

· 标准与规范 ·

眼轴长度在近视防控管理中的应用专家共识 (2023)

《眼轴长度在近视防控管理中的应用专家共识(2023)》专家组

通信作者:何鲜桂,Email:xianhezi@163.com;许迅,Email:drxuxun@sjtu.edu.cn

何鲜桂,上海市眼病防治中心,上海 201103;许迅,上海交通大学医学院附属第一人民医院,上海 200080

【摘要】 当前眼轴长度(AL)的测量方法无创、便捷,结果客观、稳定。与眼屈光度数的测量结果不同,AL测量不受眼调节能力的影响,近年来在近视防控中逐渐受到关注和应用,已成为青少年近视防控管理的重要评价指标。然而,目前尚缺乏全面反映我国3~18岁儿童青少年屈光状态或屈光进展的AL参考值及针对AL测量方法、测量设备评价方法的操作规范,给儿童青少年近视筛查结果的判定、屈光档案的准确建立、屈光状态的纵向趋势观察以及测量数据的可比性等带来了很大挑战。为了促进和规范我国已有的儿童青少年眼轴数据的合理应用以及规范眼轴数据的测量和记录,《眼轴长度在近视防控管理中的应用专家共识(2023)》专家组在全国范围内广泛征求和收集目前我国在儿童青少年近视筛查和临床实践中关于AL评价的主要问题并进行分析和归纳,就我国儿童青少年AL及相关参数的定义与测量要求、人群生长发育特征、在人群横断面筛查中的应用、在屈光动态管理中的应用、AL变化与屈光度数变化的换算关系、AL联合其他参数对近视的预测效果、眼轴测量仪器的准确性评估等7个科学内容进行研究和讨论,根据对国内外重要文献进行归纳分析,结合我国的具体实践,制定《眼轴长度在近视防控管理中的应用专家共识(2023)》,为公共卫生、临床医师和相关从业人员的具体工作实践和操作过程提供相对标准化的专家建议,同时为相关政策管理者制定我国近视防控技术方案、实施近视公共卫生预防、早期近视预警和风险判断以及近视的临床控制提供指导意见,促进近视分级分类管理迈向精准化,提升防控近视发生发展的效果。

【关键词】 近视;眼轴长度;人群筛查;动态管理;安全增长值;共识

基金项目: 国家重点研发计划项目(2021YFC2702100);上海申康医院发展中心,三年行动计划研究型医师项目(SHDC2022CRD015);上海市科委生物医药领域项目(21S31900800)

国际实践指南注册: <http://www.guidelines-registry.cn>,PREPARE-2023CN574

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20231010-00121

Expert consensus on the application of axial length in myopia prevention and control management (2023)

Expert Workgroup of Expert consensus on the application of axial length in myopia prevention and control management (2023)

Corresponding authors: He Xiangui, Email: xianhezi@163.com; Xu Xun, Email: drxuxun@sjtu.edu.cn

He Xiangui, Shanghai Eye Disease Prevention and Treatment Center, Shanghai 201103, China; Xu Xun, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200080, China

[Abstract] The current measurement method of axial length (AL) is non-invasive and convenient, with objective and stable results. Unlike refractive diopter, which is influenced by the eye accommodation, the measurement of AL is not affected. Therefore, AL has gradually received attention and application in myopia prevention and control in recent years, and has become an important evaluation index for myopia management in children and adolescents. However, there is currently a lack of AL reference values that comprehensively reflect the refractive status or progression of children and adolescents aged 3–18 years in China, as well as operational standards for AL measurement and measurement equipment evaluation, posing great challenges to the determination of myopia screening results, the accurate establishment of refractive profiles, the observation of longitudinal trend of refractive status, and the comparability of measurement data of children and adolescents. In order to promote and standardize the rational application of existing AL data of children and adolescents in China, as well as the measurement and recording of AL data, the Expert consensus on the application of axial length in myopia prevention and control management (2023) expert workgroup extensively solicited and collected the main issues related to AL evaluation in myopia screening and clinical practice in children and adolescents in China, and conducted analysis and summary. The expert workgroup conducted research and discussion on seven scientific contents, including the definition and measurement requirements of AL and related parameters in children and adolescents in China, the growth and development characteristics of the population, the application in cross-sectional screening of populations, the application in dynamic management of refraction, the conversion relationship between AL changes and refractive diopter changes, the predictive effect of AL combined with other parameters on myopia, and the accuracy evaluation of AL measurement instruments. Based on the

summary and analysis of important literature at home and abroad and combined with the specific practices in China, the Expert consensus on the application of axial length in myopia prevention and control management (2023) was formulated to provide relatively standardized expert recommendations for public health, clinical physicians, and related practitioners in the specific working practices and operational processes. Meanwhile, the consensus aims to provide guidance for relevant policy managers to formulate programs about myopia prevention and control in China and implement public health prevention, early myopia warning and risk assessment, as well as clinical control of myopia, to promote the precision of stratified and classified management of myopia and improve the effectiveness of prevention and control of myopia onset and progression.

[Key words] Myopia; Axial length; Screening of population; Dynamic management; Safety growth value; Consensus

Fund program: National Key R&D Program of China (2021YFC2702100); Shanghai Hospital Development Center's Three-year Action Plan for Research-oriented Physician Project (SHDC2022CRD015); Shanghai Science and Technology Commission's Project in the Field of Biomedicine (21S31900800)

International Practice Guidelines register: <http://www.guidelines-registry.cn>, PREPARE-2023CN574

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20231010-00121

儿童青少年近视已成为我国重要的公共卫生问题。全国调查数据显示,2020 年中国 6~18 岁儿童青少年总体近视率为 52.7%,近视人数约达 1 亿,若无有效的近视干预措施,据估计 2030 年我国儿童青少年近视率将达到 61.8%^[1-3],其防控刻不容缓。从儿童生长发育早期即开始建立屈光发育档案有助于我们深入探讨近视发生的病因、机制、发展规律,抓住个体适当干预时点和采取有效防控措施,是防控儿童青少年近视发生及发展的重要基础^[4]。针对近视筛查建档工作,目前我国已发布了多个专业性指导文件,如全国近视调查方案(国卫办疾控函〔2018〕932 号)^[5]、国家卫健委《儿童青少年近视防控适宜技术指南》(国卫办疾控函〔2019〕780 号)^[6]、国家卫生行业标准《中小学生屈光不正筛查规范》(WS/T 663-2020)^[7]等,在近视筛查过程中主要推行裸眼远视力检测联合非睫状肌麻痹验光方法^[8-9]。鉴于目前全国已逐步推进近视筛查建档全覆盖、每年定期开展,档案资料的有效整合应用与动态管理成为新需求^[10-11]。然而,相关研究数据表明,目前视力联合非睫状肌麻痹验光方法尚无法获得与睫状肌麻痹状态下屈光度一致的结果^[12],不能准确量化屈光度数及其变化量,给近视防控工作精准化的实施和效果评价带来困难,检测方法和评价方法亟待进一步完善。

眼轴长度(axial length, AL)是衡量儿童青少年眼球发育情况的主要参数之一,与屈光度测量受眼调节能力的影响不同,AL 测量不受调节能力的影响,且 AL 的变化范围随年龄增长呈现较为稳定的规律性,是客观、便捷地评估儿童青少年眼球发育规律和预测近视发生和进展的重要指标。与儿童各器官和身高随年龄的生理发育过程相对应的生理现象相似,AL 在眼球发育过程中相应增长^[13],并与屈光度数变化密切相关^[14-15];持续监测 AL 有助于更为准确地评估儿童青少年的屈光状态或屈光进展情况,比如通过 AL 所处

