镜度均为 -0.50 (-0.75, -0.25) D,并且右眼柱镜度与左眼的柱镜度有显著正相关性(Spearman 相关性分析: $r_s = 0.557, P < 0.001$),参考既往研究^[3,5],本研究采用右眼柱镜度进行分析。散光定义为右眼两条主子午线屈光度差值 ≥ 0.5 D (即右眼 $|DC| \geq 0.5$ D)。根据不同标准的散光分类定义如下:(1) 根据散光程度分为 3 类:低度散光($0.50 \leq |DC| < 1.00$ D)、中度散光($1.00 \leq |DC| < 2.00$ D)及高度散光($|DC| \geq 2.00$ D);(2) 根据两条主子午线聚焦与视网膜的关系将散光分为 5 类:单纯近视型(一条焦线成像于视网膜前,另一条在视网膜上)、单纯远视型(一条焦线成像于视网膜后,另一条恰在视网膜上)、复合近视型(两条焦线均位于视网膜前且屈光力不同)、复合远视型(两条焦线均位于视网膜后且屈光力不同)、混合型散光;(3) 根据最大屈光力所在子午线分为 3 类:逆规散光(最大屈光力主子午线在 $90^\circ \pm 30^\circ$ 位置)、顺规散光(最大屈光力主子午线在 $150^\circ - 180^\circ, 180^\circ - 30^\circ$)及斜轴散光(最大屈光力主子午线在 $30^\circ - 60^\circ, 120^\circ - 150^\circ$)。

统计学分析:采用 SPSS 23.0 进行分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验对计量数据进行正态性检验,不满足正态分布的计量资料表示为中位数(四分位数间距),并进行方差齐性检验,分类资料以例数(百分比) [$n(\%)$] 表示。采用 Spearman 相关性检验分析右眼与左眼柱镜度的相关性。采用 Kruskal-Wallis H 检验分析不同年龄时视力及屈光度的差异,采用 Mann-Whitney U 检验分析不同性别及地区时视力及屈光度的差异。采用卡方检验分析在不同年龄、性别、地区时散光程度及分类构成比的差异,和各分组下进行屈光矫正的情况。采用多元 Logistic 回归分析年龄、性别、地区对散光患病率的影响。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 视力及屈光度分布 本研究共纳入 29 153 名 6–12 岁儿童的右眼柱镜度进行分析,柱镜范围为 -8.00–+5.75 D,纳入儿童的基本信息、视力及屈光度分布情况见表 1,纳入儿童以 8 岁、男性、市级地区人数占比较多,不同年龄、

性别及地区间的视力、等效球镜度、球镜、柱镜差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。

2.2 散光患病率及散光程度分析 以右眼 $|DC| \geq 0.5$ D 定义为散光的总体散光患病率为 56.02%，随着年龄增大，散光患病率呈上升趋势，从 6 岁的 49.84% 到 12 岁升至 62.61%，11 岁时散光患病率最高(62.88%)；此外，男生散光患病率(57.10%) 大于女生(54.86%)，市级地区散光患病率(58.29%) 大于县级(51.75%)。总体而言，低度散光最多(63.82%)，其次为中度散光(28.51%) 和高度散光(7.67%)。中度散光随年龄增加有上升趋势，高度散光儿童中以 11 岁的人数占比最多(9.68%)，其次为 12 岁(7.92%)、6 岁(7.81%)、9 岁(7.57%)。男生低度散光人数占比小于女生，而中、高度散光均比女生多。市级地区低度散光相较于县级地区较少，而中、高度散光人数占比多于县级地区，见图 1，表 2。不同年龄($\chi^2 = 95.355, P < 0.001$)、不同性别($\chi^2 = 9.252, P = 0.01$) 及不同地区($\chi^2 =$

43.988, $P < 0.001$) 散光程度比较差异有统计学意义。

2.3 散光类型分析 根据两条主子午线聚焦与视网膜的关系将散光分为 5 类，复合近视型散光最多(59.28%)，其次为混合型散光(25.16%)、单纯近视型散光(8.76%)、复合远视型散光(5.22%)，单纯远视型散光占比最少(1.57%)。复合近视型散光随年龄增加而占比增加。6-7 岁时混合型散光占比增加，7-12 岁则随年龄增加而占比逐渐下降。并且，随着年龄增加，单纯近视型散光、单纯远视型散光和复合远视型散光均呈下降趋势。男生中单纯近视型散光、单纯远视型散光及混合型散光多于女生，而复合近视型散光和复合远视型散光则少于女生。市级地区中单纯远视型散光、复合近视型散光和复合远视型散光多于县级地区，其余两类散光少于县级地区，见图 2，表 3。不同年龄($\chi^2 = 1790.715, P < 0.001$)、性别($\chi^2 = 22.417, P < 0.001$) 及地区($\chi^2 = 34.64, P < 0.001$) 散光类型比较差异有统计学意义。

