

近视控制的机制及治疗研究进展

曹岩, 赵全良

内蒙古民族大学第二临床医学院(内蒙古林业总医院), 内蒙古 呼伦贝尔

收稿日期: 2023年5月25日; 录用日期: 2023年6月15日; 发布日期: 2023年6月30日

摘要

近视是一种屈光异常, 是全球性的公共卫生问题, 主要是由于眼球轴向长度的增加, 近视在世界范围内日益增加, 呈现出“全球近视流行”的面貌。高度近视可导致黄斑、周边视网膜、视神经和晶状体等一系列并发症, 与失明风险增加有关, 因此减缓近视进展的主要原因是降低晚年威胁视力的病理性近视发病率, 这一现象激发了人们对减缓近视进展方法的探索, 从而降低视力丧失的风险。

关键词

近视, 近视控制, 框架眼镜, 隐形眼镜, 阿托品眼液, 角膜塑形镜

Progress in the Mechanism and Treatment of Myopia Control

Yan Cao, Quanliang Zhao

The Second Clinical Medical College of Inner Mongolia University for Nationalities (Inner Mongolia Forestry General Hospital), Hulunbuir Inner Mongolia

Received: May 25th, 2023; accepted: Jun. 15th, 2023; published: Jun. 30th, 2023

Abstract

Myopia is a kind of abnormal refractive error, is a global public health problem, mainly due to the increase of the axial length of the eyeball, myopia is increasing worldwide, showing the appearance of “global myopia epidemic”. High myopia can lead to a series of complications such as macula, peripheral retina, optic nerve and lens, which is associated with increased risk of blindness. Therefore, the main reason for slowing the progression of myopia is to reduce the incidence of pathologic myopia, which threatens vision in later life. This phenomenon has inspired people to explore ways to slow its progression, so as to reduce the risk of vision loss.

Keywords

Myopia, Myopia Control, Frame Glasses, Contact Lenses, Atropine Eye Solution, Orthokeratoscope

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 背景

随着环境和生活方式的变化,近视的患病率一直在急剧上升,据统计2010年全球人口的28%受到影响,如果没有有效的干预措施,到2050年将上升到近50% [1]。高度近视的患病率与近视的总体患病率有关[2],在中国北京海淀区的一项研究中,15岁学龄儿童近视患病率从2005年的55.95%上升到2015年的65.48%,在中国东部城市,高中生近视患病率从2005年的79.5%上升到2015年的87.7%,近年来,中国西部地区不仅近视患病率增加,而且每年近视进展率也较高;滑铁卢眼科研究显示,美国近视患病率也在长期上升,10~15岁儿童患病率为42.4%,15~20岁儿童患病率为53.9%,这明显高于1892年一项研究报告的21%的峰值[3];另一项研究中在台湾大学新生中,高度近视患病率从1988年的26%上升到2005年的40%,根据调查,18岁以上高度近视的患病率从1983年的10.9%上升到2000年的21%,预计2050年全球人口(50亿人)的一半会近视,其中五分之一(10亿)将被认为是高度近视(>-6 D) [4]。尽管轻度近视和一些有远视的人也会发展为病理性近视,但大多数病理性近视发生在高度近视的人群中。据数据统计,在新加坡、澳大利亚、日本、中国农村、华南地区、台湾和北京,大约28.7%、44.4%、45.9%、47.6%、58.31%、72.7%和65%的成人或老年人高度近视中出现病理性近视[5] [6] [7],这意味着成年人群中大约一半的高度近视会出现病理性近视。在中国和欧洲,近视性黄斑病引起的视力丧失比糖尿病性眼病的视力丧失更常见[8]。

来自多项研究的证据显示环境因素和行为改变(例如增加户外时间和减少屏幕时间)对近视进展速度的影响是不太明确的,但可以降低近视的发病率,根据研究结果显示,每天在户外度过76分钟可使近视发生率降低50% [9] [10]。目前,效果最好的三种控制近视进展的方法是分别是角膜塑形镜、阿托品眼液和专门设计的软性隐形镜片[11]。

2. 本综述主要讨论

近视进展的机制,以及框架眼镜、隐形眼镜、局部低浓度阿托品眼液和角膜塑形镜控制近视的益处和风险。

2.1. 近视进展的机制

近视(Myopia)是指在调节放松状态时,平行光线经眼球屈光系统后聚焦在视网膜之前,这种屈光状态称为近视,大多数研究使用大于-6屈光度(D)的近视屈光不正或轴长为26.5 mm或更大作为高度近视的阈值,在近视中,物体的焦点位于在视网膜前面(近视散焦),另一方面,近视患者戴眼镜矫正后物体的焦点位于中心的黄斑水平,但视网膜的外周焦点位于视网膜后面(高致远散离焦),眼镜为补偿这种现象导致眼球的轴向长度增加(焦点位于视网膜后面),在视觉发育过程中,这种相对的远视被认为是生长信号,刺激产生眼球伸长(近视),对应于视觉剥夺的现象[11] [12]。近视进展的因素是多方面的,是遗传易感性

