

青光眼视野损害进展评估方法研究进展

李平 综述 张旭 审校

南昌大学附属眼科医院 江西省眼科学与视觉科学研究所 江西省眼科学重点实验室
330006

通信作者:张旭, Email: xuzhang19@163.com

【摘要】 青光眼是一类与进行性视神经损害和视野丢失有关的致盲眼病,严重影响患者的生活质量,对社会造成巨大负担。正确评估青光眼进展对青光眼的诊疗至关重要。视野作为诊断和监测青光眼进展的金标准在临床上已广泛应用。在常规临床青光眼进展评估中,视野进展的检测方法有临床判断、事件分析和趋势分析,这些方法各有优缺点,可以互补使用,但在特异性和敏感性方面还有一些不足。目前,正在开发多项新的算法及结构功能测试,以改进现有的视野进展评估方法,如结合趋势与事件分析、评估疾病晚期状态、减少测试频率、建立新型统计模型等,使临床医生能够快速、准确地发现青光眼患者的进展,并相应地应用于随访。自动视野检查仍然是青光眼长期监测的金标准,其作为青光眼视功能检查的方法在青光眼进展的评估中继续发挥着关键作用。通过各种评估方法互补及改进、建立新型统计模型、考虑空间相关性、利用结构与功能相结合等,可以更好地评估青光眼早期和晚期的变化状态。本文就视野进展评估的局限性、新近改进的一些视野进展评估方法进行综述,以期临床相关工作提供参考。

【关键词】 青光眼; 视野进展; 评估研究

基金项目: 国家自然科学基金项目 (81271425、81260148、81860170); 江西省自然科学基金项目 (20151BBG70243)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20200326-00212

Research progress on methods of assessing visual field damage in glaucoma

Li Ping, Zhang Xu

Affiliated Eye Hospital of Nanchang University, Jiangxi Research Institute of Ophthalmology & Visual Sciences, Key Laboratory of Ophthalmology of Jiangxi Province, Nanchang 330006, China

Corresponding author: Zhang Xu, Email: xuzhang19@163.com

【Abstract】 Glaucoma is a blinding illness associated with progressive optic nerve damage and visual field loss, which seriously affects patients' quality of life and imposes a huge burden on society. Appropriate evaluation for glaucoma progression is of utmost importance for diagnosing and treating the disease. Visual field, as a "gold standard" for glaucoma visual function testing has been widely used in clinical work. In the routine evaluation of clinical glaucoma progression, the methods of visual field progress detection include clinical judgment, event-based analysis and trend-based analysis. Each of these methods has its own advantages and disadvantages, and they may be used in a complementary way. However, they still present shortcomings in specificity and sensitivity. Currently, various new algorithms and structural and functional tests are being developed to improve the existing methods of assessing visual field progress, such as combining trend and event analysis, assessing advanced disease status, reducing test frequency, and establishing new statistical models, and etc. These are intended to help clinicians quickly and accurately detect glaucoma patients' progress and apply it accordingly for follow-up. Automatic visual field examination is still the gold standard for long-term glaucoma monitoring, and it continues to play a key role in the assessment of glaucoma progress as a method of glaucoma visual function testing. Various assessment methods can be combined to complement, improve and establish a new statistical model, consider spatial correlation, and use the combination of structure and function to better assess both early and late changes in glaucoma. This article will review the limitations of visual field progress assessments, alongside some recently improved visual field progress evaluation methods to provide a reference for clinical work.

【Key words】 Glaucoma; Visual field progression; Evaluation study

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81271425, 81260148, 81860170); Jiangxi Provincial Natural Science Foundation (20151BBG70243)
DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20200326-00212

青光眼是全球范围内不可逆盲的重要原因,其进展可造成严重的经济和心理负担并对生活质量造成影响^[1-2]。眼压降低已被证明可以延缓青光眼的进展。在临床上早期正确评估青光眼的进展至关重要。青光眼进展的临床评估有视盘神经纤维层厚度的光相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)检测、视功能的视野和视觉电生理检测。视野作为青光眼视功能检测的“金标准”已广泛应用于临床的诊疗和随访,有利于临床医生设定合理的个性化目标眼压,及时调整治疗方案,从而改善青光眼患者的视功能及预后。本文将从青光眼视野进展评估方法、视野检测的局限性及一些新型视野进展评估方法这 3 个方面就目前的研究成果进行综述。

1 传统视野评估检查方法和临床多中心实验研究

标准自动视野检查法(standard automated perimeter, SAP)是目前临床上广泛应用的青光眼视野检查方法,是青光眼诊疗及随访的重要手段。青光眼视野进展评估的方法很多,如临床判断、指导进展分析(guided progression analysis, GPA)、青光眼初始治疗协作研究等,每种方法各有优劣。