表 1 以年龄、性别、地区分类的右眼视力及屈光度情况

分组	人数(%)	裸眼视力	等效球镜度	球镜[$M(P_{25}, P_{75}), D$]	柱镜[$M(P_{25}, P_{75}), D$]
		[$M(P_{25}, P_{75}), \text{LogMAR}$]	[$M(P_{25}, P_{75}), D$]		
年龄(岁)					
6	1567(5.38)	0(0,0.10)	-0.13(-0.75,0.38)	0(-0.50,0.25)	-0.25(-0.50,0)
7	5115(17.55)	0(0,0.10)	-0.13(-0.75,0.25)	0(-0.50,0.50)	-0.25(-0.75,0)
8	5528(18.96)	0(0,0.10)	-0.38(-1.25,0.13)	-0.25(-1.00,0.25)	-0.25(-0.75,-0.25)
9	5041(17.29)	0(0,0.30)	-0.75(-1.75,0)	-0.50(-1.50,0.25)	-0.50(-0.75,-0.25)
10	4712(16.16)	0.10(0,0.40)	-1.00(-2.13,-0.25)	-0.75(-1.75,0)	-0.50(-0.75,-0.25)
11	4125(14.15)	0.20(0,0.50)	-1.38(-2.75,-0.38)	-1.00(-2.25,0)	-0.50(-1.00,-0.25)
12	3065(10.51)	0.20(0,0.60)	-1.63(-3.00,-0.50)	-1.25(-2.50,-0.25)	-0.50(-0.75,-0.25)
<i>H</i>		1884.387	3808.357	3530.660	834.723
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
性别					
男	15149(51.96)	0(0,0.20)	-0.63(-1.63,0)	-0.25(-1.50,-0.25)	-0.50(-0.75,-0.25)
女	14004(48.04)	0(0,0.30)	-0.75(-1.88,0)	-0.50(-1.50,-0.25)	-0.50(-0.75,-0.25)
<i>Z</i>		8.441	5.649	6.958	3.581
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
地区					
县级	10106(34.67)	0(0,0.30)	-0.63(-1.75,0)	-0.50(-1.50,0.25)	-0.50(-0.75,-0.25)
市级	19047(65.33)	0(0,0.20)	-0.63(-1.63,0)	-0.25(-1.25,0.25)	-0.25(-0.75,-0.25)
<i>Z</i>		15.843	3.909	2.334	8.088
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.020	<0.001
合计	29153(100.00)	0(0,0.30)	-0.63(-1.75,0)	-0.50(-0.75,-0.25)	-0.50(-0.50,-0.25)

注:各年龄组指该年龄到下一岁之间,如 6 岁是指 6 岁 ≤ 年龄 < 7 岁;县级地区指陕西省蓝田县,市级地区指陕西省西安市。

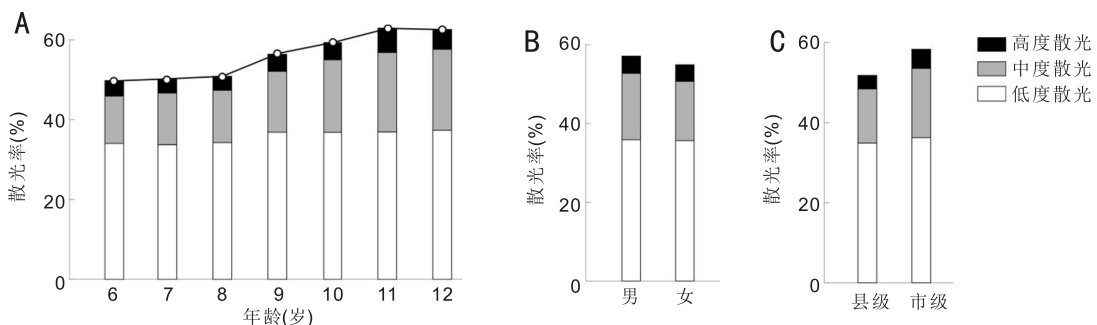


图 1 不同年龄、性别及地区的散光患病率及散光程度分布 A:年龄;B:性别;C:地区。

表2 年龄、性别、地区分组下的散光程度分布

例(%)

类别	散光	低度散光	中度散光	高度散光
年龄(岁)				
6	781(49.84)	534(68.37)	186(23.82)	61(7.81)
7	2569(50.22)	1725(67.15)	671(26.12)	173(6.73)
8	2813(50.89)	1895(67.37)	723(25.70)	195(6.93)
9	2852(56.58)	1864(65.36)	772(27.07)	216(7.57)
10	2804(59.51)	1737(61.95)	863(30.78)	204(7.28)
11	2594(62.88)	1523(58.71)	820(31.61)	251(9.68)
12	1919(62.61)	1145(59.67)	622(32.41)	152(7.92)
性别				
男	8650(57.10)	5433(62.81)	2552(29.50)	665(7.69)
女	7682(54.86)	4990(64.96)	2105(27.40)	587(7.64)
地区				
县级	5230(51.75)	3523(67.36)	1367(26.14)	340(6.50)
市级	11102(58.29)	6900(62.15)	3290(29.63)	912(8.21)
合计	16332(56.02)	10423(63.82)	4657(28.51)	1252(7.67)