和环境暴露之间复杂相互作用的结果, 为了更好地了解近视的危险因素, 有必要整合环境因素、视力剥夺现象和远视离焦[13]。

最新研究表明, Bruch 膜过度扩张可能是对外周远视离焦的反应, 它也可能是导致眼轴伸长机制之一[14]。来自电生理学研究的最新证据表明, 视网膜对高致远散离焦和近视散焦的共同反应: 视网膜神经节细胞信号传导改变, 即使视神经被切断, 眼睛也会对局部模糊产生局部变化作出反应, 这一事实表明, 调节屈光性眼睛发育的信号级联反应在眼睛本身内, 不需要来自大脑的反馈。史密斯等人通过实验提出了最重要的问题, 眼睛对中心模糊、外周模糊或两者都有相同的反应。临床、人群和动物研究均报告称, 遗传和环境因素都会导致近视发病机制和进展[19]。有证据表明, 环境因素在学龄发病近视的发展中起着至关重要的作用, 其中包括户外活动时间、长期强化教育、城市化、近视、产前因素和社会经济地位[5] [15]。最近, 据报道, 户外活动和缩短近距离工作持续时间可有效延缓近视的发病率。已被证明对近视进展有积极影响, 但对已经近视的眼睛并不完全有效。环境因素常影响近视患病率和严重程度的重大变化[13] [16]。

近期研究证明视觉输入导致化学信号级联, 从视网膜到视网膜色素上皮、脉络膜、巩膜, 调节眼部生长[15]。视网膜向巩膜提供重塑信号, 眼睛通过巩膜改变其形状以在视网膜上成像, 在结构上, 巩膜由胶原蛋白、弹性纤维和成纤维细胞组成, 成纤维细胞合成 I 型胶原蛋白, 这是巩膜的主要成分[15] [16], 胶原蛋白量的减少会导致巩膜变薄和变长。一些文章一致认为, 在重塑过程中巩膜会发生某些分子和生化事件, 导致巩膜组织的结构和生物力学变化以及巩膜组织显著变薄[15] [17]。还有研究表明巩膜中存在毒蕈碱受体, 阿托品是毒蕈碱乙酰胆碱受体(mAChR)的非选择性拮抗剂, 从药理学角度来看, 受体阻断可阻止巩膜成纤维细胞的增殖以及随之而来的眼轴向延长[12]。阿托品对脉络膜和视网膜色素上皮的影响也有报道[18]。近视与眼部慢性炎症有关, 可通过阿托品或巩膜水平干扰眼部发育的生化改变来控制近视[19]。另外多巴胺(DA)的控制近视进展早已被报道, 但仍然缺乏关于其作用机制的综合理论[20], 阿托品已被证明可以刺激 DA 释放到细胞外和玻璃体, 这可能会抑制本应参与轴向伸长的视网膜信号传导过程, 从而抑制近视进展[21], 此外, 已经表明多巴胺可以直接作用于角膜, 因为一些多巴胺能受体活性位于兔和牛角膜中。还出现了阿托品抗近视作用的其他细胞途径, 例如抑制人 $\alpha 2A$ -肾上腺素能受体(体外)和一氧化氮信号传导, 在人视网膜中, 多巴胺由无孔细胞和丛状细胞产生, 多巴胺有 1 种 GPCR (D5-D65), 其中一些已在动物视网膜细胞和 RPE 中鉴定出来, 在小鼠中, D68 的激活抑制了近视的发展, 据报道, 在树鼯中, D4 和 D70 受体的激活具有抗近视作用, 但在豚鼠和 D2 基因敲除小鼠中, D71 受体的激活似乎相反。此外, 在动物模型中, 非选择性 D 受体激动剂可以抑制近视进展。这使我们得出结论, 阿托品和 DA 可以平行的生化途径起作用, 这些途径后来会汇聚在一个共同的效应子上从而抑制近视进展[21] [22]。还有研究认为在环境因素中, 光刺激的现象根据波长而变化, 随着视网膜多巴胺的释放和抑制, 多巴胺增加刺激眼轴生长, 可能近视进展机制的基础之一[23]。

实验研究表明, 近视可以在戴凹透镜的动物中触发, 表明近视的出现与近距离活动增加有关。一些研究表明, 学生的近视患病率较高, 因此, 近代生活中近距离工作的增加可能导致世界近视增加的原因之一[24]。近视发作的另一个可疑环境因素是儿童暴露的光谱类型, 关于蓝光和紫光存在争议[25] [26]。

2.2. 框架眼镜控制近视的风险和益处

框架眼镜控制近视已有 60 年的历史, 既可以矫正屈光不正、保护眼睛, 还可以作为美观的装饰品, 既安全又经济[27]。框架眼镜包括单光镜片和多焦点镜片, 多焦点镜片是指双光镜、三光镜和渐变多焦点镜片; 由于框架眼镜镜片与角膜顶点之间存在一定距离, 高度数镜片存在放大率问题, 尤其是屈光参差较大者因双眼像放大率差异而难以适应; 另外眼镜框及周边无镜片区影响外周视觉, 从而降低了佩戴者

