

三类多焦点人工晶状体及其临床应用

汤坚岑¹, 蔡季平¹, 张 忆²

作者单位:¹(200003)中国上海市,第二军医大学第二附属医院(上海长征医院)眼科;²(200135)中国上海市浦东新区公利医院眼科

作者简介:汤坚岑,临床型在职硕士研究生,目前工作于上海市浦东新区公利医院,研究方向:白内障、眼底病。

通讯作者:蔡季平,主任医师,副主任,研究方向:眼底病、白内障。netpard@163.com

收稿日期:2012-01-19 修回日期:2012-04-17

Clinical application of three types of multifocal intraocular lens

Jian-Cen Tang¹, Ji-Ping Cai¹, Yi Zhang²

¹Department of Ophthalmology, the Second Affiliated Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200003, China;

²Department of Ophthalmology, Pudong New Area Gongli Hospital, Shanghai 200135, China

Correspondence to: Ji-Ping Cai. Department of Ophthalmology, the Second Affiliated Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200003, China. netpard@163.com

Received:2012-01-19 Accepted:2012-04-17

Abstract

• As the visual quality requirements of the cataract surgery increase, the application of multifocal intraocular lens has been a hot research subject recently. So far, the multifocal intraocular lens has been divided into refractive multifocal intraocular lens, diffractive multifocal intraocular lens and hybrid multifocal intraocular lens. This article summarizes the progress of clinical application of three types of multifocal intraocular lens and their design principles.

• **KEYWORDS:** cataract extraction; intraocular lens; monofocal; multifocal

Tang JC, Cai JP, Zhang Y. Clinical application of three types of multifocal intraocular lens. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2012; 12(6):1085-1087

摘要

随着人们对白内障术后视觉质量要求的提高,多焦点人工晶状体的应用已成为近年来的研究热点。目前多焦点人工晶状体主要分为折射型、衍射型和折射衍射混合型3类。本文拟就此三类多焦点人工晶状体的设计原理及其临床应用现状等作一综述。

关键词: 白内障摘除术;人工晶状体;单焦点;多焦点

DOI:10.3969/j.issn.1672-5123.2012.06.22

汤坚岑,蔡季平,张忆.三类多焦点人工晶状体及其临床应用.国际眼科杂志 2012;12(6):1085-1087

0 引言

近年来,白内障手术已由单纯复明手术转变为追求完美视觉质量的屈光手术。白内障患者无论从生活便捷还是从美容等因素出发,术后都希望彻底摆脱眼镜。单焦点人工晶状体(sonofocal intraocular lens, SIOL)虽然能提供良好远视力,但由于缺乏拟调节力,术后患者需依赖戴眼镜满足不同工作距离的需求,从而给生活和工作带来诸多不便。有人提出“单眼视”技术,即对于双眼白内障患者一眼植入视近的 SIOL,一眼植入视远的 SIOL^[1],然而由于这种方法预测困难及“单眼视”缺乏立体感,并不是所有患者都能够适用此方法^[2]。多焦点人工晶状体(multifocal intraocular lens, MIOL)随之出现,由于其独特光学设计结构,既可以视远,又可以视近,明显降低了白内障患者术后的戴镜率。近年来,国内 MIOL 的应用已经成为热点。本文拟就其设计原理、分类及各种类型的临床应用现状等作一综述。

1 多焦点人工晶状体的分类及特点

多焦点人工晶状体的共同特点是光学区由不同屈光度的同心区带组成,以提供看远和视近时的聚焦^[3],根据同时知觉原理,当远近光线聚焦于视网膜上的屈光力之差达 3.0D 以上时,则大脑皮质进行选择性抑制,选择清晰的物像。根据光学成像原理主要分为 3 大类:折射型、衍射型和折射衍射混合型。

1.1 折射型多焦点人工晶状体 折射型多焦点人工晶状体(refractive multifocal intraocular lens, RMIOL)的结构及设计原理:光学部前表面由 2~5 个屈光力不同的环形光学区域构成,后表面为光滑球面,光学面的不同区域有不同的屈光力,根据光的折射原理,使光线经折射后形成广泛的由远到近的焦点范围。近焦点屈光力的大小由附加度数决定。代表品牌有:美国 AMO 公司的 Array 系列、ReZoom 系列,英国 Rayner 公司生产的 M-flex 系列、M-flexT 系列和法国 IOLTECH 公司的 MF4 型人工晶状体。