相应年龄人群中百分位可预测未来近视的发生风险、通过一次测量数据和计算轴率比(axial length/curvature radius, AL/CR)可判断是否已发生了或将发生近视、通过对照 AL 安全性增长参考值可判断 2 次测量周期内 AL 增长量即屈光发育是否正常或远视储备量是否过快消耗或近视控制措施是否有效等,以帮助我们识别近视高危人群或具有近视进展过快风险的对象,并及时采取个性化精准近视防控措施。国家卫健委《儿童青少年近视防控适宜技术指南》提出^[6],鼓励有条件地区增加 AL、角膜曲率等指标的检测。此外,目前也出现了多种类型的生物测量设备,为推广 AL 指标在近视防控管理中的应用提供了可能。

眼轴评估作为儿童青少年近视筛查和临床管理的稳定指标已成为趋势,然而,迄今我国仍缺乏全面反映 3~18 岁不同年龄儿童青少年屈光状态或屈光进展的 AL 参考值,以及针对 AL 测量、测量设备准确性和可靠性评价的标准化操作方法。《眼轴长度在近视防控管理中的应用专家共识(2023)》(简称《共识》)专家组基于当前 AL 在我国儿童青少年近视筛查和临床应用中存在的操作方法、已收集的相关调查数据、分析方法及结果评价中存在的问题,依据国内外发表的文献证据,结合我国的公共卫生与临床实践,对儿童青少年 AL 测量、在近视筛查建档及近视随访管理中的价值及应用方法和参考值进行讨论并达成共识性意见,为我国眼科临床、眼公共卫生工作者及近视防控相关从业人员的工作实践提供规范化指导意见,为制定近视防控技术方案、实施公共卫生人群防控、研制相关应用工具和设备以及开展近视防控相关研究提供参考依据,促进近视分级分类精准管理工作的开展,进一步提升近视防控的有效性。

1 《共识》制定方法

根据 AL 有关参数在我国儿童青少年近视防控中

应用现状,国家眼部疾病临床医学研究中心、上海市眼病防治中心近视防控小组于 2023 年 8 月在全国成立《眼轴长度在近视防控管理中的应用专家共识(2023)》制定专家组,专家组成员包括眼公共卫生专家、眼视光研究专家及相应从业人员、防盲工作者及眼底病研究者 33 人。参与《共识》制定的专家组成员必须满足下列条件:(1)从事上述领域相关专业工作 10 年以上;(2)具有高级专业技术职称;(3)曾参与或组织相关研究工作并发表高质量眼科相关学术论文,或承担高等循证证据类型的临床研究项目。后续根据实际需要酌情增补专家成员。

《共识》专家组成员在全国范围内对儿童青少年近视筛查和防控管理情况进行深入调查研究,认真收集公共卫生医师和临床医生在相关工作中存在的困难以及广泛关注的科学内容,针对 AL 参数在应用过程中的参考值尚未完全确定的问题,充分回顾和归纳、分析目前已发表的相关重要文献,认真评估目前已发表的循证证据,对 AL 在近视防控中的价值和应用方法、AL 的测量方法、儿童和青少年 AL 的生长发育特征及规律、AL 在横断面筛查中的应用及在纵向动态管理中的应用、AL 变化与屈光度数变化的换算关系、AL 测量与其他测量参数联合应用的预测效能以及 AL 测量设备的准确性评价方法等科学问题进行充分讨论并提出专家建议。《共识》专家组秘书处依据专家讨论撰写完善《共识》初稿,采用邮件发放形式请各位专家组成员提出修改建议,专家组依据已有的文献证据和实践确定专家反馈意见是否采纳,并对《共识》文稿进行修改和完善。经过多轮对专家修改意见的征集、归纳和整合,本专家组结合现场集中论证会和函审形式,于 2023 年 11 月形成《共识》终稿。

2 AL 的定义与测量

AL 是指眼球前后径的长度,其测量方法主要包括超声生物测量法和光学生物测量法^[16]。超声生物测量法已在临床上广泛采用,测得的 AL 为角膜前表面到视网膜内界膜间的距离,但此种方法为接触式测量,且存在测量精确度较低、重复性差等局限性^[17-19],目前在近视防控中已逐渐被光学生物测量法所代替。光学生物测量法为一种非接触式测量方法,得到的 AL 为角膜前表面到视网膜色素上皮间的距离^[20],具有测量误差小^[16,18]、方便快捷的优点,与电脑验光仪测量的屈光度值在近视筛查中的应用相比较,AL 精确度高,且无需采用药物进行睫状肌麻痹^[21],既简化了检查流程和节省了时间,又避免了睫状肌麻痹给受检者带来

的不良反应,更利于儿童青少年近视大规模筛查、建档,提升临床长期纵向动态随访管理的可操作性及评价的准确性和客观性。

关于 AL 测量在儿童青少年近视防控中的具体应用,根据我国有关政策文件要求,在儿童青少年近视筛查建档时,有条件的机构可增加 AL 测量指标^[22],专家组推荐:(1)将 AL 测量纳入儿童青少年近视的筛查和建档过程,每学年 2 次。(2)临床上有条件时应将 AL 测量作为视光门诊儿童青少年的常规检查建档项目,已确诊为近视者需进行随访管理或对远视储备量较少者需早期预防时,建议每 3 个月检查一次,对于未近视且远视储备量较为充足者可每 6 个月检查一次。具体检查频次还需接诊医生结合近视进展实际情况确定。(3)AL 测量仪的选择应遵照有关规定进行定期检定和校准,对受检者的随访管理应尽可能使用同一型号的设备、在相对一致的时间段(如上午 9:00-12:00、下午 2:00-4:00 等)进行测量。在各个学校间流动开展近视筛查使用 AL 测量设备时,搬运后应采用模拟眼校准方可使用。测量 AL 时应至少连续测量 3 次并取平均值,2 次测量值的差异超过 0.05 mm 时需重新测量。(4)在有条件时,应将检测结果纳入电子化屈光发育档案。未来可考虑借助人工智能技术提升 AL 测量自动化程度,提高近视筛查和动态管理工作的效率和普及性,此外,未来随着新技术的进步还可能更好地考虑 AL 测量过程中脉络膜的影响。

3 儿童青少年 AL 生长发育特征

有研究表明,在人眼睛正常发育过程中,婴幼儿期的 AL 快速增长,新生儿时约 16.5 mm,至 3 岁时约增长 5 mm,而后 AL 增长速度逐渐减慢,在 13 岁左右开始趋向平稳^[23-26]。若 AL 增长过快,轴性近视发生的风险大为增加,是目前儿童青少年近视的主要类型^[27]。研究表明,近视儿童在近视发生的前 2 年到近视发生后的 5 年 AL 增长明显^[15],且在近视发生前 1 年 AL 增长最快^[28],男生 AL 长于同龄女生。

目前上海、山东、内蒙古、云南地区已有相关研究得到了 3~18 岁儿童青少年 AL 的生长发育曲线和参考值(表 1 和图 1A、B)^[12,29-31],年龄较小时各百分位数曲线分布较窄,之后分布随年龄增加而增宽,例如 3 岁时男生、女生在第 5 百分位数(P_5)到第 95 百分位数(P_{95})间的 AL 曲线跨度分别为 1.76 mm 和 1.64 mm,18 岁时分别为 4.10 mm 和 3.72 mm。各百分位数的 AL 值均随年龄的增加而逐年增大。与较低百分位数相比,较高百分位数的 AL 长度值平均增长

幅度更大,例如,第 25 百分位数(P_{25})时相邻年龄平均差异约为 0.19 mm/年,而 P_{95} 时约为 0.29 mm/年。上海、山东、内蒙古、云南地区不同年龄和不同性别儿童青少年的 AL 参考值总体小于武汉报道的研究结果^[32],可能与纳入分析人群的近视占比不同有关,但各地区曲线变化趋势相似。

上述 4 个地区 3~18 岁未近视儿童青少年的 AL 参考值见表 2 和图 1C、D,各百分位数 AL 值均随年龄的增加呈现增长趋势,其中男孩在 15 岁后增速减缓。在未近视对象,AL 数值在各百分位数曲线具有一定分

