

引用本文: 中华医学会眼科学分会眼视光学组, 中国医师协会眼科医师分会眼视光专业委员会. 近视防控相关框架眼镜在近视管理中的应用专家共识 (2023). 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2023, 25(11): 801-808. DOI: 10.3760/cma.j.cn115909-20230920-00082.

·专家共识·Consensus·

近视防控相关框架眼镜在近视管理中的应用专家共识 (2023)

中华医学会眼科学分会眼视光学组 中国医师协会眼科医师分会眼视光专业委员会
通信作者: 吕帆 (ORCID: 0000-0002-5262-8110), Email: lufan62@mail.eye.ac.cn

关键词: 近视防控框架眼镜; 近视管理; 专家共识

基金项目: 浙江省重点研发计划项目 (2021C03102)

注册号: 国际实践指南注册认证 (PREPARE-2023CN889)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115909-20230920-00082

Expert Consensus on the Application of Spectacle Related to Myopia Prevention and Control in Myopia Management (2023)

Optometry Group of Ophthalmology Branch of Chinese Medical Association; Ophthalmology and Optometry Committee of Ophthalmologist Association of Chinese Doctor Association

Key words: myopia prevention and control glasses; myopia management; expert consensus

Funding: Zhejiang Provincial Key Research and Development Program Grant (2021C03102)

Registration number: International Practice Guidelines Registry (PREPARE-2023CN889)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115909-20230920-00082

近视已经成为影响中国儿童青少年眼健康的重大公共卫生问题。预防近视发生、延缓近视进展是减少近视眼相关并发症的当务之急。

近年来, 近视预防或控制机制的研究进展为特殊光学设计框架眼镜的设计提供了新思路。同时, 因特殊光学设计框架眼镜具备配戴方便、不良反应少、没有年龄限制等优势, 成为临床近视控制技术的主要解决方案之一。尽管目前框架眼镜广泛应用在近视管理解决方案中, 但对不同特殊光学设计框架眼镜的目标人群选择、验配规范及有效性评估方式, 目前国内尚无统一指导性意见。从临床验配规范及近视防控指导意义双重考虑, 有必要形成特殊光学设计框架眼镜在近视管理临床应用中的专家共识, 以期为广大一线从业者提供指导, 推动我国近视防控工作的健康发展。

本专家共识由中华医学会眼科学分会眼视光

学组、中国医师协会眼科医师分会眼视光专业委员会和执笔团队在文献查阅、临床实践性研究的基础上酝酿而成, 经过初稿开放讨论、多轮修改和循证、审稿及定稿程序, 形成最终共识。

1 近视防控相关框架眼镜可能的光学机制

1.1 调节机制

根据研究, 近距离视物在诱导调节发生时, 常常会出现调节反应低于调节需求的现象 (称作“调节滞后”), 而这种现象会让物像落到视网膜后方而形成远视性离焦, 导致眼轴加速伸长^[1]。因而通过在镜片视近区增加近附加, 使调节需求减少, 进而减少调节滞后的方法在21世纪前后曾被尝试用于近视的临床控制。但多个独立研究小组开展的临床试验均发现, 该方法的实际效果较弱, 与单光镜对比, 相对延缓率在11%~21%之间^[2-6]。

1.2 周边离焦机制

周边视网膜远视性离焦可能是近视发生的重要原因之一^[7-9]。Huang等^[10]利用激光对恒河猴的黄斑部进行消融, 实验性近视仍然能被诱导出来, 提示周边视网膜本身即可调控正视化过程。

基于此机制, 通过微结构设计而在镜片周边部实现大幅度离焦信号 (包括离焦大小、面积和位置)。双盲随机对照临床试验显示, 该类设计的镜片获得一定近视控制效果^[11-12]。

1.3 高阶像差理论

研究显示角膜塑形镜具有一定的近视控制效果, 但其具体作用机制不详。有些研究认为, 近视控制与角膜塑形镜使用后导致高阶像差增多有关, 尤其是认为角膜塑形镜使用后增加的正向球差和



彗差能使眼轴增长速度减缓^[13-15]。基于该理论, 研究人员设计了一种通过同心环带微柱镜设计来实现视网膜高阶像差增加目的的镜片, 且最近临床研究证明该镜片具有一定的近视控制效果^[16]。