注:各年龄组指该年龄到下一岁之间,如6岁是指6岁≤年龄<7岁;县级地区指陕西省蓝田县,市级地区指陕西省西安市。

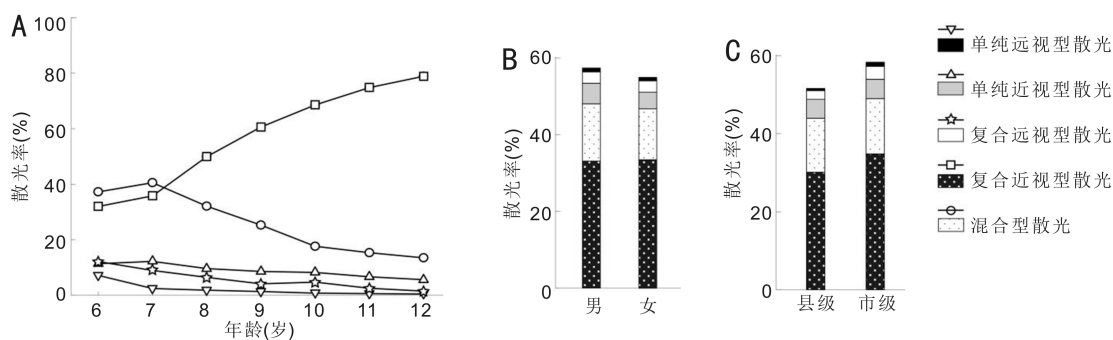


图2 不同年龄、性别及地区的散光类型分析 A:年龄;B:性别;C:地区。

表3 年龄、性别、地区分组下的散光类型分布

例(%)

类别	单纯近视型散光	单纯远视型散光	复合近视型散光	复合远视型散光	混合型散光
年龄(岁)					
6	89(11.40)	56(7.17)	250(32.01)	95(12.16)	291(37.26)
7	314(12.22)	63(2.45)	920(35.81)	230(8.95)	1042(40.56)
8	271(9.63)	52(1.85)	1405(49.95)	182(6.47)	903(32.10)
9	245(8.59)	39(1.37)	1729(60.62)	118(4.14)	721(25.28)
10	231(8.24)	22(0.78)	1923(68.58)	133(4.74)	495(17.65)
11	173(6.67)	16(0.62)	1941(74.83)	66(2.54)	398(15.34)
12	108(5.63)	9(0.47)	1514(78.90)	29(1.51)	259(13.50)
性别					
男	804(9.29)	150(1.73)	4997(57.77)	444(5.13)	2255(26.07)
女	627(8.16)	107(1.39)	4685(60.99)	409(5.32)	1854(24.13)
地区					
县级	496(9.48)	61(1.17)	3047(58.26)	225(4.30)	1401(26.79)
市级	935(8.42)	196(1.77)	6635(59.76)	628(5.66)	2708(24.39)
合计	1431(8.76)	257(1.57)	9682(59.28)	853(5.22)	4109(25.16)

注:各年龄组指该年龄到下一岁之间,如6岁是指6岁≤年龄<7岁;县级地区指陕西省蓝田县,市级地区指陕西省西安市。

以散光轴向进行分类,顺规散光占比最多,为81.06%,逆规散光次之(13.20%),斜轴散光最少(5.74%)。随年龄增加,顺规散光占比逐渐增加,11岁时达到最高峰(85.74%);逆规散光呈下降趋势,11岁时最少

(9.37%),斜轴散光则变化趋势不显著,6岁时最多(6.40%),11岁时最少(4.90%)。与女生相比,男生顺规散光较多,逆规及斜轴散光较少。与县级地区相比,市级地区的顺规散光较多,逆规及斜轴散光较少,见图3,表4。

不同年龄($\chi^2 = 227.144, P < 0.001$)、性别($\chi^2 = 8.958, P = 0.011$)及地区($\chi^2 = 9.389, P = 0.009$)散光轴向类型差异有统计学意义。

