

老视矫正方法的研究进展

汪 连, 普蔼君

引用:汪连,普蔼君. 老视矫正方法的研究进展. 国际眼科杂志, 2025, 25(8):1308-1312.

作者单位:(401122)中国重庆市,重庆佑佑宝贝妇儿医院眼科
作者简介:汪连,毕业于西班牙阿尔卡拉大学,硕士,主治医师,研究方向:近视防治、斜弱视。
通讯作者:普蔼君,毕业于中山大学中山眼科中心,硕士,副主任医师,研究方向:屈光手术矫正及近视防治. angelika_pu@126.com
收稿日期:2024-12-08 修回日期:2025-06-16

摘要

老视是一种与年龄相关、因调节能力下降而出现渐进性视近困难的生理现象,是 40 岁以上人群视觉相关生活质量下降的主要原因之一。老视矫正的目的是改善症状,提高功能性近视力,以期能达到恢复自身调节的目标。其矫正方法很多,配戴框架眼镜是矫正老视最简单、最安全的方法,包括单焦点、双焦点、三焦点或渐变多焦点眼镜。随着人们对视觉质量的要求提升,角膜接触镜及老视矫正手术(角膜手术、眼内手术、巩膜手术)也越来越被接受,手术目标是在矫正已有屈光不正的同时妥善处理调节不足问题。同时,针对老视药物治疗的研究也逐年增多,包括缩瞳类药物和恢复晶状体弹性药物,通过不同机制来改善老视的症状。文章就近年来老视矫正研究的相关文献进行综述。
关键词:老视矫正;框架眼镜;手术治疗;药物治疗
DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2025.8.17

Research progress on presbyopia correction

Wang Lian, Pu Aijun

Department of Ophthalmology, Chongqing Youyou Baby Women's and Children's Hospital, Chongqing 401122, China
Correspondence to: Pu Aijun. Chongqing Youyou Baby Women's and Children's Hospital, Chongqing 401122, China. angelika_pu@126.com
Received:2024-12-08 Accepted:2025-06-16

Abstract

• Presbyopia is a physiological phenomenon related to age, in which there is a progressive difficulty in near vision due to decreased accommodation ability. It is one of the main reasons for the decline in visual related quality of life of people over 40 years old. The therapeutic objective is to improve symptoms, enhance functional

near vision, and achieve the goal of restoring self-accommodation. A multitude of correction strategies are available, conventional spectacles is the simplest and safest method, which including monofocal, bifocal, trifocal, or gradient multifocal glasses. With the increasing demand for visual quality, corneal contact lenses and presbyopia correction surgeries (corneal refractive surgery, intraocular surgery, and scleral surgery) are becoming more and more accepted. The goal of these surgeries is to correct existing refractive errors while properly addressing the issue of decreased accommodation ability. At the same time, research on pharmacological interventions for presbyopia has been increasing year by year, including miotics and lens softeners, to improve the symptoms of presbyopia through different mechanisms. This article provides a review of relevant literature on presbyopia correction in recent years.
• KEYWORDS: presbyopia correction; spectacles; surgical treatment; pharmacological treatments

Citation: Wang L, Pu AJ. Research progress on presbyopia correction. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2025, 25 (8): 1308-1312.

0 引言

老视(俗称老花眼、花眼)是由于年龄增长,晶状体硬化及睫状肌功能衰退,导致调节能力下降,在原有屈光状态得到矫正之后依然看不清近处物体或视近物不能持久,这种由于年龄增长所致生理性调节减弱称为老视。老视通常发生在 40 岁以后,随着年龄的增长老视的度数会逐渐加深。2020 年全球约有 4.19 亿 50 岁以上的人因未矫正的老花眼而面临近视力障碍;到 2030 年,老视的患病率预计将增加到约 21 亿人。利用 GBD 的数据,估计中低收入国家工作年龄段(15-65 岁)有 2.38 亿未矫正的老视,通过生产力调整寿命年计算估计由此导致的直接生产力损失为 540 亿美元^[1-2]。目前老视矫正的方法包括保守和手术治疗两大类,保守选择包括框架眼镜、隐形眼镜和药物治疗,手术治疗主要包括角膜、晶状体和巩膜手术。各个方法的疗效不一,本文旨在对老视的最新诊疗进展作一综述。