对迎面而来的事物的分析; 还有证据表明, 在老年人中, 多焦点和双焦点眼镜会增加跌倒的风险, 渐进式加成镜片和双焦点配戴者跌倒的可能性是非多焦点配戴者的两倍, 虽然没有证据表明同样的风险适用于儿童, 也许是因为他们很少戴这样的镜片[28]。

眼镜延缓近视进展尽管其耐受性高且易于适应, 但目前获得的结果无统计学意义, 一项临床试验报道了使用基底棱镜双焦点眼镜对近视进展减速的影响及其对调节滞后儿童的疗效, 具体取决于视恐惧状态功能而定。动物研究提供了确凿的证据, 证明强加的近视散焦(MD)会抑制眼睛生长。设计了一种基于 MD 机制的近视控制的眼镜片, 并命名为散焦结合多段(DIMS)眼镜片。它将 MD 施加在中央和周边视网膜上[29] [30] [31]。

2.3. 低浓度阿托品眼液控制近视的风险和益处

阿托品是一种非选择性可逆毒蕈碱拮抗剂, 眼科医生以超说明书的方式用于近视控制, 它与毒蕈碱受体的五种亚型(mAChR, MR1-MR5)结合, 阻止乙酰胆碱与其相互作用, 这些受体与 G 蛋白(GPCR)偶联, 在人虹膜、睫状体晶状体上皮、视网膜上皮细胞和色素上皮细胞以及巩膜成纤维细胞中均有发现, 尽管其作用确切机制有争议, 但阿托品与眼组织上多个分子水平的受体具有复杂的相互作用, 曾经人们认为阿托品用于控制近视是因为假设眼睛过度调节是近视的原因, 而阿托品通过暂时麻痹睫状肌导致睫状肌萎缩症(暂时失去调节/专注于近处和远处物体的能力), 然而, 后来的动物研究将非调节机制与近视的原因联系起来, 几种生物学机制, 例如响应环境线索的视网膜信号通路功能障碍, RPE 在通过脉络膜将眼部生长调节信号从视网膜传递到巩膜中的作用, 在重塑过程中巩膜会发生某些分子和生化事件, 导致组织结构和生物力学变化, 导致巩膜细胞外基质的重塑, 巩膜变薄, 已经观察到阿托品调节近视的生物学机制主要靶向是视网膜和巩膜, 阿托品对脉络膜和视网膜色素上皮的影响也有报道[32]。近视还与眼部慢性炎症有关, 有研究表明巩膜中存在毒蕈碱受体, 从药理学角度来看, 受体阻断可阻止巩膜成纤维细胞的增殖以及随之而来的眼轴向延长[19]。

阿托品局部使用以不同浓度滴剂给药以控制近视: 低剂量(0.01%)、中等剂量(0.01%~0.5%)和高剂量(0.5%~1.0%)。证据表明阿托品能够减缓轴向延长和儿童近视进展, 浓度越高越有效, 但停止治疗后反弹效应也更大[33]。Yam 等人评估了低浓度阿托品滴眼液在 1 年内与安慰剂相比的疗效和安全性, 分别为 0.05%、0.025%和 0.01%, 在使用的三种浓度中, 0.05%阿托品在 1 年内控制 SE 进展和 AL 伸长方面最有效。另外一项随机试验和荟萃分析探讨了不同阿托品浓度的疗效和副作用, 得出结论 1%阿托品对 AL 和 SE 的影响最高, 0.1%对 AL 和 SED 的影响最低[34]。

阿托品眼液的副作用为近视力模糊、对光敏感、一些不适和瘙痒以及眼睑或睫毛上的药物残留, 有些孩子可能会在眼睑下出现小结节或肿块, 阿托品增加瞳孔大小可能导致畸变和视觉质量下降, 这些副作用在较高浓度下更常见, 并且具有剂量依赖性的。近视控制中报告阿托品主要并发症是畏光和近视力模糊, 是由于瞳孔增大和调节振幅减小所致, 这种效应与使用阿托品浓度成正比; 在一项 0.01%阿托品浓度的研究中, Wu 等人发现只有 7%的参与者表现出畏光, 在中断治疗 2 个月后恢复到未治疗水平[35]。除了所描述的副作用外, 过敏性结膜炎发病率非常低, 目前并没有发现长期使用阿托品的严重副作用。至于停止治疗时的反弹效应, 研究发现 36 个月后为 -0.72 ± 0.75 D。到目前为止, 0.01%阿托品显示出最佳的治疗指数(适当的风险: 效益比), 总体上比高剂量更好, 效果更好, 效果更持久[36]。尽管据报道, 0.05%阿托品的近视抑制作用优于 0.01%, 但在 1 年内对视力相关的生活质量没有不良影响, 在临床实践中 0.05%阿托品的长期疗效, 特别是其对近视反弹的影响需要更多信息[37]。目前观察到的使用低剂量阿托品(0.01%)的副作用发生在一小部分患者中, 并且通常不需要停止治疗。人们还担心使用阿托品的潜在长期眼部或全身副作用, 在人体中, 局部应用的阿托品的全身吸收通常较低, 但有可能发生在儿童中,