布范围,如 18 岁未近视男孩 P_5 为 22.79 mm, P_{95} 为 24.97 mm;18 岁未近视女孩 P_5 为 22.54 mm, P_{95} 为 24.50 mm。据《中国学龄儿童眼球远视储备、眼轴长度、角膜曲率参考区间及相关遗传因素专家共识(2022 年)》显示的数据,15 岁仍未近视儿童 6 岁阶段 AL 中位数为 22.53 mm、10 岁时为 23.13 mm、15 岁时为 23.39 mm(未分男女)^[26],与本共识中未近视儿童青少年 AL 中位数参考值(6 岁男:22.76 mm,女:22.30 mm;10 岁男:23.42 mm,女:22.92 mm;15 岁男:23.82 mm,女:23.38 mm)呈现的结果和变化趋势基本一致。

表 1 3~18 岁儿童青少年 AL 参考范围(mm)^[12,29-31]

年龄 (岁)	男							女						
	P_5	P_{10}	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{90}	P_{95}	P_5	P_{10}	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{90}	P_{95}
3	21.11	21.32	21.66	22.03	22.38	22.69	22.87	20.80	20.96	21.25	21.58	21.92	22.24	22.44
4	21.32	21.54	21.90	22.29	22.67	23.00	23.20	20.99	21.17	21.48	21.84	22.21	22.57	22.79
5	21.54	21.76	22.14	22.55	22.96	23.32	23.53	21.19	21.38	21.71	22.09	22.50	22.89	23.13
6	21.74	21.98	22.37	22.80	23.24	23.63	23.86	21.38	21.58	21.94	22.35	22.78	23.20	23.46
7	21.94	22.18	22.59	23.05	23.52	23.94	24.19	21.57	21.78	22.16	22.60	23.07	23.52	23.80
8	22.13	22.39	22.81	23.30	23.79	24.25	24.52	21.76	21.98	22.38	22.84	23.34	23.82	24.13
9	22.32	22.58	23.03	23.54	24.07	24.55	24.85	21.94	22.18	22.59	23.09	23.62	24.13	24.45
10	22.49	22.77	23.24	23.78	24.34	24.86	25.18	22.12	22.37	22.81	23.33	23.89	24.43	24.78
11	22.66	22.95	23.44	24.01	24.61	25.16	25.50	22.29	22.55	23.02	23.56	24.15	24.73	25.09
12	22.82	23.12	23.64	24.25	24.87	25.46	25.82	22.46	22.74	23.22	23.80	24.42	25.02	25.40
13	22.97	23.29	23.84	24.47	25.13	25.75	26.14	22.63	22.92	23.42	24.03	24.68	25.30	25.70
14	23.10	23.44	24.02	24.70	25.39	26.04	26.44	22.78	23.09	23.62	24.26	24.93	25.58	25.99
15	23.22	23.58	24.20	24.92	25.65	26.32	26.74	22.94	23.26	23.82	24.48	25.18	25.85	26.27
16	23.32	23.71	24.38	25.13	25.90	26.60	27.02	23.08	23.42	24.01	24.70	25.43	26.12	26.55
17	23.40	23.83	24.54	25.34	26.14	26.86	27.30	23.22	23.58	24.20	24.92	25.67	26.38	26.81
18	23.45	23.92	24.70	25.55	26.38	27.12	27.55	23.35	23.73	24.38	25.13	25.90	26.63	27.07

注:AL:眼轴长度;P:百分位数

表 2 3~18 岁未近视儿童青少年 AL 参考范围(mm)^[12,29-31]

年龄 (岁)	男							女						
	P_5	P_{10}	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{90}	P_{95}	P_5	P_{10}	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{90}	P_{95}
3	21.07	21.30	21.67	22.07	22.45	22.78	22.98	20.80	20.99	21.31	21.68	22.08	22.45	22.69
4	21.31	21.54	21.91	22.32	22.71	23.05	23.25	21.01	21.20	21.52	21.90	22.30	22.67	22.91
5	21.54	21.77	22.14	22.55	22.94	23.30	23.50	21.21	21.40	21.73	22.11	22.50	22.88	23.11
6	21.75	21.98	22.35	22.76	23.16	23.52	23.74	21.40	21.59	21.92	22.30	22.69	23.07	23.30
7	21.94	22.16	22.54	22.95	23.36	23.73	23.95	21.57	21.76	22.09	22.47	22.87	23.25	23.48
8	22.11	22.33	22.71	23.12	23.54	23.92	24.15	21.73	21.92	22.25	22.64	23.03	23.41	23.64
9	22.26	22.49	22.86	23.28	23.70	24.09	24.32	21.88	22.07	22.40	22.79	23.18	23.56	23.79
10	22.40	22.62	22.99	23.42	23.85	24.24	24.48	22.01	22.20	22.53	22.92	23.32	23.69	23.92
11	22.51	22.73	23.11	23.53	23.97	24.37	24.61	22.12	22.32	22.65	23.04	23.44	23.81	24.04
12	22.61	22.83	23.21	23.63	24.07	24.48	24.72	22.22	22.42	22.76	23.15	23.55	23.92	24.15
13	22.68	22.91	23.28	23.72	24.16	24.57	24.82	22.31	22.51	22.85	23.24	23.64	24.01	24.24
14	22.74	22.97	23.35	23.78	24.23	24.64	24.89	22.38	22.58	22.93	23.32	23.72	24.09	24.32
15	22.78	23.01	23.39	23.82	24.27	24.69	24.94	22.44	22.65	22.99	23.38	23.78	24.16	24.38
16	22.80	23.03	23.41	23.85	24.30	24.72	24.97	22.49	22.69	23.04	23.43	23.83	24.21	24.44
17	22.80	23.03	23.42	23.86	24.31	24.73	24.99	22.52	22.72	23.07	23.46	23.87	24.24	24.47
18	22.79	23.02	23.40	23.85	24.30	24.72	24.97	22.54	22.74	23.09	23.49	23.89	24.27	24.50

注:AL:眼轴长度;P:百分位数



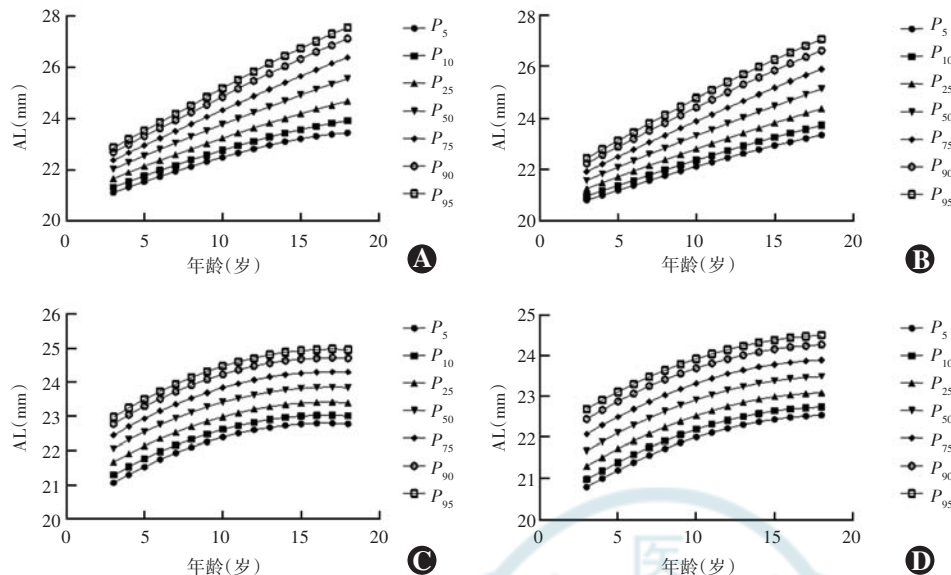


图 1 3~18 岁儿童青少年 AL 百分位数分布 (LMS 拟合) A: 男生 B: 女生 C: 未近视男生 D: 未近视女生 AL: 眼轴长度; P: 百分位数