1 老视的非手术矫正

1.1 戴镜矫正 配戴框架眼镜是解决老视最简单、最安全的方法,也是目前最普遍采用的方法。框架眼镜包括单焦点眼镜、双焦点眼镜、三焦点眼镜或渐变多焦点眼镜。单焦点眼镜设计简单,价格相对便宜,但使用不便,需要频繁摘戴眼镜以满足不同距离的视物需求;多焦点镜片能同时

具有看远看近或看远、中、近的功能,与单焦点镜片相比,使用更方便,但也存在像跳、不美观等缺陷。渐变多焦点镜片外观与单焦点相似,在镜片某一部分或整个镜片上的顶焦度连续变化,具有连续视距无像跳的特点。但因其顶焦度连续变化而导致镜片左右两侧形成较明显、不规则的像差,故需要坚持配戴一段时间才能适应^[2]。

1.2 角膜接触镜 接触镜的临床应用较少,但随着人们生活水平的不断提高,老视接触镜需求越来越多。目前常用的接触镜可分为:(1)单眼视型接触镜:镜片只戴在一眼上用于视近,另一眼用于视远。易于验配且价格相对便宜,但会明显影响立体视、降低对比敏感度,因此临床上使用不多^[2-3]。(2)同时视型接触镜(双焦、多焦、渐变多焦):可满足不同距离的视力要求,对验配前评估和镜片的选择有较高的要求,配戴后满意程度与镜片的居中性、瞳孔大小、模糊耐受度以及神经适应能力有很大关系,而夜间驾驶产生的眩光及光晕使得视觉质量相对更差^[2];刘俐娜等^[4]观察到配戴增加景深的接触镜可以提高老视眼的近视力和改善调节幅度、调节灵敏度等调节功能。对于从未配戴过隐形眼镜的患者来说很不方便,且老年患者干眼发病率高,隐形眼镜的配戴会加重干眼和眼表感染的风险,因此需谨慎使用^[3-5]。

配戴角膜接触镜矫正老视在国内运用不广泛,但可以作为老视手术前(角膜、眼内手术)的视觉体验,以及单眼视的术前习惯,这样可以使患者有更直观的术后体验及心理预期。

2 老视的手术矫正

随着生活水平的日益提高,越来越多的人通过手术矫治老视以到达彻底摆脱眼镜的困扰。矫治老视的手术主要针对伴屈光不正(近视、远视、散光)的患者,目标是在矫正已有屈光不正的同时妥善处理调节不足问题。根据手术部位的不同,可将老视手术分为角膜老视手术、眼内老视手术和巩膜老视手术。

2.1 角膜老视手术

2.1.1 准分子激光老视矫正手术

2.1.1.1 单眼视设计 即一眼矫正看远、另一眼矫正看近。其机制是由于双眼间的模糊抑制存在,大脑能自动识别清晰视觉,从而使双眼同时视时可获得清晰视觉。常规单眼视:优势眼看远,非优势眼看近;交叉单眼视:优势眼看近,非优势眼看远。由于术后屈光参差,单眼视设计存在术后适应困难,裸眼对比敏感度或立体视下降、远视力下降等缺点。目前关于单眼视设计疗效的研究很少^[6]。

2.1.1.2 多焦点设计 多焦点设计的原理是通过激光切削,使角膜形成多焦点形态以改善老视症状^[7],包括周边视近型、中央视近型、Q值调整的改良单眼视和激光融合性视力矫正等类型。

