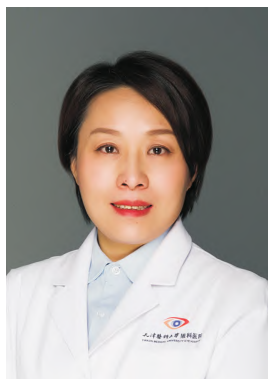


引文格式: 魏瑞华, 李昊儒, 隋金沅, 石欣睿, 杜蓓. 国际近视研究院(IMI) 关于不同年龄段近视患者的管理和研究热点解读[J]. 眼科新进展 2024, 44(1): 13-17. doi: 10. 13389/j. cnki. rao. 2024. 0002

【述评】

国际近视研究院(IMI) 关于不同年龄段近视患者的管理和研究热点解读[△]

魏瑞华 李昊儒 隋金沅 石欣睿 杜蓓



作者简介: 魏瑞华(ORCID: 0000-0002-9708-0355) 女, 天津人, 博士, 主任医师, 教授, 博士研究生导师。研究方向: 青少年近视防控, 高度近视并发症诊治等。E-mail: rwei@tmu.edu.cn

收稿日期: 2023-11-17

修回日期: 2023-12-02

本文编辑: 盛丽娜, 刘雪立

△ 基金项目: 天津市医学重点学科(专科) 建设项目(编号: TJYZDXK-037A); 天津市教委社科重大项目(编号: 2022JWZD23)

作者单位: 300392 天津市, 天津医科大学眼科医院、眼视光学院、眼科研究所, 国家眼耳鼻喉疾病临床医学研究中心天津市分中心, 天津市视网膜功能与疾病重点实验室

【摘要】 日益上升的近视发病率已成为全球共同面临的重大公共卫生问题。国际近视研究院(IMI) 自 2015 年成立以来, 2019 年、2021 年已陆续发表近视防控相关系列白皮书, 推进全球范围近视防控的科学管理及临床研究等一系列问题。2023 年 IMI 发布了第 3 系列近视防控白皮书, 本文就 IMI 第 3 系列中对于儿童、青年成人以及近视领域新近热点研究方向的重点内容作一解读, 以期有助于相关领域工作者了解不同年龄段近视患者的管理及研究热点。

【关键词】 国际近视研究院; 儿童; 成人; 近视防控; 脉络膜

【中图分类号】 R778.1

日益上升的近视发病率已成为全球共同面临的重大公共卫生问题。由此, 2015 年 Brien Holden 教授发起成立了国际近视研究院(International Myopia Institute, IMI), 旨在解决全球范围内近视相关的公共卫生问题。2019 年至 2021 年期间, IMI 已发布了第 1、2 系列的近视防控白皮书, 介绍了近视的分类、近视的危险因素、近视的影响、病理性近视等相关内容^[1-4]。2023 年 IMI 发布的第 3 系列白皮书则包括儿童^[5]及青年成人^[6]的近视管理和研究进展、脉络膜对近视进展及近视防控过程的潜在影响^[7]、轴性近视引起的非病理性人眼组织的变化^[8]、临床近视管理态度和策略全球趋势的报告(2022 年更新版)^[9]以及总结前两年关键主题发现的 IMI 2023 年文摘^[10]。本团队在基于前期对白皮书的解读下^[11-12], 就 IMI 第 3 系列中对于儿童、青年成人以及近视领域新近热点研究方向的重点内容作一解读。

1 儿童高度近视的发生和发展及管理

全球儿童及成人的近视发病率逐渐增加, 但儿童的高度近视患病率依然比成人低^[13]。随着药物以及光学干预措施的出现^[14], 人们对儿童高度近视的管理愈发关注。不同病因的近视或高度近视儿童的管理模式不同, 这类儿童的临床管理是一个复杂且多学科联合的过程。

1.1 儿童近视及高度近视的发病率及病因

人口学调查发现, 全球 7 岁前儿童的高度近视患病率较低, 为 0.03% ~ 0.80%^[5]。中国学龄前儿童中, 等效球镜度高于 -6.00 D 的儿童平均每年进展 -0.32 D, 而等效球镜度低于 -6.00 D 的儿童平均每年进展 -0.85 D(-0.50 ~ -2.00 D)^[15]。与所有形式的近视一样, 高度近视的患病率随着年龄的增长而增加。在中国, 15 岁儿童的高度近视患病率在 10 年内从 3.96% 上升到 6.69%, 并在 16 ~ 18 岁时迅速上升至 15.1%^[16]; 在英国, 17 岁以下儿童高度近视的患病率为 4.6%^[17]; 在美国, 14 ~ 16 岁儿童的高度近视患病率则为 4.8%^[18]。儿童高度近视可能是由环境和遗传原因引起的, 早产是婴儿最显著的环境因素。一项以医院为基础的调查显示, 54% 的 10 岁以