因为他们的体积较小。一项研究报道,阿托品在健康个体中的全身生物利用度为19%~95%,酶解代谢的药物量最大,特别是在肝脏中,13%~50%的分子未经修饰地在尿液中排泄,几种抗胆碱能药物和其他具有抗胆碱能特性的药物与对认知功能产生不利影响的中枢副作用有关,虽然对于抗胆碱能负荷高的老年人尤其如此,但在中年时长期接触即使是温和的抗胆碱能药物也会使人在老年时面临更高的风险。鉴于东亚的一些临床医生主张对近视儿童持续使用低剂量阿托品治疗,直到青春期晚期,之后近视总体稳定,因此应彻底研究早期长期暴露于阿托品(也是一种抗胆碱能药物)的长期中枢效应[38]。

阿托品具有浓度依赖性反应。尽管浓度为0.025%和0.05%的阿托品在大规模研究中显示出最令人鼓舞的结果,但这些制剂在全球临床实践中尚未普遍存在。此外,它们的反弹效应和达到稳定效应的可能性尚未通过现实生活中的研究得到充分研究。

2.4. 隐形眼镜控制近视的风险和益处

列奥纳多·达·芬奇在1508年引入了隐形眼镜的概念,随后勒内·笛卡尔在1636年提出了隐形眼镜的概念。隐形眼镜可能在减缓近视进展方面发挥作用的设想早在1975年就被考虑过,当时人们发现,与眼镜相比,戴硬性隐形眼镜可以减缓近视进展。然而,由于缺乏对照临床试验方法,很难正确看待结果。目前全球约有1.4亿人使用隐形眼镜来矫正近视、远视和散光病例中的屈光不正[39]。隐形眼镜通过泪膜、角膜上层和结膜上皮与眼表相互作用,隐形眼镜材料的理想特性是耐用性、稳定性、视力清晰,以及通过允许足够的氧气流向角膜来保持角膜代谢的能力。隐形眼镜的支柱可分为机械、光学和化学,其最重要的光学参数是聚合物的光学透明度和折射率[40]。隐形眼镜可以提供比眼镜更宽的视野,并且与眼球运动相耦合,并且在不建议佩戴眼镜的一系列情况下使用,包括体育活动、潮湿环境以及需要宽视野的情况(例如驾驶)。

软性隐形眼镜是除角膜塑形镜和阿托品之外有效控制近视的方法之一。包括单光隐形眼镜、渐进多焦隐形眼镜和双焦隐形眼镜,与框架眼镜相比单光隐形眼镜可能会增加双眼的调节需求,从而导致过度调节,专注于附近的物体,佩戴单光隐形眼镜可能会诱发更大的调节滞后,影响负向调节,并减少附近的负融合储备。佩戴渐进和双焦点隐形眼镜具有相似的变化趋势,例如调节滞后和对比度灵敏度降低看,渐进式散焦设计镜头可以改善周边屈光状态并减少调节滞后。此外,对多焦点隐形眼镜的相关研究发现了异形视移位和立体视觉恶化的影响,夜间光晕是渐进镜片的问题之一。尽管以前的研究已经报告了与类似设计的多焦点隐形眼镜的对比度灵敏度的变化,主观MTF值是否可以预测主观对比度灵敏度仍有待讨论[41]。Vesely等人发现,渐进式隐形眼镜和低+0.50 D的添加可以改善眼睛疲劳受试者的调节和矫正设施[42]。

对受试者主观感受的分析发现,单光隐形眼镜具有最佳的镜片舒适度;渐进式散焦镜片容易引起夜间晕圈;双焦点隐形眼镜同时汇聚来自两个光学区域的光线,以实现同步视觉。当主要物体清晰且对焦时,另一个光学区域中的图像将变为模糊的背景,表现为复视。此外,渐进式散焦和双焦点隐形眼镜的远视力清晰度和稳定性可能会受到镜片周边设计的影响,并略有下降。根据受试者分配的实际分数,单光隐形眼镜的总体满意度最高,其次是渐进式散焦隐形眼镜,然后是双焦点隐形眼镜[43]。

使用多焦点隐形眼镜减缓近视的进展得到了独立临床试验的证实,并已被证明是迄今为止更有效的近视控制策略之一[44]。在这方面,发现为近视控制而设计的双焦点镜片的视力是有效的,但与习惯性视力相比,患者报告的主观视觉表现较少。在非老花眼近视参与者中,发现具有多焦点的镜片会降低视觉表现,特别是当整个视区的功能,由于近视控制隐形眼镜主要用于儿童和青少年,从业者不仅需要考虑患者和护理人员对隐形眼镜的期望,还需要考虑与其他策略相比多焦点隐形眼镜的风险和益处。虽然隐形眼镜通常是安全的,但与其他一些干预措施相比,虽然人们可能认为隐形眼镜佩戴比屈光手术更安全,

