

多焦点人工晶体的临床应用进展及展望

曹若兰^{1,2}

¹华北理工大学研究生院, 河北 唐山

²唐山市工人医院眼科, 河北 唐山

收稿日期: 2025年1月11日; 录用日期: 2025年2月4日; 发布日期: 2025年2月13日

摘要

目前, 治疗白内障的有效方法是手术治疗, 常用的术式为白内障超声乳化摘除联合人工晶状体植入术。因此, 功能性晶状体越来越多种多样, 其在术后有着优秀的表现, 能更好地满足患者的视物要求, 有着更高的脱镜率和较好的患者满意度。多焦点人工晶状体就是其中之一。本文将在多焦点人工晶状体类型、临床应用效果、临床混搭植入和新型晶状体的展望等方面进行综述。

关键词

多焦点人工晶状体, 折射, 衍射, 混搭, 临床应用, 视觉质量

Clinical Application Progress and Prospect of Multifocal Intraocular Lenses

Ruolan Cao^{1,2}

¹Graduate School, North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei

²Department of Ophthalmology, Tangshan Workers' Hospital, Tangshan Hebei

Received: Jan. 11th, 2025; accepted: Feb. 4th, 2025; published: Feb. 13th, 2025

Abstract

At present, the effective treatment for cataract is surgical treatment, and the commonly used surgical method is phacoemulsification combined with intraocular lens implantation. Therefore, functional intraocular lenses are becoming increasingly diverse, and they have excellent performance after surgery, better meeting the visual requirements of patients, with higher spectacle independence rates and better patient satisfaction. Multifocal intraocular lenses are one of them. This article will review the types of multifocal intraocular lenses, clinical application effects, clinical mixed implantation, and the prospects of new lenses.

文章引用: 曹若兰. 多焦点人工晶体的临床应用进展及展望[J]. 临床医学进展, 2025, 15(2): 299-306.
DOI: 10.12677/acm.2025.152347

Keywords

Multifocal Intraocular Lens, Refraction, Diffraction, Mash Up, Clinical Application, Visual Quality

Copyright © 2025 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. 引言

随着屈光性白内障时代的到来,多焦点人工晶状体的应用受到广泛重视。白内障患者的需求也逐渐发生变化,由“看得见”逐渐向“看得好”转变,传统的单焦点人工晶状体能带来良好的远距离或者近距离视力,但是相应地看近或者看远需要佩戴眼镜来辅助,因此,多焦点人工晶状体应运而生,降低了白内障术后患者对眼镜的依赖,获得良好的视觉质量,近年来应用逐渐广泛。然而,由于其设计原理的特性导致它在带来良好视力的同时视物也会产生炫光、光晕等不良视觉反应,以及综合多种原因产生的不良症状。本文将对多焦人工晶状体的临床应用和进展和展望展开做一综述,希望能够为白内障患者手术选择人工晶状体提供参考。

2. 多焦点人工晶体的类型

传统的单焦点人工晶状体(sonofocal intraocular lens, SIOL),因没有人眼的调节能力而导致术后没有全程视力,而多焦点人工晶状体(multifocal intraocular lens, MIOL)是解决此问题的方法之一[1]。MIOL 的设计基于光的折射或衍射,使物体的光线经过 IOL 产生 2 个或多个焦点,一个图像相对清晰,另外的图像模糊,根据同时知觉原理,患者通过视觉的神经机制选择,还原较清晰的图像,抑制较模糊的图像,从而扩大了术眼的视物清晰距离,一定程度上满足了患者的全程视力需求。MIOL 自 20 世纪 80 年代首次进入临床[2],其研发和应用得到了快速发展,使其具有了更加接近正常晶状体的调节能力。MIOL 根据焦点范围和设计原理可进一步分类。

2.1. 双焦点人工晶状体

根据折射或者衍射的光学原理,当光线经人工晶状体时产生 2 个焦点,人眼根据同时知觉原理,将较为清晰的图像还原,将较为模糊的图像进行抑制。此设计理论上初步解决术后人工晶状体眼视远和视近的问题,但仍存有中距离视物不佳的缺点。基于光学原理可进一步分类。

2.1.1. 折射型双焦点人工晶状体(RMIOL)