下高度近视儿童为早产儿, 且 38% 的样本具有相关的眼部病理表现^[19]。患有早产儿视网膜病变(ROP) 的儿童, 患近视的风险极高, 需要进行适当的监测, 患有 ROP 的儿童在 2 岁时的近视患病率为 19%, 而没有 ROP 的儿童近视率仅为 6%^[20]。单基因的突变、代谢物质的紊乱以及结缔组织病也可导致高度近视。此类近视儿童在临床上可表现出特殊的眼部特征, 例如晶状体脱位以及玻璃体异常等。此外, 听觉系统的损伤、口面部的异常以及骨骼肌肉发育不良也可辅助判断。表 1 提供了对高度近视儿童临床评估和诊断的详细信息^[5]。此外, 在初级眼科护理环境中, 可能需要进行额外的调查和多学科临床评估, 这可能需要转诊至儿童的三级眼科护理中心^[5](图 1)。

表 1 高度近视儿童的临床评估和诊断

项目	细则
病史和家族史	近视发病年龄;环境风险因素:早产、户外暴露、近距离工作;视力:夜盲症和色盲;听力损失;唇裂和/或腭裂(包括 Pierre Robin 序列);关节过度活动和骨骼异常;心血管异常(主动脉根扩张或夹层);发育里程碑和认知能力;三代家谱 具体询问(高度)近视、听力丧失、骨骼异常、唇裂和/或腭裂、心血管异常、视觉损伤或失明 视网膜脱离
眼科检查	视力;睫状肌麻痹验光;色觉测试(包括三色缺陷);眼球运动(眼球震颤);生物测量 至少包括角膜曲率和眼轴长度测量;眼底镜检查;广角眼底照相;眼底自发荧光(如果临床怀疑视网膜营养不良);视网膜电图(如果临床怀疑视网膜营养不良)
眼外特征的临床检查	畸形评估(例如中面部发育不全,Marfan 综合征样体型);身高:臂展与身高比;枕骨缺损、皮肤发育不全;手腕征、拇指征;Beighton 过度活动评分;骨骼异常(例如漏斗胸或鸡胸)
基因检测和/或后续转诊	可识别表型:靶向 DNA 分析;如无法识别眼部表型或考虑更广泛的鉴别诊断,可使用视力障碍的基因小组进行下一代测序或外显子组测序(如果有);如怀疑眼睛和系统表型,咨询儿科或临床遗传学服务;考虑转介给临床遗传学家:伴眼外特征 发现未知意义的变异 家系复杂 分离分析
需考虑的诊断	通常近视;结缔组织疾病(如 Marfan 综合征、Stickler 综合征、Knobloch 综合征);视网膜营养不良(如 RPGR/RPE65 相关性视网膜色素变性、先天性静止性夜盲、蓝锥细胞单色视、Bornholm 眼病);单基因孤立性高度近视;非轴性高度近视(如早产儿近视、球状晶状体、圆锥角膜)

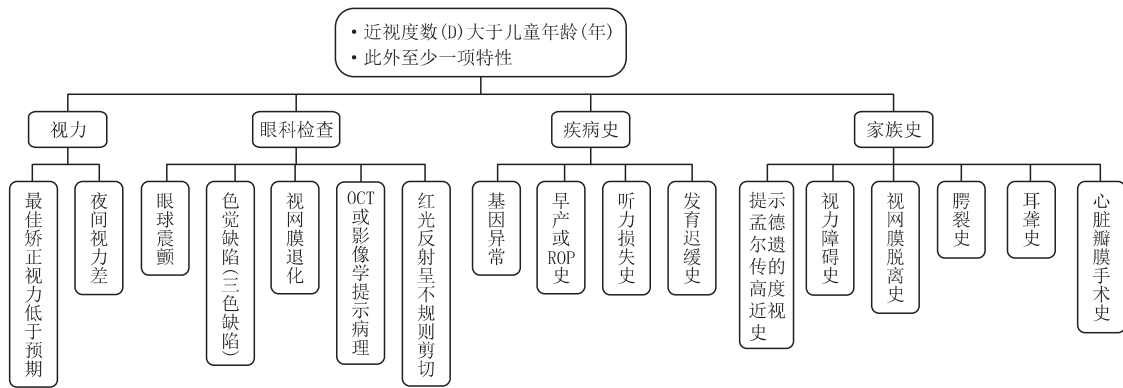


图 1 初级眼科护理环境中,可能表现为继发性或综合征性近视病例的识别

1.2 儿童高度近视的眼底改变

通常与高度近视相关的眼底病理性改变以及视力的损害在 50 岁之前很少出现,在 60 岁以后迅速增加^[21]。然而,一项对高度近视儿童进行的广角 OCT 研究结果显示^[22],12.7% 的儿童具有后巩膜葡萄肿的初始特征,并且近视较重的眼也表现出更显著的弥漫性视网膜脉络膜萎缩。视网膜脱离在儿童中较少见,仅占有病例的 2%~6%^[23]。脉络膜变薄已被发现在儿童屈光不正进展过程中发挥重要作用^[24]。脉络膜厚度是检测高度近视儿童未来病理性进展的新的生物标志物。因此,监测高度近视儿童的脉络膜变化可能是一种极具临床价值的防控手段。

