

屈光手术在小儿眼科的应用

蒋晶晶 综述 吴倩 审校

100045 首都医科大学附属北京儿童医院眼科

通信作者:吴倩, Email: wuqian526@126.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2016.11.016

【摘要】 屈光不正是弱视发病的重要病因。儿童弱视的传统治疗方法是戴镜和遮盖,对于一些特殊儿童群体,如严重屈光参差无法耐受角膜接触镜患儿、神经行为异常疾病患儿、面部发育异常患儿,戴镜和遮盖治疗效果差,且患儿无法配合传统的戴镜及遮盖。近年来,屈光手术历经数次设备及手术技术的变革,已逐渐成为很多患者熟知的眼科手术。1995年 Singh 首次将准分子激光角膜切削术(PRK)应用于小儿眼科之后,一些学者陆续开始在此领域进行了探索式临床应用。根据解剖部位不同,屈光手术分为角膜屈光手术和晶状体屈光手术。本文就小儿眼科中不同屈光手术术式治疗儿童重度近视性屈光参差、重度远视性屈光参差及双眼近视进行综述,讨论适应证的选择及术后并发症,对手术进行展望,未来随着麻醉技术、手术材料及设备的革新发展,儿童屈光手术将更安全,预测性更好。

【关键词】 屈光手术; 小儿眼科; 弱视; 屈光参差

Pediatric refractive surgery Jiang Jingjing, Wu Qian

Department of Ophthalmology, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, Beijing 100045, China

Corresponding author: Wu Qian, Email: wuqian526@126.com

【Abstract】 Refractive error is an important cause of amblyopia. The traditional treatments of amblyopia in children are wearing glasses and occlusion. Children who suffered from some specific diseases, such as severe anisometropia, neurobehavioral disorders and facial dysplasia, can not tolerate traditional treatments. In recent years, refractive surgery has become a common and well-accepted therapy after experiencing several equipment and technique revolution. In 1995, photorefractive keratectomy (PRK) was firstly applied in children. From then on, some researchers have begun to carry out clinical applications in this field. According to the different anatomical locations, refractive surgery is divided into corneal refractive surgery and lens refractive surgery. In this paper, we focus on the refractive surgery in treatment of severe myopia anisometropia, hyperopic anisometropia, and myopia and review the various techniques, adaptations, risks, benefits and the outlook for the future. With the development of surgical techniques, pediatric refractive surgery will be more safe, and it provide better predictability in the future.

【Key words】 Refractive surgery; Pediatrics; Amblyopia; Anisometropia

1948年出现的板层角膜屈光手术,通过改变角膜基质层厚度来改变屈光力^[1]。此后,屈光手术历经变革,逐渐成为广大患者所熟知的眼科手术。1995年 Singh^[2]首次将准分子激光角膜切削术(photorefractive keratectomy, PRK)应用于小儿眼科。屈光手术分为角膜屈光手术和晶状体屈光手术。本文就小儿眼科中不同屈光手术术式、适应证的选择进行综述。

1 儿童屈光手术的应用范围

屈光不正是引起弱视的主要因素之一,戴镜和遮盖仍是儿童弱视的传统治疗方法,但对于以下特殊儿童群体,传统的戴镜及遮盖疗效甚微:(1)患儿严重屈光参差,双眼物象大小不等,对于戴镜依从性差,而角膜接触镜存在佩戴复杂、角膜感

染、镜片偏位等风险,无法耐受角膜接触镜的矫治;(2)患儿有神经行为异常疾病无法配合戴镜及遮盖治疗;(3)患儿面部发育异常或先天性小耳畸形,无法佩戴眼镜。以上患儿如果未及时进行屈光矫正,随着年龄的增长,弱视将很难得到有效治疗。对于这些特殊的群体,屈光手术成为替代框架眼镜和角膜接触镜的补充治疗手段^[3]。但儿童处于发育阶段,屈光状态不稳定、术前检查配合度欠佳、术中需要全身麻醉、术后护理难度大等因素导致屈光手术在小儿眼科的应用一直备受争议。