晶体表面在其中央部分采用屈光度数逐渐变化的同心圆折射面,将光线经其折射后形成的焦点分别分布在远焦点和近焦点。因此,此人工晶状体对光学的利用率高,但这种结构设计的物理特性使得成像在视网膜上为两个物象,两者一个清晰一个模糊,两者存在一定程度的干扰。另外,其成像质量容易受瞳孔直径的大小及人工晶状体稳定性及其居中性的影响。在 2021 年《中国人工晶体分类专家共识》[3]中提到,此类晶体目前临床上使用较少。

2.1.2. 衍射型双焦点人工晶状体(DMIOL)

光学部采用 20~30 个同心圆式阶梯状的渐进衍射型设计,使进入眼内的光线经过此晶体在视网膜上同时形成两个焦点即远、近焦点[4],能同时达到视近和视远的目的。此人工晶状体对光学利用率较 RMIOL

低, 所以其基本受瞳孔大小、人工晶状体居中、Kappa 角的影响较小。因衍射面形成光散射, 因此可能会有光现象的发生, 造成少数患者视觉紊乱和对比敏感度下降等不良影响。

2.1.3. 折射衍射混合型人工晶状体(HMIOL)

其结合上述两种晶体, 克服单一晶体的局限, 利用折射和衍射的原理, 将光学部中央部设计为渐进的衍射区, 阶梯高度和宽度均是由中央部向周边部逐渐递减, 由此使视近和视远兼顾; 周边部设计为折射区, 可减少光现象的视觉干扰[5]。当瞳孔扩大时, 有更多的光能被传递使其达到视远的目的, 从而改善视觉质量。

2.1.4. 区域 - 折射型双焦点人工晶状体

此晶体依据旋转不对称的区域折射设计, 使不同屈光力的扇形折射区域分别有视近和视远的功能, 从而达到视远和视近能够平稳过渡, 同时能提供一定的视中的能力。该设计方案, 既能够保留 RMIOL 的优势, 又能使光能达到最大化利用, 降低无效光的利用[6], 因此能够保证在小瞳孔下的视近的功能, 并相应地使对比敏感度增高, 减少了光现象的干扰。

2.2. 三焦点人工晶状体(TrIOL)

光学部中央为衍射型, 周边为折射型, 通过阶梯渐进衍射设计, 使人工晶状体从中央到周边逐渐修正物象, 将中焦点的二阶衍射波与近焦点重合设计, 进一步提高光能利用率。为新型人工晶状体, 可改善中视力, 减少了光现象的干扰, 提升了夜间视觉质量。对于对术后全程视力有要求的患者非常适用, 尤其是日常生活中使用手机阅读、应用计算机等中距离视物需求较多的患者。目前研究结果表明[7], 三焦点人工晶状体的中视力优于双焦点人工晶状体, 而两者在远和近距离视力、对比敏感度、患者手术满意度方面均无明显差异。

2.3. 景深延长型(Extended Depth of Focus, EDOF)人工晶状体

又称连续视程人工晶状体。通过小阶梯衍射、小孔成像等原理, 使得焦点得以延长从而形成焦线, 使其在一个纵向的平面上得以扩展延长, 从而达到扩大物像清晰范围的目的。适用于有恢复远中距离视力和相对较好近视力需求的患者。根据焦点设计原理, 可分为单焦点、双焦点、三焦点 EDOF 人工晶状体[8]。

2.4. 散光矫正型多焦点人工晶状体

多焦点散光矫正型人工晶体(如 Acrysof IQ Restor toric IOL)在术后提供了更好的远、中、近视力, 尤其是在老年性白内障和角膜散光患者中表现优异。研究表明[9], 这种人工晶体在未矫正远视力、中间视力和近视力方面明显优于单焦点散光矫正型人工晶体。

3. MIOL 临床应用效果

MIOL 在不同年龄段患者中的效果和适应性表现出显著的积极影响。MIOL 植入术对年龄相关性白内障(ARC)患者具有良好的效果, 下面主要从视力与良好的视觉质量、脱镜率提高、较高的患者满意度以及安全性等方面进行分析阐述。

3.1. 视力与视觉效果

老年性白内障手术患者视力得到显著改善, 多项研究表明, 多焦点人工晶状体能够显著改善患者的视觉质量, 能够显著改善患者的裸眼远视力、裸眼中视力、裸眼近视力以及最佳矫正视力, 且术后主观视觉质量良好。研究表明, 植入多焦点 ZMB00 的患者获得与单植入单焦点 ZCB00 的患者同样较好的远