4 AL/CR 在人群横断面筛查中的应用

AL/CR 是 AL 与平均角膜曲率半径的比值, 平均角膜曲率半径为水平和垂直方向角膜曲率半径的均值, 可通过电脑验光仪或光学生物测量仪在非睫状肌麻痹条件下测量得到^[33]。横断面及纵向研究均表明, AL/CR 与屈光度数密切相关^[34-36]。两者相关性高于单独 AL 与屈光度数相关性, AL/CR 判断近视的准确性优于 AL (AL/CR 曲线下面积 0.961, AL 曲线下

面积 0.919)^[36]。依据上述重要的研究证据, 本专家组推荐大规模儿童青少年近视筛查建档应采用 AL/CR 指标, 而不仅仅是单独 AL 值。

上海 3~18 岁儿童青少年 AL/CR 筛查近视的判断界值见表 3^[37], 其中 6~18 岁不同性别儿童青少年 AL/CR 筛查近视的准确性均较高。诊断界值随着年龄的增长逐渐升高, 女生从 6 岁时的 2.93 逐渐升高至 18 岁时的 3.07, 相应地男生从 2.96 逐渐升高至 3.07, 男生诊断界值略大于同年龄段女生。大于诊断界值则提示近视风险较大, 疑似远视储备量耗尽, 12 岁以下儿童应进行睫状肌麻痹验光确证。在 3~5 岁儿童中, AL/CR 用于筛检近视的准确性欠佳, 联合应用 AL/CR、视力、非睫状肌麻痹电脑验光结果等多个参数可能具有更好的近视筛检效果。一项研究推荐 9 岁儿童 AL/CR>3.00 作为判断近视界值^[38], 与表 3 中相应年龄所示界值基本一致。

表 3 3~18 岁儿童青少年轴率比筛查近视界值^[37]

年龄 (岁)	男					女				
	界值	灵敏度	特异度	约登指数	AUC (95% CI)	界值	灵敏度	特异度	约登指数	AUC (95% CI)
3	>2.76	1.00	0.32	0.32	0.568 (0.416, 0.712)	>2.73	1.00	0.20	0.29	0.535 (0.408, 0.689)
4	>2.81	0.90	0.32	0.22	0.729 (0.671, 0.781)	>2.76	1.00	0.20	0.20	0.685 (0.624, 0.742)
5	>2.88	0.90	0.59	0.49	0.823 (0.773, 0.866)	>2.83	0.88	0.32	0.20	0.739 (0.671, 0.781)
6	>2.96	0.90	0.88	0.78	0.937 (0.904, 0.960)	>2.93	1.00	0.86	0.86	0.930 (0.897, 0.955)
7	>2.96	0.98	0.82	0.79	0.938 (0.913, 0.957)	>2.89	0.89	0.54	0.43	0.883 (0.849, 0.912)
8	>2.98	0.89	0.74	0.63	0.903 (0.872, 0.928)	>2.93	0.89	0.64	0.54	0.899 (0.864, 0.928)
9	>3.00	0.91	0.77	0.68	0.930 (0.904, 0.951)	>2.99	0.93	0.84	0.78	0.934 (0.905, 0.956)
10	>3.01	0.91	0.71	0.63	0.913 (0.882, 0.937)	>3.00	0.91	0.79	0.69	0.926 (0.895, 0.950)
11	>3.04	0.89	0.85	0.74	0.916 (0.883, 0.943)	>3.01	0.88	0.80	0.68	0.917 (0.880, 0.945)
12	>3.04	0.90	0.82	0.72	0.950 (0.908, 0.976)	>3.02	0.91	0.85	0.76	0.935 (0.882, 0.968)
13	>3.06	0.88	0.84	0.71	0.922 (0.862, 0.962)	>3.02	0.94	0.86	0.80	0.939 (0.877, 0.975)
14	>3.07	0.91	0.96	0.87	0.968 (0.931, 0.989)	>3.05	0.89	0.96	0.85	0.962 (0.919, 0.986)
15	>3.06	0.88	0.94	0.82	0.950 (0.872, 0.987)	>3.03	0.88	0.80	0.68	0.918 (0.824, 0.971)
16	>3.06	0.90	0.95	0.85	0.968 (0.922, 0.990)	>3.08	0.90	0.96	0.86	0.955 (0.915, 0.980)
17	>3.11	0.90	0.93	0.83	0.969 (0.918, 0.992)	>3.08	0.90	0.88	0.78	0.953 (0.905, 0.981)
18	>3.07	0.93	0.78	0.70	0.940 (0.861, 0.982)	>3.07	0.88	1.00	0.88	0.951 (0.879, 0.987)

注: AUC: 曲线下面积; 95% CI: 95% 置信区间



5 AL 在近视防控动态管理中的应用

精确掌握远视储备量消耗或近视屈光度数进展情况是近视防控动态管理的核心要素,通过 AL 增长量的变化可精准观察评估近视预防和控制措施的效果。AL 的增长存在一定的安全容许范围,在该范围内的增长不会带来屈光度数的显著变化。AL 安全增长的参考值范围与晶状体屈光力密切相关^[39]。AL 增长引起的屈光度数变化可被晶状体屈光力代偿,当眼轴增长的幅度和晶状体发育引起的屈光力改变正好匹配时,全眼的屈光状态保持不变,此时的眼轴延长可被认为是安全范围内的变化。由于晶状体屈光力与年龄呈负相关^[40],因此 AL 安全增长量值随年龄的增长呈下降趋势。

在计算 AL 安全增长量时,考虑到电脑验光仪的测量误差一般为 0.25 D,若每年屈光度数变化量绝对值不超过 0.25 D,则对应的 AL 增长量可认为是安全年增长值^[41-42]。基于上海地区对采用环喷托酯进行睫状肌麻痹后获得的屈光度数和 AL 测量数据分析,未近视儿童青少年中,3~5 岁 AL 安全增长值中位数为 0.25 mm/年,6~12 岁为 0.18 mm/年,13~17 岁为 0.04 mm/年。在已近视人群中,3~5 岁、6~12 岁、13~17 岁 AL 安全年增长值中位数分别为 0.30 mm/年、0.26 mm/年、0.08 mm/年,大于同年龄段未近视人群。根据此前 AL 参考区间相关专家共识中呈现的 6~15 岁儿童青少年随访数据均值计算,对于随访至 15 岁仍未近视的对象,估计其在 7~10 岁阶段 AL 平均进展约

为 0.2 mm/年,10 岁后 AL 增长速度减缓,至 14 岁约为 0.02 mm/年,与本共识 AL 安全增长值随年龄逐渐减小的变化趋势较为相似^[26]。

表 4 和表 5 分别列出了针对学龄期 6~10 岁未近视和已近视儿童青少年 AL 安全年增长量分布百分位数值。本共识基于受试者工作特征曲线分析和前期发表的文献^[43],建议将小于 0.20 mm/年的增长量作为 6~10 岁儿童青少年 AL 安全增长范围的界值,小于 6 岁儿童 AL 的安全增长范围应高于此界值,10 岁以上者 AL 安全年增长应低于此界值。由于存在个体差异,在应用 AL 开展动态管理中还应结合其他个体特征(年龄、身高等)综合评估 AL 的增长情况^[44],如在新发近视儿童青少年身高剧烈变化阶段需密切关注眼轴增长情况。未来期待有更完善的长期随访队列数据,以获得 18 岁不近视人群在儿童青少年时期各年龄阶段眼轴安全性增长值参考范围。

6 AL 增长 1 mm 对应的睫状肌麻痹屈光度数变化换算关系

既往认为 AL 每增长 1 mm,对应的屈光度数进展为 3.00 D^[45-46]。但由于儿童青少年可通过晶状体屈光力的下降部分代偿 AL 增长引起的屈光度数变化,而且代偿能力的大小与年龄和屈光状态相关^[38-39,47],因此儿童青少年眼轴每增长 1 mm 对应屈光度数的变化通常小于 3.00 D,且不同年龄和屈光度情况下对应的变化量不同。明确儿童青少年眼轴每增长 1 mm 对应的睫状肌麻痹下屈光度数变化特征,有助于在学校

表 4 6~10 岁近视儿童 AL 安全及较快增长参考范围(mm/年)^[43]