2.1.1.2.1 周边视近型 角膜中央完全矫正用于视远,周边用于视近,其特点:(1)不符合视近时人眼生理状态。正常情况下视近时发生瞳孔近反射,周边视近不利于近视力,同时白天光线较强,瞳孔缩小,也不利于近视力改善。(2)因先矫正屈光不正后矫正老视,故角膜切削量大。(3)对近视力改善不明显。相较于中央视近型,周边视近型更有利于改善远视力。

2.1.1.2.2 中央视近型 角膜中央保留一定屈光度用于视近,周边区域用于视远,其特点:(1)符合视近时人眼的生理状态。视近时瞳孔缩小,且白天光线较强,瞳孔缩小,更有利于改善近视力。(2)角膜切削量小。(3)近视力改善更好。在一项对138眼的研究中,对接受中央视近型准分子激光老视矫正术(central presby LASIK)治疗的患者随访1a,平均近视力为J2^[6-7]。

目前常用的消融模式主要有:Supracor和PresbyMAX。Supracor:该手术根据像差优化算法,采用渐进性切削模式在角膜中央3mm区域创建一个超正区(下加约2D),通过多焦切削的形式保证视远到视近的平滑过渡^[6,8]。可单侧应用,也可双侧,视患者需求而定。在一项前瞻性干预研究中,64例老视患者均接受了非主视眼Supracor治疗,所有患者在术后6mo获得了2行及以上的近视力提升,无显著的并发症发生^[8]。PresbyMAX:准分子激光多焦点双非球面消融模式,术后角膜表面呈垂直椭圆形态。通过中央多焦点切削主动导入一定量的负球差,增加焦深,提高患者近视力^[6]。

2.1.1.2.3 Q值调整的改良单眼视 Custom-Q和激光融合性视力矫正 Presbyond-LBV:(1)Q值调整的改良单眼视 Custom-Q:该技术通过有计划地调整角膜Q值以引入负球差,加大焦深,从而改善近视力^[9]。主视眼目标屈光度数为0,Q值不做调整,用于看远;非主视眼根据患者年龄及用眼需求,将目标近视屈光度数设为0.50-1.50D,同时调整Q值。目标Q值较术前改变在-0.60和-1.00之间时可有效改善近视力且不影响视觉质量^[10]。(2)激光融合性视力矫正 Presbyond-LBV:该技术采用独特的非线性非球面引入特殊球差扩大切削区域增加景深,形成微单眼视以获得更大范围的清晰视觉^[10]。

角膜激光手术矫正老视的本质是形成微单眼视,不同设备使用不同的切削模式,其目的都是为了获得更清晰的远视力及近视力,以满足在不同用眼距离下拥有更稳定的视觉质量。角膜表面多焦切削,是否会限制后期白内障术后人工晶状体的选择,仍需进一步的研究及平衡。

2.1.2 飞秒激光角膜基质内切割术 飞秒激光角膜基质内切割术(intracor)一般在非主视眼进行,原理是采用飞秒激光在角膜中央区基质内进行直径为2-4mm的同心圆模式的切削,形成5组同心环结构。手术改变了角膜的生物力学特点,改变了角膜地形和像差,使角膜具有多焦点特性,角膜中央区域的曲率增加1-2D,术后焦深增加,近视力提高,周边区域平坦用以视远^[11]。该术式不会对角膜上皮、前弹力层、后弹力层或角膜内皮造成影响。患者对近视力改善表现满意。但由于未矫正远视力和最佳矫正视力下降以及手术的不可逆性,限制了其应用^[11]。

2.1.3 传导性角膜成形术 传导性角膜成形术(conductive keratoplasty,CK)是一种非侵入性手术方式,将射频能量(350-400kHz)应用至中周角膜基质中,使角膜每个手术凝固点部位的蛋白质变性,从而形成直径约150-200μm、深约500μm的均匀圆柱形胶原变性区。中周角膜胶原纤维呈一个紧缩的环状带使中央曲率增加,从而产生多焦点效应,达到治疗老视的目的^[6]。传导性角膜成形术在视轴外进行手术,不直接损伤中央角膜,术后无眩光,无对比敏

