

近视的手术方法研究进展

徐佳然 刘 平 杜玲玲

摘 要 近年来,随着人们饮食、生活习惯、遗传等方面的改变,尤其是为满足现今生活、工作、学习等各方面的需求,近距离用眼时间延长,使双眼过度疲劳,导致近视的发生率逐年增加。近视常用的矫正方法包括框架眼镜、隐形眼镜和屈光手术,现在对屈光手术的需求量日益增加。本文通过介绍近几年国内外主流的近视手术矫正方法及其临床疗效、并发症、适应人群范围等,并将其进行总结与展望,以期为临床医生及患者提供一个近视矫正的手术方法认知。

关键词 近视 角膜屈光手术 有晶体眼人工晶体植入术 后巩膜加固术

中图分类号 R778.1

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2020.04.041

近年来,随着人们饮食、生活习惯、遗传等方面的改变,尤其是为满足现今生活、工作、学习等各方面的需求,近距离用眼时间延长,使双眼过度疲劳,导致近视的发生率逐年增加,并呈现低龄化和高屈光度的发展趋势^[1]。近视发生的早期表现为看远处时物象变得模糊,但通过眯眼视物制造小孔原理成像可以获得一定的代偿,这样不但影响外在形象的美观,长此以往更会使睫状肌和眼外肌过度调节导致眼疲劳,进一步加深近视程度,有些患者甚至可能伴有外斜视、屈光不正性弱视等,危害极大。另有研究表明,高度近视与遗传因素关联极大,双亲均为近视其子女发生率在 90% 以上,若父母一方为近视,其子女约 24.5% 发展为近视^[2]。

近视常用的矫正方法包括框架眼镜、隐形眼镜和屈光手术。框架眼镜存在着不美观、视物变小、分辨率低等缺点,隐形眼镜又存在着护理步骤繁琐、使用不当可能导致结膜炎、角膜炎等眼病的缺点。所以现在对屈光手术的需求量日益增加。本文通过介绍近几年国内外主流的近视手术矫正方法及其临床疗效、并发症、适应人群范围等,并将其进行总结与展望,以期为临床医生及患者提供一个近视矫正的手术方法认知。

一、角膜屈光手术

角膜屈光手术是目前矫正屈光不正的最主要方法,原理是通过激光切削中央区角膜来降低前表面角膜曲率,改变角膜屈光度。具有手术时间短、损伤小、

恢复快等优点。然而其也具有一定的限制性。(1)因角膜瓣及上皮瓣的制作和愈合等因素,在切削区与非切削区之间通过的光线常发生折射,会造成术后像差增加、眩光、视觉敏感度下降等^[3]。(2)为保证眼球的正常解剖结构以及手术的安全性术后角膜须留有一定厚度,否则可能会因术后角膜过薄无法平衡眼内压导致医源性圆锥角膜,由于这个限制因素,使得目前角膜屈光手术仅在中低度近视的矫正方面应用较广,且对于近视程度适中但角膜过薄、结缔组织病、瘢痕体质等特殊体质的患者有极大的限制性,也不适用于高度近视患者。

角膜屈光手术根据术式的不同主要分为板层角膜屈光手术、表层角膜屈光手术及角膜基质透镜取出术。板层角膜屈光手术主要指准分子激光原位角膜磨镶术(laser in situ keratomileusis, LASIK),以及最新发展的飞秒激光辅助的 FS-LASIK 等,是指首先用角膜板层刀或飞秒激光制作厚度为 90~150 μm 角膜瓣,将其掀开,然后用准分子激光切割角膜基质来减小角膜曲率,最后角膜瓣复位。这类手术不破坏角膜上皮,术后疼痛感很轻,恢复快^[4]。然而由于角膜瓣的存在,可能会产生角膜瓣偏离中心、角膜瓣对位不良、角膜瓣层间碎屑或血液残留等并发症,此外,当制作角膜瓣时,角膜的前力层被破坏,大部分角膜基质神经被切断,可能导致角膜知觉减退、干眼症的发生。