1.3 儿童近视及高度近视的管理

对儿童近视和高度近视的干预措施涉及环境、药物、光学以及手术等。增加儿童户外运动时间可能通过刺激视网膜释放多巴胺来降低近视的发生率,同时有助于减缓近视的进展以及眼轴的延长^[25]。IMI 认为 0.1 g · L⁻¹ 的阿托品滴眼液可被广泛用于近视防控。然而,户外活动时间以及药物的干预对儿童高度近视的作用研究文献较少,控制程度或控制效果还有待进一步研究证实。框架眼镜是儿童高度近视患者的主要光学矫正方式,但角膜接触镜可能更适合患有高度屈光参差的儿童,由于

高度近视眼镜会导致视网膜图像缩小,角膜接触镜可能在改善患儿生活质量甚至提高视力方面有一定作用^[19]。有研究表明,对于屈光参差的儿童,低剂量阿托品和角膜塑形镜相比,角膜塑形镜的效果更好^[26]。对于智力异常、伴有严重斜视以及身体发育畸形的拒绝或无法进行光学矫正的高度近视儿童,可考虑手术治疗。行屈光手术治疗高度近视合并弱视的儿童具有良好的术后视力和屈光效果,且并发症较少^[27]。在考虑高度近视儿童的近视控制干预手段时,还要注意高度近视儿童的个体差异性。当使用治疗性干预时,应密切监测屈光度的改变趋势和眼轴长度的变化。户外活动作为一种低风险的干预措施,建议在所有儿童的屈光管理中予以实施。

2 青年成人近视的发生和发展及管理

虽然大多数近视都是在儿童时期发生和发展的,但部分人的屈光变化在成年后会持续存在并进展。2023 年第 3 系列白皮书中指出,青年成人发生近视的年龄为 20~40 岁^[28]。IMI 关于近视的定义和分类^[1]报告认为,近视发生的年龄可能是近视分类的依据。

2.1 青年成人近视发生的普遍性

不同职业群体的青年成人近视患病率有所不同,美国医科学学生的近视患病率为 43%^[29],美国法

学学生的近视患病率为 30%^[30],挪威医科学学生的近视患病率为 43%^[31],巴基斯坦医科学学生的近视患病率高达 62%^[6],英国显微镜技师的近视患病率为 48%^[32]。在一项对 2 487 名随机选择的英国成人近视调查的研究中,报告了成年近视患病率最高的情况达 81%^[33]。即使不同人群的近视患病率有所差异,但仍可显示出全球范围内青年成人的近视患病率不可低估。此外,有研究报道,中国台湾地区的 18 岁人群的近视患病率为 84%,且高度近视患病率为 21%^[34]。2000 年,全球有 22.9% 的人口被诊断为近视,其中 11.6% 为高度近视^[35]。由此可见,高度近视的患病率与近视的患病率密切相关。

青年成人近视的前瞻性研究结果表明,大多数近视患者在相当一段时间内近视程度有所进展,且有部分正视眼进展为近视。各项研究结果表明^[33,36-38]新的近视病例的年患病率从 10% 至 24% 不等。多个国家对青年成人的近视发展趋势进行了研究。伊朗地区一项长期的纵向研究发现,基线时 131 人中有 47% 的近视患者,而观察结束后有 64% 的近视患者,这意味着在非近视人群中,有约 33% 的人群进展为近视^[39]。在一项为期两年的中国青年人的研究^[40],在研究开始时被归类为正视的 400 名成人中,112 人(28%) 在研究结束时发展为近视,总体近视患病率从 79% 增加到 84%。从青年成人近视的横断面研究以及前瞻性研究的报道可见,在青少年近视患病率较高的群体或人群中,成年近视发生比例会很低,但在成年后没有近视的人群中,成年近视患病率可能仍有意义。

2.2 不同年龄段青年成人的近视进展情况

不同年龄段近视患者的近视进展情况有所不同,尽管成年之后近视进展的速度有所减慢,但近视进展的情况仍在继续。已有多项研究对 18~25 岁大学生群体的近视进展进行了描述。美国一项调查纳入 497 名入学时年龄为 17~21 岁的学生,其中 44% 患有近视(至少 -0.25 D),且在未 2.5 年的时间里,平均屈光度变化为 -0.57 D,其中 55% 的学生近视至少进展了 -0.50 D^[41]。在 271 名中国学生的队列中,26.6% 的学生在两年内近视度数进展了至少 -0.50 D,平均进展为 -0.20 D,平均眼轴增长 0.05 mm^[42]。而另一项大规模前瞻性研究发现,中国学生在为期两年的随访期间的近视度数进展了 (-0.36 ± 0.34) D^[43]。挪威的近视学生群体在为期 3 年的观察中,73% 的学生近视度数至少进展了 -0.37 D,32% 的学生近视度数至少进展了 -1.00 D,伴着眼轴长度增加了 (0.38 ± 0.30) mm^[44]。25~40 岁的成人群体的近视进展情况较大学生缓慢,但仍有进展的情况。166 名该年龄段的成人参与了为期两年的纵向观察,有 48% 的患者近视度数进展了 (-0.77 ± 0.31) D^[32]。另有 291 名成人近视患者在 5 年内屈光度进展了 (-0.44 ± 0.60) D^[45]。18~25 岁的