感度损失,视觉质量好。但该术式因预测性欠佳,导致医源性散光,且质量效果随着时间的推移而逐渐减弱,故临床已不再开展以矫正老视^[6]。

2.1.4 角膜基质内镜植入术 角膜基质内镜植入物手术指在角膜基质内植入微型透镜或嵌体。近年来,随着有较好生物相容性的材料出现,角膜植入物矫正老视的手术方法逐渐得到更多关注。飞秒激光的运用使得角膜囊袋制作更简单。该手术具有可逆性,且不去除组织,为老视患者保留了将来更改其他手术方式的可能。从远期看,角膜植入物联合 LASIK 手术有希望能使双眼获得最佳屈光状态。但仍需进一步的研究和长期随访观察来评估角膜植入物。

合成角膜植入物有以下 3 种:(1) 屈光性植入物(presbia flexivue microlens):是一种由生物相容性、亲水性丙烯酸材料制成总直径 3.2 mm 的透明植入物,从中心到外围的厚度为 15–20 μm ,内孔直径 0.51 mm,中央平坦区直径为 1.6 mm,该区域没有屈光力,用于视远^[7];周围环绕着多个从 +1.25–+3.50 D 逐渐增加的屈光力环,产生多焦点效果,用于视近。手术将其放置于利用飞秒激光在角膜深度为 280–300 μm 处制作的基质囊袋中^[7,11]。在德国一项前瞻性、非随机试验中,22 例老视患者均在非主视眼植入该嵌体,通过术后 1 a 的观察,65% 的双眼裸眼中距视力有 1 行及以上的提升,80% 的矫正中距视力提升到 20/40 及以上;而裸眼近视力的改善非常明显,90% 的患者在术后 12 mo 裸眼近视力达到 20/40 及以上,85% 的双眼裸眼近视力提升 2 行及以上^[8]。(2) Raindrop Near Vision:是一种薄的透明渗透性水凝胶植入物,直径为 2 mm,中央厚度为 32 μm ,本身没有屈光力。通过将 Raindrop 放置于非主视眼深度为 120–200 μm 的角膜瓣(LASIK 制瓣)下或角膜囊袋里,增加角膜中心屈光力,从而改善近、中视力。回顾美国食品药品监督管理局(FDA)关于该植入物的临床数据,显示 98% 患者的近视力达到 J5 或更好,67% 患者的近视力在 24 mo 达到 J1 或更好。但植入术后出现角膜上皮混浊(haze),并引起的不良视觉质量。2018 年美国 FDA 发布的安全沟通报告显示该嵌体植入术后 5 a 随访期间角膜 haze 的发生率为 42%,该产品随即被停产^[6–7,12]。(3) Kamra 植入物(AcuFocus Inc., Irvine, CA, USA):是在 2015 年第一个获得美国 FDA 批准的角膜嵌体,由聚偏氟乙烯和碳制成的,其原理是利用小孔效应增加焦深来改善近视力。它厚度为 6 μm ,外部直径为 3.8 mm,中央孔径为 1.6 mm,植入在非优势眼 200–250 μm 角膜深度处 LASIK 皮瓣下或飞秒激光制作的囊袋内。相比于第一代嵌体型号,第二代拥有 8 400 个激光孔,更好地促进营养物质、水、氧气通过角膜,且植入基质内的深度更深(至少 220 μm),对角膜形态和远视力的影响更小^[2,7]。一项回顾性研究分析了 22 例 Kamra 植入术,10 a 间的取出率为 8.2%,取出的原因包括近视力下降、夜间视力受损、昏暗光线下的视力下降、光晕或光斑及重影,但移除后仍残留角膜混浊、出现远视偏移及与植入前相比明显的视力下降^[13]。另外同种异体角膜植入物(包括 Allotex TransForm 透镜和 PEARL 两种),均使用小切口微透镜取出术(small incision lenticule extraction, SMILE)手术取出