表层角膜屈光手术现主要指准分子上皮下角膜磨镶术(laser-assisted subepithelial keratomileusis, LASEK),先采取包括机械法、化学法或激光切削等方法做一厚度约为 50 μm 带蒂角膜上皮瓣,后用准分子激光消去角膜上皮层及浅基质层。由于上皮瓣的厚度相对于 LASIK 的角膜瓣要薄得多,消融同等屈光

基金项目:哈尔滨医科大学创新科学研究基金资助项目(2017LCZX03)

作者单位:150007 哈尔滨医科大学附属第一医院眼科医院

通讯作者:刘平,博士生导师,教授,电子信箱:ping_liu53@hotmail.com

mail.com

力的基质后剩余的角膜厚度相对较大,同时可以设计更大的有效切削光区和过渡区,相比 LASIK 更适合角膜相对薄且暗室下瞳孔直径大的患者,较大的过渡区也减少了术后的像差和眩光等不适感^[3]。但由于去掉了表层的角膜上皮,术后直接暴露会导致患者疼痛,所以需佩戴抛弃型角膜接触镜 3~5 天,且术后需要长时间配合激素眼药水点眼以促进上皮的愈合,还可能有暂时性的疼痛、异物感、刺激流泪、眼压升高等症状,与 LASIK 比较恢复慢,但 LASEK 术后上皮愈合后完整光滑,不存在角膜瓣、无角膜瓣相关的并发症风险,特别适合从事运动、重体力工作等有特殊要求的人群。角膜上皮混浊(HAZE)是表层角膜屈光手术的主要并发症,是由于切削后角膜活性细胞异常增强,在角膜上皮增殖的过程中胶原蛋白相对缺乏,导致新生的角膜上皮排列不整齐甚至瘢痕化的非正常的愈合形式,若混浊严重或在瞳孔区遮挡视线,会造成视力下降。而屈光程度越高,基质愈合时反应越强烈,越容易形成 HAZE,这是表层屈光手术在高度近视中受限的主要原因。有研究表明 HAZE 在术后 3~6 个月达到高峰,之后逐渐减轻^[4]。还有研究者发现 LASEK 术中应用 5-氟尿嘧啶或丝裂霉素 C 可有效减轻 HAZE 形成^[5]。

飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(small incision lenticule extraction, SMILE)是指利用飞秒激光在角膜基质层制作出一“透镜”,并经角膜周边微切口取出,使角膜变扁平的手术方法。作为第 3 代角膜屈光手术,不破坏角膜上皮、不制作角膜瓣是其最显著的优点,这也在避免角膜瓣并发症的同时减轻了疼痛、减少了术后角膜知觉减退、干眼等并发症的发生,尤其避免了 HAZE^[6]。Hansen 等^[7]通过对 722 只眼睛术后 3 个月的随访后显示,88% 的眼睛在预期屈光度的 $\pm 0.5D$ 内,98% 的眼睛在 $\pm 1.0D$ 内,认为 SMILE 在短期内的可预测性较好。Xia 等^[8]通过对 SMILE 和 FS-LASIK 术后 3 年随访比较发现,两种术式均安全有效,但 SMILE 可以获得更稳定的远期屈光效果,且 SMILE 组术后在高阶像差和对比敏感度方面均优于 FS-LASIK 组,术后早期干眼的控制也更好,其原因可能是 SMILE 手术中负压吸引环位于角膜缘,避免了 LASIK 术中负压吸引环对结膜杯状细胞的直接损伤,从而进一步避免了黏蛋白分泌不足导致的干眼^[9]。