1.4 对比度理论

有研究确定近视基因之一 *MYP1* 突变的患儿, 其视网膜对比度信号异常增高^[17], 进一步的研究发现, 位于该基因片段内的 *OPN1LW* (长波长视锥蛋白基因) / *OPN1MW* (中波长视锥蛋白基因) 突变与人群近视易感性相关^[18]。此外, 研究也发现, 部分具有近视控制效果的镜片也存在降低视网膜成像对比度的现象^[19-21]。由此, 研究人员设计了降低周边视网膜成像对比度的镜片, 且最近研究报道该类镜片具有良好的近视控制效果^[22]。

2 近视防控相关框架眼镜的有效性

目前, 矫正近视并缓解近视进展的镜片包括双光镜、双光镜合并棱镜、渐进多焦镜、周边变焦镜、微结构设计的特殊光学镜等。见表1。

双光镜、双光镜合并棱镜和渐进多焦镜控制近视主要是基于调节滞后原理, 双光镜和双光镜合并棱镜近视控制效果为30.5%~51%, 其中双光合并棱镜的近视控制效果稍占优势^[23, 30]。渐进多焦镜片近视控制效果为14%~32.7%。视网膜周边离焦设计镜片通过形成周边视网膜的近视性离焦来控制近视, 近视控制效果为14%~30%^[25]。周边微结构设计的框架眼镜目前有多焦点正向光学离焦 (Defocus incorporated multiple segments, DIMS) 框架眼镜、高度非球面微透镜 (Highly aspherical lenslets technology, HAL) 框架眼镜、同心环带柱镜设计 (Cylindrical annular refractive element, CARE) 框架眼镜和点扩散技术眼镜 (Diffusion optics technology, DOT) 等。目前研究表明周边微结构光学设计镜片, 可以明显提高近视控制效果^[11-12, 16, 22, 26-28], 近视控制效果为21.1%~74%。

评价特殊光学设计框架眼镜有效性多采用临床随机、对照研究, 需要1年以上, 甚至更长的时间。在临床应用过程中, 我们发现光学镜片的真实世界研究需求也在不断增加, 研究结果能给予临床验配重要的参考意义。目前评价近视控制有效性的研究, 大多将单光框架眼镜作为对照, 等效球镜度、眼轴长度是评价近视控制效果的主要参数。除

了与对照组比较, 我们还需考虑到儿童青少年生理性眼轴增长量, 相对正视眼近视控制率可能可以作为评价近视控制效果的新指标 (图1)。但儿童青少年生理性眼轴增长量的相关数据还需要进一步搜集和统计, 该数据与年龄、发育高度相关。

3 近视防控相关框架眼镜适应证与禁忌证

3.1 适应证

3.1.1 年龄 特殊光学设计框架眼镜因具备配戴方便、不良反应少等优势^[31], 在年龄上尚无明确的限制, 对于低龄儿童, 应关注配戴安全性。

3.1.2 近视增长量 进展性近视的儿童青少年 (近视进展量 ≥ 0.75 D/年, 眼轴增长 ≥ 0.4 mm/年)^[1] 或有近视防控迫切需求的儿童青少年。

3.1.3 近视前期 近视前期的儿童青少年还需更多的循证医学及临床试验证据支持。

3.1.4 其他 其他解决方案无法耐受的近视儿童青少年, 或作为其他方案的辅助方法。

3.1.5 依从性 能理解特殊光学设计框架眼镜的作用原理和实际效果, 能正确配戴框架眼镜、依从性好, 能及时、定期按照要求前往指定机构复诊。

3.1.6 特殊要求 特殊光学设计框架眼镜类型很多, 根据临床研究和循证证据得出的特有适应证, 如双光框架眼镜适合高调节性集合/调节比值者, 渐进多焦点框架眼镜适合调节不足者^[32]。