2 角膜屈光手术在小儿眼科的应用

目前报道应用于儿童的角膜屈光手术有 PRK、准分子激光角膜原位磨镶术(laser in-situ keratomileusis, LASIK)和准分子

激光上皮下角膜磨镶术 (laser epithelial keratomileusis, LASEK)。角膜屈光手术在小儿眼科的应用有以下几个方面:

2.1 角膜屈光手术治疗重度近视性屈光参差

屈光参差是导致弱视常见的原因之一。对于屈光参差超过 6 D 的重度近视性屈光参差,传统疗法仅能使 25% 的患儿的最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA) 达到 0.5 以上。对于戴镜依从性差的患儿,传统治疗成功率会进一步下降。使用屈光手术来矫正屈光参差成为新的治疗手段。Daoud 等^[4]对已发表的屈光手术应用于近视性屈光参差的 27 篇文献进行统计,共 298 例 16 组患儿,术式包括 LASIK、LASEK 及 PRK。年龄 0.8~19 岁,等效球镜度为 -6.0~-14.9 D,随访 12~36 个月,术前 BCVA 为 0.05~0.6,术后 BCVA 有不同程度提

高,为 0.2~0.8;经过角膜屈光手术的治疗,64% 患儿双眼视功能及立体视改善,平均每年近视屈光回退约 1 D,其中 1 组病例研究将角膜屈光手术组联合遮盖与角膜接触镜组联合遮盖进行对照,发现屈光手术组较角膜接触镜组获得更好疗效。极少数患儿出现严重角膜 haze,甚至角膜瓣移位。此外,尚无其他严重并发症出现。Ali6 等^[5]研究发现选择表层切削术式患儿较 LASIK 术后患儿获得更佳视力,但更易出现角膜 haze。目前,对于小部分传统治疗效果不佳的近视性屈光参差患儿,进行角膜屈光手术能获得较好的术后视力,但存在屈光回退、角膜 haze 等问题,本文将近 10 年 LASIK、LASEK 及 PRK 不同病例组术前及术后数据进行分析(表 1)^[4-6]。

表 1 角膜屈光手术治疗近视性屈光参差

作者	术式	发表时间	年龄 (岁)	例数	术前等效球镜 (D)	术后等效球镜 (D)	术前 BCVA	术后 BCVA	随访时间 (个月)	角膜 haze	并发症
Autrata	PRK/LASEK	2004 年	4~7	27	-8.3	-1.6	0.2	0.8	24	3 例 1 级	无
Astle	LASEK	2004 年	1~17	13	-8.0	-1.2	0.25	0.4	12	0.5 级	无
O'Keefe	LASIK	2004 年	2~12	6	-10.2	-3.0	0.15	0.3	24	无	无
Tychsen	PRK/LASIK	2005 年	4~16	35	-11.5	-3.0	0.2	0.4	29	3 例 0.5 级	无
Paysse	PRK	2006 年	2~11	11	-13.8	-3.6	0.06	0.15	31	0.5 级	无
Yin	LASIK	2007 年	6~14	32	-10.1	-2.2	0.4	0.6	36	0.5 级	无
Astle	LASEK	2007 年	0.8~14	31	-10.1	-2.2	未报道	未报道	12	未报道	未报道
Ghanem	LASIK	2010 年	4~9	18	-7.75	-0.50	0.47	0.72	24	无	无