1.2 衍射型多焦点人工晶状体 衍射型多焦点人工晶状体(diffractive multifocal intraocular lens, DMIOL)的结构及设计原理:根据 Huygens-Fresnel 衍射原理设计,光学部前表面为光滑球面,后表面排列有 20~30 个同心圆性质的显微坡环,环间距约为 0.06~0.25mm,这些坡环具有衍射能力,使进入眼内的光学同时形成 2 个能量、强度相等或不等的焦点,即分成远、近两个焦点,近屈光力大小由坡环本身的高度及坡环间距离的大小所决定。代表品牌有:美国 3M 公司的 834LE/815LE 型和美国 AMO 公司的 811E 型 DMIOL,美国 AMO 公司的 Tecnis 非球面多焦点人工晶状体。

1.3 折射加衍射型多焦点人工晶状体 折射加衍射型多

焦点人工晶状体(hybrid multifocal intraocular, lens)的结构及设计原理:同时利用 Huygens—Fresnel 衍射原理和折射原理。晶状体光学部中间设计为衍射型,周边为折射型。代表品牌有:美国 Alcon 公司的 ReSTOR SA60D3 型和 IQ ReSTOR 系列人工晶状体,其中 IQ ReSTOR 系列光学部采用非球面设计,SN6AD1 型附加+3.00D,SN6AD3 型附加+4.00D^[4]。

2 临床应用

2.1 全程视力及阅读能力

2.1.1 远视力 大量的临床研究表明^[5-12],此3种类型的 MIOL 无论在裸眼视力(uncorrected distance visual acuity, UCDVA)、最佳矫正远视力(best corrected distance visual acuity, BCDVA)与 SIOL 植入者无明显差异,表现一样良好。Bautista 等对 137 例患者 250 眼植入 Tecnis 的患者的一项前瞻性研究显示^[13],平均 UCDVA,BCDVA 分别是 0.144±0.101 和 0.09±0.03 logMAR,77.6% 和 98.4% 眼达到 20/30。折射型和折射加衍射型 MIOL 也有相同的良好表现,各种类型的 MIOL 间 UCDVA 和 BCDVA 无明显差异^[7-9,14,15]。Maxwell 等^[16]的研究显示,ReSTOR+3D/+4D 两种附加的 MIOL 之间在 UCDVA 和 BCDVA 上也有相同的良好表现。

2.1.2 近视力 MIOL 相对于 SIOL,由于其特殊的设计,能提供更好的近视力。大量研究表明^[5-12,17],此3种类型的 MIOL 无论裸眼近视力(uncorrected near visual acuity, UCNVA)以及远视力矫正下的近视力(distance corrected near visual acuity, DCNVA)下明显优于 SIOL 植入者。然而各种不同的 MIOL 在近视力表现上,则有不同结论。Hütz 等^[1]对 ReSTOR, Tecnis, Array 等 3 种 MIOL 术后的近视力(UCNVA, DCNVA)进行比较,发现在低亮度条件下, Tecnis 的近视力优于 ReSTOR 和 Array,而 ReSTOR 与 Array 之间没有差异;但是在高照明度条件下, Tecnis 近视力优于 ReSTOR,而 ReSTOR 优于 Array。而季樱红等^[14]的焦深曲线结果提示 ReSTOR+4D 的 25cm 和 28cm 近视力优于 Tecnis。Renieri 等^[15]分别对 18 眼患者植入 ReSTOR 和 Array 观察的结果显示 ReSTOR 植入者的裸眼近视力及远视矫正下的近视力明显优于 Array 植入者。近视力更大程度上取决于 MIOL 近附加的设计。比如 Array RMIOL,眼镜平面的近附加约为 2.30D,附加度数偏低而且分配至近焦点的光能量偏低,造成近视力偏低,适当提高环境亮度可以在一定程度上改善近视力。ReSTOR SN6AD3 型, Tecnis MT 近附加屈光力为+4D,相当于眼镜水平的+3.2D,有效的提高了近视力。衍射型近视力较好的原因还可能因衍射型约 41% 的光线看近,而折射型的只有约 37% 的光线看近,同时受瞳孔直径的影响,当视近处物体时,瞳孔因调节而变小,折射型是以第二个区带视远的,瞳孔直径变小必然会影响到其近视力。