年龄 (岁)	男									
	较快增长					安全增长				
	P_5	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{95}	P_5	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{95}
6	0.17	0.39	0.58	0.75	0.98	0.11	0.17	0.25	0.40	0.48
7	0.19	0.38	0.53	0.66	0.87	0.11	0.17	0.25	0.36	0.45
8	0.20	0.37	0.48	0.58	0.78	0.10	0.17	0.25	0.32	0.42
9	0.19	0.35	0.45	0.55	0.75	0.07	0.17	0.25	0.32	0.40
10	0.18	0.32	0.42	0.54	0.74	0.04	0.17	0.25	0.32	0.38

年龄 (岁)	女									
	较快增长					安全增长				
	P_5	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{95}	P_5	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{95}
6	0.19	0.40	0.59	0.77	1.02	0.10	0.18	0.25	0.41	0.50
7	0.20	0.39	0.54	0.68	0.91	0.10	0.18	0.25	0.37	0.47
8	0.21	0.38	0.49	0.60	0.82	0.09	0.18	0.25	0.33	0.44
9	0.21	0.36	0.46	0.57	0.79	0.06	0.18	0.25	0.33	0.42
10	0.20	0.33	0.43	0.56	0.78	0.03	0.18	0.25	0.33	0.40

注:AL:眼轴长度;P:百分位数



表 5 6~10 岁未近视儿童 AL 安全及较快增长参考范围^[43]

年龄 (岁)	男									
	较快增长					安全增长				
	P_5	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{95}	P_5	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{95}
6	0.13	0.23	0.34	0.48	0.80	0.06	0.14	0.19	0.26	0.36
7	0.12	0.22	0.33	0.47	0.75	0.06	0.13	0.18	0.25	0.34
8	0.11	0.22	0.32	0.46	0.70	0.06	0.12	0.17	0.24	0.32
9	0.12	0.22	0.33	0.46	0.69	0.05	0.12	0.17	0.24	0.33
10	0.14	0.23	0.34	0.46	0.69	0.04	0.12	0.17	0.24	0.35

年龄 (岁)	女									
	较快增长					安全增长				
	P_5	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{95}	P_5	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{95}
6	0.38	0.26	0.37	0.50	0.81	0.06	0.15	0.21	0.27	0.39
7	0.34	0.25	0.36	0.49	0.76	0.06	0.14	0.20	0.26	0.37
8	0.37	0.25	0.35	0.48	0.71	0.06	0.13	0.19	0.25	0.35
9	0.34	0.25	0.36	0.48	0.70	0.05	0.13	0.19	0.25	0.36
10	0.38	0.26	0.37	0.48	0.70	0.04	0.13	0.19	0.25	0.38

注:AL:眼轴长度;P:百分位数

近视筛查以及较高频率临床诊疗随访等不适宜进行睫状肌麻痹的场景下,根据 AL 增长情况大致判断远视储备量消耗速度或评估当前近视预防/控制措施效果,给出保持或调整现有防控方案的有针对性的建议或处方。

表 6 列出了短期随访研究(1 年)6~16 岁儿童青少年 AL 每增长 1 mm 对应的屈光度数变化量,即等效球镜变化与 AL 变化之比($\Delta SE/\Delta AL$)的参考值^[48]。在不同年龄及屈光状态的儿童青少年中,AL 每增长 1 mm 对应的屈光变化量随着年龄的增长而增加;相比未近视人群,近视人群 1 mm 的眼轴增长带来更多的屈光度数变化量。近视人群 $\Delta SE/\Delta AL$ 值从 6 岁时均值 2.06(95%CI:1.85~2.26)D/mm 逐渐增大至 16 岁时均值 2.59(95%CI:2.42~2.75)D/mm,未近视人群从 6 岁时均值 1.65(95%CI:1.53~1.77)D/mm 逐渐增大至 16 岁时均值 2.18(95%CI:1.95~2.41)D/mm。上海另外一项针对 6~9 岁学龄儿童的研究也呈现类似趋势,相比新发近视和未近视者,已近视者的 $\Delta SE/\Delta AL$ 更大,且 $\Delta SE/\Delta AL$ 也随年龄的增加而增大^[49]。基于已有的相关研究证据,本专家组推荐近视防控相关工作者在实践中可参考表 6 中屈光度变化和 AL 变化对应的数值关系,就测量得到的 AL 变化量进行屈光度数变化量换算,但需注意此表不适用长期随访周期下的两者对应关系换算。此外,机器学习模型表明,AL 每增加 1 mm 所对应的屈光度变化并非恒定,AL 增加 1 mm 所需要的时间越长,其对应的近视度数增长越小^[50]。对儿童青少年较为极端的屈光状态,如高度远视或高度近视的 $\Delta SE/\Delta AL$ 数值尚待补充。

表 6 6~16 岁儿童青少年 $\Delta SE/\Delta AL$ 参考值(D/mm)^[48]

年龄(岁)	近视人群平均值(95%CI)	非近视人群平均值(95%CI)
6	2.06(1.85,2.26)	1.65(1.53,1.77)
7	2.11(1.93,2.29)	1.70(1.60,1.80)
8	2.16(2.00,2.32)	1.76(1.67,1.85)
9	2.22(2.08,2.36)	1.81(1.72,1.90)
10	2.27(2.14,2.40)	1.86(1.77,1.96)
11	2.32(2.21,2.44)	1.92(1.81,2.02)
12	2.38(2.26,2.49)	1.97(1.84,2.10)
13	2.43(2.31,2.55)	2.02(1.87,2.17)
14	2.48(2.35,2.61)	2.07(1.90,2.25)
15	2.54(2.39,2.68)	2.13(1.92,2.33)
16	2.59(2.42,2.75)	2.18(1.95,2.41)

注:AL:眼轴长度;SE:等效球镜;95%CI:95%置信区间

7 AL 联合其他参数对屈光度和近视的预测效果

AL 联合相关参数可提高近视筛查和量化屈光度数的准确性。研究发现,AL/CR 联合非睫状肌麻痹电脑验光后,判断是否近视的 ROC 曲线下面积(AUC)可从 0.954 提高至 0.987^[51]。安阳眼病研究发现,AL 判断是否近视 AUC 为 0.85,联合非睫状肌麻痹电脑验光或裸眼远视力后可提高至 0.91 和 0.96^[52]。深圳市研究发现 AL/CR 比值判断近视的 AUC 为 0.937,联合父母近视情况后可提升至 0.976^[53]。缙云市研究发现,AL 及 AL/CR 联合非睫状肌麻痹屈光度数、未矫正视力、眼压等判断睫状肌麻痹后等效球镜的决定系数

(R^2) 为 0.93, 在非睫状肌麻痹情况下可较为准确量化睫状肌麻痹后屈光度数^[54]。此外, AL 联合其他参数还可预测近视发生, 如基于性别、屈光度数、AL、角膜屈光力、正相对调节的列线图预测模型可较为准确预测学龄儿童近视发生^[55]。鉴于单纯 AL 在量化睫状肌麻痹屈光度或预测近视发生发展的准确度还有待提高, 专家组推荐日常应用 AL 进行近视防控管理时应注意尽可能同时采集相关信息, 特别是针对首次屈光建档的儿童青少年, 为量化判断屈光度数或预测近视提供更全面数据资料。未来随着研究进步, AL 联合多种参数的工具化模型将为近视防控管理提供更精准、便捷的方法。

8 生物测量仪准确性评估

我国医药行业标准规定, 光学生物测量仪需进行测量允差和重复性的评估验证^[56], 避免错误测量 AL, 要求测量设备的 AL 测量允差 $\pm 100 \mu\text{m}$, 测量重复性 $\leq 33 \mu\text{m}$ 。专家组建议, 对市场上出现的新型光学生物测量设备, 应对其 AL 测量允差和测量重复性进行科学评估, 符合要求的方可应用于近视防控实践。