的透镜来矫正老视^[2,7,14],但还需进一步研究证实。

2.2 眼内老视手术 对于年龄较大或伴有轻度晶状体混浊的患者,晶状体手术逐步成为这部分患者的首选治疗。

2.2.1 屈光性晶状体置换术 可植入单焦点人工晶状体或老视矫正型人工晶状体,其中单焦点 IOL 无法满足患者不同距离的视力需求,而传统后房型人工晶状体(posterior capsular intraocular lens, PCIOL)满足了远近视力需求,但中距视力缺失,且伴有对比敏感度下降、眩光、光晕等不良视觉现象。近年来,新型 PCIOL 相继出现,更注重全程视力、提升视觉质量。新型 PCIOL 主要包括以下三种:多焦点人工晶状体(multifocal intraocular lens, MIOL)、调节式人工晶状体(accommodative intraocular lens, AIOL)和景深延长型人工晶状体(extended depth of focus intraocular lens, EDOF)^[14]。一项纳入 28 项随机对照试验的系统回顾和荟萃分析对比植入普通单焦、双焦、三焦、EDOF 以及增强单焦人工晶状体后,与单焦人工晶状体相比,三焦人工晶状体表现出更好的裸眼近视力,且三焦点人工晶状体在不同距离的脱镜率最高^[15–17]。三焦人工晶状体和 EDOF 人工晶状体的裸眼中距视力均优于单焦人工晶状体^[15],而相比与三焦点,EDOF 的全程视力更优,且不良视觉体验更少^[16]。Knecht 等^[18]在非主视眼植入多焦人工晶状体对比双眼单焦人工晶状体植入,术后 3 mo 后发现前者近视力改善更明显,立体视影响更小,不良视觉体验更少。AIOL 可产生最接近于生理状态的矫正效果,但由于材料和工艺等限制,仍然难以达到预期的效果,目前大多仍处于研究阶段,其稳定性和有效性都有待进一步提高^[19]。

2.2.2 有晶状体眼人工晶状体植入术 有晶状体眼人工晶状体植入术(phakic intraocular lens, PIOL)是晶状体老视手术的最新进展,Schmid 等^[20]证明 10 眼 PIOL 术后获得了良好的近距、远距视力,眼压、内皮细胞计数无明显变化,也无光晕、眩光等症状,患者的总体满意度很高。随着晶状体老化,白内障发生,存在取出人工晶状体风险,故后续结果仍需进一步数据支撑。

2.3 巩膜老视手术 巩膜手术不涉及角膜、视轴和晶状体,其目的是恢复眼睛的静态和动态生理功能。巩膜屈光性手术临床相关研究较少,在安全性、有效性、稳定性方面均存疑,需进一步资料与试验以支持临床应用。

2.3.1 前睫状巩膜切开术 前巩膜扩张术的概念最早由 Spencer Thornton 以前睫状巩膜切开术(anterior ciliary sclerotomy, ACS)的形式于 1997 年提出,以改善真正的眼部调节、逆转老视。前睫状巩膜切开后,削弱了巩膜的生物力学,增大了睫状体和晶状体赤道部的空间,改善了悬韧带与晶状体之间的位置关系,提高晶状体的静息张力、增强睫状肌的收缩,从而提高调节能力。然而,一些研究表明 ACS 对提升老视眼的调节仅有很少或没有作用,甚至可能出现巩膜穿孔、眼前段缺血等严重影响视力的并发症。同时,切开区域的巩膜组织愈合是导致 ACS 疗效回退的原因^[21–22]。