视力,同时有更好的中视力和近视力[10]。与传统的单焦点人工晶体相比,多焦点人工晶体在术后3个月的视力改善更优。例如,衍射型 Tecnis 多焦点人工晶体在高度近视白内障患者中表现出较佳的裸眼视力和最佳矫正视力,且在离焦曲线、客观散射指数(OSI)、斯特列尔比值(SR)等方面优于其他类型的多焦点人工晶体[11]。有研究指出[12],弦 μ 和 α 对 MIOL 植入后有预测作用,但程度不同,与弦 μ 相比,和弦 α 预测的术后结果和多焦点眼内晶状体植入前患者选择方面的更稳定、更广泛适用和更可靠的决定因素,应注意的是其值适用范围大小应不能高于 0.5~0.6 mm。

3.2. 脱镜率提高

区域折射型多焦点人工晶状体也显示出比单焦点人工晶状体更好的视觉质量和全程视力,减少对眼镜的依赖[13]。在一项研究中,多焦点人工晶状体植入术后患者的裸眼远视力、裸眼近视力和最佳矫正视力均有显著改善,且脱镜率较高[14]。

3.3. 满意度

因 MIOL 带来的优秀的视觉效果和脱镜带来的生活便捷,患者对其满意度较高。研究表明,双焦点人工晶状体在术后总体满意度和视近满意度上优于单焦点人工晶状体[15]。

3.4. 包容性

3.4.1. 散光包容性

MIOL 对小于 1.5 D 的角膜规则散光有一定的包容性,研究表明[16] Lentis Comfort LS-313 MF15 IOL 能够包容 1.50 D 以内的规则散光,对患者的主观视觉质量和客观视觉质量没有显著影响。另外,EDOF 在处理散光方面具有更大的包容性,尤其是在残余散光较大的患者中,故 EDOF 可能对散光患者更为适用。张玉等研究也证实这一观点[17]。

3.4.2. 屈光包容性

近年来,多焦点人工晶体在高度近视人群中也有应用,多项研究表明,对高度近视合并白内障的患者而言,植入 MIOL 可获得良好的术后视力和视觉质量,脱镜率更高,患者满意度更高。

3.5. 并发症

目前,对于不同类型的 MIOL 的并发症发生率研究较少,没有明确的数值比较。文献及临床中统一认为 MIOL 的并发症主要表现在光现象干扰和比敏感度降低。

3.5.1. 光现象干扰

MIOL 较 SIOL 患者术后更多见光晕和炫光,与衍射多焦点 IOL 相比,屈光性多焦点 IOL 似乎发生光现象更多。光现象是多焦点 IOL 植入后不满意的最常见原因之一。对于减少多焦点人工晶体植入后的光现象问题可以通过以下几种方法实现:一是选择合适的晶体类型:研究表明,不同类型的多焦点人工晶体在光晕大小和强度上存在差异。例如,三焦点(Pan Optix)人工晶体产生的光晕显著大于 EDOF (Symfony)人工晶体。二是术前评估和个性化设计:术前对患者的瞳孔大小、屈光状态和角膜特性进行详细评估,可以帮助选择最适合的晶体类型和设计。例如,Alpha 角大于 0.4 mm 时,植入多焦点人工晶体会增加眩光和光晕的发生率。三是术后神经适应:随着时间的推移,患者对光晕的主观感知会逐渐减轻,这可能是由于神经适应。因此,患者在术后应有耐心,并在一段时间内逐渐适应新的视觉环境。另外,对于追求完美的高敏感完美主义人群,光学干扰可能会对其术后满意度及生活体验感下降,这对于追求更完美的全程视力是一个挑战,目前对于此类人群应慎用此类晶体。

3.5.2. 对比敏感度降低

多焦点 IOL 的对比敏感度低于单焦点 IOL。对比敏感度降低的原因可能是 MIOL 导致图像共存, 1 个清晰, 1 个失焦, 后者的光降低了前一个图像的可检测性。衍射多焦点 IOL 似乎等于或优于折射多焦点 IOL。对于此现象目前并没有一个显著的解决方法。