注:PRK:准分子激光角膜切削术;LASEK:准分子激光上皮下角膜磨镶术;LASIK:准分子激光角膜原位磨镶术;BCVA:最佳矫正视力

2.2 角膜屈光手术治疗重度远视性屈光参差

远视性屈光参差较近视性屈光参差、散光性屈光参差更易导致弱视,文献中关于角膜屈光手术治疗远视性屈光参差的报道较少。Yin 等^[7]对 42 例 6~14 岁远视性屈光参差患儿行 LASIK,术前等效球镜屈光度为 +3.50~+7.75 D,术后为 (+0.56±0.75) D,BCVA 由术前的 0.2 提高至 0.5,术前 19.1% 患儿有立体视,术后 36 个月 46.7% 患儿有立体视,术后联合规范弱视治疗,有助于视功能进一步改善。Utine 等^[8]对 32 例 4~15 岁远视性屈光参差患儿行 LASIK,术后随访 12~60 个月,术前等效球镜度为 (+5.17±1.65) D,术后为 (+1.39±1.21) D,裸眼视力由术前的 0.01~0.50 提高至术后的 0.05~0.80,BCVA 由术前的 0.01~0.80 提高至术后的 0.10~1.00,其中 6 眼视力提高 ≥4 行,4 眼视力提高 2~3 行,12 眼视力提高 1 行,9 眼视力无变化,仅 1 眼术后出现 haze 导致视力降低 1 行,无眩光发生。Astle 等^[9]对 47 例患儿行 LASEK,术前等效球镜屈光度为 0.00~+12.50 D,术后为 -1.25~+2.00 D。随访 1 年后 41.7% 患儿 BCVA 提高,32 例患儿术后能获得立体视,无患儿出现角膜 haze。

2.3 角膜屈光手术治疗双眼近视

高度近视常可导致低视力,造成患儿视觉注意力下降,由于低视力影响患儿与外界互动,影响身心发育,部分患儿佩戴框架眼镜及角膜接触镜依从性差,易导致弱视出现。2002 年 Astle 等^[10]首次报道对双眼高度近视患儿行 PRK,10 例患儿年龄 1~6 岁,平均等效球镜度为 -10.7 D,术后 1 年平均等效球镜度为 -1.4 D,2/3 患儿双眼视功能得到改善,但 40% 患儿出

现轻度至中度角膜 haze。2006 年 Astle 等^[11]对 5 例患儿行 LASEK,其中 1 例 7 岁高度近视患儿术前等效球镜度为 -7.5 D,术后 1 年等效球镜度为 -3.3 D,但患儿视功能得到显著改善,认为在视皮层重塑的视觉敏感期,即使合并眼部病理性改变,对弱视患儿行屈光手术也能显著改善其视功能。屈光回退是儿童近视屈光手术常见的并发症。50% 患儿平均每年回退 1.0~1.7 D,推测可能与儿童随年龄发育,眼轴不断增长有关。角膜 haze 是另一个常见并发症,儿童角膜屈光术后在 Bowman 层可观察到更强的愈合反应,在成年人的研究中显示术中使用丝裂霉素 C 能减轻术后角膜 haze 的形成,但儿童角膜是否能使用丝裂霉素 C 尚无定论^[4,12]。接受 LASIK 治疗患儿术后生存时间达 70~80 年,因此角膜形态的稳定性需要慎重考虑,预留多少厚度的角膜基质床是安全的尚需论证。Nassaralla 等^[13]发现 9 例曾接受过 LASIK 治疗的 8~15 岁患儿,角膜基质层平均厚度仅为 250 μm,部分患儿存在角膜扩张风险。

2.4 角膜屈光手术在斜视治疗中的应用

Phillips 等^[14]对 15 例平均年龄 13.9 岁调节性内斜视患儿行 LASIK,术前平均远视屈光度球镜为 +5.35 D,术后未出现并发症,半数患儿内斜视得到矫正,半数患儿术后 15.7 个月后再次行斜视矫正术矫正剩余斜度。Saeed 等^[15]对 10 例调节性内斜视患儿行 LASIK 后发现眼位全部转为正位,随访 9 个月未发现有患儿需二次矫正。由于随访时间短,眼位的稳定性还有待进一步观察。由于角膜屈光手术在伴有斜视屈光不正患儿中应用报道甚少,因此,对于斜视的治疗是否有效还需进一步论证。

3 晶状体屈光手术在小儿眼科的应用

对于近视超过-12 D 的患儿,由于角膜厚度的限制及角膜扩张的风险,无法进行角膜手术,且近视度数越高,发生角膜 haze 及屈光回退的风险越高。因此,在小儿眼科逐渐引入了晶状体屈光手术。