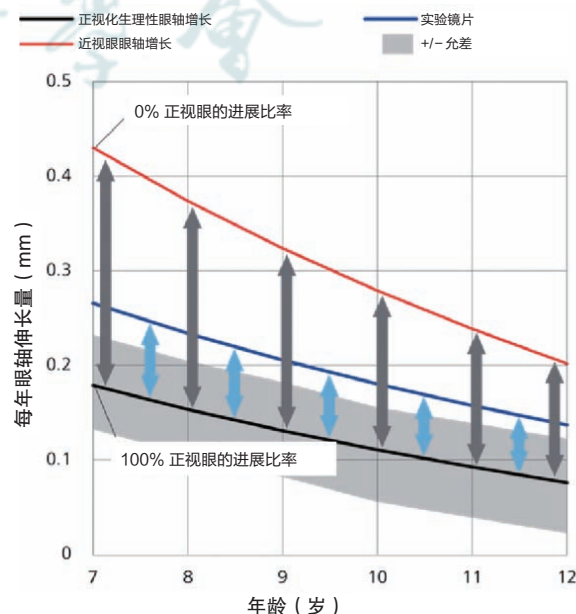


图1. 近视防控相关框架眼镜控制近视相对正视眼有效率示意图



表1. 不同设计近视防控相关框架眼镜的近视控制效果

治疗方案	研究时间	受试者例数 / 年龄	屈光度范围	相对对照组近视延缓量		相对对照组近视控制有效率		
				屈光度延缓量	眼轴延缓量	等效球镜度延缓率	眼轴延缓率	研究类型
双光镜和双光镜合并棱镜设计镜片								
Cheng 等 (2014) ^[23]	3 年	135 例 /8~13 岁	≥ -1.00 D, 近视进展大于 0.50 D/ 年	双光镜组: 0.81 D; 双光镜结合 3 ^Δ BI 组: 1.05 D	双光镜组: 0.25 mm; 双光镜结合 3 ^Δ BI 组: 0.28 mm	双光镜组: 39.3% 双光镜结合 3 ^Δ BI 组: 51%	双光镜组: 30.5% 双光镜结合 3 ^Δ BI 组: 32.9%	临床随机对照研究
渐进多焦光学设计镜片								
Gwiazda 等 (2003) ^[5]	3 年	469 例 /6~11 岁	-4.50~-1.25 D	PAL (+2.00 D): 0.20 D	0.11 mm	14%	15%	临床随机对照研究
Yang 等 (2009) ^[24]	2 年	149 例 /7~13 岁	-3.00~-0.50 D	PAL (+1.50 D): 0.26 D	0.11 mm	17%	16%	临床随机对照研究
Berntsen(2012) ^[11]	1 年	84 例 /6~11 岁	-4.50~-0.75 D	PAL (+2.00 D): 0.17 D	0.08 mm	32.7%	26.7%	临床随机对照研究
周边变焦光学设计镜片								
Sankaridurg 等 (2010) ^[25]	1 年	210 例 /6~16 岁	-3.50~-0.75 D	0.31 D	0.05 mm	30%	14%	临床随机对照研究
微结构光学设计镜片								
Lam 等 (2020) ^[12]	2 年	183 例 /8~13 岁	-5.00~-1.00 D	0.44 D	0.34 mm	52%	62%	临床随机对照研究
Lam 等 (2022) ^[26]	3 年	128 例 /8~13 岁	-5.00~-1.00 D	0.40 D	0.46 mm	43%	46%	临床随机对照研究
Bao 等 (2021) ^[27]	1 年	168 例 /8~13 岁	-4.75~-0.75 D	HAL 组: 0.54 D SAL 组: 0.33 D	HAL 组: 0.23 mm SAL 组: 0.11 mm	HAL 组: 67% SAL 组: 41%	HAL 组: 64% SAL 组: 31%	临床随机对照研究
Bao 等 (2022) ^[11]	2 年	157 例 /8~13 岁	-4.75~-0.75 D	HAL 组: 0.80 D SAL 组: 0.42 D	HAL 组: 0.35 mm SAL 组: 0.17 mm	HAL 组: 55% SAL 组: 29%	HAL 组: 51% SAL 组: 26%	临床随机对照研究
Li 等 (2023) ^[28]	3 年	99 例 /8~15 岁	-6.00~-0.75 D	1.06 D	0.49 mm	52%	50%	临床随机对照研究
Liu 等 (2023) ^[16]	1 年	118 例 /8~12 岁	-4.00~-1.00 D	0.15 D	0.08 mm	21.1%	27.8%	临床随机对照研究
Rappon 等 (2023) ^[22]	1 年	256 例 /6~10 岁	-4.50~-0.75 D	DOT 0.2 组: 0.40 D DOT 0.4 组: 0.32 D	DOT 0.2 组: 0.15 mm DOT 0.4 组: 0.10 mm	DOT 0.2 组: 74% DOT 0.4 组: 59%	DOT 0.2 组: 50% DOT 0.4 组: 33.3%	临床随机对照研究
真实世界研究								
Liu 等 (2023) ^[29]	回顾 2 年	3 639 例 /6~16 岁	-10.00~0.00 D	0.35 D	—	28%	—	真实世界研究