2.3.2 巩膜扩张术 采用植入物扩大晶状体赤道部与睫状环之间的距离,以提高睫状肌纤维张力,达到收紧稳定晶状体小带纤维,增加晶状体的调节能力,从而达到治疗老

视的目的。该方式在恢复调节方面确实取得了一些成功,但患者满意度较低,最终未被采用^[23]。

2.3.3 激光老视逆转术 激光老视逆转术(laser-assisted presbyopia reversal, LAPR)也称激光巩膜切开术,通过激光切削在巩膜上形成槽状缺损,结膜下组织填充愈合从而使巩膜的弹性增加,附着在巩膜内表面的睫状肌因巩膜环弹性的增加而更有效的收缩。同时巩膜环弹性的增加,在眼内压的作用下也扩大了晶状体赤道部与睫状体之间的空间,使前部睫状肌重新紧张,增加其对晶状体赤道部的牵张力而增加调节。LAPR 矫治老视效果较好,术后眼调节幅度增加,远视力不受影响,但远期效果尚难以确定^[23]。目前关于该术式的研究较少。

2.3.4 巩膜微气化术 巩膜微气化术(laser anterior ciliary excision, LaserACE)应用 Er:Yag 激光在三个区域微汽化巩膜组织,形成 600 μm 微汽化的孔洞,增加巩膜组织的柔韧性和弹性,并可能增加睫状肌对晶状体作用的能力,进而恢复眼睛的动态调节,改善近、中距视力^[21,23]。LaserACE 的最新迭代称为激光巩膜微孔术(laser scleral microporation, LSM),其利用下一代激光系统(VisioLite Gen I MP; Ace Vision Group),可创建更小的(265 μm)微孔矩阵,减少激光脉冲长度、加快治疗速度,可以对前巩膜生物力学特性进行更多的控制和标准化的修改,进一步提高了前巩膜柔韧性和顺应性^[21]。术后伤口愈合和重塑被认为是影响屈光手术可预测性和疗效的重要因素。Liu 等^[22]观察了 6 只马卡卡猴 LSM 术后炎症及伤口愈合反应,右眼接受 LSM 治疗,左眼接受 LSM 和结膜下胶原基质凝胶治疗。发现应用胶原基质可以通过抑制术后炎症和伤口愈合反应来减少疗效回退。LSM 作为一种新的改善调节和动态聚焦范围功能的治疗方法,还需要进一步的人体临床试验来验证其有效性和安全性。

3 老视的药物治

3.1 缩瞳类药物 通过针孔效应使瞳孔缩小,增加景深。2021 年,艾尔建公司研发的 AGN19054 Vuity 滴眼液(1.25%毛果芸香碱)获美国 FDA 批准,这也是第一批被 FDA 批准的治疗老视的眼药水^[24-25]。在 2 项超过 700 例患者的随机双盲试验中,在远视力不受影响的情况下,约 30%的患者获得了 3 行及以上的近视力提升^[7]。一项评估 1.25%毛果芸香碱每天给药 2 次,为期 14 d 的Ⅲ期、随机、基质对照的 VIRGO 研究^[25-26]发现在用药后患者在日常生活中视力得到改善,满意度得到提升。GEMINI 1 和 2 Ⅲ期随机临床试验也证实了 AGN19054 治疗老视的安全性和有效性^[25,27]。而印度一项为期 6 mo 关于 0.5%匹罗卡品的横断面观察研究,发现随着浓度降低,药物副作用会减少^[3]。美国 2 项(NEAR-1 和 NEAR-2)多中心、随机双盲研究证明了 CSF-1(0.4%毛果芸香碱)的有效性和良好的耐受性^[28],也是目前有效的最低浓度,最佳浓度仍需进一步探索。

另有其他缩瞳类药物,如包括卡巴胆碱和溴莫尼定等。卡巴胆碱是人工合成的拟胆碱药,可即刻产生缩瞳效果并且作用时间约比毛果芸香碱长 3 倍。浓度为 2.25%和 3%的卡巴胆碱滴眼液均可改善老视者的近视力^[29]。溴莫尼定^[2,29]是交感神经激动剂可导致瞳孔开大肌松弛

而使缩瞳的效果更显著、时间更长。溴莫尼定与卡巴胆碱联用,改善老视效果明显,且作用时间达 8 h 以上,每天只需给药 1 次,患者依从性好,且用药 3 mo 未见明显不良反应^[29]。近年来,尝试了不同的药物组合用于老视的治疗,以减少药物副作用和提高疗效。