测量允差可理解为准确性, 通常与当前金标准设备测量值进行一致性比较, 比较 2 种设备测量值结果的一致程度, 比较时 2 种设备的操作者应为同一个能够熟练操作设备的人, 且 2 种设备的测量顺序应随机。重复性可理解为稳定性, 即相同条件下采用某种测量工具重复测量同一被检测人的结果一致程度。在开展评估时, 还需根据主要评估指标计算所需样本量。专家组建议, 被评估设备与金标准设备 AL 测量值差异的 95% 一致性界限 (差值的均值 $\pm 1.96 \times$ 标准差) $< 0.04 \text{ mm}$ 时, 可用于不同时间间隔频次的检查与评估; 如在 $0.04 \sim 0.06 \text{ mm}$ 之间, 宜用于间隔频次为半年及以上的检查与评估; 如在 $0.06 \sim 0.10 \text{ mm}$ 之间, 宜用于间隔频次为 1 年的检查与评估。

本共识针对 3~18 岁儿童青少年分年龄的 AL 参考值以及其在近视防控管理中的应用提供专家推荐意见, 明确 AL 及 AL/CR 可作为横断面检查时筛查近视及预测近视风险的应用指标, 6 岁及以上儿童青少年 AL/CR 高于 2.90 应及时进行睫状肌麻痹下验光, 明确屈光度数; 多次测量得到的 AL 变化量可作为判断远视储备量消耗快慢及近视进展快慢的管理指标, 本共识给出了不同年龄段的 AL 安全增长参考值, 其中 6~10 岁儿童青少年眼轴增长较快, 安全增长量小于 0.20 mm/年 。同时, 本共识还给出了 6~16 岁儿童青少年 AL 每变化 1 mm 与睫状肌麻痹下屈光度数的换

算关系。由于不同 AL 测量方式以及应用不同设备会存在测量数值上的差异, 在实践应用中应考虑到应用不同测量方法和使用不同设备带来的影响。由于不同年龄儿童青少年 AL 变化呈现不同特征, 对本共识未涉及到的年龄, 应用本共识数据时需谨慎参考。同时, 参考本共识意见时应考虑到儿童青少年的个体差异, 需结合其他信息或多次的随访数据进行综合判断。此外, 目前本共识 AL 参考值仅来自部分地区儿童青少年人群屈光发育流行病学调查数据结果, 可作为当前条件下近视防控公共卫生和临床实践应用的参考资料, 未来仍需覆盖更广年龄段的全国性大样本数据、获得更具有代表性和更准确可靠的 AL 参考值, 推动儿童青少年近视预防和控制高质量精准动态管理模式的进步。

声明 本文主要为专家意见和建议, 为临床研究和医疗服务提供指导, 并非是在各种情况下都必须遵循的标准。本文内容与相关设备的生产和销售企业无经济利益关系

形成共识的专家组成员:

执笔专家

何鲜桂 上海市眼病防治中心
许 迅 上海交通大学医学院附属第一人民医院

参与起草并达成共识的专家 (按拼音字母排序)

毕宏生 山东中医药大学附属眼科医院
陈 志 复旦大学附属耳鼻喉科医院
戴锦晖 复旦大学附属中山医院
杜 蓓 天津医科大学眼科医院
何鲜桂 上海市眼病防治中心
柯碧莲 上海交通大学医学院附属第一人民医院
李丽华 天津市眼科医院
李仕明 首都医科大学附属北京同仁医院
李 岩 北京大学人民医院
姜 珺 温州医科大学附属眼视光医院
刘陇黔 四川大学华西医学院
吕 帆 温州医科大学附属眼视光医院
马 军 北京大学儿童青少年卫生研究所
毛欣杰 温州医科大学附属眼视光医院
梅 颖 上海虹桥国际医学园区近视美景视光中心
倪海龙 浙江大学医学院附属第二医院眼科
潘臣炜 苏州大学公共卫生学院
瞿小妹 复旦大学附属耳鼻喉科医院
孙 伟 山东中医药大学附属眼科医院
陶芳标 安徽医科大学公共卫生学院
王 凯 北京大学人民医院
许 迅 上海交通大学医学院附属第一人民医院
杨 晓 中山大学中山眼科中心

杨智宽 爱尔眼科医院集团
尹卫靖 河南省立眼科医院
曾骏文 中山大学中山眼科中心
张铭志 汕头大学·香港中文大学联合汕头国际眼科中心
钟 华 昆明医科大学第一附属医院
周行涛 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院
朱 丹 内蒙古医科大学附属医院
朱剑锋 上海市眼病防治中心
朱梦钧 上海市眼病防治中心
邹海东 上海市眼病防治中心

秘书组

杜林琳 上海市眼病防治中心
陈 军 上海市眼病防治中心
王菁菁 上海市眼病防治中心

志谢 衷心感谢复旦大学附属眼耳鼻喉科医院褚仁远教授、香港理工大学何明光教授、澳大利亚新南威尔士大学 Padmaja Sankaridurg 教授、美国加州大学伯克利视觉光学院刘悦教授对本共识制定给予的指导

参考文献

- [1] 陈军,何鲜桂,王菁菁,等. 2021 至 2030 年我国 6~18 岁学生近视眼患病率预测分析[J]. 中华眼科杂志, 2021, 57(4): 261-267. DOI: 10. 3760/cma. j. cn112142-20201228-000851.
- [2] Morgan IG, French AN, Ashby RS, et al. The epidemics of myopia: aetiology and prevention[J]. Prog Retin Eye Res, 2018, 62: 134-149. DOI: 10. 1016/j. pretyeres. 2017. 09. 004.
- [3] Sankaridurg P, Tahhan N, Kandel H, et al. IMI impact of myopia [J/OL]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2021, 62(5): 2 [2023-09-12]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33909036>. DOI: 10. 1167/iov. 62. 5. 2.
- [4] 褚仁远,瞿小妹. 建立儿童屈光发育档案是预防近视的基础步骤[J]. 中华眼科杂志, 2009, 45(7): 577-579. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0412-4081. 2009. 07. 001.
- [5] 国家卫生健康委办公厅,教育部办公厅,财政部办公厅. 国家卫生健康委办公厅 教育部办公厅 财政部办公厅关于开展 2018 年儿童青少年近视调查工作的通知[EB/OL]. [2018-10-26] (2023-09-12). <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5898bm/201810/08e2b45092d346a8a8e960d3e3d98b62.shtml>.
- [6] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发儿童青少年近视防控适宜技术指南的通知[EB/OL]. [2019-10-15] (2023-09-12). <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5898bm/201910/c475e0bd2de444379402f157523f03fe.shtml>.
- [7] 上海市眼病防治中心,北京大学儿童青少年卫生研究所,上海交通大学附属第一人民医院. WS/T 663-2020 中小学生屈光不正筛查规范[S]. 北京:中华人民共和国国家卫生健康委员会, 2020.
- [8] Ma Y, He X, Zou H, et al. Myopia screening: combining visual acuity and noncycloplegic autorefraction[J]. Optom Vis Sci, 2013, 90(12): 1479-1485. DOI: 10. 1097/OPX. 0000000000000095.
- [9] 张凤云,张锡彦,杨婕,等. 儿童青少年近视筛查 3 种方案比较[J]. 中国学校卫生, 2019, 40(10): 1542-1544. DOI: 10. 16835/j. cnki. 1000-9817. 2019. 10. 029.
- [10] Zhang FY, Zhang XY, Yang J, et al. A comparative study of 3 types of myopia screening methods among children and adolescents[J]. Chin J School Health, 2019, 40(10): 1542-1544. DOI: 10. 16835/j. cnki. 1000-9817. 2019. 10. 029.
- [11] 何鲜桂,潘臣炜. 儿童青少年近视防控需要更高质量的研究证据[J]. 中国学校卫生, 2021, 42(2): 161-164, 169. DOI: 10. 16835/j. cnki. 1000-9817. 2021. 02. 001.
- [12] He XG, Pan CW. Prevention and control of children and adolescents myopia needs more high-quality research evidence[J]. Chin J School Health, 2021, 42(2): 161-164, 169. DOI: 10. 16835/j. cnki. 1000-9817. 2021. 02. 001.
- [13] 何鲜桂,张欣,许迅. 有序推进儿童青少年近视筛查建档和防控闭环管理[J]. 中华预防医学杂志, 2021, 55(4): 551-555. DOI: 10. 3760/cma. j. cn112150-20201208-01435.
- [14] He XG, Zhang X, Xu X. Orderly promoting myopia screening, refractive archives establishment, and the closed-loop management of myopia prevention and control for children and adolescents[J]. Chin J Prev Med, 2021, 55(4): 551-555. DOI: 10. 3760/cma. j. cn112150-20201208-01435.
- [15] Sankaridurg P, He X, Naduvilath T, et al. Comparison of noncycloplegic and cycloplegic autorefraction in categorizing refractive error data in children [J/OL]. Acta Ophthalmol, 2017, 95(7): e633-e640 [2023-09-12]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29110438>. DOI: 10. 1111/aos. 13569.
- [16] Tao L, Wang C, Peng Y, et al. Correlation between increase of axial length and height growth in chinese school-age children [J/OL]. Front Public Health, 2021, 9: 817882 [2023-09-12]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35127628>. DOI: 10. 3389/fpubh. 2021. 817882.
- [17] Richter GM, Wang M, Jiang X, et al. Ocular determinants of refractive error and its age- and sex-related variations in the Chinese American Eye Study[J]. JAMA Ophthalmol, 2017, 135(7): 724-732. DOI: 10. 1001/jamaophthalmol. 2017. 1176.
- [18] Mutti DO, Hayes JR, Mitchell GL, et al. Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2007, 48(6): 2510-2519. DOI: 10. 1167/iov. 06-0562.
- [19] Wolffsohn JS, Kollbaum PS, Berntsen DA, et al. IMI-clinical myopia control trials and instrumentation report[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2019, 60(3): M132-M160. DOI: 10. 1167/iov. 18-25955.
- [20] Olsen T. The accuracy of ultrasonic determination of axial length in pseudophakic eyes[J]. Acta Ophthalmol (Copenh), 1989, 67(2): 141-144. DOI: 10. 1111/j. 1755-3768. 1989. tb00743. x.
- [21] Hussin HM, Spry PG, Majid MA, et al. Reliability and validity of the partial coherence interferometry for measurement of ocular axial length in children[J]. Eye (Lond), 2006, 20(9): 1021-1024. DOI: 10. 1038/sj. eye. 6702069.
- [22] Chan B, Cho P, Cheung SW. Repeatability and agreement of two A-scan ultrasonic biometers and IOLMaster in non-orthokeratology subjects and post-orthokeratology children[J]. Clin Exp Optom, 2006, 89(3): 160-168. DOI: 10. 1111/j. 1444-0938. 2006. 00029. x.
- [23] Hitzengerber CK, Drexler W, Dolezal C, et al. Measurement of the axial length of cataract eyes by laser Doppler interferometry[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 1993, 34(6): 1886-1893.