1.1 临床方法

在日常青光眼患者病情临床评估中,视野进展评估的常用临床方法有临床判断、事件分析和趋势分析。

1.1.1 临床判断 临床判断主要依靠眼科医生的经验对检查结果进行判断,其优点在于容易评估判断,不需要额外的辅助设备。Tanna 等^[3]研究表明,5 位青光眼专家对 83 例青光眼患者的 100 眼进行视野进展评估结果仅 50% 一致。由于单纯临床判断缺乏客观统一的评估标准,不同眼科医生,特别是不同层次和经验的的眼科医生间判断结果差异较大;此外,视野损害进展较明显时才能作出临床判断,轻微改变则很难辨别。

1.1.2 事件分析 事件分析是将每次随访的视野与作为参照的基线视野检测结果进行对比,得出与基线相比发生显著改变的位点^[4]。评估青光眼视野进展常用的事件分析方法是 GPA^[5]。GPA 是从早期青光眼诊断试验的数据库中推导出来的,基于模式偏差概率图,GPA 软件包自动选定患者最初 2 次视野检测的平均值作为基线,然后将随访结果与基线视野检测结果进行逐点对比计算,得出与基线值的差异^[6]。如果差异在 95% 置信区间以外则定义为视野缺损有改变^[7]。在 3 次单独的测试确认后,可能的进展将在打印报告上显示。但是,GPA 中所有的资料必须使用同一检测策略并存储在同一台机器上,而且必须是新型号的 Humphrey 视野计才能使用这一软件分析,由此限制了其在临床上的广泛应用^[8]。Artes 等^[9]研究发现,使用 GPA 分析有时容易出现假阳性进展的报告。

1.1.3 趋势分析 趋势分析是连续随访、监测视野参数变化来判断视野是否进展的方法,其中线性回归模式是常用的方法之一,包括视野指数(visual field index, VFI)和逐点线性回归

(pointwise linear regression, PLR)等。VFI 的报告以百分比表示,其中 100% 表示正常视野,0% 表示全盲。VFI 根据视网膜中央和周边位点视功能重要性的不同,从中央到周边权重系数逐渐降低,先计算出单个位点的灵敏度,再计算出总体 VFI。但 VFI 受变异性影响较大,而且需要较长时间随访和多次检查才能准确进行评估^[10]。PLR 的结果也需要多次视野检测并通过大量的计算才能得出,限制了其使用。同时,趋势分析的一个局限性是在疾病早期发现青光眼进展的敏感性较低^[11]。

目前有许多研究对临床判断、事件分析和趋势分析在评估视野进展的一致性、敏感性和特异性上做了比较。Antón 等^[12]对同一个样本(37 眼)分别用这 3 种方法来评估,发现检测到视野进展的病例数相近,但事件分析和临床判断在评估同一患眼视野是否进展上有较高的一致性,事件分析与趋势分析仅有中度的一致性。在 3 年的随访时间内,事件分析和趋势分析均有较高的特异性,而敏感性分别为 83% 和 66%。由于该研究中大多数患者是早期青光眼患者,因此也认为基于事件的分析可能对早期青光眼进展检测更敏感,而基于趋势分析的方法可能对中晚期青光眼更敏感。

1.2 视野进展评估的随机对照试验方法和评估标准

针对如何正确规范评估视野进展和更好地了解病情变化及治疗效果,美国国家眼科研究所发起了多个多中心的研究。针对青光眼的多个随机、对照、多中心临床研究中,对其不同的研究目的设计了多种判断视野进展的评估方法。这些方法的标准比常规临床实践中的标准更为严格和复杂。

1.2.1 协作性正常眼压性青光眼研究 协作性正常眼压性青光眼研究(Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study, CNTGS)是基于中心 30° 全阈值视野检测来评估进展^[13]。当 2 个或多个相邻的非边缘点或最内侧中心点与基线值相比至少恶化 10 db 时,再做 2 次视野检测得到相同结果,则确定为视野进展。这些相对严格的标准对诊断青光眼进展的特异性为 98%^[14]。

1.2.2 晚期青光眼干预研究 晚期青光眼干预研究(Advanced Glaucoma Intervention Study, AGIS)采用 Humphrey 视野计的 24-2 阈值程序,依据总体偏差数值图中上半方和下半方视野以及鼻侧视野的相邻敏感低下区点群的数量与深度,开发了一种对视野检查结果进行判读的方法^[15]。基线评分为 0 (正常)~20 (最差),如果基线评分增加至少 4 分,并在随后的 2 次视野检查中确认,则认为视野进展。

1.2.3 青光眼初始治疗协作研究 青光眼初始治疗协作研究(Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study, CIGTS)是基于 Humphrey 视野计 24-2 总体偏差概率图,与 AGIS 评分法相似,只有成簇的位点缺损才被计算在内,视野评分依靠每个检测位点和相邻位点敏感度降低的统计学概率分析水准,范围也是 0~20 分^[16]。进展被定义为比基线分数增加至少 3 分,并在随后的 2 次视野检查中确认。