二、屈光性白内障手术

随着超声乳化白内障摘除技术的发展,白内障手

术切口缩小,手术不断精细化,人工晶状体的设计日趋完善,使白内障手术逐渐由防盲向屈光性手术发展,以满足白内障患者对视力的不同需求,使患者不仅能看得见,更能够看得清楚,屈光不正也可以在白内障手术的基础上纠正。单纯白内障手术能够发展成为屈光性白内障手术和人工晶体的发展有密不可分的关系,目前的人工晶体在材料、种类、设计等方面都有很大的进步。起初人工晶体为球面单焦点,由于只有一个屈光力,无法进行调节,术后视近物仍然需要佩戴老花镜,并没有实现真正的脱镜。为克服这一缺点,研究者设计出了可调节人工晶体,其原理是利用睫状肌收缩引起晶体囊袋带动人工晶体,同时在玻璃体的压力作用下前后轻微移动来实现的,以及多焦点人工晶体,是通过模仿自然晶状体视远近物时屈光力不同来设计的^[10]。然而术后若想达到满意的远近视力则还需考虑自身睫状肌的调节、人工晶体设计的准确性、术后角膜的医源性散光、囊袋是否浑浊、皱缩等诸多因素,尽管有很多文献报道可调节和多焦点人工晶体植入术后远近视力均得到明显的提高,但患者术后的视觉满意度仍然不是很高,并伴有术后视觉敏感度下降、眩光等症状^[11]。而屈光性白内障手术由于高度近视的病理特点如巩膜变薄、眼轴增长、玻璃体液化及后脱离、悬韧带松弛等,术中后囊极不稳定,易出现上下涌动,特别是当后囊破裂后,前后房沟通,易导致牵拉性视网膜脱离、黄斑水肿等,术后因为悬韧带松弛引起的人工晶体脱位的概率也较正常白内障手术高。由于其诸多的限制性,该术式适用于不愿意佩戴老花眼镜、年龄 40 岁以上、有轻度或明显的晶体混浊趋势的患者。

三、有晶体眼人工晶体植入术

有晶体眼人工晶体植入术是指在保留患者自身晶体调节功能的基础上植入人工晶体来矫正近视的方法,无需对角膜组织进行切削,人工晶体可以在需要时手术更换和取出,是真正意义上的完全可逆的手术,保持了眼生理结构的完整性,同时也解决了角膜屈光手术后像差增加、对比敏感度下降的问题,马春霞等^[12]从光学质量和散射指数等方面进行分析,发现植入 ICL 患者术后 MTF cut off 和 OSI、OV9% 均明显优于 FS-LASIK 组,认为 ICL 植入术在改善患者术后视觉质量方面优于 FS-LASIK 术。根据人工晶体在眼内位置的不同,可分为前房型及后房型人工晶体。前房型人工晶体又分为房角支撑型和虹膜夹型,但临床证实这两种晶体在前房内可导致角膜内皮失

代偿、继发性青光眼、虹膜睫状体炎等,现已较少使用^[13]。目前应用广泛的为放置在虹膜和自然晶体之间的后房型人工晶体(implantable collamer lens, ICL),具有特殊的双面拱形结构,同时也是一种可折叠型晶体,植入时手术切口小,不需要缝合,术后不易造成手术源性角膜散光,且 ICL 植入术理论上矫正屈光不正的范围较广,STAAR 晶体公司给出的可矫正范围为球镜 -0.5D 至 -20.0D、+0.5D 至 +10.0D,柱镜 -6.0D 至 +6.0D,相比角膜屈光手术只能用于矫正中低度近视来说,ICL 在高度近视的矫正方面更具有优势,是目前临床上高度近视唯一的手术矫正方法,ICL 现普遍应用在高度近视角膜过薄不能进行角膜屈光手术的患者身上,或用于角膜屈光手术后屈光回退的二次矫正手术,以及矫正早期圆锥角膜、手术源性散光等^[14,15]。Igarashi 等^[16]则通过长达 8 年的临床研究证明 ICL 植入在矫正中高度近视长期的安全性、有效性、可预测性和稳定性方面均较好。