但有人认为, 与激光辅助原位角膜磨擦术(LASIK)相比, 终生每日使用隐形眼镜的感染率可能高出八倍。然而, 最近, 吴等人报道, 日常佩戴隐形眼镜和长戴型硅水凝胶隐形眼镜需要分别佩戴 103 年(95%CI: 103~391)和 25 年(95%CI: 25~79), 才能等于相当于一次性 LASIK 手术的视力丧失率。支持镜片减缓近视进展的研究中, 镜片佩戴大多是日常佩戴, 定期更换或日常一次性佩戴。与其他方式相比, 使用软性隐形眼镜可能会产生额外的好处, 与阿托品相比副作用少; 与框架眼镜佩戴相比, 改善生活质量, 特别是佩戴隐形眼镜的年龄较大的儿童和青少年; 与夜间角膜塑形术相比, 微生物性角膜炎的风险降低。到目前为止, 近视控制隐形眼镜的性能引发了对各个方面的思考和问题, 例如, 使用近视控制隐形眼镜改善视力, 停止佩戴镜片后反弹, 长期佩戴的效果以及使用组合治疗来改善的效果[8] [44]。

尽管隐形眼镜佩戴或屈光手术导致视力丧失的风险普遍较低, 但确实会发生威胁理想情况下, 所有隐形眼镜都应由眼科护理专业人员进行全面的眼科检查以排除潜在疾病后, 并在讨论各种隐形眼镜选择的风险和益处后进行安装和处方。处方医生还应参加有关正确佩戴和护理的教育和培训, 并通过适当的随访监督佩戴。不幸的是, 患者可能会选择在线或通过非眼科零售提供者获得隐形眼镜, 而无需检查或接受足够的教育。

2.5. 夜间角膜塑形镜控制近视的风险和益处

角膜塑形术(Ortho-K)可作为通过佩戴固定性隐形眼镜来控制近视。1960 年代初, 当“正聚焦”技术被描述时, 首次有意识地应用这种方法。角膜塑形术是博士伦公司的视觉整形治疗(VST)和 Paragon Vision Sciences 公司的角膜屈光治疗(CRT), 经过几十年的探索发现: 角膜塑形术的屈光改变是由于角膜上皮厚度的局部变化 - 中央变薄和中外周增厚 - 从而使中央角膜脱落。研究表明, 角膜塑形术重塑角膜会转化相对外周远视, 相对外周近视散焦[45]。

夜间角膜塑形镜治疗(OK 镜)具有反几何设计, 其中基底曲线或治疗区域比角膜顶点平坦, 这种设计允许角膜中央区域由于施加在角膜顶端的正压而变平, 而内侧角膜周边仍然更明显, OK 镜标准设计是从中心到外围的三条曲线, OK 镜导致中央角膜暂时变平, 从而矫正中央近视屈光, 但也将外周屈光状态从远视散焦转变为相对近视散焦。已证实, 在佩戴 OK 镜的儿童中实现了外周屈光, 以及中心近视屈光的减少。为了改善镜头中心, 可以通过在反向曲线和周边曲线之间引入对齐曲线来修改镜头设计。这条对准曲线也可以分为两条曲线, 形成一个五区透镜。关于 OK 镜材料, 更高的氧气传递性提高了 OK 镜的有效性, 它通过接受更多的氧气来增加上皮细胞的新陈代谢, 并且发生更快的上皮变薄, 然而, 这种影响在治疗 23 周后消失。大多数 OK 镜设计都是球形的。近年来, 复曲面 OK 镜设计层出不穷。这些镜片可减缓中度至高度散光患者的近视进展, 并改善治疗期间的 OK 镜中心化[45] [46]

夜间角膜塑形术对近视控制的有效性已得到充分证实, 轴向伸长率两年减慢约 0.25 mm。但是停药是否与治疗后加速近视有关呢? Cho and Cheung 比较了停止再恢复角膜塑形镜佩戴的受试者与继续佩戴镜片的受试者的轴向伸长率变化[46]。在停止佩戴 6 个月的 15 名受试者中, 轴向长度增加了 0.15 ± 0.08 毫米, 而 16 名继续佩戴的受试者的轴向长度增加了 0.09 ± 0.08 毫米。在 13 名眼镜配戴者的对照组中, 轴向长度增加了 0.08 ± 0.08 毫米。当受试者恢复角膜塑形术磨损时, 他们的伸长率与继续磨损组相似。这是对少数受试者的短期研究, 但可以提出一些观察。虽然停配者的发生率高于继续配戴者, 但与对照组在初始近视控制研究中戴眼镜的进展相似。此外, 选择停药的受试者是那些在角膜塑形术治疗期间进展最少的受试者, 因此他们较高的治疗后伸长率可能只是回归到平均值。因此, 这些结果可能不应被视为治疗后的加速。

OK 镜同样需要权衡利弊与严重感染的风险, 夜间角膜塑形术的微生物性角膜炎发病率与夜间佩戴软性镜片相似, 虽然罕见, 但高于其他近视控制选择, 包括日常佩戴多焦点软性镜片和阿托品。研究表明,