近视成人平均每年进展 -0.14 D (-0.10 ~ -0.20 D),眼轴增长每年为 0.05 ~ 0.10 mm,平均每年增长 0.07 mm。成人的近视进展随年龄增长而减慢,25~40 岁成人近视进展通常每年低于 -0.10 D^[6]。此外,屈光度较高的成年近视患者,即使在进行了屈光手术之后仍可出现近视进展的表现^[46]。

成人近视进展的情况与人口统计学因素、眼部解剖学因素、环境因素等息息相关。有近视家族史的患者以及女性似乎表现出更高的近视进展率;在不同地区以及不同种族之间,东亚人群中成人的近视发病更为常见,而欧洲人群则较少见^[47]。此外,脉络膜结构的异常似乎与近视的发生和发展密切相关,较薄的脉络膜与更高度的近视度数有关^[48]。近距离用眼时间以及视频终端的使用时间与近视的进展有关^[49],户外活动的时长则对近视的进展有预防保护的作用^[47]。

2.3 成人近视的管理

屈光角膜手术已成为成人矫正近视的主要选择方法之一,但该手术也无法阻止成人近视眼轴的延长。尽管针对儿童以及青少年近视防控的手段已得到有效的证实(例如阿托品的使用以及角膜塑形镜等),但针对成人的近视防控手段,例如双焦点或多焦点角膜接触镜等仍有待进一步评估其防控效果。无论是儿童、青少年还是成人,近视进展都与眼轴延长以及脉络膜变薄有关^[48,50]。或许短期脉络膜改变可以用来评估青年成人近视防控手段的潜在治疗效果^[24]。对于该年龄段的近视患者,需要针对个体的情况特点与需求设计个性化的管理方案和防控策略。

3 脉络膜变化在近视中的潜在作用及对近视管理的意义

脉络膜改变与近视的关系是近年来近视防控领域的研究热点。如前文所述,不同年龄段的近视患者均能观察到脉络膜的改变。脉络膜是眼睛的血管层,位于 Bruch 膜和巩膜之间,为视网膜光感受器提供所需营养^[51]。脉络膜是一个高度血管化的结构,脉络膜厚度的变化有可能反映脉络膜血流的变化。血流的增加是对近视离焦的早期、短暂的反应,而脉络膜的增厚则更为持久^[52],且有临床研究发现脉络膜血流灌注的改变与近视眼中病理性改变的出现有关^[53]。脉络膜灌注改变和近视之间的因果关系的推断需要进一步调查。抗缺氧治疗抑制了实验性近视的发展,这表明巩膜缺氧是近视发展过程中巩膜重塑的关键激发器^[54]。在实验动物的眼内注射可以增加脉络膜血液灌注量的药物后,可抑制动物眼眼轴的延长以及近视的进展^[55]。由此可以证实脉络膜的改变与眼球生长调节及近视发展密切相关。探索在人体中通过药物来调控脉络膜变化的可行性

将对儿童近视防控有重大意义。

脉络膜厚度及脉络膜血流的量化,可通过光学相干断层扫描技术以及光学相干断层扫描血管成像技术实现。有研究表明,眼轴长度每增加1 mm,脉络膜厚度就会变薄 20~60 μm ,且这种变薄的程度比单纯从眼轴延长预测近视进展的程度更显著^[56]。因此,基于影像学技术的发展,观测脉络膜的变化对近视干预过程的指导作用愈发受到关注。户外活动已被证实对儿童近视有保护作用,这促使学者关注光照强度或时间对脉络膜的可能影响。有研究发现,年轻人在连续 2 h 暴露于 1 000 lx 光线中后脉络膜有增厚的表现^[57],但也有研究得出与之截然相反的结论^[58]。或许短期的脉络膜变化可能不是预测脉络膜厚度对近视长期影响的可靠的生物标志物。此外,有研究发现,配戴 1 个月角膜塑形镜后脉络膜厚度的变化与 12 个月后观察到的眼轴增长程度有关^[59];连续使用 3 个月低强度红光后脉络膜厚度的变化与同样使用 12 个月后的眼轴增长量相关^[60],这些研究提示,短期的脉络膜变化可能预测长期近视控制的效果。然而,各种短期和长期干预措施对脉络膜影响的研究结果并不完全统一,因此,短期脉络膜增厚作为评估近视控制治疗疗效的生物标志物这一推测还有待进一步研究印证。