1.2.4 早期青光眼试验研究 早期青光眼试验研究 (Early Manifest Glaucoma Trial, EMGT) 涉及未经治疗的早期原发性开角型青光眼,因此需要一种敏感且特异的方法来尽早检测视野进展^[6]。该项研究通过 GPA 软件包,在 Humphrey 视野计 30-2 模式下基于模式偏差概率图,自动选定患者最初 2 次视野检测结果的平均值作为基线,然后将随访结果与基线值进行逐点对比计算,得出与基线视野检测结果的差异,至少有 3 个位点在 3 次连续随访中,在同一位置均出现恶化改变定义为视野进展。

1.2.5 低眼压青光眼治疗研究 低眼压青光眼治疗研究 (The Low-Pressure Glaucoma Treatment Study, L-PTGS) 中事件分析和趋势分析方法都被用于评估视野进展^[17]。当 2 次或多次 (不一定连续) 测试位点与基线敏感度的平均值相比,在 95% 置信区间以外时,符合事件分析的标准。进展软件包用于基于趋势的分析,要求 2 个测试位点在负斜率的函数上每月至少有 -0.2 db 恶化。确定视野进展至少需要 3 次视野检查。

1.2.6 随机对照试验评估方法的比较 Katz 等^[18] 分别采用 AGIS、CIGTS、EMGT 和临床判断方法评估 56 例 67 眼 10 年随访视野结果,进展的发生率分别为 12%、26%、23% 和 23%, EMGT、CIGTS 和临床判断发现视野缺损进展的概率相似,约为 AGIS 的 2 倍,但各种方法判断视野进展的敏感性及其特异性不同;以临床专家评估为标准时,AGIS、EMGT 及 CIGTS 评分法的敏感性分别为 36%、50% 和 57%,特异性分别为 96%、91% 和 87%。Heijl 等^[19] 对 245 例患者采用 3 种主要视野缺损评分系统进行评估时,发现 EMGT 评分法能较早发现视野缺损进展, CIGTS 其次, AGIS 最后,但 EMGT 特异性低于 AGIS 和 CIGTS。

2 视野评估检测方法的局限性

限制视野检查作为评估青光眼视野进展的因素主要包括检测的变异性、青光眼晚期状态和检测频率的不足^[5,20]。

2.1 检测的变异性

视野检测存在短期波动或长期波动^[5]。视野作为一种主观检查,表现一定的心理物理学特征,其结果受到多种因素影响,如患者的理解力和配合程度、瞳孔的大小、学习效应、精神状态、检测参数、视野计设计的人为因素及环境因素等^[21-23]。趋势分析和事件分析需要很好的理论依据来执行和解释。不能仅由最近一次和前一次的视野检查结果比较而得出,可疑的病情进展需要通过重复的视野检查来确定。同一次检查中患者在同一检测点重复测定时应答的差异受多种因素的影响,如测定光阈值的方法、视网膜的光敏感性、受检者的配合情况、假阴性率和假阳性率等。每次视野检查时视觉系统的生理反应状态有一定差异,学习效应、精神状态、眼压波动等也会影响视野的长期波动。在测试一再测试的过程中,即使将这些因素控制到最低或不变,这种变异还是存在的。并且,当视野缺损特别明显时,视野检测的变异性会更大。变异掩盖了真实的视野进展,使评估进展出现挑战,因此,减少变异是特别重要的^[24]。目前正在开发和和使用新的算法和功能测试,以提高对青光眼视野进展检测的准确性^[25]。

2.2 青光眼的晚期状态

在青光眼晚期,疾病的变异指数更高,进一步限制了评估青光眼视野进展的准确性。Gardiner 等^[26] 表示,在严重缺损的位置检测到进一步的视野进展是不可能的。Fujimoto 等^[27] 研究也发现,从 0~15 db 的变化可以区别出来,但 15~19 db 范围内的变化可能很难区分开来。Wesselink 等^[8] 也指出目前的 GPA 很难识别出已经存在严重损害的晚期患者的视野进展。

2.3 检测频率的不足

为了尽早发现青光眼的进展,视野检查的频率必须足够。但是来自 EMGT 实验数据的后期分析显示,过高频率的视野检测可能导致过早检测到视野进展^[28],出现误差。Wu 等^[29] 在一项青光眼患者的纵向队列研究中探讨了不同的检测频率下发现青光眼视野进展所需的时间,结果显示通过 2 次可靠的检测获得基线视野后,在随访的最初几年通过半年 1 次的检测确认是否进展是一个可靠的方法,同时不会浪费临床资源。Chauhan 等^[30] 的研究建议在最初诊断青光眼之后的前 2 年进行 6 次视野检查。张焯等^[23] 研究认为视野检查的频率因人而异,病情稳定的一般每半年至 1 年检查 1 次,而对病情进展快的患者,可每 2~3 个月检查 1 次。尽管有这些重要的发现,但是很大一部分患者并没有按建议的次数来执行^[31]。