3.1 透明晶状体摘出联合人工晶状体植入术

成年人行透明晶状体摘出联合人工晶状体植入可获得稳定的屈光度,术后产生的近视回退可以通过角膜手术去除,缺点是术后可能发生眼内炎、调节丧失、晶状体后囊膜混浊、视网膜脱离等。若行透明晶状体摘出,由于屈光度不稳定,术后葡萄膜反应重,还有发生继发性青光眼的可能。因此,极少关于儿童透明晶状体摘出的研究。Tychsen 等^[16]为 13 例 1~18 岁神经行为异常的高度近视患儿行透明晶状体摘出联合人工晶状体植入术,术前 26 眼等效球镜度为-14.3~-26.0 D,BCVA 均值为 0.25,平均随访 4.5 年,81% 患儿术后屈光度出现±2 D 的偏差,BCVA 平均为 0.5,85% 患儿神经行为获得改善,平均每年近视回退约 0.13 D,1 眼人工晶状体移位,1 眼视网膜脱离,12 眼后囊膜混浊行 YAG 激光后囊膜切开术。

在成年人白内障手术中植入多焦人工晶状体的技术已经

成熟,患者在术后同时拥有远近视力,Wilson 等^[17]探讨此类晶状体是否可应用于儿童。Ram 等^[18]对≥5 岁白内障术后眼内植入多焦人工晶状体的患儿进行研究,与植入单焦人工晶状体患儿相比,经过 1 年随访,2 个组患儿术后远视力均提高,其中 71.4% 植入多焦人工晶状体的患儿获得较好的近视力,在植入多焦人工晶状体的 14 眼中尚无并发症出现。有学者质疑在处于发育状态的儿童眼中植入多焦晶状体是否合适,儿童晶状体囊袋在术后易出现纤维化及后发性白内障,有可能影响多焦人工晶状体的位置,影响视觉功能的恢复,因此多焦人工晶状体在小儿眼科中的应用前景仍不明朗^[19]。

3.2 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通过增加或减少晶状体屈光力来矫正屈光不正。2004 年有晶状体眼人工晶状体植入术获得认证,其应用仅限于成年近视患者,人工晶状体植入前房或后房,保留自身透明晶状体。有晶状体眼人工晶状体具有良好的可预测性,植入物能取出,保留自然晶状体调节,适用于屈光调节力强的儿童。目前在市面上应用的有晶状体眼人工晶状体主要分为前房型人工晶状体,包括虹膜夹持型和房角支撑型,和后房型人工晶状体。将近 10 年有晶状体眼人工晶状体植入术不同病例组术前及术后数据列表见表 2^[20-21]。

表 2 有晶状体眼人工晶状体植入手术在小儿眼科的应用

作者	人工晶状体	发表时间	年龄(岁)	例数	术眼数	术前等效球镜度(D)	术后等效球镜度(D)	术前 BCVA	术后 BCVA	随访时间(个月)	并发症
Assil	Artisan	2007 年	3	1	1	-17.5	-1.5	0.02	0.67	48	无
Tychsen	Artisan	2008 年	4~17	12	20	-15.2/+10.5	-2~+2	0.01	0.35	9.1	内皮细胞丢失
Pirouzian	Artisan	2010 年	5~11	7	7	-14.28	-1.1	0.05	0.5	36	无
Althomali	ICL	2013 年	5~15	6	6	-10.21	-0.42	0.1	0.33	23	无

注: Artisan:虹膜夹持型人工晶状体;ICL:有晶状体眼;BCVA:最佳矫正视力

3.2.1 虹膜夹持型人工晶状体 目前临床常用的虹膜夹持型晶状体(Artisan)主要材料是聚甲基丙烯酸酯,中央光学区直径有 5 mm 和 6 mm 2 种,晶状体总长度为 8.5 mm。Artisan 晶状体矫正的屈光度范围为近视-3.0~-23.5 D,远视+1.0~+12.0 D,但是该晶状体对前房深度要求较高,需大于 3.2 mm,所有植入这种晶状体患者需行虹膜周边切除术,避免术后发生瞳孔阻滞。