4 结束语

IMI 认为婴幼儿高度近视相比于普通的近视来说并不常见,儿童近视及高度近视的诊断和临床管理需要多学科之间共同合作。同时,青年成人近视的特点以及临床管理中,仍需要注意近视进展这一问题。成年早期是否可以沿用儿童时期的近视控制手段尚无明确指南,但该年龄段的近视患者需要持续的关注,以期找到预测及管理近视进展的手段和方法。脉络膜的变化在近视发生发展中的重要作用被逐渐重视。未来的研究需要在基于眼科影像学技术的发展以及药物干预脉络膜变化的可行性中,进一步探索不同近视防控手段的临床疗效,寻找近视防控的生物标志物和控制近视进展的药物。IMI 鼓励眼科医师关注最新的研究进展并学习新的近视防控手段,以期为不同年龄段的近视患者制订精准化、个体化的最优管理方案。

参考文献

- [1] FLITCROFT D I, HE M, JONAS J B, JONG M, NAIDOO K, OHNO-MATSUI K *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.
- [2] MORGAN I G, WU P C, OSTRIN L A, TIDEMAN J W L, YAM J C, LAN W *et al.* IMI risk factors for myopia [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021 62(5): 3.
- [3] JONAS J B, ANG M, CHO P, GUGGENHEIM J A, HE M G, JONG M *et al.* IMI prevention of myopia and its progression [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021 62(5): 6.
- [4] OHNO-MATSUI K, WU P C, YAMASHIRO K, VUTIPONGSATORN K, FANG Y, CHEUNG C M G *et al.* IMI pathologic myopia [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021 62(5): 5.
- [5] FLITCROFT I, AINSWORTH J, CHIA A, COTTER S, HARB E, JIN Z B *et al.* IMI-management and investigation of high myopia in infants and young children [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023 64(6): 3.
- [6] BULLIMORE M A, LEE S S, SCHMID K L, ROZEMA J J, LEVEZIEL N, MALLEEN E A H *et al.* IMI-onset and progression of myopia in young adults [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023 64(6): 2.
- [7] OSTRIN L A, HARB E, NICKLA D L, READ S A, ALONSO-CANEIRO D, SCHROEDL F *et al.* IMI-the dynamic choroid: new insights, challenges and potential significance for human myopia [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023 64(6): 4.
- [8] JONAS J B, SPAIDE R F, OSTRIN L A, LOGAN N S, FLITCROFT I, PANDA-JONAS S. IMI-nonpathological human ocular tissue changes with axial myopia [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023 64(6): 5.
- [9] WOLFFSOHN J S, WHAYEB Y, LOGAN N S, WENG R, GROUP I M I A. IMI-global trends in myopia management attitudes and strategies in clinical practice-2022 update [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023 64(6): 6.
- [10] SANKARIDURG P, BERNTSEN D A, BULLIMORE M A, CHO P, FLITCROFT I, GAWNE T J *et al.* IMI 2023 digest [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023 64(6): 7.
- [11] 魏瑞华, 鹿大千, 金楠, 杜蓓. 国际近视研究学会 (IMI) 近视防控研究白皮书解读 [J]. *眼科新进展* 2019 39(8): 701-713.
- [12] WEI R H, LU D Q, JIN N, DU B. Interpretation of the International Myopia Institute white papers focusing on myopia prevention and control [J]. *Rec Adv Ophthalmol* 2019 39(8): 701-713.
- [13] 王碧莹, 王景慧, 杜蓓, 刘桂华, 刘琳, 魏瑞华. 第二版国际近视研究学会近视防控白皮书解读 [J]. *国际眼科杂志* 2023 23(6): 918-922.
- [14] WANG B Y, WANG J H, DU B, LIU G H, LIU L, WEI R H. Interpretation of the international myopia institute white papers II [J]. *Int Eye Sci* 2023 23(6): 918-922.
- [15] MA Y, QU X, ZHU X, XU X, ZHU J, SANKARIDURG P *et al.* Age-specific prevalence of visual impairment and refractive error in children aged 3-40 years in Shanghai, China [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016 57(14): 6188-6196.
- [16] GIFFORD K L, RICHDALE K, KANG P, ALLER T A, LAM C S, LIU Y M *et al.* IMI-clinical management guidelines report [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019 60(3): M184-M203.
- [17] HU Y, DING X, LONG W, HE M, YANG X. Longitudinal changes in spherical equivalent refractive error among children with preschool myopia [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019 60(1): 154-160.
- [18] DONG L, KANG Y K, LI Y, WEI W B, JONAS J B. Prevalence and time trends of myopia in children and adolescents in China: a systemic review and meta-analysis [J]. *Retina* 2020 40(3): 399-411.
- [19] WONG K, DAHLMANN-NOOR A. Myopia and its progression in children in London, UK: a retrospective evaluation [J]. *J Optom* 2020 13(3): 146-154.
- [20] THEOPHANOUS C, MODJTAHEDI B, BATECH M, MARLIN D, LUONG T, FONG D. Myopia prevalence and risk factors in children [J]. *Clin Ophthalmol* 2018 12: 1581-1587.
- [21] MARR J E, HALLIWELL-EWEN J, FISHER B, SOLER L, AINSWORTH J R. Associations of high myopia in childhood [J]. *Eye (Lond)* 2001 15(1): 70-74.
- [22] QUINN G E, DOBSON V, KIVLIN J, KAUFMAN L M, REPKA M X, REYNOLDS J D *et al.* Prevalence of myopia between 3 months and 5 1/2 years in preterm infants with and without retinopathy of prematurity. Cryotherapy for Retinopathy of Prematurity Cooperative Group [J]. *Ophthalmology* 1998 105(7): 1292-1300.
- [23] TIDEMAN J W, SNABEL M C, TEDJA M S, VAN RIJN G A, WONG K T, KUIJPERS R W *et al.* Association of axial length with risk of uncorrectable visual impairment for Europeans with myopia [J]. *JAMA Ophthalmol* 2016 134(12): 1355-1363.
- [24] TANAKA N, SHINOHARA K, YOKOI T, URAMOTO K, TAKAHASHI H, ONISHI Y *et al.* Posterior staphylomas and scleral curvature in highly myopic children and adolescents investigated by ultra-widefield optical coherence tomography [J]. *PLoS One* 2019 14(6): e0218107.