3 一些新型视野进展评估方法

目前,正在开发多项新的算法及结构功能测试以改进现有的视野进展评估方法,使临床医生能够快速、准确地发现青光眼患者的进展,并相应地应用于随访^[32]。

3.1 结合趋势与事件分析

GPA-II 分析法在传统事件分析的基础上加入了 VFI 的趋势分析和线性回归分析,将趋势分析和事件分析结合在一起进行优势互补,降低了其变异性。类似地,Medeiros 等^[33] 建立了一种贝叶斯模型,将 GPA 的结果合并于 VFI 的趋势分析中,允许基于事件分析的方法影响基于趋势分析的评估。传统的 PLR 将所有的视野随访结果作比较可能使变异性增加;de Moraes 等^[34] 采用类似事件分析的方法,将改良的 PLR (即改用初次视野和最近的 3、4 或 5 次视野比较) 与传统 PLR 比较后发现改良 PLR 具有更高的特异性。De Moraes 等^[34] 认为这种趋势-事件分析结合的方法,只需较少的视野结果就能得出与传统 PLR 相似的结果,降低了变异性,有一定的前景。

3.2 评估疾病晚期状态

Wesselink 等^[8] 介绍了一种非参数进展分析法 (non-parametric analysis, NPA), 基于平均偏差,能快速定位于青光眼患者的进展曲线,并适用于青光眼所有阶段,不需要额外的软件。与 GPA 进行比较研究,结果显示非参数进展分析法与 GPA 法有较高的一致性,特别是在晚期青光眼患者中,参数进展分析法比 GPA 更能发现视野缺损进展^[8]。同样, Pantalon 等^[32] 研究发现, GPA 发现视野缺损的敏感性为 84.61%, 特异性为 66.66%, 而 NPA 的敏感性为 65.09%, 特异性为 90.00%, 在临床实践中,建议将上述 2 种方法结合起来以提高敏感性和特异性。

3.3 减少测试频率

Zhu 等^[35-36]提出了一种递进检测程序,称为动态威布尔误差回归和空间增强分析 (analysis with non-stationary weibull error regression and spatial enhancement, ANSWERS),其考虑到随着青光眼进展不断增加的测量变异性,和测试位点之间的空间相关性。ANSWERS 在检测短期进展方面更为敏感,能够有效减少测试频率。

3.4 建立新型统计模型

Caprioli 等^[37]研究发现,使用指数建模而不是线性建模的方法可早期发现个体视野进展出现快或慢的改变,在视野中接近暗点的区域采用指数函数拟合比线性拟合更为适合。Chen 等^[38]也证明了指数建模的优势。Pathak 等^[39]研究指出,指数模型对大多数检测位点的数据提供了显著的一致性(拟合),指数模型可以更准确地跟踪青光视野缺损部位的动态视野变化。

Warren 等^[40]开发了一种符合临床专家共识的统计模型,能更好地检测青光眼的视野进展。该模型将所有高度相关的视野变化联合起来,同时考虑相邻检测位点间的空间相关性。将视野数据输入时,能快速计算出进展速度,以便用于评估由临床专家共识定义的青光视野进展。Wu 等^[41]对 265 例青光眼患者的 367 眼进行了纵向点视野敏感性和测量变异性的估计,将敏感性和变异性联合起来,以一种考虑空间相关测量误差的方式重建视野结果,并将这种模型与不考虑空间相关误差的模型进行了比较,发现这种计算视野位置相关测量误差的模拟模型,在评估青光视野进展时的变异性较小。

Medeiros 等^[42]提出利用叶贝斯统计建立纵向改变的联合模型,目的在于使结构和功能检查相结合。该方法通过一个由两项纵向结果组成的联合模型来减少测量误差的影响,从而使发现结构和功能潜在联系的特征成为可能。对于组成联合建模的两项检查结果来说,一项检查结果会影响另一项的推论。Medeiros 等^[42]应用 SAP 和偏振激光扫描仪对 257 例患者的 434 眼平均随访 4 年,发现能明显改善青光眼病情进展的诊治和病情变化的评估。Hu 等^[43]评价了一种新型动态结构与功能结合模型(dynamic structure function, DSF),该模型综合分析海德堡视网膜断层扫描仪 II 扫到的盘沿面积与 SAP 测得的平均灵敏度,发现 DSF 模型可用于短期的随访且临床适用性强。Na 等^[44]研究显示,应用频域 OCT 测量视网膜神经纤维层厚度的 GPA 软件能发现较多的青光眼进展,在早期进展检测中较敏感,可以补充其他参考标准。因此,将功能与结构的 GPA 分析结合起来,对应分析,能够更准确地了解进展情况。