Chipont 等^[22]最早将 Artisan 晶状体应用于小儿眼科,1 例 8 岁屈光参差性弱视患儿植入晶状体术后 6 个月患眼视力提高至 0.8,随访 18 个月无变化,且无并发症出现。随后 Saxena 等^[23]为 1 例 4 岁高度近视性屈光参差患儿植入 Artisan 晶状体,术后视力达 1.0,但该患儿 3 年后角膜内皮细胞丢失率为 11.9%。Tychsen 等^[24]进行了一个相对较大样本的临床研究,共纳入 12 例患儿,年龄为 4~17 岁,平均 10.1 岁,其中 18 眼为高度近视(-10.00~-22.75 D),2 眼为高度远视(+10.25~+10.75 D),平均随访 9.1 个月(3~15 个月),术后 6 个月检测角膜内皮细胞计数丢失率为 2%,73% 屈光不正患儿及 58% 屈光参差患儿视功能得到改善。

在成年人眼内植入 Artisan 晶状体病例相对较多,并发症包括继发性青光眼、角膜内皮细胞丢失、外伤性虹膜离断、继发

性白内障、葡萄膜炎、虹膜色素脱失、睫状体离断、人工晶状体移位、眼内炎及眼前节毒性综合征。目前在儿童眼内植入 Artisan 晶状体,术后视力恢复尚可,受例数所限,目前仅见有角膜内皮细胞丢失的并发症报道^[25]。

3.2.2 房角支撑型人工晶状体 市面上流通的房角支撑型人工晶状体为 AcrySof,在成年人高度近视中得到应用,术后屈光度及视力稳定,但随时间延长角膜内皮细胞逐渐丢失^[26],该晶状体尚未见在小儿眼科应用。

3.2.3 后房型人工晶状体 后房型人工晶状体植入切口小、术后角膜内皮丢失量小,是现阶段在有晶状体眼内植入数量最多的人工晶状体。后房型人工晶状体由 STAAR 公司生产,商品名为 Collamer 可植入接触镜,简称 ICL。首次儿童 ICL 植入术由 Lesueur 等^[27]于 1999 年报道,4 例重度屈光参差患儿,年龄 3~16 周岁,术前等效球镜屈光度为-12.8 D,BCVA 由数指/眼前~0.1,平均随访 11.8 个月,术后所有患者生存质量提高,BCVA 提高≥3 行,2 例患儿获得双眼单视功能。此后,BenEzra 等^[28]在 3 例高度近视性屈光参差合并弱视患儿眼中植入 ICL,术前等效球镜屈光度为-6~-16 D,术后 9 个月所有患儿视力均提高并获得双眼单视功能,术后观察到色素脱失于晶状体表面,但未造成视力及眼压的波动,未观察到角膜内皮细胞丢失。

Althomali^[29]报道 Toric ICL 植入治疗 6 例散光性屈光参差患儿,年龄 5~15 岁,术前 6 眼等效球镜屈光度为 -7.5~-19.5 D,术后为 -0.625~+0.125 D,术后 6 眼视力均提高,其中 5 眼视力提高 3 行,1 眼视力提高 8 行,平均随访 23 个月,尚未观察到并发症发生。继发性白内障是 ICL 植入术后主要的并发症,成人植入 ICL 的术后随访中发现继发性白内障的发生率为 5.2%^[30],较前房型人工晶状体高。儿童前房较成人浅,出现继发性白内障的比率可能较成人更高,因此限制了 ICL 在儿童屈光不正中的应用。