- [23] NUZZI R ,LAVIA C ,SPINETTA R. Paediatric retinal detachment: a review [J]. *Int J Ophthalmol* 2017 ,10(10) :1592-1603.
- [24] READ S A ,FUSS J A ,VINCENT S J ,COLLINS M J ,ALONSO-CANEIRO D. Choroidal changes in human myopia: insights from optical coherence tomography imaging [J]. *Clin Exp Optom* 2019 ,102(3) :270-285.
- [25] XIONG S ,SANKARIDURG P ,NADUVILATH T ,ZANG J ,ZOU H ,ZHU J *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.
- [26] TSAI W S ,WANG J H ,CHIU C J. A comparative study of orthokeratology and low-dose atropine for the treatment of anisomyopia in children [J]. *Sci Rep* 2020 ,10: 14176.
- [27] ASTLE W F ,PAPP A ,HUANG P T ,INGRAM A. Refractive laser surgery in children with coexisting medical and ocular pathology [J]. *J Cataract Refract Surg* 2006 ,32(1) :103-108.
- [28] GROSVENOR T. A review and a suggested classification system for myopia on the basis of age-related prevalence and age of onset [J]. *Am J Optom Physiol Opt* 1987 ,64(7) :545-554.
- [29] SHULKIN D J ,BARI M M. Deteriorating vision: an occupational risk for the medical student [J]. *Arch Ophthalmol* ,1986 ,104(9) :1274.
- [30] LOMAN J ,QUINN G E ,KAMOUN L ,YING G S ,MAGUIRE M G ,HUDESMAN D *et al.* Darkness and near work: myopia and its progression in third-year law students [J]. *Ophthalmology* 2002 ,109(5) :1032-1038.
- [31] MIDELFART A ,AAMO B ,SJØHAUG K A ,DYSTHE B E. Myopia among medical students in Norway [J]. *Acta Ophthalmol* ,1992 ,70(3) :317-322.
- [32] MCBRIEN N A ,ADAMS D W. A longitudinal investigation of adult-onset and adult-progression of myopia in an occupational group. Refractive and biometric findings [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* ,1997 ,38(2) :321-333.
- [33] RAHI J S ,CUMBERLAND P M ,PECKHAM C S. Myopia over the lifecourse: prevalence and early life influences in the 1958 British birth cohort [J]. *Ophthalmology* 2011 ,118(5) :797-804.
- [34] LIN L L K ,SHIH Y F ,HSIAO C K ,CHEN C J. Prevalence of myopia in Taiwanese schoolchildren: 1983 to 2000 [J]. *Ann Acad Med Singap* 2004 ,33(1) :27-33.
- [35] IWASE A ,ARAI E ,TOMIDOKORO A ,YAMAMOTO T ,SHIMIZU H ,KITAZAWA Y *et al.* Prevalence and causes of low vision and blindness in a Japanese adult population: the Tajimi Study [J]. *Ophthalmology* 2006 ,113(8) :1354-1362.
- [36] IRIBARREN R ,CERRELLA M R ,ARMESTO A ,IRIBARREN G ,FORNACIARI A. Age of lens use onset in a myopic sample of office-workers [J]. *Curr Eye Res* 2004 ,28(3) :175-180.
- [37] BULLIMORE M A ,REUTER K S ,JONES L A ,MITCHELL G L ,ZOZ J ,RAH M J. The study of progression of adult nearsightedness (SPAN): design and baseline characteristics [J]. *Optom Vis Sci* 2006 ,83(8) :594-604.
- [38] TING P W K ,LAM C S Y ,EDWARDS M H ,SCHMID K L. Prevalence of myopia in a group of Hong Kong microscopists [J]. *Optom Vis Sci* 2004 ,81(2) :88-93.
- [39] FESHARAKI H ,KAMALI B ,KARBASI M ,FASIHI M. Development of myopia in medical school [J]. *Asian J Ophthalmol* 2006 ,8: 199-202.
- [40] JACOBSEN N ,JENSEN H ,GOLDSCHMIDT E. Does the level of physical activity in university students influence development and progression of myopia? A 2-year prospective cohort study [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* ,2008 ,49(4) :1322-1327.
- [41] ONEAL M R ,CONNOR T R. Refractive error change at the United States Air Force Academy: class of 1985 [J]. *Am J Optom Physiol Opt* 1987 ,64(5) :344-354.
- [42] DUAN F ,YUAN Z ,DENG J ,YEO A C ,YANG A ,DROBE B *et al.* Incidence of myopic shift and related factors in young Chinese adults [J]. *Clin Exp Optom* 2023 ,106(4) :422-426.
- [43] LV L ,ZHANG Z. Pattern of myopia progression in Chinese medical students: a two-year follow-up study [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013 ,251(1) :163-168.