3.5 其他评估方法

De Moraes 等^[45]提出了一种基于趋势的评估方法,用 10-2 视野来判断青光视野进展。在另一项单独的研究中,确定了使用 10-2 视野评估进展的有效性^[46]。这种方法对临床医生在评估标准 24-2 和 30-2 视野显示旁中心缺损等早期患者的进展时可能十分有用。De Moraes 等^[47]在后续的研究中也证实了对于一些高眼压症、可疑青光眼和早期青光眼患者,24-2 视野正常时,10-2 视野很可能已经出现了异常,这对于早期发现视野进展是很有意义的。Brusini 等^[48]提出的 GSS2 分级系统能

够将每次的视野检查结果划入相应位置,了解病情轻重程度(0~5 级)和病变特点(弥漫性、局部性及混合性)。它能快速、准确、简便地评估视野进展,值得推广。

总之,理想的方法应该是标准化、客观、可重复、简单易用,可同时用于临床分析和科研,能应用于所有视野计,适用于疾病不同阶段,可监测随访中视野的微小变化。将视野进展分析与临床的各种体征结合起来,将结构与功能对比可能是较好的研究方向。

4 小结

虽然传统的视野进展评估方法各有优劣,检测的变异性、青光眼晚期状态和检测频率的不足也限制了视野检查的应用与推广,但自动视野检查仍然是青光眼长期监测的金标准,其作为青光眼视功能检查的方法在青光眼进展的评估中仍起到关键作用。通过各种评估方法互补及改进、建立新型统计模型、考虑空间相关性、利用结构与功能相结合等,可以更好地评估青光眼早期和晚期的变化状态。将视野进展分析与临床的各种体征结合起来,将结构与功能对比可能是较好的研究方向。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Lamoureux EL, Mcintosh R, Constantinou M, et al. Comparing the effectiveness of selective laser trabeculoplasty with topical medication as initial treatment (the Glaucoma Initial Treatment Study): study protocol for a randomised controlled trial [J/OL]. *Trials*, 2015, 16: 406 [2019-07-10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4567808/>. DOI: 10.1186/s13063-015-0924-6.
- [2] Varma R, Lee PP, Goldberg I, et al. An assessment of the health and economic burdens of glaucoma [J]. *Am J Ophthalmol*, 2011, 152(4): 515-522. DOI: 10.1016/j.ajo.2011.06.004.
- [3] Tanna AP, Bandi JR, Budenz DL, et al. Interobserver agreement and intraobserver reproducibility of the subjective determination of glaucomatous visual field progression [J]. *Ophthalmology*, 2011, 118(1): 60-65. DOI: 10.1016/j.ophtha.2010.04.038.
- [4] Hitchings RA. Perimetry—back to the future? [J]. *Br J Ophthalmol*, 1994, 78(11): 805-806. DOI: 10.1136/bjo.78.11.805.
- [5] Aref AA, Budenz DL. Detecting visual field progression [J]. *Ophthalmology*, 2017, 124(12S): S51-S56. DOI: 10.1016/j.ophtha.2017.05.010.
- [6] Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, et al. Measuring visual field progression in the Early Manifest Glaucoma Trial [J]. *Acta Ophthalmol Scand*, 2003, 81(3): 286-293. DOI: 10.1034/j.1600-0420.2003.00070.x.
- [7] Bengtsson B, Lindgren A, Heijl A, et al. Perimetric probability maps to separate change caused by glaucoma from that caused by cataract [J]. *Acta Ophthalmol Scand*, 1997, 75(2): 184-188. DOI: 10.1111/j.1600-0420.1997.tb00121.x.
- [8] Wesseling C, Heeg GP, Jansonius NM. Glaucoma monitoring in a clinical setting: glaucoma progression analysis vs nonparametric progression analysis in the Groningen Longitudinal Glaucoma Study [J]. *Arch Ophthalmol*, 2009, 127(3): 270-274. DOI: 10.1001/archophthol.2008.585.
- [9] Artes PH, O'Leary N, Nicoletta MT, et al. Visual field progression in glaucoma: what is the specificity of the Guided Progression Analysis? [J]. *Ophthalmology*, 2014, 121(10): 2023-2027. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.04.015.
- [10] 钟华,袁援生.青光视野缺损进展的分析方法[J]. *中华眼科杂志*