PAL, 渐进多焦眼镜; HAL, 高度非球面微透镜框架眼镜; SAL, 低度非球面微透镜框架眼镜; DOT, 点扩散技术框架眼镜。



3.2 禁忌证

有生理疾患无法稳定配戴框架眼镜; 因心理问题或者精神问题, 在配戴框架眼镜时造成伤害可能的; 不能耐受单焦框架眼镜的屈光参差患者; 弱视。

3.3 其他

以下情况需临床医师进一步判断: 显性斜视或间歇性外斜视; 双眼视功能(调节幅度、调节反应、调节灵活度等)异常。

4 近视防控相关框架眼镜验配流程

具体验配流程见图2。

4.1 验光

4.1.1 一般情况问诊 ①年龄、性别; ②近视初发年龄; ③用眼习惯及环境; ④家族近视史; ⑤眼部病史及全身病史等。

4.1.2 眼部检查内容 ①裂隙灯显微镜眼前节检查; ②眼底检查; ③眼位检查; ④眼压检查; ⑤眼生物学检查。

注意事项: 眼位检查, 如存在恒定性斜视、间歇性外斜视时, 建议进行斜视科会诊, 需临床医师进一步判断是否适合验配近视防控相关框架眼镜。如存在明显隐斜视时, 建议进行全面双眼视检查, 包括集合近点、远近融像范围及聚散灵敏度, 临床医师根据融像储备能力, 进一步判断是否需要进

视觉训练。

4.1.3 屈光检查内容 ①客观屈光检查; ②主观屈光检查; ③调节功能检查; ④睫状肌麻痹验光。

注意事项: 通常采用调节幅度及调节反应检查评估调节功能。如存在异常, 建议进行全面调节功能检查, 包括正相对调节、负相对调节、调节灵敏度检查, 进一步判断是否需要视觉训练。

睫状肌麻痹验光, 参照《儿童屈光矫正专家共识(2017)》^[32], 根据双眼平衡结果进行试戴并给予处方, 遵循最大正镜度最佳视力原则, 尽量避免欠矫与过矫。

4.2 配镜

4.2.1 选择镜架 近视防控相关框架眼镜与传统眼镜相比, 对患者视觉质量和主观感受的影响不同, 并且对配戴位置和配戴时长有额外要求。镜架选择应满足安全性、稳定性、舒适性及美观性, 最大限度提高患者配戴后的视力、视觉质量, 扩大视野, 并且能够提供稳定的配戴位置和较长的配戴时长, 以保证近视控制有效率。

建议镜架尺寸尽量满足镜架水平尺寸(鼻梁+镜圈)-瞳距 ≤ 8 mm; 原则上镜架垂直尺寸只要符合镜片大小即可, 但考虑配戴舒适性, 垂直尺寸不建议超过48 mm。

4.2.2 确定眼镜参数 在选择镜架后, 进行镜架调整, 双侧镜腿外张角及左右两托叶对称。在调整后



图2. 近视防控相关框架眼镜验配流程

眼位检查: 如出现异常进行斜视专科会诊, 建议进行全面视功能检查; 调节功能检查: 调节幅度及调节反应异常, 建议全面调节功能检查; 睫状肌麻痹验光: 遵循最大正镜度最佳视力原则。



的镜架上,精准测量单眼瞳距及单眼瞳高。

4.2.3 宣教 ①适应期:主要表现在中周边及周边视物模糊、视力不稳定等,绝大部分儿童青少年可以在1周内适应。②戴镜方法:为减少周边视物模糊或不适感,看周边物体时候转动头部,眼睛仍然通过镜片中央视物。③镜片及镜架保养。④建议全天配戴,至少 ≥ 12 h/d。⑤复诊:每3~6个月复诊,在配戴过程中出现视物模糊、镜架变形等情况随时复诊。

5 近视防控相关框架眼镜随访流程

具体随访流程见图3。

5.1 取镜检查

取镜时务必核验患者基本信息、镜片信息、镜片屈光度、瞳距及瞳高等,确保无误。进行戴镜评估,检查戴镜状态,注意戴镜位置。进行宣教和复诊交代,包括配戴时长及注意事项。

5.2 复查

建议每3~6个月复查1次。

5.2.1 检查内容 询问与治疗有关的病史、眼部健康检查,戴镜远视力、客观验光、主觉验光、眼球生物学测量(角膜曲率、眼轴长度等)、调节和双眼视觉功能等,根据临床需要进行睫状肌麻痹验光或眼底检查。

5.2.2 眼镜参数评估 每次复查应对眼镜参数进行评估,包括测量镜片度数、眼镜瞳距及评估镜片磨损程度。检查眼镜架有无损坏、变形,检测镜眼

距、前倾角、左右眼瞳高、左右眼瞳距以及与脸部的配适情况。

5.2.3 适应性和依从性评估 每次复查应评估患者对镜片的适应性,如是否拥有清晰视力,是否存在重影等。评价患者的依从性,如每天戴镜时长、复查频次等。

5.3 近视控制效果评价

儿童青少年近视进展受诸多因素影响,比如家族史、近距离用眼时间和强度、户外活动时间、近视发病年龄、既往近视进展速度、戴镜时长等,因此患者的近视控制效果存在明显个体差异。