3.5.3. 其他

多焦点人工晶体植入手术的并发症发生率并没有一个统一的数值。有研究表明, 在白内障超声乳化吸出联合人工晶体植入术中, 术后并发症的发生率为 3.66% (后囊破裂)、2.44% (撕囊失败)、7.32% (角膜水肿)、6.10% (一过性眼压增高) 和 3.66% (后发障)。另一个研究中患者中有 1/76 (1.3%) 例发生了并发症; 对于有晶体眼的患者, 其并发症率为 2/55 (3.6%), 而对于没有晶体眼且无晶状体的患者, 则为 2/28 (7.1%)。综上, 虽然具体的并发症发生率因研究和患者群体的不同而有所差异, 但可以推测多焦点人工晶体植入手术的并发症发生率大约在 1% 到 7.32% 之间。

4. MIOL 在临床上搭配应用

由于单侧多焦点眼内晶状体植入会损害立体视, 因此应进行双侧植入[18]。个体化选择人工晶体可以为患者提供更好的视觉恢复效果, 由于人工晶状体的设计原理不同, 其各自的优势与劣势不尽相同, 都有其各自的优势, 因此, 双眼根据眼部情况选择两种不同的人工晶体进行植入, 让每个 IOL 充分发挥自己的优势, 以解决现有的散光、老视等屈光问题, 从而使患者的术后视觉质量达到最大化的优化。Gunenc 等[19]首次提出 IOL 混搭植入的方法, 联合应用 RMIOL 和 DMIOL, 是安全有效的, 为患者最大限度地提高视觉质量, 并减少对眼镜的依赖。

目前, 双眼混搭的策略并没有一个完善的规范及评估标准。术后主要观察指标有单眼和双眼的视力 (远、中、近)、离焦曲线、对比敏感度、阅读能力和立体视、脱镜率、光现象及满意度。下面将从几种搭配方案进行分析阐述。

4.1. MIOL 与 SIOL 搭配

近年来研究提出混合单视, 即主视眼植入 SIOL, 非主视眼植入 MIOL 以达到矫正老视目的[20], 从而达到良好的视觉效果, 满足患者脱镜的意愿, 使患者术后满意度提高。混搭方案的提出实际上是个性化选择人工晶状体的一种表现形式, 根据患者的需求, 应用眼科临床医生的专业化知识为患者选择不同类型的 IOL。混合单视是一种改善调节功能丧失的有效安全方法, 可为有近、中视力需求的患者提供一个可行性方案, 即主视眼植入 SIOL 达到视远的需求, MIOL 可以提供良好的中视力和近视力。其次, 由于 MIOL 在成像上形成多焦点使得其成像质量较 SIOL 略低, 从而使对比敏感度下降。Iida 等[21]研究发现, 在所有距离上, 平均双眼视力都优于 0.1 logMAR。使用衍射多焦点 IOL 的眼睛双眼对比敏感度优于单眼视觉。62.5% 的患者保持正常范围内的近立体视觉。在患者中, 18.8% 报告了对眼镜的依赖。对于双眼视觉, 双眼 CS 优于单眼植入 SIOL 或衍射型 MIOL 的组别。最后, 可以通过视觉质量问卷将术后脱镜率及满意度进行量化后分析, 常用的有视功能指数量表 (VF-14)、白内障视功能相关生存量表 (Catquest-9SF)、视功能相关的生存质量量表、视觉质量 (QoV) 问卷等。张帆等[22]对比双眼植入 SIOL 与在主视眼植入 SIOL、非主视眼植入区域折射型 MIOL 或折射-衍射混合型 MIOL 的术后疗效, 混搭组有更优的全程视力, 术后不良视觉症状少, 脱镜率及满意度高。

4.2. 同类型 MIOL 混搭方案

双焦点 IOL 具有 +1.5~+4.0 D 的近附加度数, 以满足多样的中、近距离视力需求。双眼植入 +1.5~+3.0

D 的 MIOL, 术后视近能力不足; 植入+3.0~+4.0 D 的 MIOL, 术后视中能力不足。因此可采用不同近距离附加度数的 MIOL 联合植入以满足患者全程视力。上述理论已得到良好的临床效果证实, Vargas 等[23]混合植入 LENTIS Mplus LS-313 +3.00 和+1.50 D, 结果显示术后双眼的视觉结果、离焦曲线、光失真分析(LDA)和对比敏感度显著优于单眼, 因此得出, 植入具有不同近加的混合 IOL 组合补充了每种 IOL 的优势, 改善了双眼视觉结果并提供良好的患者满意度, 这与 Hovanesian [24]、Jiang [25]和 Nuijts 等[26]人的研究结果相同。另外, MIOL 植入术后的 CS 下降是影响术后效果一大因素, Ouchi 等[27]比较双眼植入衍射型 MIOL +4.0 D 和不同附加度数(+4.0 D/+2.75 D)混搭植入术后的结果显示, 混搭组能够获得更好的中间视力、对比敏感度和低对比度视力, 同时保持了相当的近视力和远视力。同样, Vargas 等[23]应用区域折射 MIOL (+1.5 D/+3.0 D)混搭植入得出一样的结论。