4 屈光手术在小儿眼科应用面临的挑战与展望

屈光手术在小儿眼科的应用给传统治疗无效的患儿带来一线希望,但由于缺少多中心、随机对照的前瞻性研究,手术的应用仍然存在争议。儿童手术需要全身麻醉,角膜手术术中无法眼部固视,可能出现切削偏中心;术后活动量大,造成眼外伤可能性较成人高;手术设备缺少针对儿童的程序及软件;生长发育可能造成屈光度不稳定;儿童术后免疫反应较成人重。以上因素都限制了屈光手术在小儿眼科的应用。新技术的应用可为儿童屈光手术的未来带来生机。飞秒激光技术在儿童屈光手术中的应用,可以减少角膜手术制瓣带来的风险;角膜交联术可以治疗术后出现的角膜扩张;随着未来有晶状体眼人工晶状体的开发,人工晶状体材料将更柔软,手术切口更小,对前房干扰更小,角膜内皮细胞的丢失将更少。屈光手术在带来风险的同时,小样本量的研究结果仍让人期待,特别是对于传统治疗无效、依从性差、神经行为学异常、伴弱视及缺少双眼单视功能的患儿,屈光手术不失为很好的选择,但需谨慎选择术式及手术时机。随着麻醉技术、手术材料及设备的革新,未来儿童屈光手术将更安全且可预测性更好^[31]。