5.3.1 应答良好 近视年增长量不超过0.25 D或近视年增长量下降至少50%。

5.3.2 应答一般 近视年增长量超过0.25 D且低于0.75 D。

5.3.3 应答不佳 近视年增长量达到或超过0.75 D或眼轴年增长达到或超过0.4 mm。

5.4 换镜标准

对于应答良好的儿童青少年可继续配戴该类型镜片,镜片磨损程度较严重时,或瞳距变化较大时应及时更换镜片。如果停止配戴近视控制相关框架眼镜,应在最初的3个月、6个月、1年对患者进行监测,以确认近视是否继续进展。如果进展较快应恢复治疗,若进展较慢应继续监测直到确定患者情况稳定。之后每年随访1次,如视力有任何变化,及时就医^[33]。对于答应一般或应答不佳的儿童青少年,首先应审视患者依从性后再考虑更换其他治疗方案或选择联合治疗。

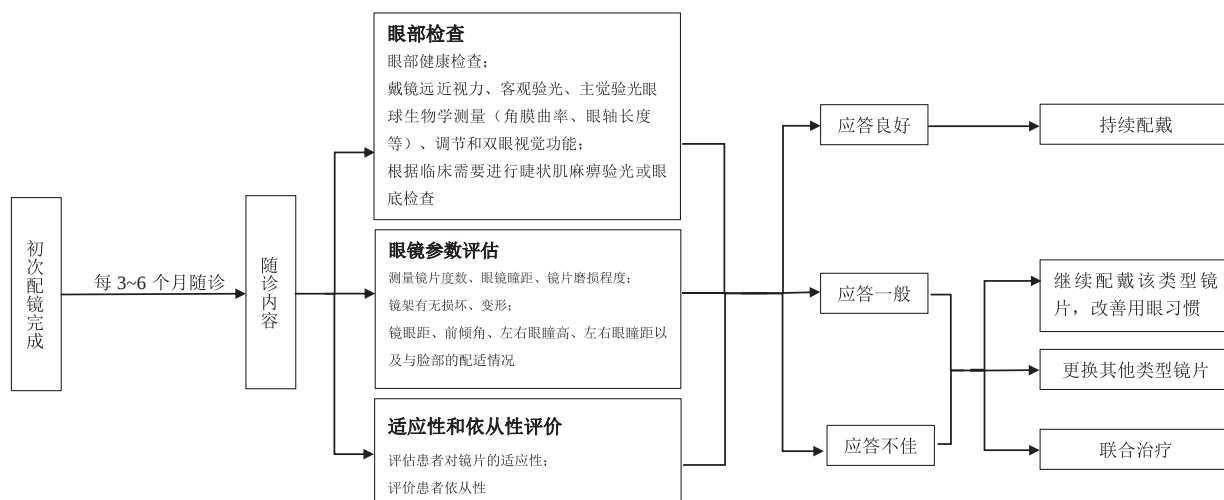


图3 近视防控相关框架眼镜随访流程



近视防控相关框架眼镜已成为临床近视控制的主要方式之一, 镜片新设计和种类不断涌现, 需要科学循证积累和长时间的临床观测提升更个性化和更精准的近视防控验配。与此同时, 近视防控机制的基础研究成果将有助于推进设计更有效特殊光学镜片、临床验配的规范性及视觉的科学保障。期待本共识为临床近视管理提供基本资讯, 进一步推进规范科学验配近视防控框架眼镜, 保障儿童青少年的眼健康。

执笔团队

(按姓氏汉语拼音顺序排序, 排名不分先后):

序号	姓名	工作单位
1	蓝卫忠	爱尔眼科医院集团
2	李丽华	天津市眼科医院
3	刘新婷	温州医科大学附属眼视光医院
4	吕帆	温州医科大学附属眼视光医院
5	毛欣杰	温州医科大学附属眼视光医院
6	孙伟	山东中医药大学附属眼科医院
7	杨晓	中山大学中山眼科中心

参与共识意见的专家成员名单

(按姓氏汉语拼音顺序排序, 排名不分先后):