4.3 不同类型 MIOL 混搭方案

应用不同类型 MIOL 旨在结合各个类型 MIOL 的优势, 使其优势最大化, 从而最大限度增加视力范围和提高视觉质量。多项研究表明, 混搭植入 MIOL 后的视力、阅读速度、阅读能力及近立体视锐度等方面表现良好, 并且没有出现 CS 下降和炫光敏感度下降, 为患者提供优质的视觉质量。Labiris 等[28]通过比较优质单视(在非优势眼中植入三焦点 IOL 和在优势眼中植入折射-衍射型 MIOL)与双侧近视单视(在优势眼中植入单焦点 IOL, 在非优势眼中植入靶向-1.25 D 近视), 混合单视(在非优势眼中植入三焦点 IOL, 在优势眼中植入单焦点 IOL)和双侧三焦点植入(在双侧植入三焦点 IOL), 得出结论, 高级单视显示出的视觉效果最优。Hütz 等[29]远优势屈光多焦点 IOL (具有更好的远距离性能)与近优势衍射多焦点 IOL (具有更好的近视力)的组合被证明非常适合帮助满足白内障患者的视觉需求。这与 Yoon 等[30]得出的结论一致。在主观视觉质量评估方面混搭植入的术后效果的调查研究中, 结果也表现优异。Lee 等[31]对 EDOF 和衍射型 MIOL 混搭植入研究得出, 81.1%患者表示对自己的近视力满意或非常满意, 21.6%患者对炫光和光晕等不良光干扰症状不满。也有研究指出[32], 主视眼植入低附加度数双焦点 IOL, 非主视眼植入三焦点 IOL 的混搭方案似乎在所有距离上都能提供功能性视觉表现, 同时患者术后能较大程度实现脱镜, 有更好的满意度。

5. 新型 MIOL 的展望

新型调节人工晶状体

目前前瞻性多中心研究 ORION 遵循的调节镜片 FluidVision (Alcon/exPowerVision), 该晶状体由充满液态硅胶的疏水性丙烯酸膜组成, 通过改变纤毛肌的形状来响应睫状肌的收缩或者松弛。它有一个 6 毫米的光学元件, 总直径为 10 毫米, 可以植入 3.5 毫米。Juvene®人工晶状体调节镜片(LensGen®)之后也正在进行另一项多中心前瞻性研究(GRAIL 研究)。它是一个两件式 IOL, 带有一个固定晶状体, 提供基本功率, 前部有一个液态硅胶晶状体, 提供住宿。另一种有前途的人工晶状体是 JelliSee (JelliSee Ophthalmics), 它使用与上述原理相似。该镜头目前处于临床前研究阶段。因其设计特性即能调节作用于睫状肌, 因此需要长期随访以了解其调节的行为、囊膜的反应及它们在与邻近组织的运动相互作用时可能会产生的炎症, 仍是需要研究的重点问题。其更接近人眼的功能, 可能会带来更好的效果, 对此可以期待并观望。现有的 MIOL 是对功能进行分区并没有调节能力, 因此会有相关光学干扰及对比敏感度降低等不良现象发生, 而新型 MIOL 拥有类似人眼的调节能力, 但对于其使用寿命, 对人眼正常组织是否产生影响, 结果具有不确定性, 仍需大量研究及临床效果证实。

6. 总结语

目前, 白内障手术可选择的 IOL 多种多样, 混搭 IOL 植入的设计为患者提供了更优质的视觉质量,

保证患者的全程视力,同时使患者术后脱镜率提高,降低患者对眼镜的依赖。综上所述,根据术前充分沟通了解患者并能够根据患者的用眼情况及视觉需求,个性化制定 MIOL 混搭方案,可使患者最大限度地获得良好视觉质量。目前,对于 IOL 混搭植入的应用还未有统一的指南,相关术后效果评价仍需要更进一步研究及相关指南指出以应用于临床。