- 志, 2013, 49 (1) : 84 - 87. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0412-4081. 2013. 01. 023.
- Zhong H, Yuan YS. Current approach on various methods of detection glaucomatous visual field progression [J]. Chin J Ophthalmol, 2013, 49 (1) : 84-87. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0412-4081. 2013. 01. 023.
- [11] Artes PH, O'Leary N, Hutchison DM, et al. Properties of the statpac visual field index [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2011, 52 (7) : 4030-4038. DOI: 10. 1167/iovs. 10-6905.
- [12] Antón A, Pazos M, Martín B, et al. Glaucoma progression detection: agreement, sensitivity, and specificity of expert visual field evaluation, event analysis, and trend analysis [J]. Eur J Ophthalmol, 2013, 23 (2) : 187-195. DOI: 10. 5301/ejo. 5000193.
- [13] Drance S, Anderson DR, Schulzer M. Risk factors for progression of visual field abnormalities in normal-tension glaucoma [J]. Am J Ophthalmol, 2001, 131 (6) : 699-708. DOI: 10. 1016/s0002-9394 (01) 00964-3.
- [14] Schulzer M. Errors in the diagnosis of visual field progression in normal-tension glaucoma [J]. Ophthalmology, 1994, 101 (9) : 1589 - 1595. DOI: 10. 1016/s0161-6420 (94) 31133-x.
- [15] Advanced Glaucoma Intervention Study. 2. Visual field test scoring and reliability [J]. Ophthalmology, 1994, 101 (8) : 1445-1455.
- [16] Musch DC, Lichter PR, Guire KE, et al. The Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study: study design, methods, and baseline characteristics of enrolled patients [J]. Ophthalmology, 1999, 106 (4) : 653-662. DOI: 10. 1016/s0161-6420 (99) 90147-1.
- [17] Krupin T, Liebmann JM, Greenfield DS, et al. The Low-pressure Glaucoma Treatment Study (LoGTS) study design and baseline characteristics of enrolled patients [J]. Ophthalmology, 2005, 112 (3) : 376-385. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2004. 10. 034.
- [18] Katz J, Congdon N, Friedman DS. Methodological variations in estimating apparent progressive visual field loss in clinical trials of glaucoma treatment [J]. Arch Ophthalmol, 1999, 117 (9) : 1137-1142. DOI: 10. 1001/archoph. 117. 9. 1137.
- [19] Heijl A, Bengtsson B, Chauhan BC, et al. A comparison of visual field progression criteria of 3 major glaucoma trials in early manifest glaucoma trial patients [J]. Ophthalmology, 2008, 115 (9) : 1557-1565. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2008. 02. 005.
- [20] Wu Z, Medeiros FA. Recent developments in visual field testing for glaucoma [J]. Curr Opin Ophthalmol, 2018, 29 (2) : 141 - 146. DOI: 10. 1097/ICU. 0000000000000461.
- [21] Wyatt HJ, Dul MW, Swanson WH. Variability of visual field measurements is correlated with the gradient of visual sensitivity [J]. Vision Res, 2007, 47 (7) : 925-936. DOI: 10. 1016/j. visres. 2006. 12. 012.
- [22] Arnalich-Montiel F, Casas-Llera P, Muñoz-Negrete FJ, et al. Performance of glaucoma progression analysis software in a glaucoma population [J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2009, 247 (3) : 391-397. DOI: 10. 1007/s00417-008-0986-1.
- [23] 张焯, 王宁利. 青光眼视野损害的评价方法 [J]. 中华实验眼科杂志, 2014, 32 (2) : 187 - 192. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2014. 02. 019.
- Zhang Y, Wang NL. Assessment methods of visual field defects of patients with glaucoma [J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2014, 32 (2) : 187-192. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2014. 02. 019.
- [24] Deng L, Demirel S, Gardiner SK. Reducing variability in visual field assessment for glaucoma through filtering that combines structural and functional information [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2014, 55 (7) : 4593-4602. DOI: 10. 1167/iovs. 13-13813.
- [25] Turalba AV, Grosskreutz C. A review of current technology used in evaluating visual function in glaucoma [J]. Semin Ophthalmol, 2010, 25 (5-6) : 309-316. DOI: 10. 3109/08820538. 2010. 518898.
- [26] Gardiner SK, Swanson WH, Goren D, et al. Assessment of the reliability of standard automated perimetry in regions of glaucomatous damage [J]. Ophthalmology, 2014, 121 (7) : 1359 - 1369. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2014. 01. 020.
- [27] Fujimoto N. Comparison of a five-degree visual field between two programs of different testing field range [J]. Am J Ophthalmol, 2007, 143 (5) : 866-867. DOI: 10. 1016/j. ajo. 2006. 12. 041.