序号	姓名	工作单位
1	白继	白继眼科门诊
2	陈灿	复旦大学附属耳鼻喉科医院
3	陈浩	温州医科大学附属眼视光医院
4	陈敏	山东第一医科大学附属青岛眼科医院 山东省眼科研究所
5	陈兆	爱尔眼科医院集团
6	陈志	复旦大学附属耳鼻喉科医院
7	陈晓琴	天津市眼科医院
8	陈跃国	北京大学第三医院 北京大学眼科中心
9	迟蕙	北京远程视觉眼科门诊部
10	崔冬梅	深圳眼科中心
11	戴锦晖	复旦大学附属中山医院眼科
12	杜蓓	天津医科大学眼科医院
13	方一明	泉州爱尔眼科医院
14	郭长梅	空军军医大学西京医院眼科
15	韩琪	天津医科大学总医院眼科
16	何鲜桂	上海市眼病防治中心
17	何向东	何氏眼科医院
18	何燕玲	北京大学人民医院眼科

19	赫天耕	天津医科大学总医院眼科
20	胡亮	温州医科大学附属眼视光医院
21	胡琦	哈尔滨医科大学附属第一医院眼科
22	胡建民	福建医科大学附属第二医院眼科
23	黄炎磊	朝聚眼科
24	黄振平	中国人民解放军东部战区总医院眼科
25	贾丁	山西爱尔眼科医院
26	柯碧莲	上海市第一医院眼科
27	李科	陆军特色医学中心眼科
28	李莉	首都医科大学附属北京儿童医院眼科
29	李嘉文	重庆医科大学附属大学城医院眼科
30	李俊红	山西省眼科医院
31	李丽华	天津市眼科医院
32	李伟力	深圳黑马眼科门诊部
33	李志敏	贵州普瑞眼科医院
34	廖荣丰	安徽医科大学附属第一医院眼科
35	廖咏川	四川大学华西医院眼科
36	刘波	陆军军医大学第一附属医院眼科
37	刘泉	中山大学中山眼科中心
38	刘慧颖	卓正医疗眼科
39	刘陇黔	四川大学华西医院眼科
40	刘伟民	南宁爱尔眼科医院
41	刘新婷	温州医科大学附属眼视光医院
42	陆燕	普瑞眼科医院集团
43	陆勤康	宁波大学附属人民医院眼科
44	罗岩	北京协和医院眼科
45	吕帆	温州医科大学附属眼视光医院
46	吕燕云	北京同仁验光配镜中心
47	毛欣杰	温州医科大学附属眼视光医院
48	梅颖	上海虹桥国际医学园区美视美景视光中心
49	倪海龙	浙江大学医学院附属第二医院眼科中心 浙江大学眼科医院
50	潘美华	厦门眼科中心
51	乔利亚	首都医科大学附属北京同仁医院眼科
52	瞿佳	温州医科大学附属眼视光医院
53	瞿小妹	上海复旦大学附属耳鼻喉医院
54	沈政伟	武汉普瑞眼科医院
55	盛迅伦	甘肃爱尔眼科医院
56	宋胜仿	重庆医科大学附属永川医院眼科
57	孙伟	山东中医药大学附属眼科医院
58	唐萍	北京同仁验光配镜中心
59	田蓓	首都医科大学附属北京同仁医院眼科



- 60 万修华 首都医科大学附属北京同仁医院眼科
- 61 汪 辉 重庆星辉眼科门诊部
- 62 汪育文 温州医科大学附属眼视光医院
- 63 王 华 湖南省人民医院眼科
- 64 王 凯 北京大学人民医院眼科
- 65 王 青 青岛大学附属医院眼科
- 66 王 雁 天津市眼科医院
- 67 王超英 中国人民解放军联勤保障部队第 980 医院
(白求恩国际和平医院)眼科
- 68 王进达 首都医科大学附属北京同仁医院眼科
- 69 王晓雄 武汉大学人民医院眼科
- 70 魏瑞华 天津医科大学眼科医院
- 71 文 丹 中南大学湘雅医院眼科
- 72 吴建峰 山东中医药大学附属眼科医院
- 73 吴峥峥 四川省医学科学院·四川省人民医院眼科
- 74 肖满意 中南大学湘雅二医院眼科
- 75 许 军 大连市第三人民医院眼科
- 76 许 迅 上海交通大学附属第一人民医院眼科
- 77 许晟嵩 中山大学中山眼科中心
- 78 许薇薇 解放军总医院眼科
- 79 严宗辉 深圳市眼科医院
- 80 燕振国 兰州华夏眼科医院
- 81 杨 必 四川大学华西医院眼科
- 82 杨积文 爱尔眼科医院集团
- 83 杨 晓 中山大学中山眼科中心
- 84 杨亚波 浙江大学医学院附属第一医院眼科
- 85 杨智宽 中南大学爱尔眼科学院
- 86 叶 剑 陆军特色医学中心眼科
- 87 殷 路 大连医科大学附属第一医院眼科
- 88 于 翠 何氏眼科视光中心
- 89 余继锋 首都医科大学附属北京儿童医院眼科
- 90 曾骏文 中山大学中山眼科中心
- 91 张丰菊 首都医科大学附属北京同仁医院眼科
- 92 张立华 山西省眼科医院
- 93 张铭志 汕头大学·香港中文大学联合汕头国际
眼科中心
- 94 张日平 汕头大学·香港中文大学联合汕头国际
眼科中心
- 95 赵 炜 空军军医大学西京医院眼科
- 96 赵海霞 内蒙古医科大学附属医院眼科
- 97 钟兴武 海南省眼科医院
- 98 周激波 上海交通大学医学院附属第九人民医院眼科
- 99 周佳奇 上海复旦大学附属耳鼻喉医院