参考文献

- Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. The history of LASIK [J]. *J Refract Surg*, 2012, 28(4): 291-298. DOI: 10.3928/1081597X-20120229-01.
- Singh D. Photorefractive keratectomy in pediatric patients [J]. *J Cataract Refract Surg*, 1995, 21(6): 630-632.
- Paysse EA, Tychsen L, Stahl E. Pediatric refractive surgery: corneal and intraocular techniques and beyond [J]. *J AAPOS*, 2012, 16(3): 291-297. DOI: 10.1016/j.jaaos.2012.01.012.
- Daoud YJ, Hutchinson A, Wallace DK, et al. Refractive surgery in children: treatment options, outcomes, and controversies [J]. *Am J Ophthalmol*, 2009, 147(4): 573-582. DOI: 10.1016/j.ajo.2008.12.028.
- Alió JL, Wolter NV, Piñero DP, et al. Pediatric refractive surgery and its role in the treatment of amblyopia: meta-analysis of the peer-reviewed literature [J]. *J Refract Surg*, 2011, 27(5): 364-374. DOI: 10.3928/1081597X-201100831-01.
- Ghanem AA, Moad AI, Nematallah EH, et al. Laser in situ keratomileusis for treated myopic anisometropic amblyopia in children [J]. *Saudi J Ophthalmol*, 2010, 24(1): 3-8. DOI: 10.1016/j.sjopt.2009.12.001.
- Yin ZQ, Wang H, Yu T, et al. Facilitation of amblyopia management by laser in situ keratomileusis in high anisometropic hyperopic and myopic children [J]. *J AAPOS*, 2007, 11(6): 571-576. DOI: 10.1016/j.jaaos.2007.04.014.
- Utine CA, Cakir H, Egemenoğlu A, et al. LASIK in children with hyperopic anisometropic amblyopia [J]. *J Refract Surg*, 2008, 24(5): 464-472.
- Astle WF, Huang PT, Ereifei I, et al. Laser-assisted subepithelial keratectomy for bilateral hyperopia and hyperopic anisometropic amblyopia in children: one-year outcomes [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2010, 36(2): 260-267. DOI: 10.1016/j.jcrs.2009.08.022.
- Astle WF, Huang PT, Ells AL, et al. Photorefractive keratectomy in children [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2002, 28(6): 932-941.
- Astle WF, Papp A, Huang PT, et al. Refractive laser surgery in children with coexisting medical and ocular pathology [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2006, 32(1): 103-108. DOI: 10.1016/j.jcrs.2005.11.028.
- Crawford CM, Frazier TC, Torres MF, et al. Pediatric PRK (photorefractive keratectomy) with mitomycin C (MCC) for persistent anisometropic amblyopia. a case report [J]. *Binocul Vis Strabolog Q Simms Romano*, 2012, 27(4): 233-234.
- Nassaralla BR, Nassaralla JJ Jr. Laser in situ keratomileusis in children 8 to 15 years old [J]. *J Refract Surg*, 2001, 17(5): 519-524.
- Phillips CB, Prager TC, McClellan G, et al. Laser in situ keratomileusis for high hyperopia in awake, autofixating pediatric and adolescent patients with fully or partially accommodative esotropia [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2004, 30(10): 2124-2129. DOI: 10.1016/j.jcrs.2004.05.011.
- Saeed AM, Abdrabbo MA. LASIK as an alternative line to treat noncompliant esotropic children [J]. *Clin Ophthalmol*, 2011, 5: 1795-1801. DOI: 10.2147/OPTH.S26827.
- Tychsen L, Packwood E, Hoekel J, et al. Refractive surgery for high bilateral myopia in children with neurobehavioral disorders: 1. Clear lens extraction and refractive lens exchange [J]. *J AAPOS*, 2006, 10(4): 357-363. DOI: 10.1016/j.jaaos.2006.04.003.
- Wilson ME, Trivedi RH. Choice of intraocular lens for pediatric cataract surgery: survey of AAPOS members [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2007, 33(9): 1666-1668. DOI: 10.1016/j.jcrs.2007.05.016.
- Ram J, Agarwal A, Kumar J, et al. Bilateral implantation of multifocal versus monofocal intraocular lens in children above 5 years of age [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2014, 252(3): 441-447. DOI: 10.1007/s00417-014-2571-0.
- Rychwalski PJ. Multifocal IOL implantation in children: is the future clear? [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2010, 36(12): 2019-2021. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.10.009.
- Moran S, O'Keefe M. The role of phakic intraocular lens implants in treatment of high-refractive errors and amblyopia in children [J]. *Ophthalmol Ther*, 2013, 2(1): 3-9. DOI: 10.1007/s40123-013-0013-4.
- Pirouzian A, Ip KC. Anterior chamber phakic intraocular lens implantation in children to treat severe anisometropic myopia and amblyopia: 3-year clinical results [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2010, 36(9): 1486-1493. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.03.041.
- Chipont EM, García-Hermosa P, Alió JL. Reversal of myopic anisometropic amblyopia with phakic intraocular lens implantation [J]. *J Refract Surg*, 2001, 17(4): 460-462.
- Saxena R, van Minderhout HM, Luyten GP. Anterior chamber iris-fixated phakic intraocular lens for anisometropic amblyopia [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2003, 29(4): 835-838.
- Tychsen L, Hoekel J, Ghasia F, et al. Phakic intraocular lens correction of high ametropia in children with neurobehavioral disorders [J]. *J AAPOS*, 2008, 12(3): 282-289. DOI: 10.1016/j.jaaos.2007.12.001.
- Pirouzian A. Pediatric phakic intraocular lens surgery: review of clinical studies [J]. *Curr Opin Ophthalmol*, 2010, 21(4): 249-254. DOI: 10.1097/ICU.0b013e32833a9a9f.
- Alió JL, Abbouda A, Peña-García P, et al. Follow-up study of more than 15 years of an angle-supported phakic intraocular lens model (ZB5M) for high myopia: outcomes and complications [J]. *JAMA Ophthalmol*, 2013, 131(12): 1541-1546. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2013.5595.
- Lesueur LC, Arne JL. Phakic posterior chamber lens implantation in children with high myopia [J]. *J Cataract Refract Surg*, 1999, 25(12): 1571-1575.
- BenEzra D, Cohen E, Karshai I. Phakic posterior chamber intraocular lens for the correction of anisometropia and treatment of amblyopia [J]. *Am J Ophthalmol*, 2000, 130(3): 292-296.
- Althomali TA. Posterior chamber toric phakic IOL implantation for the management of pediatric anisometropic amblyopia [J]. *J Refract Surg*, 2013, 29(6): 396-400. DOI: 10.3928/1081597X-20130410-01.
- Fernandes P, González-Méjome JM, Madrid-Costa D, et al. Implantable collamer posterior chamber intraocular lenses: a review of potential complications [J]. *J Refract Surg*, 2011, 27(10): 765-776. DOI: 10.3928/1081597X-20110617-01.
- Stahl ED. Pediatric refractive surgery [J]. *Pediatr Clin North Am*, 2014, 61(3): 519-27. DOI: 10.1016/j.pcl.2014.03.008.

(收稿日期: 2016-02-18)

(本文编辑: 尹卫靖 杜娟)