- [28] Perdicchi A, Abdolrahimzadeh S, Cutini A, et al. Evaluation of the progression of visual field damage in patients suffering from early manifest glaucoma [J]. Clin Ophthalmol, 2016, 10 : 1647 - 1651. DOI: 10. 2147/OPHT. S113995.
- [29] Wu Z, Saunders LJ, Daga FB, et al. Frequency of testing to detect visual field progression derived using a longitudinal cohort of glaucoma patients [J]. Ophthalmology, 2017, 124 (6) : 786-792. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2017. 01. 027.
- [30] Chauhan BC, Garway-Heath DF, Goñi FJ, et al. Practical recommendations for measuring rates of visual field change in glaucoma [J]. Br J Ophthalmol, 2008, 92 (4) : 569 - 573. DOI: 10. 1136/bjo. 2007. 135012.
- [31] Friedman DS, Nordstrom B, Mozaffari E, et al. Glaucoma management among individuals enrolled in a single comprehensive insurance plan [J]. Ophthalmology, 2005, 112 (9) : 1500 - 1504. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2005. 02. 030.
- [32] Pantalon A, Feraru C. Non-parametric tests in detecting glaucoma progression [J]. Rom J Ophthalmol, 2017, 61 (3) : 212 - 218. DOI: 10. 22336/rjo. 2017. 39.
- [33] Medeiros FA, Weinreb RN, Moore G, et al. Integrating event-and trend-based analyses to improve detection of glaucomatous visual field progression [J]. Ophthalmology, 2012, 119 (3) : 458 - 467. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2011. 10. 003.
- [34] de Moraes CG, Ritch R, Tello C, et al. Modified visual field trend analysis [J]. J Glaucoma, 2011, 20 (4) : 203-206. DOI: 10. 1097/IJG. 0b013e3181e08165.
- [35] Zhu H, Crabb DP, Ho T, et al. More accurate modeling of visual field progression in glaucoma: ANSWERS [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2015, 56 (10) : 6077-6083. DOI: 10. 1167/iovs. 15-16957.
- [36] Zhu H, Russell RA, Saunders LJ, et al. Detecting changes in retinal function: Analysis with Non-Stationary Weibull Error Regression and Spatial enhancement (ANSWERS) [J/OL]. PLoS One, 2014, 9 (1) : e85654 [2019 - 07 - 20]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3894992/>. DOI: 10. 1371/journal.pone. 0085654.
- [37] Caprioli J, Mock D, Bitrian E, et al. A method to measure and predict rates of regional visual field decay in glaucoma [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2011, 52 (7) : 4765-4773. DOI: 10. 1167/iovs. 10-6414.
- [38] Chen A, Nouri-Mahdavi K, Otarola FJ, et al. Models of glaucomatous visual field loss [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2014, 55 (12) : 7881-7887. DOI: 10. 1167/iovs. 14-15435.
- [39] Pathak M, Demirel S, Gardiner SK. Nonlinear trend analysis of longitudinal pointwise visual field sensitivity in suspected and early glaucoma [J/OL]. Transl Vis Sci Technol, 2015, 4 (1) : 8 [2019 - 07 - 26]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4324450/>. DOI: 10. 1167/tvst. 4. 1. 8.
- [40] Warren JL, Mwanza JC, Tanna AP, et al. A statistical model to analyze clinician expert consensus on glaucoma progression using spatially correlated visual field data [J/OL]. Transl Vis Sci Technol, 2016, 5 (4) : 14 [2019 - 08 - 10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5017314/>. DOI: 10. 1167/tvst. 5. 4. 14.
- [41] Wu Z, Medeiros FA. Development of a visual field simulation model of longitudinal point-wise sensitivity changes from a clinical glaucoma cohort [J/OL]. Transl Vis Sci Technol, 2018, 7 (3) : 22 [2019 - 08 - 10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6016506/>. DOI: 10. 1167/tvst. 7. 3. 22.
- [42] Medeiros FA, Leite MT, Zangwill LM, et al. Combining structural and functional measurements to improve detection of glaucoma progression using Bayesian hierarchical models [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2011, 52 (8) : 5794-5803. DOI: 10. 1167/iovs. 10-7111.
- [43] Hu R, Marín-Franch I, Racette L. Prediction accuracy of a novel dynamic structure-function model for glaucoma progression [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2014, 55 (12) : 8086 - 8094. DOI: 10. 1167/iovs. 14-14928.
- [44] Na JH, Sung KR, Baek S, et al. Progression of retinal nerve fiber layer thinning in glaucoma assessed by cirrus optical coherence tomography-guided progression analysis [J]. Curr Eye Res, 2013, 38 (3) :