ICL 术后拱高是指人工晶体后表面到自然晶状体前表面的垂直高度,是影响术后并发症的主要因素。术后过高或过低的拱高均可能导致并发症的发生。拱高过低时可能因 ICL 接触到自然晶状体前囊,改变房水的流动而影响自然晶状体的营养代谢,导致前囊下白内障;若拱高过高则可能引起前房变浅、房角关闭、角膜内皮损伤、瞳孔阻滞或青光眼等^[17]。Schmidinger 等^[18]研究发现出现前囊下白内障的术眼平均拱高为 $216 \pm 104 \mu\text{m}$,并且拱高会以每年 $28 \mu\text{m}$ 的速率减小,很接近自然晶状体每年平均增厚 $20 \mu\text{m}$ 的数据,据此研究建议中央拱高最小值应为 $230 \mu\text{m}$,理想拱高为 $250 \sim 750 \mu\text{m}$ 。曾文慧等^[19]认为人眼调节、光线刺激、自然晶状体厚度、年龄、屈光状态的改变、虹膜压迫、房角变窄、前房深度变化等因素均会影响术后拱高并且可导致人工晶体旋转,这对于正常 ICL 晶体来说可能影响不大,但由于近视常伴有散光,当前一种新型的可以矫正散光的 Toric ICL 也应用到临床中,它是在正常 ICL 晶体上添加一条散光轴,手术中需将该散光轴旋转至患者的散光轴位上,但目前临床研究认为其矫正散光的效果不如角膜屈光手术,猜测可能与术后虹膜的运动、拱高的改变等导致散光轴移位有关^[20]。

四、后巩膜加固术

后巩膜加固术 (posterior scleral reinforcement, PSR) 是目前唯一可以限制屈光程度进展的术式,最早在 1930 年由前苏联研究者 Shevelev 提出^[21]。该

技术使用异体巩膜或人工心包补片等异体移植物放置在眼球后极部来增强巩膜薄弱区和限制眼轴的增长,控制病理性近视的发展,同时术后在移植物周围形成新生血管,增强脉络膜和视网膜的血循环,兴奋视细胞,活跃生物电,提高视敏度^[22]。Zhang 等^[23]通过对术眼 OCTA 测量、观察和比较得出结论:PSR 术后视网膜厚度减小,浅层和深层血流密度和血流指数增加。国内外大量研究者通过长时间的术后随访发现,PSR 术后病理性近视患者的视力、屈光度和眼轴长度与术前比较,差异无统计学意义,但未经治疗的对照组则表现出来明显的视力下降、屈光度及眼轴的进展,认为 PSR 能够有效阻止近视的发展^[24,25]。此外,PSR 还可减少玻璃体黄斑牵引^[26]。该手术适合的年龄范围较为广泛,对于儿童和青少年能有效地延缓近视进展,对于成人也可以减少甚至改善高度近视的并发症,但其无法使已延长的眼轴缩短,也无法矫正现有的屈光度。关于后巩膜加固术联合角膜及眼内屈光手术,理论上可以实现摘镜的同时避免屈光进展,对于屈光呈进行性发展但有摘镜需求的儿童及青少年来说很有意义,但由于同时进行这两种手术的资料较少,临床疗效和安全性均有待于进一步研究证实。

五、展 望

综上所述,角膜屈光手术、屈光性白内障手术、有晶体眼人工晶体植入术主要用于矫正近视的屈光度,提高裸眼视力,并不能够阻止近视的进展及减少并发症;后巩膜加固术是目前唯一的可以延缓甚至阻止近视进展并减少并发症的手术,这对于病理性近视十分重要,但术后仍需配戴眼镜。结合各项手术的优缺点及并发症,总结如下:对于年龄 > 18 岁、屈光状态稳定、有摘镜需求的患者可进行角膜屈光手术或有晶体眼人工晶体植入术,其中角膜薄、屈光程度高的患者应行 ICL 植入术,中低度近视的角膜屈光手术中应优先考虑 SMILE 手术;对于 18 岁以下、屈光状态不稳定或已出现高度近视眼底并发症的患者可行后巩膜加固术来延缓近视进展、减少并发症,待屈光状态稳定后酌情二期行屈光矫正手术;对于年龄 40 岁以上、有轻度或明显的晶体混浊趋势的患者,尽管没有达到常规白内障手术标准,也可提前进行屈光性白内障手术联合非球面或可调节多焦点人工晶体的植入,这样既可调节因年龄所造成的老视屈光改变,又避免了单纯屈光手术后二次白内障手术带来的风险;对于曾行角膜屈光手术,术后屈光回退,仍有摘镜需求的患