无论散光程度如何,不同散光类型中占比排序均为复合近视型散光>混合型散光>单纯近视型散光>复合远视型散光>单纯远视型散光,不同散光轴向类型排序为顺规散光>逆规散光>斜轴散光,见表5。不同散光程度的散光类型($\chi^2 = 167.541, P < 0.001$)及散光轴向类型($\chi^2 = 318.459, P < 0.001$)差异有统计学意义。在单纯近视型散光、复合近视型散光及混合型散光中,顺规散光最多,逆规散光次之,斜轴散光最少;而单纯远视型散光及复合远视型散光中,逆规散光最多,顺规散光次之,斜轴散光最少,见表6。不同散光类型之间的散光轴向类型差异有统计学意义($\chi^2 = 5467.462, P < 0.001$)。

2.4 散光患病率的多元 Logistic 回归分析 以散光(赋值

1=有,0=无)为因变量,年龄、性别(赋值1=男,0=女)和地区(赋值1=市级地区,0=县级地区)为自变量,代入多元 Logistic 回归模型中,结果显示年龄、性别、地区都是散光患病率的影响因素(均 $P < 0.001$,表7),年龄每增加一岁,散光患病率的危险度增加1.155倍,男性散光患病率的危险度与女性相比增加1.092倍,市级地区与县级地区相比,散光患病率的危险度增加1.488倍。

2.5 散光的屈光矫正情况

需进行屈光矫正的散光类型中以>1.50 D 顺规散光为主,配戴框架眼镜进行矫正的儿童占比排序为顺规散光>逆规散光>斜轴散光,总体上分别有42.19%、35.48%、17.92%的散光儿童进行了矫正。随着年龄增大,>1.50 D 顺规散光屈光矫正人数占比增多,而>1.50 D 逆规散光和>1.00 D 斜轴散光的矫正人数占比却呈下降趋势($\chi^2 = 32.964, P = 0.001$),不同性别($\chi^2 = 1.594, P = 0.451$)及不同地区($\chi^2 = 4.424, P = 0.109$)无显著差异,见表8。

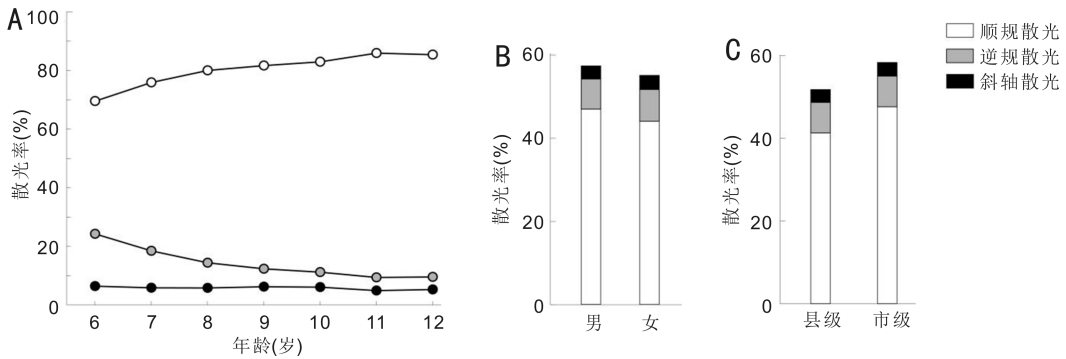


图3 不同年龄、性别及地区的散光轴向类型分析 A:年龄;B:性别;C:地区。

表4 年龄、性别、地区分组下的散光轴向类型分布

例(%)

类别	顺规散光	逆规散光	斜轴散光
年龄(岁)			
6	542(69.40)	189(24.20)	50(6.40)
7	1946(75.75)	473(18.41)	150(5.84)
8	2246(79.84)	404(14.36)	163(5.79)
9	2324(81.49)	351(12.31)	177(6.21)
10	2321(82.77)	313(11.16)	170(6.06)
11	2224(85.74)	243(9.37)	127(4.90)
12	1635(85.20)	183(9.54)	101(5.26)
性别			
男	7086(81.92)	1092(12.62)	472(5.46)
女	6152(80.08)	1064(13.85)	466(6.07)
地区			
县级	4170(79.73)	748(14.30)	312(5.97)
市级	9068(81.68)	1408(12.68)	626(5.64)
合计	13238(81.06)	2156(13.20)	938(5.74)

注:各年龄组指该年龄到下一岁之间,如6岁是指6岁≤年龄<7岁;县级地区指陕西省蓝田县,市级地区指陕西省西安市。

表5 不同散光程度的散光类型及散光轴向类型分布

例(%)

散光程度	散光类型					散光轴向		
	单纯近视型	单纯远视型	复合近视型	复合远视型	混合型	顺规	逆规	斜轴
低度	1026(9.84)	208(2.00)	6243(59.90)	581(5.57)	2365(22.69)	8026(77.00)	1632(15.66)	765(7.34)
中度	325(6.98)	42(0.90)	2761(59.29)	209(4.49)	1320(28.34)	4101(88.06)	421(9.04)	135(2.90)
高度	80(6.39)	7(0.56)	678(54.15)	63(5.03)	424(33.87)	1111(88.74)	103(8.23)	38(3.04)