角膜塑形镜是安全的, 对角膜和视力没有不良的生理影响, 在出现不良反应的情况下, 中断镜片的使用可以使角膜恢复其原始形状。最严重的 OK 并发症是微生物性角膜炎, 尽管它没有明确发作的模式; 相反, 它偶发发生, 与隐形眼镜卫生不良有关。棘阿米巴和革兰阴性杆菌(尤其是铜绿假单胞菌)是最常见的病原体, 最近的全球研究表明, 当由训练有素的从业者进行时, 角膜塑形镜是安全的, 布利莫尔等在美国进行了一项大型回顾性研究[47], 涉及 1317 名患者, 代表 2600 名患者年, 只有两例微生物角膜炎, 都发生在儿童身上, 但都没有导致视力丧失, 微生物性角膜炎的总发病率为 7.7/10,000 患者年(95%CI: 0.9~27.8), 特别是对于儿童, 总发病率为 13.9/10,000 患者年(95%CI: 1.7~50.4), 这些事件中的每一个都解决了, 而没有失去最佳视力。

3. 结论

近视被认为是一个重大的全球公共卫生问题, 预计在未来几十年将影响越来越多的人, 高度近视眼的近视性黄斑病变和视神经病变等病理可导致严重的不可逆的视力障碍和失明, 此外, 近视会增加其他病理性眼部变化的风险, 例如白内障、青光眼和视网膜脱离, 所有这些都导致不可逆转的视力丧失, 即使在低度和中度近视中也存在显著的疾病关联。目前的证据表明, 对于任何已知的与近视相关的眼部疾病, 近视都没有安全的阈值水平, 控制近视进展尤为重要, 有一致的证据表明使用软性多焦点隐形眼镜、角膜塑形术、阿托品滴眼液和新型多焦点眼镜片可以控制近视, 而阿托品的最佳浓度和阿托品滴眼液与光学设备联合使用的价值尚未得到充分探索。信息在不断发展, 因此及时了解同行评审文献中发表的研究非常重要。

参考文献

- [1] Bremond-Gignac, D. (2020) Myopie de l'enfant [Myopia in Children]. *Medical Sciences*, **36**, 763-768. <https://doi.org/10.1051/medsci/2020131>
- [2] Banashefski, B., Rhee, M.K. and Lema, G.M.C. (2023) High Myopia Prevalence across Racial Groups in the United States: A Systematic Scoping Review. *Journal of Clinical Medicine*, **12**, Article No. 3045. <https://doi.org/10.3390/jcm12083045>
- [3] Grzybowski, A., Kanclerz, P., Tsubota, K., Lanca, C. and Saw, S.M. (2020) A Review on the Epidemiology of Myopia in School Children Worldwide. *BMC Ophthalmology*, **20**, Article No. 27. <https://doi.org/10.1186/s12886-019-1220-0>
- [4] Wu, P.C., Huang, H.M., Yu, H.J., Fang, P.C. and Chen, C.T. (2016) Epidemiology of Myopia. *The Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*, **5**, 386-393. <https://doi.org/10.1097/APO.0000000000000236>
- [5] Han, X., Liu, C., Chen, Y. and He, M. (2022) Myopia Prediction: A Systematic Review. *Eye*, **36**, 921-929. <https://doi.org/10.1038/s41433-021-01805-6>
- [6] Dhiman, R., Rakheja, V., Gupta, V. and Saxena, R. (2022) Current Concepts in the Management of Childhood Myopia. *Indian Journal of Ophthalmology*, **70**, 2800-2815. https://doi.org/10.4103/ijjo.IJO_2098_21
- [7] Grzybowski, A., Kanclerz, P., Tsubota, K., Lanca, C. and Saw, S.M. (2020) A Review on the Epidemiology of Myopia in School Children Worldwide. *BMC Ophthalmology*, **2**, Article No. 27. <https://doi.org/10.1186/s12886-019-1220-0>
- [8] Bullimore, M.A. and Richdale, K. (2020) Myopia Control 2020: Where Are We and Where Are We Heading? *Ophthalmic and Physiological Optics*, **40**, 254-270. <https://doi.org/10.1111/opo.12686>
- [9] Bullimore, M.A., Ritchey, E.R., Shah, S., Leveziel, N., Bourne, R.R.A. and Flitcroft, D.I. (2021) The Risks and Benefits of Myopia Control. *Ophthalmology*, **128**, 1561-1579. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2021.04.032>
- [10] Jonas, J.B., Ang, M., Cho, P., Guggenheim, J.A., He, M.G., Jong, M., Logan, N.S., Liu, M., Morgan, I., Ohno-Matsui, K., Pärssinen, O., Resnikoff, S., Sankaridurg, P., Saw, S.M., Smith, E.L., Tan, D.T.H., Walline, J.J., Wildsoet, C.F., Wu, P.C., Zhu, X. and Wolfssohn, J.S. (2021) IMI Prevention of Myopia and Its Progression. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **62**, Article 6. <https://doi.org/10.1167/iovs.62.5.6>
- [11] Medina, A. (2022) The Cause of Myopia Development and Progression: Theory, Evidence, and Treatment. *Survey of Ophthalmology*, **67**, 488-509. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2021.06.005>
- [12] Cooper, J. and Tkatchenko, A.V. (2018) A Review of Current Concepts of the Etiology and Treatment of Myopia. *Eye Contact Lens: Science & Clinical Practice*, **44**, 231-247. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000499>