100 周行涛 上海复旦大学附属耳鼻喉医院

声明 本文为专家意见,为临床医疗提供指导,不是在各种情况下都必须遵循的医疗标准,也不是为个别特殊个人提供的保健措施;本文内容与相关产品的生产和销售厂商无经济利益关系;作者之间无利益冲突

参考文献

- [1] Berntsen DA, Sinnott LT, Mutti DO, et al. A randomized trial using progressive addition lenses to evaluate theories of myopia progression in children with a high lag of accommodation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53(2): 640-649. DOI: 10.1167/iov.11-7769.
- [2] Hasebe S, Ohtsuki H, Nonaka T, et al. Effect of progressive addition lenses on myopia progression in Japanese children: a prospective, randomized, double-masked, crossover trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2008, 49(7): 2781-2789. DOI: 10.1167/iov.07-0385.
- [3] Edwards MH, Li RW, Lam CS, et al. The Hong Kong progressive lens myopia control study: study design and main findings. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2002, 43(9): 2852-2858. DOI: 10.1007/s00417-002-0529-0.
- [4] Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ, et al. An intervention trial on efficacy of atropine and multi-focal glasses in controlling myopic progression. *Acta Ophthalmol Scand*, 2001, 79(3): 233-236. DOI: 10.1034/j.1600-0420.2001.790304.x.
- [5] Gwiazda J, Hyman L, Hussein M, et al. A randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2003, 44(4): 1492-1500. DOI: 10.1167/iov.02-0816.
- [6] Hasebe S, Jun J, Varnas SR. Myopia control with positively aspherized progressive addition lenses: a 2-year, multicenter, randomized, controlled trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2014, 55(11): 7177-7188. DOI: 10.1167/iov.12-11462.
- [7] Benavente-Pérez A, Nour A, Troilo D. Axial eye growth and refractive error development can be modified by exposing the peripheral retina to relative myopic or hyperopic defocus. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2014, 55(10): 6765-6773. DOI: 10.1167/iov.14-14524.
- [8] Mutti DO, Hayes JR, Mitchell GL, et al. Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007, 48(6): 2510-2519. DOI: 10.1167/iov.06-0562.
- [9] Mak CY, Yam JC, Chen LJ, et al. Epidemiology of myopia and prevention of myopia progression in children in East Asia: a review. *Hong Kong Med J*, 2018, 24(6): 602-609. DOI: 10.12809/hkmj187513.
- [10] Huang J, Hung LF, Smith EL. Effects of foveal ablation on the pattern of peripheral refractive errors in normal and form-deprived infant rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011, 52(9): 6428-6434. DOI: 10.1167/iov.10-6757.
- [11] Bao J, Huang Y, Li X, et al. Spectacle lenses with aspherical