注:低度散光为 $0.50 \leq |DCI| < 1.00$ D;中度散光为 $1.00 \leq |DCI| < 2.00$ D;高度散光为 $|DCI| \geq 2.00$ D。

表6 不同散光类型的散光轴向类型分布 例(%)

散光类型	顺规散光	逆规散光	斜轴散光
单纯近视型	1236(86.37)	120(8.39)	75(5.24)
单纯远视型	20(7.78)	227(88.33)	10(3.89)
复合近视型	8286(85.58)	794(8.20)	602(6.22)
复合远视型	74(8.68)	718(84.17)	61(7.15)
混合型	3622(88.15)	297(7.23)	190(4.62)

表7 散光患病率的多元 Logistic 回归分析

影响因素	β	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
年龄	0.144	0.007	404.901	1.155	1.139-1.171	<0.001
性别	0.088	0.024	13.538	1.092	1.042-1.144	<0.001
地区	0.397	0.026	236.267	1.488	1.414-1.565	<0.001

表8 年龄、性别、地区分组下的屈光矫正情况

分组	需矫正人数	各散光轴向需矫正人数			屈光矫正人数	各散光轴向矫正人数		
		>1.50 D 顺规散光	>1.50 D 逆规散光	>1.00 D 斜轴散光		>1.50 D 顺规散光	>1.50 D 逆规散光	>1.00 D 斜轴散光
年龄(岁)								
6	86	70(81.40)	13(15.12)	3(3.49)	26(30.23)	19(27.14)	6(46.15)	1(33.33)
7	243	208(85.60)	31(12.76)	4(1.65)	74(30.45)	60(28.85)	11(35.48)	3(75.00)
8	284	251(88.38)	17(5.99)	16(5.63)	97(34.15)	88(35.06)	6(35.29)	3(18.75)
9	309	257(83.17)	30(9.71)	22(7.12)	120(38.83)	109(42.41)	11(36.67)	0
10	314	257(81.85)	30(9.55)	27(8.60)	129(41.08)	110(42.80)	12(40.00)	7(25.93)
11	344	300(87.21)	23(6.69)	21(6.10)	161(46.80)	151(50.33)	7(30.43)	3(14.29)
12	217	193(88.94)	11(5.07)	13(5.99)	115(53.00)	111(57.51)	2(18.18)	2(15.38)
性别								
男	959	836(87.17)	73(7.61)	50(5.21)	387(40.35)	352(42.11)	27(36.99)	8(16.00)
女	838	700(83.53)	82(9.79)	56(6.68)	335(39.98)	296(42.29)	28(34.15)	11(19.64)
地区								
县级	463	393(84.88)	45(9.72)	25(5.40)	154(33.26)	135(34.35)	17(37.78)	2(8.00)
市级	1334	1143(85.68)	110(8.25)	81(6.07)	568(42.58)	513(44.88)	38(34.55)	17(20.99)
合计	1797	1536(85.48)	155(8.63)	106(5.90)	722(40.18)	648(42.19)	55(35.48)	19(17.92)

注:各年龄组指该年龄到下一岁之间,如6岁是指6岁≤年龄<7岁;县级地区指陕西省蓝田县,市级地区指陕西省西安市。

3 讨论

本研究调查分析了学龄期儿童散光的患病率及散光程度和类型的分布,发现陕西省部分地区6-12岁儿童散光患病率为56.02%,散光程度及类型分类中以低度散光、复合近视型散光和顺规散光为主。并且还分析了不同年龄、性别及地区中散光的差异,发现年龄、性别、地区均是散光患病率的影响因素。即使散光患病率较高,但进行屈光矫正的儿童却只有40.18%,需引起重视。

既往已有大量横断面和纵向研究报道了我国儿童青少年散光的患病率^[3-5,8-9,23-24],大多数研究将散光定义为柱镜度≥0.50 D^[5,7,24],但也有一些学者对散光定义有所不同^[3,8-9]。比如,王立华等^[8]在北京市海淀区调查了6 064名学龄前儿童,散光(柱镜≥1.00 D)患病率为29.00%;Yang等^[3]调查了无锡市864名学龄前儿童的散光状况,发现散光(柱镜度≤-1.00 D)患病率为36.00%,他们还发现早产、父母散光、母亲生产年龄、喂养方式、电子屏幕使用时间等危险因素与学龄前儿童散光的发生密切相关。夏雨等^[4]测量了1 768名6-11岁儿童的睫状肌麻痹后的屈光度等指标,发现以柱镜度≤-0.50 D、≤-0.75 D及≤-1.00 D分别作为散光定义标准的散光患病率分别为63.3%、33.4%和18.8%,并且肥胖儿童的散光检出率更高。王沙娜等^[5]发现在北京市通州区3-7岁儿童在散瞳前后散光患病率有所不同,散瞳前为61.88%,散瞳后为64.02%。由此可见,由于对散光的定义、调查地区、年龄、人数、测量方式等的不同,散光患病率差异较大,