3.2 恢复晶状体弹性及综合调节药物 UNR844(旧称 EV06),这是一种由 1.5%硫辛酸胆碱酯组成的前体药物,可促进晶状体纤维细胞内晶状体蛋白二硫键的还原,降低晶状体刚性并恢复其调节幅度,治疗老视。一项前瞻性、随机双盲对照、多中心研究评估了 UNR844 治疗老视的疗效及安全性。参与者近视力在试验第 8 d 就出现了有统计学意义的显著改善,且耐受良好。在给药 3 mo 后停药后持续 5 mo 和 7 mo,近视力仍有显著改善,不影响眼压或改变瞳孔大小,与缩瞳类药物的“针孔效应”机制不同^[30]。

4 小结及展望

老视是一种普遍的生理现象。随着全球老龄化日益发展,老视的治疗面临越来越多的挑战。老视的矫正手段包括非手术治疗、手术治疗及药物治疗。老视患者可接受多种治疗,可以单独或联合使用,以改善裸眼近视力,同时保持远视力。但至今为止所有的治疗方法都无法完全逆转老视的发生,对于老视的真正病因或晶状体的调节能力丧失的治疗是有限制的。继续研究老视的发生机制,重建老视患者的调节功能,以期未来的治疗可以完全恢复患者的动态调节能力。

利益冲突声明: 本文不存在利益冲突。

作者贡献声明: 汪连论文选题与修改,初稿撰写,文献检索,数据分析;普蔼君选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study, GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators. Global estimates on the number of people blind or visually impaired by Uncorrected Refractive Error; a meta-analysis from 2000 to 2020. *Eye (Lond)*, 2024,38(11):2083-2101.

[2] Morgan PB, Efron N, Papas E, et al. BCLA CLEAR Presbyopia: Management with contact lenses and spectacles. *Cont Lens Anterior Eye*, 2024,47(4):102158.

[3] Petkar S, Chaitra MC. Correction of presbyopia using 0.5% pilocarpine eye drops among Indians. *Bioinformation*, 2024,20(5):532-536.

[4] 刘俐娜, 钟兴武, 吴挺飞. 配戴增加景深的角膜接触镜对老视眼调节功能的影响. *中华眼科杂志*, 2021,57(4):292-296.

[5] Kim DY, Ahn H, Lee S, et al. Efficacy of a new refractive multifocal contact lens for presbyopia. *Sci Rep*, 2024,14:8878.

[6] Craig JP, Barsam A, Chen C, et al. BCLA CLEAR Presbyopia: Management with corneal techniques. *Contact Lens Anterior Eye*, 2024,47(4):102190.

[7] Moshirfar M, Henrie MK, Payne CJ, et al. Review of presbyopia treatment with corneal inlays and new developments. *Clin Ophthalmol*, 2022,16:2781-2795.

[8] Kohnen T, Lwowski C, Böhm M, et al. Visual outcomes and safety of a refractive corneal inlay for presbyopia: one-year results. *J Refract Surg*, 2024,40(1):e1-e9.

[9] Lyra AFV, Alves EM, Montenegro AA, et al. Corneal higher order aberrations and epithelial remodeling with femtosecond laser – assisted LASIK topography – guided and customized asphericity ablation in the contralateral eye: a randomized, double – blind, prospective study. J Refract Surg, 2023,39(11):751–758.

[10] Ganesh S, Sriganesh SS. Laser refractive correction of presbyopia. Indian J Ophthalmol, 2024,72(9):1236–1243.

[11] Morales – Wong F, Navas A, Yañez – Oviedo GE, et al. Femtosecond laser applications in corneal surgery. Taiwan J Ophthalmol, 2023,13(3):293–305.

[12] Moshirfar M, Buckner B, Rosen DB, et al. Visual prognosis after explantation of a corneal shape – changing hydrogel inlay in presbyopic eyes. Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol, 2019,8(3):139–144.