- [44] KINGE B ,MIDELFART A. Refractive changes among Norwegian university students: a three-year longitudinal study [J]. *Acta Ophthalmol Scand* ,1999 ,77(3) :302-305.
- [45] BULLIMORE M A ,JONES L A ,MOESCHBERGER M L ,ZADNIK K ,PAYOR R E. A retrospective study of myopia progression in adult contact lens wearers [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002 ,43(7) :2110-2113.
- [46] GAB-ALLA A A. Is the axial length a risk factor for post-LASIK myopic regression? [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2021 ,259(3) :777-786.
- [47] LEE S S ,LINGHAM G ,SANFILIPPO P G ,HAMMOND C J ,SAW S M ,GUGGENHEIM J A *et al.* Incidence and progression of myopia in early adulthood [J]. *JAMA Ophthalmol* ,2022 ,140(2) :162-169.
- [48] HARB E ,HYMAN L ,GWIAZDA J ,MARSH-TOOTLE W ,ZHANG Q ,HOU W *et al.* Choroidal thickness profiles in myopic eyes of young adults in the correction of myopia evaluation trial cohort [J]. *Am J Ophthalmol* 2015 ,160(1) :62-71.
- [49] YAO L ,QI L S ,WANG X F ,TIAN Q ,YANG Q H ,WU T Y *et al.* Refractive change and incidence of myopia among a group of highly selected senior high school students in China: a prospective study in an aviation cadet prerecruitment class [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* ,2019 ,60(5) :1344-1352.
- [50] READ S A ,COLLINS M J ,VINCENT S J ,ALONSO-CANEIRO D. Choroidal thickness in myopic and nonmyopic children assessed with enhanced depth imaging optical coherence tomography [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* ,2013 ,54(12) :7578-7586.
- [51] REINER A ,FITZGERALD M E C ,DEL MAR N ,LI C. Neural control of choroidal blood flow [J]. *Prog Retin Eye Res* ,2018 ,64:96-130.
- [52] FITZGERALD M E C ,WILDISOET C F ,REINER A. Temporal relationship of choroidal blood flow and thickness changes during recovery from form deprivation myopia in chicks [J]. *Exp Eye Res* 2002 ,74(5) :561-570.
- [53] LI H ,WANG Q ,LIU Y ,WANG X ,HE Q ,CHEN Y *et al.* Investigation of macular structural and microcirculatory characteristics of posterior staphyloma in high myopic eyes by swept source optical coherence tomography angiography [J]. *Front Physiol* 2022 ,13: 856507.
- [54] WU H ,CHEN W ,ZHAO F ,ZHOU Q ,REINACH P S ,DENG L *et al.* Scleral hypoxia is a target for myopia control [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2018 ,115(30) :E7091-E7100.
- [55] ZHOU X ,ZHANG S ,ZHANG G ,CHEN Y ,LEI Y ,XIANG J *et al.* Increased choroidal blood perfusion can inhibit form deprivation myopia in guinea pigs [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2020 ,61(13) :25.
- [56] TAN C S H ,CHEONG K X ,LIM L W ,LI K Z. Topographic variation of choroidal and retinal thicknesses at the macula in healthy adults [J]. *Br J Ophthalmol* ,2014 ,98(3) :339-344.
- [57] CHAKRABORTY R ,BARANTON K ,SPIEGEL D ,LACAN P ,GUILLON M ,BARRAU C *et al.* Effects of mild- and moderate-intensity illumination on short-term axial length and choroidal thickness changes in young adults [J]. *Ophthalmic Physiol Opt* 2022 ,42(4) :762-772.
- [58] LOU L ,OSTRIN L A. The outdoor environment affects retinal and choroidal thickness [J]. *Ophthalmic Physiol Opt* ,2023 ,43(3) :572-583.
- [59] LI Z ,HU Y ,CUI D ,LONG W ,HE M ,YANG X. Change in subfoveal choroidal thickness secondary to orthokeratology and its cessation: a predictor for the change in axial length [J]. *Acta Ophthalmol* 2019 ,97(3) :e454-e459.
- [60] XIONG R ,ZHU Z ,JIANG Y ,WANG W ,ZHANG J ,CHEN Y *et al.* Longitudinal changes and predictive value of choroidal thickness for myopia control after repeated low-level red-light therapy [J]. *Ophthalmology* 2023 ,130(3) :286-296.