本研究调查人群的散光患病率(56.02%)已超过既往报道的平均水平,需要引起重视。

我们的数据表明随着年龄增加,儿童散光率呈显著上升趋势,从6岁的49.84%上升至12岁的62.61%,这与既往大多数研究结果一致^[3,8,23-24],比如,Wang等^[23]在浙江省义乌市发现幼儿园及一至四年级散光患病率为7%-8%,六至八年级为15%-16%,九年级为20%,十年级及以上为20%-25%;Zhang等^[24]在西安市儿童中调查发现小学、初中、高中散光患病率分别为54.6%、71.3%、68.7%;然而也有一些研究^[4]显示散光患病率与年龄无显著关系。我们还发现男生的散光患病率高于女生,与许多研究结果一致^[4,23-24],Wang等^[23]还表示男生散光和高度散光的患病率是女生的2.2倍。然而,部分研究中散光患病率并未发现明显的性别差异^[25],还有研究^[26]报道女生散光患病率高于男生,性别差异需要未来进一步探索。此外,与Zhang等^[24]报道一致,我们发现市级地区散光患病率高于县级地区,这可能与地区教育、经济发展、居住环境等因素有关。本研究中回归分析进一步确认了年龄、性别和地区是散光患病率的重要影响因素。年龄每增加一岁,散光患病率的风险增加1.155倍;男性散光患病率比女性高1.092倍;市级地区的散光患病率比县级地区高1.488倍。这些发现也提示需要在制定儿童视力保护政策时考虑不同年龄、性别和地区的差异,采取有针对性的预防和干预措施。

在散光严重程度方面,本研究发现低度散光(0.50-1.00 D)的人数较多,占散光总人数的63.82%,与夏雨

等^[4]报道一致,并且同既往文献^[5,8]报道不同年龄的散光程度有差异,然而王沙娜等^[5]并未发现显著差异。散光可促进儿童近视化进展^[27],并且散光对视力及视功能的影响不容忽视^[17-18],虽然本研究低度散光人数占比较多,但仍有36.18%的儿童为中高度散光,提示我们应关注儿童散光情况,对低度散光的儿童行定期监测,对中高度散光人群及时进行光学矫正,对于高度散光的儿童还需进一步检查角膜形态,警惕圆锥角膜等疾病。

以不同屈光状态进行分类的散光类型来看,我们发现复合近视型散光占比最高(59.28%),且随年龄增加而比例增加,其次为混合型散光,单纯近视型散光、单纯远视型散光和复合远视型散光均随年龄增大而呈下降趋势。既往文献关于散光的类型占比结果有所不同,我们的结果与熊雪薇等^[7]发现的结果类似,他们发现复合近视散光最多,除复合近视散光外,其余四种散光类型均在7-12岁期间呈下降趋势。夏雨等^[4]在6-11岁儿童中发现复合远视型散光最多,占比46.4%,其次为复合近视散光(23.5%)、混合散光(16.3%)。学龄期儿童随着年龄的增加,课业任务增多,近视随之进展,这可能是复合近视散光占比逐步增加的原因。

以散光轴向进行分类的散光比较中,我们发现顺规散光占比最高(81.06%),与其他研究结果相同^[4,8,23-24]。Yang等^[3]发现学龄前的散光儿童中顺规散光超过了90%,而逆规散光及斜轴散光分别仅为5.5%和1.9%。而熊雪薇等^[7]发现逆规散光(60.07%)在各年龄组最多。并且,我们发现随着年龄增加,顺规散光占比增加,而逆规散光和斜轴散光减少。除此以外,散光严重程度与散光类型也存在一定的关系,随着散光程度加重,单纯近视型散光、单纯远视型散光、复合近视型散光及复合远视型散光占比均减少,而混合型散光却逐渐增加;另外,逆规散光与斜轴散光随程度加重而减少,而顺规散光增加,与其他研究结果一致^[4,7]。我们还发现散光类型与散光轴向也有一定关联,单纯近视型散光、复合近视型散光和混合型散光中顺规散光最多,而单纯远视型散光和复合远视型散光中逆规散光最多。有研究^[21]表示患有逆规散光的儿童比顺规散光儿童更容易近视,虽然本研究中逆规散光儿童占比不是最多的(13.20%),我们仍需关注他们的屈光状态及矫正情况。