- [13] Hiraoka, T. (2022) Myopia Control with Orthokeratology: A Review. *Eye Contact Lens: Science & Clinical Practice*, **48**, 100-104. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000867>
- [14] Shinojima, A., Negishi, K., Tsubota, K. and Kurihara, T. (2022) Multiple Factors Causing Myopia and the Possible Treatments: A Mini Review. *Frontiers in Public Health*, **10**, Article 897600. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.897600>
- [15] Wu, P.C., Chuang, M.N., Choi, J., Chen, H., Wu, G., Ohno-Matsui, K., Jonas, J.B. and Cheung, C.M.G. (2019) Update in Myopia and Treatment Strategy of Atropine Use in Myopia Control. *Eye*, **33**, 3-13. <https://doi.org/10.1038/s41433-018-0139-7>
- [16] Yang, J., Ouyang, X., Fu, H., et al. (2022) Advances in Biomedical Study of the Myopia-Related Signaling Pathways and Mechanisms. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, **145**, Article ID: 112472. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112472>
- [17] Long, W., Li, Z., Hu, Y., Cui, D., Zhai, Z. and Yang, X. (2020) Pattern of Axial Length Growth in Children Myopic Anisometropes with Orthokeratology Treatment. *Current Eye Research*, **45**, 834-838. <https://doi.org/10.1080/02713683.2019.1701685>
- [18] Yam, J.C., Jiang, Y., Lee, J., et al. (2022) The Association of Choroidal Thickening by Atropine with Treatment Effects for Myopia: Two-Year Clinical Trial of the Low-Concentration Atropine for Myopia Progression (LAMP) Study. *American Journal of Ophthalmology*, **237**, 130-138. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2021.12.014>
- [19] Wang, S., Wang, J. and Wang, N. (2021) Combined Orthokeratology with Atropine for Children with Myopia: A Meta-Analysis. *Ophthalmic Research*, **64**, 723-731. <https://doi.org/10.1159/000510779>
- [20] Baird, P.N., Saw, S.M., Lanca, C., et al. (2020) Myopia. *Nature Reviews Disease Primers*, **6**, Article No. 99. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-00231-4>
- [21] Hughes, R.P., Vincent, S.J., Read, S.A. and Collins, M.J. (2020) Higher Order Aberrations, Refractive Error Development and Myopia Control: A Review. *Clinical and Experimental Optometry*, **103**, 68-85. <https://doi.org/10.1111/cxo.12960>
- [22] Landreneau, J.R., Hesemann, N.P. and Cardonell, M.A. (2021) Review on the Myopia Pandemic: Epidemiology, Risk Factors, and Prevention. *Missouri Medicine*, **118**, 156-163.
- [23] He, X., Sankaridurg, P., Wang, J., et al. (2022) Time Outdoors in Reducing Myopia: A School-Based Cluster Randomized Trial with Objective Monitoring of Outdoor Time and Light Intensity. *Ophthalmology*, **129**, 1245-1254. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2022.06.024>
- [24] Singh, H., Singh, H., Latief, U., Tung, G.K., Shahtaghi, N.R., Sahajpal, N.S., Kaur, I. and Jain, S.K. (2022) Myopia, Its Prevalence, Current Therapeutic Strategy and Recent Developments: A Review. *Indian Journal of Ophthalmology*, **70**, 2788-2799. https://doi.org/10.4103/ijoo.IJO_2415_21
- [25] Lingham, G., Mackey, D.A., Lucas, R. and Yazar, S. (2020) How Does Spending Time Outdoors Protect against Myopia? A Review. *British Journal of Ophthalmology*, **104**, 593-599. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2019-314675>
- [26] Saw, S.M., Matsumura, S. and Hoang, Q.V. (2019) Prevention and Management of Myopia and Myopic Pathology. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **60**, 488-499. <https://doi.org/10.1167/iovs.18-25221>
- [27] Yuan, S., Zhang, S., Jiang, Y. and Li, L. (2019) Effect of Short-Term Orthokeratology Lens or Ordinary Frame Glasses Wear on Corneal Thickness, Corneal Endothelial Cells and Vision Correction in Adolescents with Low to Moderate Myopia. *BMC Ophthalmology*, **19**, Article No. 242. <https://doi.org/10.1186/s12886-019-1222-y>
- [28] Kaymak, H., Graff, B., Neller, K., Langenbacher, A., Seitz, B. and Schwahn, H. (2021) Myopietherapie Und Prophylaxe Mit „Defocus Incorporated Multiple Segments“-Brillengläsern [Myopia Treatment and Prophylaxis with Defocus Incorporated Multiple Segments Spectacle Lenses]. *Der Ophthalmologe*, **118**, 1280-1286. <https://doi.org/10.1007/s00347-021-01452-y>
- [29] Lam, C.S., Tang, W.C., Lee, P.H., Zhang, H.Y., Qi, H., Hasegawa, K. and To, C.H. (2022) Myopia Control Effect of Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) Spectacle Lens in Chinese Children: Results of a 3-Year Follow-Up Study. *British Journal of Ophthalmology*, **106**, 1110-1114. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2020-317664>
- [30] Walline, J.J. (2016) Myopia Control: A Review. *Eye Contact Lens*, **42**, 3-8. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000207>
- [31] Prousalis, E., Haidich, A.B., Fontalis, A., Ziakas, N., Brazitikos, P. and Mataktsi, A. (2019) Efficacy and Safety of Interventions to Control Myopia Progression in Children: An Overview of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *BMC Ophthalmology*, **19**, Article No. 106. <https://doi.org/10.1186/s12886-019-1112-3>
- [32] Upadhyay, A. and Beuerman, R.W. (2020) Biological Mechanisms of Atropine Control of Myopia. *Eye Contact Lens: Science & Clinical Practice*, **46**, 129-135. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000677>
- [33] Li, F.F. and Yam, J.C. (2019) Low-Concentration Atropine Eye Drops for Myopia Progression. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*, **8**, 360-365. <https://doi.org/10.1097/APO.0000000000000256>