2.1.3 中距离视力 中距离视力越来越受到人们的关注,MIOL 在此方面的表现明显优于 SIOL^[1,9,10,12,18]。Chiam 等^[19]的研究显示 ReZoom 的中距离视力优于 ReSTOR+4D,认为 RMIOL 的中间距离视力优于 DMIOL,因折射型 SA40N 有 17% 的光线看中间距离,而衍射型则只能形成远近两个焦点。所以折射型更有利于患者中距离工作,如用电脑、走楼梯、外出购物等日常活动。汤坚岑等^[10]的研究报告显示 ReSTOR+3D 在中间距离(40~70cm)没有出现显著下降点,裸眼和最佳远距矫正视

力下的近视力在 25, 30, 33cm 和中间视力 40, 50, 60, 70cm 处统计学显示比 SIOL 有更好的视力表现。相比 Alfonso 等^[20]的报道 ReSTOR+4D 离焦曲线在中距离上出现明显的下降不同, ReSTOR+3D 在中距离上表现较好。季樱红等^[14]的焦深曲线结果提示 Tecnis 的 50cm 中间距离视力优于 ReSTOR+4D, Cillino 等^[9]的结果也显示, DMIOL 能提供更好的中间距离视力。

2.1.4 阅读表现 此 3 种类型的 MIOL 无论在阅读视力还是阅读速度都明显优于 SIOL 植入者。Hütz 等^[1]测试了分别植入 Tecnis, Array, ReSTOR+4D 的患者在 40, 60, 80cm 在暗环境(6cd/m²)、明环境(100cd/m²)下的阅读速度,研究结果显示, Tecnis 的阅读速度明显快于其他两组。Hütz 等^[18]在后续的研究中再次得出 Tecnis 与其他 MIOL 相比,在暗光下中间视力和阅读速度上有着明显优势的结论。季樱红等^[14]研究也提示,暗光下 Tecnis 的阅读视力和阅读速度都优于 ReSTOR+4D($z=-2.579, P=0.009; z=-5.244, P=0.000$)。

2.2 对比敏感度 很多文献报道 MIOL 的对比敏感度(contrast sensitivity, CS)低于 SIOL^[21],考虑这是因为 MIOL 由于光线可被分散至不同焦点,由于多个焦点,视网膜上形成多个影像,从而降低视网膜影像对比度,导致 CS 在高空间频段下降。Montés-Micó 等^[21]对折射衍射混合型 MIOL 的研究示在暗环境下 CS 相对 SIOL 有所降低。Martinez 等^[22]对 DMIOL 的 Tecnis 和 Rezoom 的研究中也得出相同结论。Montés-Micó 等^[23]对植入折射型 Array 多焦点 IOL 患者的 CS 进行研究分析后发现,术后 3mo 的 CS 明显低于普通 IOL 组,但 6mo 及更长的随访中,CS 有明显的改善,与对照组无明显差异。而 Hayashi 等^[12]对 32 例双眼植入 ReSTOR +3D 3mo 的患者与 SIOL 对比,二组间的 CS 无显著差异。Carlose 等比较术后 3mo ReSTOR 和 SA60AT 对比敏感度,单眼测量时 ReSTOR 低于 SA60AT($P<0.001$),但双眼检测时两者无统计学差异,而且 ReSTOR 组 CS 随着时间的延长有显著性提高^[24]。这可能与 MIOL 的适应需要 3mo 乃至更长有关。