- lenslets for myopia control vs single-vision spectacle lenses: a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol*, 2022, 140(5): 472-478. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2022.0401.
- [12] Lam C, Tang WC, Tse DY, et al. Defocus incorporated multiple segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression: a 2-year randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol*, 2020, 104(3): 363-368. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2018-313739.
- [13] Philip K, Sankaridurg P, Holden B, et al. Influence of higher order aberrations and retinal image quality in myopisation of emmetropic eyes. *Vis Res*, 2014, 105: 233-243. DOI: 10.1016/j.visres.2014.10.003.
- [14] Hiraoka T, Kotsuka J, Kakita T, et al. Relationship between higher-order wavefront aberrations and natural progression of myopia in schoolchildren. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 7876. DOI: 10.1038/s41598-017-08177-6.
- [15] Lau JK, Vincent SJ, Collins MJ, et al. Ocular higher-order aberrations and axial eye growth in young Hong Kong children. *Sci Rep*, 2018, 8(1): 6726. DOI: 10.1038/s41598-018-24906-x.
- [16] Liu X, Wang P, Xie Z, et al. One-year myopia control efficacy of cylindrical annular refractive element spectacle lenses. *Acta Ophthalmol*, 2023, 101(6): 651-657. DOI: 10.1111/aos.15649.
- [17] Greenwald SH, Kuchenbecker JA, Rowlan JS, et al. Role of a dual splicing and amino acid code in myopia, cone dysfunction and cone dystrophy associated with L/M opsin interchange mutations. *Transl Vis Sci Technol*, 2017, 6(3): 2. DOI: 10.1167/tvst.6.3.2.
- [18] Neitz M, Wagner-Schuman M, Rowlan JS, et al. Insight from OPN1LW gene haplotypes into the cause and prevention of myopia. *Genes (Basel)*, 2022, 13(6). DOI: 10.3390/genes13060942.
- [19] Gao Y, Lim EW, Yang A, et al. The impact of spectacle lenses for myopia control on visual functions. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2021, 41(6): 1320-1331. DOI: 10.1111/opo.12878.
- [20] Chang CF, Cheng HC. Effect of orthokeratology lens on contrast sensitivity function and high-order aberrations in children and adults. *Eye Contact Lens*, 2020, 46(6): 375-380. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000667.
- [21] Nti AN, Gregory HR, Ritchey ER, et al. Contrast sensitivity with center-distance multifocal soft contact lenses. *Optom Vis Sci*, 2022, 99(4): 342-349. DOI: 10.1097/OPX.0000000000001874.
- [22] Rappon J, Chung C, Young G, et al. Control of myopia using diffusion optics spectacle lenses: 12-month results of a randomised controlled, efficacy and safety study (CYPRESS). *Br J Ophthalmol*, 2023, 107(11): 1709-1715. DOI: 10.1136/bjo-2021-321005.
- [23] Cheng D, Woo GC, Drobe B, et al. Effect of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopia progression in children: three-year results of a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol*, 2014, 132(3): 258-264. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2013.7623.
- [24] Yang Z, Lan W, Ge J, et al. The effectiveness of progressive addition lenses on the progression of myopia in Chinese children. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2009, 29(1): 41-48. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2008.00608.x.
- [25] Sankaridurg P, Donovan L, Varnas S, et al. Spectacle lenses designed to reduce progression of myopia: 12-month results. *Optom Vis Sci*, 2010, 87(9): 631-641. DOI: 10.1097/OPX.0b013e3181ea19c7.
- [26] Lam CS, Tang WC, Lee PH, et al. Myopia control effect of defocus incorporated multiple segments (DIMS) spectacle lens in Chinese children: results of a 3-year follow-up study. *Br J Ophthalmol*, 2022, 106(8): 1110-1114. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2020-317664.
- [27] Bao J, Yang A, Huang Y, et al. One-year myopia control efficacy of spectacle lenses with aspherical lenslets. *Br J Ophthalmol*, 2022, 106(8): 1171-1176. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2020-318367.
- [28] Li X, Huang Y, Yin Z, et al. Myopia control efficacy of spectacle lenses with aspherical lenslets: results of a 3-year follow-up study. *Am J Ophthalmol*, 2023, 253: 160-168. DOI: 10.1016/j.ajo.2023.03.030.
- [29] Liu J, Lu Y, Huang D, et al. The efficacy of defocus incorporated multiple segments lenses in slowing myopia progression: results from diverse clinical circumstances. *Ophthalmology*, 2023, 130(5): 542-550. DOI: 10.1016/j.optha.2023.01.007.
- [30] Berntsen DA, Barr CD, Mutti DO, et al. Peripheral defocus and myopia progression in myopic children randomly assigned to wear single vision and progressive addition lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2013, 54(8): 5761-5770. DOI: 10.1167/iops.13-11904.
- [31] 中华医学会眼科学分会眼视光学组, 中国医师协会眼科医师分会眼视光专业委员会, 中国非公立医疗机构协会眼科专业委员会视光学组, 等. 近视管理白皮书(2022). *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2022, 24(9): 641-648. DOI: 10.3760/cma.j.cn115909-20220812-00321.
- [32] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2017.12.001.
- [33] Jong M, Resnikoff S, Tan KO, 等. 亚洲近视管理共识. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2022, 24(3): 161-169. DOI: 10.3760/cma.j.cn115909-20211125-00459.

(收稿日期: 2023-09-20)

(本文编辑: 季魏红)