- [34] Yam, J.C., Zhang, X.J., Zhang, Y., *et al.* (2022) Three-Year Clinical Trial of Low-Concentration Atropine for Myopia Progression (LAMP) Study: Continued Versus Washout: Phase 3 Report. *Ophthalmology*, **129**, 308-321. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2021.10.002>
- [35] Wu, P.C., Yang, Y.H. and Fang, P.C. (2011) The Long-Term Results of Using Low-Concentration Atropine Eye Drops for Controlling Myopia Progression in Schoolchildren. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*, **27**, 461-466. <https://doi.org/10.1089/jop.2011.0027>
- [36] Wei, S., Li, S.M., An, W., *et al.* (2020) Safety and Efficacy of Low-Dose Atropine Eyedrops for the Treatment of Myopia Progression in Chinese Children: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmology*, **138**, 1178-1184. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2020.3820>
- [37] Yam, J.C., Zhang, X.J., Zhang, Y., *et al.* (2023) Effect of Low-Concentration Atropine Eyedrops vs Placebo on Myopia Incidence in Children: The LAMP2 Randomized Clinical Trial. *JAMA*, **329**, 472-481. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.24162>
- [38] Chierigo, A., Ferro Desideri, L., Traverso, C.E. and Vagge, A. (2022) The Role of Atropine in Preventing Myopia Progression: An Update. *Pharmaceutics*, **14**, Article 900. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14050900>
- [39] Moreddu, R., Vigolo, D. and Yetisen, A.K. (2019) Contact Lens Technology: From Fundamentals to Applications. *Advanced Healthcare Materials*, **8**, e1900368. <https://doi.org/10.1002/adhm.201900368>
- [40] Rhee, M.K., Jacobs, D.S., Dhaliwal, D.K., Szczotka-Flynn, L., Prescott, C.R., Jhanji, V., Steinemann, T.L., Koffler, B.H. and Jeng, B.H. (2022) Contact Lens Safety for the Correction of Refractive Error in Healthy Eyes. *Eye Contact Lens: Science & Clinical Practice*, **48**, 449-454. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000938>
- [41] García-Marqués, J.V., Macedo-De-Araújo, R.J., McAlinden, C., Faria-Ribeiro, M., Cerviño, A. and González-Méjome, J.M. (2022) Short-Term Tear Film Stability, Optical Quality and Visual Performance in Two Dual-Focus Contact Lenses for Myopia Control with Different Optical Designs. *Ophthalmic and Physiological Optics*, **42**, 1062-1073. <https://doi.org/10.1111/opo.13024>
- [42] Veselý, P., Hanák, L. and Beneš, P. (2019) Digital Eye Strain in a Population of Young Subjects. *Cesk Slov Oftalmol*, **74**, 154-157. <https://doi.org/10.31348/2018/1/5-4-2018>
- [43] Garcia-Del Valle, A.M., Blázquez, V., Gros-Otero, J., *et al.* (2021) Efficacy and Safety of a Soft Contact Lens to Control Myopia Progression. *Clinical and Experimental Optometry*, **104**, 14-21. <https://doi.org/10.1111/exo.13077>
- [44] Zhu, Q., Liu, Y., Tighe, S., Zhu, Y., Su, X., Lu, F. and Hu, M. (2019) Retardation of Myopia Progression by Multifocal Soft Contact Lenses. *International Journal of Medical Sciences*, **16**, 198-202. <https://doi.org/10.7150/ijms.30118>
- [45] Vincent, S.J., Cho, P., Chan, K.Y., *et al.* (2021) CLEAR—Orthokeratology. *Contact Lens & Anterior Eye*, **44**, 240-269. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2021.02.003>
- [46] Cho, P. and Cheung, S.W. (2017) Discontinuation of Orthokeratology on Eyeball Elongation (DOEE). *Contact Lens & Anterior Eye*, **40**, 82-87. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2016.12.002>
- [47] Bullimore, M.A. and Johnson, L.A. (2020) Overnight Orthokeratology. *Contact Lens & Anterior Eye*, **43**, 322-332. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2020.03.018>