者,在剩余角膜厚度不足以进行二次角膜屈光手术时可考虑行后房型有晶体眼人工晶状体植入术,但需注意术前晶体度数的预估,并向患者交代角膜屈光手术可能对晶体预估造成误差^[27]。

目前 SMILE 手术来源的角膜基质透镜现已被用做治疗远视、角膜穿孔和溃疡、圆锥角膜等疾病的临床试验^[28]。更有研究者提出设想若将 SMILE 手术患者的基质透镜在合适的条件下长时间保存,待日后需要时可以再次植入角膜囊袋中,有望实现 SMILE 的完全可逆性手术。关于角膜基质透镜在临床上的应用有很大的潜力,有待于进一步研究和进展;ICL 晶体在眼内的稳定性,以及如何减少虹膜运动对其产生的影响方面也有待于提高;屈光性人工晶体的发展也应更着重于改善视觉质量,提高患者的术后满意度。

参考文献

- 1 蒋晶晶. 屈光手术在小儿眼科的应用[J]. 中华实验眼科杂志, 2016, 34(11): 1038 - 1041
- 2 Sharanjeet - kaur Noor, Islam Ramli, Narayanasamy. Heredity factor in myopia development among a sample in Klang Valley, Malaysia[J]. Chin Med J, 2012, 125: 3522 - 3525
- 3 Renato Ambrósio, Steven E. Wilson. LASIK vs LASEK vs PRK: advantages and indications[J]. Semin Ophthalmol, 2003, 18: 2 - 10
- 4 王怡, 周丽君, 吴利亚. 准分子激光角膜上皮瓣下磨镶术和准分子激光屈光性角膜切削术后角膜上皮雾状浑浊的对比观察[J]. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2010, 32(9): 645 - 648
- 5 陈子扬, 胡艳红, 胡俊, 等. 准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术(LASEK)患者应用 5 - 氟尿嘧啶和丝裂霉素 C 对术后 HAZE 及视力的影响[J]. 眼科新进展, 2019, 39(9): 870 - 873
- 6 Aristeidou A, Taniguchi EV, Tsatsos M, *et al.* The evolution of corneal and refractive surgery with the femtosecond laser[J]. Eye Vis (London), 2015, 2: 12
- 7 Hansen RS, Lyhne N, Grauslund J, *et al.* Small - incision lenticule extraction (SMILE): outcomes of 722 eyes treated for myopia and myopic astigmatism[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2016, 254(2): 399 - 405
- 8 Xia LK, Ma J, Liu HN, *et al.* Three - year results of small incision lenticule extraction and wavefront - guided femtosecond laser - assisted laser in situ keratomileusis for correction of high myopia and myopic astigmatism[J]. Int J Ophthalmol, 2018, 11(3): 126 - 133
- 9 Salomao MQ, Ambrosio R, Wilson SE. Dry eye associated with laser in situ keratomileusis: mechanical microkeratome versus femtosecond laser[J]. J Cataract Refract Surg, 2009, 35(10): 1756 - 1760
- 10 李湘宁, 李晓云. 人工晶状体的发展趋势及展望[J]. 光学仪器, 2017, 39(6): 77 - 83
- 11 Pepose JS, Wang D, Altmann GE. Comparison of through - focus image sharpness across five presbyopia - correcting intraocular lenses[J]. Am J Ophthalmol, 2012, 154(1): 20 - 28
- 12 马春霞, 李文静, 蔡岩, 等. 有晶状体眼后房型人工晶状体植入与