[13] Moshirfar M, Lau CK, Chartrand NA, et al. Explantation of KAMRA corneal inlay: 10–year occurrence and visual outcome analysis. Clin Ophthalmol, 2022,16:3327–3337.

[14] Khokhar S. Pearls on choosing presbyopia correction IOLs. Indian J Ophthalmol, 2024,72(9):1233–1235.

[15] Li JY, Sun B, Zhang YX, et al. Comparative efficacy and safety of all kinds of intraocular lenses in presbyopia – correcting cataract surgery: a systematic review and meta – analysis. BMC Ophthalmol, 2024,24(1):172.

[16] Can İ, Bayhan HA. Clinical outcomes of enhanced monofocal (mono – EDOF) intraocular lenses with the mini – monovision technique versus trifocal intraocular lenses: a comparative study. Turk J Ophthalmol, 2024,54(4):190–197.

[17] Sharlin PK, Patel S, C Kuritza V, et al. Clinical and visual outcomes of four presbyopia correcting intraocular lenses. J Ophthalmic Vis Res, 2024,19(2):152–160.

[18] Knecht VA, Colosi HA, Hassenstein A. Partial monovision achieved by unilateral implantation of a multifocal add – on lens with bilateral pseudophakia: evaluation and results. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2022,260(8):2753–2762.

[19] 杨丽, 兰长骏, 廖萱. 新型老视矫正型人工晶状体的研究进展与临床应用. 国际眼科杂志, 2020,20(7):1167–1170.

[20] Schmid R, Luedtke H. A novel concept of correcting presbyopia: first clinical results with a phakic diffractive intraocular lens. Clin Ophthalmol, 2020,14:2011–2019.

[21] Ting DSJ, Liu YC, Price ER, et al. Improvement in accommodation and dynamic range of focus after laser scleral microporation: a potential treatment for presbyopia. Transl Vis Sci Technol, 2022,11(12):2.

[22] Liu YC, Hall B, Lwin NC, et al. Tissue responses and wound healing following laser scleral microporation for presbyopia therapy. Transl Vis Sci Technol, 2020,9(4):6.

[23] 林启, 袁晴, 邵毅. 老视的巩膜手术研究进展. 中国老年学杂志, 2019,39(20):5124–5128.

[24] Eaddy IC, Moushmouth O, Sabbagh O, et al. Horseshoe retinal tear minutes after use of a new pilocarpine formulation in a presbyopic, emmetropic man. J Vitreoretin Dis, 2025,9(1):105–108.

[25] Grzybowski A, Kapitanovaite L, Zemaitiene R. An updated systematic review of pharmacological treatments for presbyopia. Adv Ophthalmol Pract Res, 2024,4(4):220–225.

[26] Shafer BM, McGee SR, Ifantides C, et al. Understanding perspectives on presbyopia and use of pilocarpine HCl 1.25% twice daily from participants of the phase 3 VIRGO study. Ophthalmol Ther, 2024,13(6):1723–1742.

[27] Waring GO IV, Price FW Jr, Wirta D, et al. Safety and efficacy of AGN–190584 in individuals with presbyopia. JAMA Ophthalmol, 2022,140(4):363.

[28] Holland E, Karpecki P, Fingeret M, et al. Efficacy and safety of CSF–1 (0.4% pilocarpine hydrochloride) in presbyopia: pooled results of the NEAR phase 3 randomized, clinical trials. Clin Ther, 2024,46(2):104–113.

[29] 吕帆, 王一益, 瞿佳. 以增加景深和改善晶状体弹性为目标的老视药物. 中华眼科杂志, 2022(4):315–320.

[30] Korenfeld MS, Robertson SM, Stein JM, et al. Topical lipoic acid choline ester eye drop for improvement of near visual acuity in subjects with presbyopia: a safety and preliminary efficacy trial. Eye (Lond), 2021,35(12):3292–3301.