2.3 立体视觉 立体视觉是人的重要视功能,能感知外在物体的三维空间关系,准确判断周围物体的大小、位置、方向和距离。它与视力、双眼视力差异和调节力等相关。对于白内障患者,行双眼手术更有利于术后立体视觉的恢复^[25]。梁皓等^[26]对双眼植入 ARRAY RMIOL 的研究显示非矫正近视力下近立体视锐度,68.75% 双眼植入 MIOL 者 $\leq 60s$,而双眼植入 SIOL 者则无 $\leq 60s$,两组间差异极具显著性($\chi^2=25.294, P<0.001$);矫正近视力下近立体视锐度,93.75% 的双眼植入 MIOI 者 $\leq 60s$,相比双眼植入 SIOL 者的 46.15% 差异极具显著性($\chi^2=9.650, P=0.008<0.01$);非矫正远视力下及矫正远视力下远立体视锐度,双眼植入 MIOL 组与双眼植入 SIOL 组间差异均无显著性。对其他类型的 MIOL 的研究也得出相类似的结果^[7,10]。这主要取决于双眼植入 MIOL 较植入 SIOL 有更好的 DCNVA,王利华等^[27]的研究显示双眼视力对称性下降且 ≤ 0.4 时,对立体视影响明显。

2.4 视觉感光干扰现象 MIOL 由于光学部的特殊设计将进入眼内的光能分配给了多个焦点,同时也产生了光学副效应,植入后患者主要抱怨出现夜间视力下降、尤其是光晕、眩光等视觉干扰现象的比例较高^[28]。Cillino 等^[9]发现 DMIOL(Tecnis)视觉症状的发生率为 12.5%,

低于 RMIOL(Rezooom)的 33.3%,但两者无统计学差异。Solomon 等^[29]发现 RMIOL(Rezooom)与 ReSTOR 的视觉症状的发生率为 20%~25%,两者无统计学差异。

3 趋势与展望

MIOL 的临床应用明显改善了患者术后的生活质量。但是不同类型的 MIOL 有不同的特性与局限性。随着材料及设计的不断发展,会涌现出更适合人体正常生理水平的 IOL,虽已有可调节式人工晶状体问世,但其功能仍不完善,由于其调节范围有限及远期有下降趋势,使其目前仍无法成为临床应用的主流,MIOL 仍是近年来的研究热点。不同类型的 MIOL 间,有些 MIOL 有更为好的近视力表现,有些 MIOL 的中距离视力表现更为突出。国内外有学者根据各种类型的 MIOL 不同的优势和缺点,提出了"Custom Match"的个性化搭配模式,通过双眼植入不同类型的 MIOL,"取长补短",最大程度的利用双眼总和的优势来提高患者的视觉质量。陈伟蓉等^[30]的初步结果显示,此种植入方式既可以使患者在一定程度上获得良好的远、中、近全程视力,减少对眼镜的依赖,又可以最大限度的减少光晕和眩光等异常光学症状,从而有效地提高了患者术后的生活质量。因此,研发更加接近生理状态的 IOL,探求个性化植入设计方案,是今后努力的目标。

参考文献

- Hütz WW, Eckhardt HB, Röhrig B, et al. Reading ability with 3 multifocal intraocular lens models. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:2015-2021
- Greenbaum S. Monovision pseudophakia. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1439-1443
- Artigas JM, Menezo JL, Peris C, et al. Image quality with multifocal intraocular lenses and the effect of pupil size; comparison of refractive and hybrid refractive-diffractive designs. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(12):2111-2117
- 郭元懿,孔珺,张劲松,等.多焦点人工晶状体的发展和临床应用. *中国实用眼科杂志* 2010;28(7):694-698
- Sedgewick JH, Orilhe R. Array multifocal intraocular lens in a charity hospital training program; a resident's experience. *J Cataract Refract Surg* 2002;28(7):1205-1210
- Fernández-Vega L, Alfonso JF, Rodríguez PP, et al. Clear lens extraction with multifocal apodized diffractive intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 2007;114(8):1491-1498
- 叶盼盼,姚克,李霞,等.双眼植入 Tecnis 多焦点和单焦点球面人工晶状体的临床比较研究. *中华眼科杂志* 2010;46(7):625-630
- 王文莹,王军,张晶,等.多焦点与单焦点非球面人工晶状体植入后视觉质量的临床观察. *中华眼科杂志* 2010;46(8):686-690
- Cillino S, Casuccio A, Di Pace F, et al. One-year outcomes with new generation multifocal intraocular lens. *Ophthalmology* 2008;115(9):1508-1516
- 汤坚岑,蔡季平,张忆,等.双眼植入多焦和单焦人工晶状体后全程视力及立体视的比较研究. *中国实用眼科杂志* 2011;29(7):647-677
- Stanislaw GC, Lukasz BE. A comparative clinical study of the visual results between three types of multifocal lenses. *Graefes Arch Clin*