- [21] Xiong S, Lv M, Zou H, et al. Comparison of refractive measures of three autorefractors in children and adolescents [J]. *Optom Vis Sci*, 2017, 94(9): 894–902. DOI: 10.1097/OPX.0000000000001113.
- [22] 国家疾病预防控制中心.《儿童青少年近视防控适宜技术指南(更新版)》及解读[EB/OL]. [2021-10-14] (2023-09-12). <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5899tg/202110/65a3a99c42a84e3f8a11f392d9fea91e.shtml>.
- [23] Rozema JJ, Herscovici Z, Snir M, et al. Analysing the ocular biometry of new-born infants [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2018, 38(2): 119–128. DOI: 10.1111/opo.12433.
- [24] Axer-Siegel R, Herscovici Z, Davidson S, et al. Early structural status of the eyes of healthy term neonates conceived by *in vitro* fertilization or conceived naturally [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007, 48(12): 5454–5458. DOI: 10.1167/iov.07-0929.
- [25] Chen S, Guo Y, Han X, et al. Axial growth driven by physical development and myopia among children: a two year cohort study [J/OL]. *J Clin Med*, 2022, 11(13): 3642 [2023-09-14]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35806925>. DOI: 10.3390/jcm11133642.
- [26] 中华预防医学会公共卫生眼科学分会.中国学龄儿童眼球远视储备、眼轴长度、角膜曲率参考区间及相关遗传因素专家共识(2022年)[J]. *中华眼科杂志*, 2022, 58(2): 96–102. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20210603-00267. Public Health Ophthalmology Branch of Chinese Preventive Medicine Association. Chinese expert consensus on the reference interval of ocular hyperopia reserve, axial length, corneal curvature and genetic factors in school-age children (2022) [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2022, 58(2): 96–102. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20210603-00267.
- [27] Flitcroft DI, He M, Jonas JB, et al. IMI-defining and classifying myopia: a proposed set of standards for clinical and epidemiologic studies [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2019, 60(3): M20–M30. DOI: 10.1167/iov.18-25957.
- [28] Xiang F, He M, Morgan IG. Annual changes in refractive errors and ocular components before and after the onset of myopia in Chinese children [J]. *Ophthalmology*, 2012, 119(7): 1478–1484. DOI: 10.1016/j.ophtha.2012.01.017.
- [29] Lu TL, Wu JF, Ye X, et al. Axial length and associated factors in children: the Shandong Children Eye Study [J]. *Ophthalmologica*, 2016, 235(2): 78–86. DOI: 10.1159/000441900.
- [30] Zhu D, Wang Y, Yang X, et al. Pre- and postcycloplegic refractions in children and adolescents [J/OL]. *PLoS One*, 2016, 11(12): e0167628 [2023-09-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27907165>. DOI: 10.1371/journal.pone.0167628.
- [31] Pan CW, Wu RK, Li J, et al. Low prevalence of myopia among school children in rural China [J/OL]. *BMC Ophthalmol*, 2018, 18(1): 140 [2023-09-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29890943>. DOI: 10.1186/s12886-018-0808-0.
- [32] Sanz Diez P, Yang LH, Lu MX, et al. Growth curves of myopia-related parameters to clinically monitor the refractive development in Chinese schoolchildren [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2019, 257(5): 1045–1053. DOI: 10.1007/s00417-019-04290-6.
- [33] Lin S, Ma Y, He X, et al. Using decision curve analysis to evaluate common strategies for myopia screening in school-aged children [J]. *Ophthalmic Epidemiol*, 2019, 26(4): 286–294. DOI: 10.1080/09286586.2019.1616774.
- [34] Scheiman M, Gwiazda J, Zhang Q, et al. Longitudinal changes in corneal curvature and its relationship to axial length in the Correction of Myopia Evaluation Trial (COMET) cohort [J]. *J Optom*, 2016, 9(1): 13–21. DOI: 10.1016/j.optom.2015.10.003.
- [35] Ojaimi E, Rose KA, Morgan IG, et al. Distribution of ocular biometric parameters and refraction in a population-based study of Australian children [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2005, 46(8): 2748–2754. DOI: 10.1167/iov.04-1324.
- [36] He X, Zou H, Lu L, et al. Axial length/corneal radius ratio: association with refractive state and role on myopia detection combined with visual acuity in Chinese schoolchildren [J/OL]. *PLoS One*, 2015, 10(2): e0111766 [2023-09-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25693186>. DOI: 10.1371/journal.pone.0111766.
- [37] Liu S, Chen J, Wang J, et al. Cutoff values of axial length/corneal radius ratio for determining myopia vary with age among 3–18 years old children and adolescents [J/OL]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2023 [2023-09-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/37578514>. DOI: 10.1007/s00417-023-06176-0.
- [38] Wang J, Liu J, Ma W, et al. Prevalence of myopia in 3-14-year-old Chinese children: a school-based cross-sectional study in Chengdu [J/OL]. *BMC Ophthalmol*, 2021, 21(1): 318 [2023-09-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34470605>. DOI: 10.1186/s12886-021-02071-6.
- [39] Iribarren R. Crystalline lens and refractive development [J]. *Prog Retin Eye Res*, 2015, 47: 86–106. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2015.02.002.
- [40] Xiong S, Zhang B, Hong Y, et al. The associations of lens power with age and axial length in healthy Chinese children and adolescents aged 6 to 18 years [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2017, 58(13): 5849–5855. DOI: 10.1167/iov.17-22639.
- [41] Chamberlain P, Peixoto-de-Matos SC, Logan NS, et al. A 3-year randomized clinical trial of MiSight lenses for myopia control [J]. *Optom Vis Sci*, 2019, 96(8): 556–567. DOI: 10.1097/OPX.0000000000001410.
- [42] Tang T, Yu Z, Xu Q, et al. A machine learning-based algorithm used to estimate the physiological elongation of ocular axial length in myopic children [J/OL]. *Eye Vis (Lond)*, 2020, 7: 50 [2023-09-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33102610>. DOI: 10.1186/s40662-020-00214-2.
- [43] Chen J, Liu S, Zhu Z, et al. Axial length changes in progressive and non-progressive myopic children in China [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2023, 261(5): 1493–1501. DOI: 10.1007/s00417-022-05901-5.
- [44] Tao L, Wang C, Peng Y, et al. Correlation between increase of axial length and height growth in Chinese school-age children [J/OL]. *Front Public Health*, 2021, 9: 817882 [2023-09-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35127628>. DOI: 10.3389/fpubh.2021.817882.
- [45] Michaels, DD. Visual optics and refraction—a clinical approach [J]. *Clin Exp Optom*, 1986, 69: 36–36. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.1986.tb04565.x>.
- [46] Vander JF, Gault JA. *Ophthalmology secrets in color* [M]. 4th ed. Philadelphia: Mosby, 2007: ELSEVIER, 2015: 10.
- [47] Jones-Jordan LA, Sinnott LT, Chu RH, et al. Myopia progression as a function of sex, age, and ethnicity [J/OL]. 2021, 62(10): 36 [2023-09-22]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34463720>. DOI: 10.1167/iov.62.10.36.
- [48] Liu S, He X, Wang J, et al. Association between axial length elongation and spherical equivalent progression in Chinese children and adolescents [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2022, 42(5): 1133–1140.
- [49] Ma Y, Zou H, Lin S, et al. Cohort study with 4-year follow-up of myopia and refractive parameters in primary schoolchildren in Baoshan District, Shanghai [J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2018, 46(8): 861–872. DOI: 10.