386-395. DOI:10. 3109/02713683. 2012. 742913.
 [45] de Moraes CG, Furlanetto RL, Ritch R, et al. A new index to monitor central visual field progression in glaucoma[J]. Ophthalmology, 2014, 121(8): 1531-1538. DOI:10. 1016/j. ophtha. 2014. 02. 007.
 [46] de Moraes CG, Song C, Liebmann JM, et al. Defining 10-2 visual field progression criteria: exploratory and confirmatory factor analysis using pointwise linear regression [J]. Ophthalmology, 2014, 121(3): 741-749. DOI:10. 1016/j. ophtha. 2013. 10. 018.
 [47] de Moraes CG, Hood DC, Thenappan A, et al. 24-2 Visual fields miss central defects shown on 10-2 tests in glaucoma suspects, ocular

hypertensives, and early glaucoma[J]. Ophthalmology, 2017, 124(10): 1449-1456. DOI:10. 1016/j. ophtha. 2017. 04. 021.
 [48] Brusini P, Filacorda S. Enhanced Glaucoma Staging System (GSS 2) for classifying functional damage in glaucoma[J]. J Glaucoma, 2006, 15(1): 40-46. DOI:10. 1097/01. ijg. 0000195932. 48288. 97.

(收稿日期:2019-10-26 修回日期:2020-03-01)

(本文编辑:刘艳)

· 临床经验 ·

先天性白内障术后患儿 II 期人工晶状体植入不同位置疗效分析

陈春丽¹ 吕骄² 彭婕² 赵培泉²

¹胜利油田中心医院眼科,东营 257034;²上海交通大学医学院附属新华医院眼科 200092

陈春丽现为天津医科大学眼科医院博士研究生 257034

通信作者:赵培泉,Email:zhaopeiquan@126.com

基金项目:上海市科学技术委员会科研项目(15XD1502800)

DOI:10. 3760/cma. j. cn115989-20200422-00278

Analysis of the curative effect of secondary intraocular lens implantation in different positions in children with congenital cataract

Chen Chunli¹, Lyu Jiao², Peng Jie², Zhao Peiquan²

¹Department of Ophthalmology, Shengli Oilfield Central Hospital, Dongying 257034, China;

²Department of Ophthalmology, Xinhua Hospital, Affiliated to Medicine School of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200092, China

Chen Chunli is now a doctoral student in Tianjin Medical University Eye Hospital, Tianjin 257034, China

Corresponding author: Zhao Peiquan, Email:zhaopeiquan@126.com

Fund program: Scientific Research Project of Shanghai Science and Technology Commission (15XD1502800)

DOI:10. 3760/cma. j. cn115989-20200422-00278

先天性白内障是婴幼儿主要致盲眼病之一,尽早行白内障摘出手术可为患儿争取到更好的最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)。目前常规的婴幼儿白内障摘出术主要为巩膜隧道切口,前囊连续环形撕囊, I/A 注吸晶状体核及皮质,后囊连续环形撕囊,前段玻璃体切割,但此手术方式难度较大,术后常出现一系列的并发症,如虹膜后粘连、瞳孔闭锁、继发性闭角型青光眼、严重的后囊膜混浊 (posterior capsular opacification, PCO),甚至视网膜脱离等,严重影响预后^[1-2]。本研究中采用角巩膜缘双切口的晶状体切割联合前段玻璃体切割术,探讨术后晶状体前后囊膜粘连机化及 PCO 患者 II 期人工晶状体 (intraocular lens, IOL) 植入不同位置的安全性和疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2010 年 6 月至 2017 年 12 月在上海交通大学附属新华医院行晶状体切割、后囊膜切除联合前部玻璃体切割后因 PCO、囊膜粘连机化、前后囊膜无法分开而 II 期行 IOL 植入的先天性白内障患儿 46 例 46 眼,其中男 28 例 28 眼,女 18 例 18 眼;40 眼瞳孔区保持透明,后囊环直径小于或等于前囊环,另 6 眼发生 PCO,后囊环直径略大于前囊环,前囊环边缘出现串珠样囊膜增生,其混浊程度影响视轴区。所有手术均在患儿法定监护人知情同意下完成并签署知情同意书。I 期手术

时患儿年龄为 35 d~22 个月,平均 5.4 个月;II 期植入 IOL 时年龄为 2~6 岁。排除标准:囊袋完整, IOL 可植入囊袋内的白内障患儿。术中医生根据患者眼部条件选择不同的 IOL 植入方式,根据 IOL 植入位置的不同分为 IOL 植入睫状沟组和 IOL 主动夹持植入组,各 23 例 23 眼。本研究经新华医院伦理委员会批准。

1.2 方法 (1) 白内障摘出术 用 23G 的 MVR 刀在角巩膜缘后 0.5 mm 处做颞上、颞下 2 个长约 0.9 mm 的切口,分别放置 23G 长 4 mm 的眼内灌注头稳定眼压和 23G 玻璃体切割头切除直径 5~6 mm 的前囊膜,同法切除后囊膜中央,得到与留存前囊膜圆环同样直径或略小、近圆居中后囊膜圆环。玻璃体切割头吸切晶状体核和皮质及前段玻璃体,充分破坏瞳孔区的玻璃体前界膜。术毕,用角巩膜缘切口注水法封闭切口,并检查其水密程度,根据需要用 10-0 可吸收尼龙缝线缝合切口 1 针。术后患眼点用左氧氟沙星滴眼液预防感染。术后 1 周内,患儿接受视光学检查并验光配镜,同时在眼科医师指导下接受弱视治疗。术后 1 d、1 周、1 个月、3 个月复诊,之后每 3 个月 1 次,最长随访 3 年,行常规眼部检查及 Retcam II 眼部照相系统拍照。(2) II 期 IOL 植入 IOL 植入睫状沟组将折叠三片式 IOL 放于虹膜面,利用调位钩将 IOL 的袢置于睫状沟; IOL 主动夹持植入组将折叠三片式 IOL 放于虹膜面,利用调位钩将 IOL 的袢置于