2017年,我国发布了《儿童屈光矫正专家共识(2017)》^[16],其明确指出,学龄期儿童若发现顺规和逆规散光超过1.50D,或斜轴散光超过1.00D,需及时屈光矫正。本研究中发现6-12岁儿童中需要光学矫正的散光类型以超过1.50D的顺规散光为主,但矫正率仅为42.19%,此外,超过1.50D的逆规散光中,只有35.48%的儿童进行矫正,而超过1.00D的斜轴散光中只有17.92%的儿童得到矫正,总体矫正率仅为40.18%。未矫正的散光患者由于不同子午线上离焦量的不同,导致他们有不同的视觉模糊感受^[17]。先前的研究表明,散光受试者在测量光栅视力^[28]、游标视力^[29-30]、对比敏感度^[31]、立体视^[30]等方面均有不同程度的下降,这些视觉功能的减弱,不仅影响儿童的日常生活和学习,更为严重的是,早期的散光如果未及时矫正,可能会导致儿童面临患弱视的重大风险。而多项研究表明,尽早进行光学矫正可预防散光对视觉功能的影

响^[30,32-33],因此,家长和教育工作者应高度重视儿童视力和散光矫正问题,以避免不必要的视觉损害和潜在的弱视、斜视风险。

近期已有多篇相关研究发表,例如,陈沛安等^[14]连续观察了广州市白云区1-4岁儿童的散光情况并进行了4a的随访;王沙娜等^[5]分析了北京市通州区3-7岁儿童散光患病率及其散瞳前后的变化。本研究发现的散光患病率随年龄增加而升高不同于王沙娜等^[5]的报道,这可能与招募的儿童年龄范围有关。并且,与Zhang等^[24]研究相似,我们也发现散光患病率在不同等级城市患病率有所差异。本研究填补了6-12岁陕西省儿童散光患病率的研究空白,并系统性地分析了散光患病率与年龄、性别及地区等因素的相关性。此外,本研究结合专家共识提出的散光屈光矫正原则,深入探讨了散光的屈光矫正情况,揭示了当前儿童散光矫正率不足的问题,从而为该领域的进一步研究和临床干预提供了新的依据。但是也存在一些不足之处:(1)比如未进行更深入的散光相关因素调查分析,如儿童的用眼习惯、读写情况、电子产品使用情况、睡眠及活动情况等,从而进一步挖掘散光的危险因素;(2)未使用睫状肌麻痹剂进行屈光检测可能导致柱镜度及散光患病率的估计存在一定误差,不过有研究发现4-17岁儿童在睫状肌麻痹前后测量的散光度数和轴向没有统计学差异^[34],但未来仍需要进一步更加完善的调查;(3)本研究为横断面调查研究,未进行纵向队列研究来观察儿童的散光变化情况及屈光矫正对其的影响。

综上所述,本研究揭示了陕西省6-12岁儿童散光率、类型分布及其影响因素以及矫正情况。结果表明,随着年龄的增加,散光率显著上升,男生的散光率高于女生,市级地区儿童的散光率高于县级地区。低度散光最为常见,复合近视型散光占比最高。年龄、性别和地区是影响儿童散光率的重要因素。这些结果为陕西省儿童视力健康提供了重要参考依据,强调了针对不同年龄、性别和地区的儿童采取有效干预措施的重要性。未来的研究应进一步探讨环境因素、用眼行为及遗传因素对散光的影响,以制定更全面的预防和治疗策略,促进儿童视力健康的全面发展。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:魏君涵论文选题与修改,文献检索,数据分析,初稿撰写;叶璐论文修改及审阅;姚倩文献检索;刘锐数据分析;张国云选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

- [1] Kee CS. Astigmatism and its role in emmetropization. *Exp Eye Res*, 2013,114:89-95.
- [2] Fan DS, Rao SK, Cheung EY, et al. Astigmatism in Chinese preschool children: prevalence, change, and effect on refractive development. *Br J Ophthalmol*, 2004,88(7):938-941.
- [3] Yang ZH, Lu ZJ, Shen YH, et al. Prevalence of and factors associated with astigmatism in preschool children in Wuxi City, China. *BMC Ophthalmol*, 2022,22(1):146.
- [4] 夏雨,廖梦霏,唐冲,等. 学龄儿童散光分布及相关因素研究. *中国临床医生杂志*, 2020,48(5):550-554.
- [5] 王沙娜,谢晓兰,朱蕊丹. 北京市通州区学龄前儿童散光分布特征及对视力的影响. *国际眼科杂志*, 2024,24(1):162-165.