- FS - LASIK 术后视觉质量分析[J]. 国际眼科杂志, 2019, 19(8): 1305 - 1308
- 13 Moshirfar Majid, Imbornoni Lauren M, Ostler Erik M, *et al.* Incidence rate and occurrence of visually significant cataract formation and corneal decompensation after implantation of Verisyse/Artisan phakic intraocular lens[J]. Clin Ophthalmol, 2014, 8: 711 - 776
- 14 Bárbara Martín - Escuer, José F Alfonso, José J Esteve - Taboada, *et al.* Implantation of implantable collamer lenses after radial keratotomy[J]. J Refract Surg, 2017, 33(6): 395 - 398
- 15 Kamiya K, Shimizu K, Kobashi H, *et al.* Three - year follow - up of posterior chamber toric phakic intraocular lens implantation for the correction of high myopic astigmatism in eyes with keratoconus[J]. Bri J Ophthalmol, 2015, 99(2): 177 - 183
- 16 Igarashi A, Shimizu K, Kamiya K. Eight - year follow - up of posterior chamber phakic intraocular lens implantation for moderate to high myopia[J]. Am J Ophthalmol, 2014, 157(3): 532 - 539
- 17 Alfonso JF, Fernández - Vega L, Lisa C, *et al.* Long - term evaluation of the central vault after phakic Collamer lens (ICL) implantation using OCT[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2012, 250(12): 1807 - 1812
- 18 Schmidinger G, Lackner B, Pieh S, *et al.* Long - term changes in posterior chamber phakic intraocular collamer lens vaulting in myopic patients[J]. Ophthalmology, 2010, 117(8): 1506 - 1511
- 19 曾文慧, 王华. 影响有晶状体眼后房型人工晶状体植入术后拱高的相关因素[J]. 国际眼科杂志, 2018, 18(3): 457 - 460
- 20 Sri G, Sheetal B, Archana P. Matched population comparison of visual outcomes and patient satisfaction between 3 modalities for the correction of low to moderate myopic astigmatism[J]. Clinical Ophthalmology, 2017, 11: 1253 - 1263
- 21 Liu XD, Lv JH, Chu RY. Long - term studies on clinical therapeutic efficiency of posterior scleral reinforcement surgery[J]. Zhonghua Yanke Zazhi, 2011, 47: 527 - 530
- 22 高婷婷, 邵启斌, 龙琴. 后巩膜加固术研究新进展[J]. 临床眼科杂志, 2017, 25(4): 381 - 383
- 23 Zhang XF, Qiao LY, Li XX, *et al.* A preliminary study on macular retinal and choroidal thickness and blood flow change after posterior scleral reinforcement by optical coherence tomography angiography[J]. Chinese J Ophthalmol, 2017, 53(1): 39 - 45
- 24 Li XJ, Yang XP, Li QM, *et al.* Posterior scleral reinforcement for the treatment of pathological myopia[J]. Int J Ophthalmol, 2016, 9(4): 580 - 584
- 25 Miao Z, Li L, Meng X, *et al.* Modified posterior scleral reinforcement as a treatment for high myopia in children and its therapeutic effect[J]. Bio Med Res Int, 2019, 2019: 1 - 7
- 26 Qiao LY, Zhang XF, Jan C, *et al.* Macular retinal thickness and flow density change by optical coherence tomography angiography after posterior scleral reinforcement[J]. Sci China Life Sci, 2019, 62: 930 - 936
- 27 郭作锋, 史庆成, 周衍文. 角膜屈光术后人工晶状体度数计算的临床观察[J]. 国际眼科杂志, 2016, 16(2): 339 - 342
- 28 冯蕊, 蒋林志, 曾静. SMILE 手术来源的角膜基质透镜的临床研究进展[J]. 国际眼科杂志, 2019, 19(8): 1334 - 1337

(收稿日期: 2019 - 11 - 01)

(修回日期: 2019 - 11 - 12)