- 1111/ceo.13195.
- [50] 唐涛, 范玉琢, 徐琼, 等. 机器学习对青少年近视眼轴增长与近视度数增加关联性的预测作用[J]. 中华实验眼科杂志, 2020, 38(2): 134-139. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2020.02.010.
- Tang T, Fan YZ, Xu Q, et al. A study of the predictive effects of machine learning for the relationship between axial length elongation and the progression of myopia in school-aged children[J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2020, 38(2): 134-139. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2020.02.010.
- [51] Wang J, Xie H, Morgan I, et al. How to conduct school myopia screening: comparison among myopia screening tests and determination of associated cutoffs[J]. Asia Pac J Ophthalmol (Phila), 2022, 11(1): 12-18. DOI: 10.1097/APO.0000000000000487.
- [52] 李仕明, 任明畅, 张三国, 等. 眼轴长度用于近视预测模型对儿童和青少年近视筛查的效能研究[J]. 中华实验眼科杂志, 2019, 37(4): 269-273. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.04.006.
- Li SM, Ren MY, Zhang SG, et al. Effectiveness of myopia prediction model in screening children and teenager myopia[J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2019, 37(4): 269-273. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.04.006.
- [53] Mu J, Zeng D, Fan J, et al. The accuracy of the axial length and axial length/corneal radius ratio for myopia assessment among Chinese children[J/OL]. Front Pediatr, 2022, 10: 859944 [2023-09-26]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36147807>. DOI: 10.3389/fped.2022.859944.
- [54] Wang J, Wang X, Gao HM, et al. Prediction for cycloplegic refractive error in Chinese school students: model development and validation[J/OL]. Transl Vis Sci Technol, 2022, 11(1): 15 [2023-09-26]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35019963>. DOI: 10.1167/tvst.11.1.15.
- [55] Guo C, Ye Y, Yuan Y, et al. Development and validation of a novel nomogram for predicting the occurrence of myopia in schoolchildren: a prospective cohort study[J]. Am J Ophthalmol, 2022, 242: 96-106. DOI: 10.1016/j.ajo.2022.05.027.
- [56] 国家食品药品监督管理总局. YY/T 1484-2016 眼科仪器 眼轴长测量仪[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- (收稿日期: 2023-10-10 修回日期: 2023-11-15)
- (本文编辑: 尹卫靖 骆世平)

读者·作者·编者

眼科常用英文缩略语名词解释

- AMD: 年龄相关性黄斑变性 (age-related macular degeneration)
- ANOVA: 方差分析 (analysis of variance)
- BUT: 泪膜破裂时间 (breakup time of tear film)
- DR: 糖尿病视网膜病变 (diabetic retinopathy)
- EAU: 实验性自身免疫性葡萄膜炎 (experimental autoimmune uveitis)
- EGF: 表皮生长因子 (epidermal growth factor)
- ELISA: 酶联免疫吸附测定 (enzyme-linked immunosorbent assay)
- ERG: 视网膜电图 (electroretinogram)
- FFA: 荧光素眼底血管造影 (fundus fluorescein angiography)
- FGF: 成纤维细胞生长因子 (fibroblast growth factor)
- GFP: 绿色荧光蛋白 (green fluorescent protein)
- IFN- γ : γ 干扰素 (interferon- γ)
- IL: 白细胞介素 (interleukin)
- IOL: 人工晶状体 (intraocular lens)
- IRBP: 光间受体视黄类物质结合蛋白 (interphotoreceptor retinoid binding protein)
- LASIK: 准分子激光角膜原位磨镶术 (laser in situ keratomileusis)
- ICGA: 吲哚菁绿血管造影 (indocyanine green angiography)
- LECs: 晶状体上皮细胞 (lens epithelial cells)
- miRNA: 微小 RNA (microRNA)
- MMP: 基质金属蛋白酶 (matrix metalloproteinase)
- mTOR: 哺乳动物类雷帕霉素靶蛋白 (mammalian target of rapamycin)
- MTT: 四甲基偶氮唑盐 (methyl thiazolyl tetrazolium)
- NF: 核转录因子 (nuclear factor)
- OCT: 光相干断层扫描 (optical coherence tomography)
- OR: 优势比 (odds ratio)
- PACG: 原发性闭角型青光眼 (primary angle-closure glaucoma)
- PCR: 聚合酶链式反应 (polymerase chain reaction)
- RGCs: 视网膜节细胞 (retinal ganglion cells)
- POAG: 原发性开角型青光眼 (primary open angle glaucoma)
- RB: 视网膜母细胞瘤 (retinoblastoma)
- RPE: 视网膜色素上皮 (retinal pigment epithelium)
- RNV: 视网膜新生血管 (retinal neovascularization)
- RP: 视网膜色素变性 (retinitis pigmentosa)
- S I t: 基础泪液分泌试验 (Schirmer I test)
- shRNA: 短发夹 RNA (short hairpin RNA)
- siRNA: 小干扰 RNA (small interfering RNA)
- α -SMA: α -平滑肌肌动蛋白 (α -smooth muscle actin)
- TAO: 甲状腺相关眼病 (thyroid-associated ophthalmopathy)
- TGF: 转化生长因子 (transforming growth factor)
- TNF: 肿瘤坏死因子 (tumor necrosis factor)
- UBM: 超声生物显微镜 (ultrasound biomicroscope)
- VEGF: 血管内皮生长因子 (vascular endothelial growth factor)
- VEP: 视觉诱发电位 (visual evoked potential)

(本刊编辑部)