Effects of blue light on the development of the dioptric system in guinea pigs

WANG Xiao¹, LUAN Changlin¹, SUN Yifan¹, YANG Shiqiao¹, WANG Kailei¹, HAO Rui^{1,2}, ZHANG Wei^{1,2}

1. Tianjin Eye Hospital, Clinical College of Ophthalmology, Tianjin Medical University, Tianjin 300020, China

2. Nankai University Affiliated Eye Hospital, Tianjin 300020, China

Corresponding author: HAO Rui, E-mail: haorui0311@126.com; ZHANG Wei, E-mail: Zhangwei_eye@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the effect of blue light on the dioptric development of the eyes of lens-induced myopia (LIM) guinea pigs. **Methods** Three-week-old trichromatic guinea pigs were randomly divided into three groups: control group, white light LIM (WL) group, and blue light LIM (BL) group (420 nm LED light, with an illuminance of 700 lx); guinea pigs in the latter two groups wore -10.00 D lenses in their right eyes to induce myopia. All guinea pigs underwent a 12 h light/12 h dark treatment cycle. Before and 2, 4 weeks after the intervention, the diopter, axial length, retinal thickness and choroidal thickness were measured in all groups. After 4 weeks of intervention, the corneal fluorescent staining and retinal Hematoxylin and Eosin (HE) staining were conducted. **Results** Compared with the control group, from week 0 to week 2 of the intervention (changes in weeks 0-2), the eyes in the WL group drifted (-2.22 ± 1.28) D towards myopia, the axial length lengthened by (0.40 ± 0.05) mm, and the retinal and choroidal thicknesses reduced by (-7.42 ± 7.04) μm and (-6.29 ± 4.66) μm , respectively; compared with the WL group, in the BL group, the eyes drifted toward hyperopia by (0.48 ± 1.16) D, the axial length increased by (0.20 ± 0.10) mm, and retinal and choroidal thicknesses increased by (1.36 ± 7.46) μm and (8.05 ± 8.08) μm , respectively (all $P < 0.05$). From week 2 to week 4 (changes in weeks 2-4), compared with the control group, the diopter in the WL and BL groups progressed towards myopia, with changes of (-4.64 ± 0.50) D and (-2.11 ± 2.02) D, respectively (both $P < 0.05$); the axial length lengthened, and retinal and choroidal thicknesses reduced in the WL group, with changes of (0.44 ± 0.06) mm, (-7.35 ± 5.87) μm and (-4.84 ± 2.61) μm , while the choroidal thickness and the retinal thickness decreased in the BL group, with changes of (-0.33 ± 5.95) μm and (-4.78 ± 4.96) μm , respectively. Observations of corneal fluorescence staining and retinal HE staining indicated that prolonged blue light exposure could lead to damage to corneal and retinal cells. **Conclusion** Blue light may influence the development of myopia through choroid-related mechanisms, but its inhibitory effect is not positively correlated with time. Prolonged exposure to blue light can damage the cornea and retina, thereby reducing the inhibitory effect.

【Key words】 myopia; blue light; dioptric development; guinea pigs

(上接第 17 页)

Interpretation of the International Myopia Institute's management and research focus of myopia in different ages

WEI Ruihua, LI Haoru, SUI Jinyuan, SHI Xinrui, DU Bei

Tianjin Key Laboratory of Retinal Functions and Diseases, Tianjin Branch of National Clinical Research Center for Ocular Disease, Eye Institute and School of Optometry, Tianjin Medical University Eye Hospital

【Abstract】 The increasing incidence of myopia has become a significant public health issue worldwide. Since its establishment in 2015, the International Myopia Institute (IMI) has published a series of white papers on myopia prevention and control in 2019 and 2021, advancing the scientific management and clinical research of myopia prevention and control worldwide. In 2023, IMI released new white papers on myopia prevention and control. In this paper, the highlights of the third series of IMI white papers on children, young adults, and emerging research areas in myopia are interpreted, intending to help related professionals understand the management and research focus of myopia patients of different ages.

【Key words】 International Myopia Institute; children; adults; myopia prevention and control; choroid