Exp Ophthalmol 2010;248(1):133-140

- Hayashi K, Manabe S, Hayashi H. Visual acuity from far to near and contrast sensitivity in eyes with a diffractive multifocal intraocular lens with a low addition power. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(12):2070-2076
- Palomino BC, Carmona GD, Castillo GA, et al. Evolution of visual performance in 250 eyes implanted with the Tecnis ZM900 multifocal IOL. *Eur J Ophthalmol* 2009;19(5):762-768
- 季樱红,卢奕,汪琳,等.两种常用衍射型多焦点人工晶状体的视觉评估. *中华眼科杂志* 2010;46(8):679-685
- Renieri G, Kurz S, Schneider A, et al. ReSTOR diffractive versus Array 2 zonal-progressive multifocal intraocular lens; a contralateral comparison. *Eur J Ophthalmol* 2007;17(5):720-728
- Maxwell WA, Cionni RJ, Lehmann RJ, et al. Functional outcomes after bilateral implantation of apodized diffractive aspheric acrylic intraocular lenses with a +3.0 or +4.0 diopter addition power randomized multicenter clinical study. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(12):2054-2061
- 赵云娥,童女侠. ReSTOR 多焦点人工晶状体植入术后早期远、中、近视力的测量. *中华眼科杂志* 2008;44(1):33-37
- Hütz WW, Eckhardt HB, Rshrig B, et al. Intermediate vision and reading speed with Array, Tecnis and Restor intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2008;24(3):251-256
- Chiam PJ, Chan JH, Haider SI, et al. Functional vision with bilateral ReZoom and ReSTOR intraocular lenses 6 months after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(12):2057-2061
- Alfonso JF, Fernández-Vega L, Puchades C, et al. Intermediate visual function with different multifocal intraocular lens models. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(5):733-739
- Montés-Micó R, España E, Bueno I, et al. Visual performance with multifocal intraocular lenses; mesopic contrast sensitivity under distance and near conditions. *Ophthalmology* 2004;111(1):85-96
- Martinez PA, Gomez FP, Espana AA, et al. Visual function with bilateral implantation of monofocal and multifocal intraocular lenses; a prospective, randomized, controlled clinical trial. *J Cataract Refract Surg* 2008;24(3):257-264
- Montés-Micó R, Alió JL. Distance and near contrast sensitivity function after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2003;29(4):703-711
- Souza CE, Muccioli C, Soriano ES, et al. Visual performance of acrySof reSTOR apodized diffractive IOL: a prospective comparative trial. *Am J Ophthalmol* 2006;141(5):827-832
- Rosen ES. Binocular vision? *J Cataract Refract Surg* 2001;27(10):1553-1559
- 梁皓,谭少健,李伟均,等.双眼多焦点人工晶状体眼的远期立体视觉研究. *中国实用眼科杂志* 2006;24(2):174-178
- 王利华,龚鹏基.视锐度降低对立体视锐度的影响. *中华眼科杂志* 1990;26(2):76-79
- 杨磊,钟元元,周和政,等. AcrySOF ReSTOR 多焦点人工晶状体的临床应用. *国际眼科杂志* 2007;7(4):1142-1143
- Solomon R, Donnenfeld ED. Refractive intraocular lenses multifocal and phakic IOLs. *Int Ophthalmol Clin* 2006;46(3):123-143
- 陈伟蓉,孟倩丽,杨文辉,等.个性化多焦点人工晶状体植入术的初步临床研究. *中华眼科杂志* 2009;5(11):1004-1009