- [6] 高云仙, 李小龙, 马晓玲, 等. 乌鲁木齐市中小学生近视与眼部生物学参数调查分析. 国际眼科杂志, 2023,23(3):471-476.
- [7] 熊雪薇, 周炼红, 曾彩琼, 等. 武汉市7~12岁学龄期儿童散光特点分析. 中国斜视与小兒眼科杂志, 2019,27(2):23-25.
- [8] 王立华, 陈巍, 刘新丽, 等. 北京市海淀区学龄前儿童散光患病率及其对视力的影响. 北京医学, 2023,45(1):64-67.
- [9] Kam KW, Shing E, Zhang Y, et al. Prevalence and Severity of Astigmatism in Children After COVID-19. *JAMA Ophthalmol*, 2025 [Online ahead of print]
- [10] Namba H, Sugano A, Murakami T, et al. Age-related changes in astigmatism and potential causes. *Cornea*, 2020,39(Suppl 1):S34-S38.
- [11] Read SA, Collins MJ, Carney LG. A review of astigmatism and its possible genesis. *Clin Exp Optom*, 2007,90(1):5-19.
- [12] Huang J, Maguire MG, Ciner E, et al. Risk factors for astigmatism in the vision in preschoolers study. *Optom Vis Sci*, 2014,91(5):514-521.
- [13] Li CG, Yang GY, Schmid KL, et al. Associations between environmental tobacco smoke exposure in early life and astigmatism among Chinese preschool children. *Int J Environ Res Public Health*, 2019,16(19):3725.
- [14] 陈沛安, 田臻, 肖婷婷, 等. 2018—2021年广州市白云区学龄前儿童散光变化趋势队列研究. 国际眼科杂志, 2023,23(5):873-877.
- [15] 周明月, 周玥, 徐志东, 等. 散光幼儿生活环境因素的分析. 实用预防医学, 2019,26(11):1330-1333.
- [16] 中华医学会眼科学分会眼视光学组. 儿童屈光矫正专家共识(2017). 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2017,19(12):705-710.
- [17] Harvey EM, Dobson V, Miller JM, et al. Amblyopia in astigmatic children: patterns of deficits. *Vision Res*, 2007,47(3):315-326.
- [18] Huang D, Chen X, Zhu H, et al. Prevalence of amblyopia and its association with refraction in Chinese preschool children aged 36-48 months. *Br J Ophthalmol*, 2018,102(6):767-771.
- [19] Vyas SA, Kee CS. Early astigmatism can alter myopia development in chickens. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021,62(2):27.
- [20] Kee CS, Hung LF, Qiao-Grider Y, et al. Effects of optically imposed astigmatism on emmetropization in infant monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2004,45(6):1647-1659.
- [21] Gwiazda J, Grice K, Held R, et al. Astigmatism and the development of myopia in children. *Vision Res*, 2000,40(8):1019-1026.
- [22] Twelker JD, Miller JM, Sherrill DL, et al. Astigmatism and myopia in Tohono O'odham native American children. *Optom Vis Sci*, 2013,90(11):1267-1273.
- [23] Wang JY, Cheng QE, Fu XJ, et al. Astigmatism in school students of Eastern China: prevalence, type, severity and associated risk factors. *BMC Ophthalmol*, 2020,20(1):155.
- [24] Zhang Y, He X, Dong W, et al. Prevalence of astigmatism among 99,515 children in different areas of Xi'an City, China. *J Optom*, 2025,18(1):100538.
- [25] Li H, Li SM, Liu LR, et al. Astigmatism and its components in 12-year-old Chinese children: the Anyang childhood eye study. *Br J Ophthalmol*, 2019,103(6):768-774.
- [26] Zhao J, Pan X, Sui R, et al. Refractive error study in children: results from Shunyi district, China. *Am J Ophthalmol*, 2000,129(4):427-435.
- [27] 陈艳艳, 吴晓红, 李兴, 等. 散光对小学生屈光变化的影响观察. 中国斜视与小兒眼科杂志, 2014,22(1):24-27.
- [28] Dobson V, Miller JM, Harvey EM, et al. Amblyopia in astigmatic preschool children. *Vis Res*, 2003,43(9):1081-1090.
- [29] Gwiazda J, Bauer J, Thorn F, et al. Meridional amblyopia does result from astigmatism in early-childhood. *Clin Vis Sci*, 1986,1(2):145-152.
- [30] Mitchell DE, Freeman RD, Millodot M, et al. Meridional amblyopia: Evidence for modification of the human visual system by early visual experience. *Vision Res*, 1973,13(3):535-558.
- [31] Mitchell DE, Wilkinson F. The effect of early astigmatism on the visual resolution of gratings. *J Physiol*, 1974,243(3):739-756.
- [32] Mohindra I, Jacobson SG, Held R. Binocular visual form deprivation in human infants. *Doc Ophthalmol*, 1983,55(3):237-249.
- [33] Harvey EM, Dobson V, Miller JM, et al. Treatment of astigmatism-related amblyopia in 3- to 5-year-old children. *Vision Res*, 2004,44(14):1623-1634.
- [34] Goyal S, Phillips PH, Rettiganti M, et al. Comparison of the effect of cycloplegia on astigmatism measurements in a pediatric amblyopic population: a prospective study. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 2018,55(5):293-298.