参考文献

- [1] Hayashi, K., Hayashi, H., Nakao, F. and Hayashi, F. (2003) Aging Changes in Apparent Accommodation in Eyes with a Monofocal Intraocular Lens. *American Journal of Ophthalmology*, **135**, 432-436. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(02\)02091-3](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(02)02091-3)
- [2] Keates, R.H., Pearce, J.L. and Schneider, R.T. (1987) Clinical Results of the Multifocal Lens. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **13**, 557-560. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(87\)80114-1](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(87)80114-1)
- [3] 中华医学会眼科学分会白内障及人工晶状体学组. 中国人工晶状体分类专家共识(2021 年) [J]. 中华眼科杂志, 2021, 57(7): 495-501.
- [4] 杜鹏程. 多焦点人工晶体临床应用研究的进展[J]. 包头医学院学报, 2014(4): 140-143.
- [5] Mercer, R.N., Milliken, C.M., Waring, G.O. and Rocha, K.M. (2021) Future Trends in Presbyopia Correction. *Journal of Refractive Surgery*, **37**, S28-S34. <https://doi.org/10.3928/1081597x-20210408-06>
- [6] Tanabe, H., Shoji, T., Yamauchi, T., Takase, K., Akada, M. and Tabuchi, H. (2022) Comparative Visual Performance of Diffractive Bifocal and Rotationally Asymmetric Refractive Intraocular Lenses. *Scientific Reports*, **12**, Article No. 19394. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24123-7>
- [7] Yang, J.J., Liu, Q.P., Li, J.M., et al. (2018) Comparison of Visual Outcomes with Implantation of Trifocal versus Bifocal Intraocular Lens after Phacoemulsification: A Meta-Analysis. *International Journal of Ophthalmology*, **11**, 484-492.
- [8] 谈欣, 刘文洁, 刘杰为. 景深延长型人工晶状体的设计原理与临床效果[J]. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2023, 45(1): 73-77.
- [9] 冯珂, 郭海科, 张英朗, 等. 多焦点与单焦点散光型人工晶状体植入术后的视功能研究[J]. 中华眼科杂志, 2017, 53(4): 274-280.
- [10] Altemir-Gomez, I., Millan, M.S., Vega, F., et al. (2019) Comparison of Visual and Optical Quality of Monofocal versus Multifocal Intraocular Lenses. *European Journal of Ophthalmology*, **30**, 299-306.
- [11] 王爽, 韩玉彤, 李晓鹏. 衍射型 Tecnis 多焦点人工晶状体对高度近视白内障视觉质量及视功能的影响[J]. 安徽医药, 2024, 28(11): 2213-2217.
- [12] Montrimas, A., Žemaitienė, R., Yao, K. and Grzybowski, A. (2023) Chord Mu and Chord Alpha as Postoperative Predictors in Multifocal Intraocular Lens Implantation. *Graefes' Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, **262**, 367-380. <https://doi.org/10.1007/s00417-023-06098-x>
- [13] 李妍, 吴利安, 王从毅, 等. 区域折射型多焦点人工晶状体对高度近视合并白内障患者术后视觉质量的影响[J]. 中国医刊, 2024, 59(9): 971-976.
- [14] 曹泽刚, 黄芬霞, 李仁芳. 多焦点人工晶体植入术在年龄相关性白内障中的临床应用[J]. 中国医药科学, 2024, 14(8): 164-167, 183.
- [15] 孙敬文, 刘妍. 针对高度近视并发性白内障患者的人工晶体选择的多因素分析: 从患者和医生的双重视角[J]. 航空航天医学杂志, 2024, 35(8): 905-908.
- [16] 赵智华, 马晓婷, 李科军, 等. 区域折射型人工晶状体对散光的包容性[J]. 国际眼科杂志, 2024, 24(3): 356-361.
- [17] 马晓婷, 赵智华, 李科军, 等. 景深延长型人工晶状体对散光包容性的研究进展[J]. 国际眼科杂志, 2024, 24(8): 1280-1284.
- [18] Bohac, M., Jagic, M., Biscevic, A., Lukacevic, S., Mravcic, I., Suic, S., et al. (2023) Stereoacuity and Multifocal Intraocular Lenses—A Systematic Review. *Acta Informatica Medica*, **31**, 62-67. <https://doi.org/10.5455/aim.2023.31.62-67>
- [19] Gunenc, U. and Celik, L. (2008) Long-Term Experience with Mixing and Matching Refractive Array and Diffractive Ceeon Multifocal Intraocular Lenses. *Journal of Refractive Surgery*, **24**, 233-242. <https://doi.org/10.3928/1081597x-20080301-04>
- [20] Charman, W.N. (2014) Developments in the Correction of Presbyopia II: Surgical Approaches. *Ophthalmic and Physiological Optics*, **34**, 397-426. <https://doi.org/10.1111/opo.12129>
- [21] Iida, Y., Shimizu, K. and Ito, M. (2011) Pseudophakic Monovision Using Monofocal and Multifocal Intraocular Lenses:

- Hybrid Monovision. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **37**, 2001-2005. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.05.032>
- [22] 张帆, 陈彦辰, 巫雷, 等. 双眼单焦点与多焦点人工晶状体混搭植入术后视觉质量评估[J]. 国际眼科杂志, 2022, 22(8): 1262-1266.
- [23] Vargas, V., Ferreira, R., Alió del Barrio, J.L. and Alió, J.L. (2020) Visual Outcomes, Patient Satisfaction, and Light Distortion Analysis after Blended Implantation of Rotationally Asymmetric Multifocal Intraocular Lenses. *Journal of Refractive Surgery*, **36**, 796-803. <https://doi.org/10.3928/1081597x-20200902-01>
- [24] Hovanesian, J.A. (2018) Patient-reported Outcomes of Multifocal and Accommodating Intraocular Lenses: Analysis of 117 Patients 2-10 Years after Surgery. *Clinical Ophthalmology*, **12**, 2297-2304. <https://doi.org/10.2147/opth.s182943>
- [25] Jiang, Y., Bu, S., Tian, F., Liang, J., Wang, T., Xing, X., *et al.* (2019) Long-Term Clinical Outcomes after Mix and Match Implantation of Two Multifocal Intraocular Lenses with Different Adds. *Journal of Ophthalmology*, **2019**, Article ID: 6789263. <https://doi.org/10.1155/2019/6789263>
- [26] Nuijts, R.M.M.A., Jonker, S.M.R., Kaufer, R.A., Lapid-Gortzak, R., Mendicute, J., Martinez, C.P., *et al.* (2016) Bilateral Implantation of +2.5 D Multifocal Intraocular Lens and Contralateral Implantation of +2.5 D and +3.0 D Multifocal Intraocular Lenses: Clinical Outcomes. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **42**, 194-202. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2016.02.009>
- [27] Ouchi, M. and Shiba, T. (2020) Blended Vision Achieved by Combining High and Low Addition Power Diffractive Intraocular Lenses with Micromonovision: A Clinical Outcome. *Journal of Ophthalmology*, **2020**, Article ID: 6143832. <https://doi.org/10.1155/2020/6143832>
- [28] Labiris, G., Panagiotopoulou, E., Perente, A., Ntonti, P., Delibasis, K., Fotiadis, I., *et al.* (2022) Premium Monovision versus Bilateral Myopic Monovision, Hybrid Monovision and Bilateral Trifocal Implantation: A Comparative Study. *Clinical Ophthalmology*, **16**, 619-629. <https://doi.org/10.2147/opth.s351091>
- [29] Hütz, W.W., Bahner, K., Röhrig, B. and Hengerer, F. (2010) The Combination of Diffractive and Refractive Multifocal Intraocular Lenses to Provide Full Visual Function after Cataract Surgery. *European Journal of Ophthalmology*, **20**, 370-375. <https://doi.org/10.1177/112067211002000217>
- [30] Yoon, S.Y., Song, I.S., Kim, J.Y., Kim, M.J. and Tchah, H. (2013) Bilateral Mix-And-Match versus Unilateral Multifocal Intraocular Lens Implantation: Long-Term Comparison. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **39**, 1682-1690. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2013.04.043>
- [31] Lee, J.H., Chung, H.S., Moon, S.Y., Park, S.Y., Lee, H., Kim, J.Y., *et al.* (2021) Clinical Outcomes after Mix-And-Match Implantation of Extended Depth of Focus and Diffractive Multifocal Intraocular Lenses. *Journal of Ophthalmology*, **2021**, Article ID: 8881794. <https://doi.org/10.1155/2021/8881794>
- [32] Tarib, I., Diakonis, V.F., Breyer, D., Höhn, F., Hahn, U. and Kretz, F.T.A. (2019) Outcomes of Combining a Trifocal and a Low-Addition Bifocal Intraocular Lens in Patients Seeking Spectacle Independence at All Distances. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **45**, 620-629. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2019.01.013>