

# 特发性黄斑裂孔的视功能

任建涛, 张杰

作者单位:(261041)中国山东省潍坊市,潍坊眼科医院  
作者简介:任建涛,硕士,住院医师,研究方向:白内障。  
通讯作者:张杰,主治医师,研究方向:眼底病. zhangjie9jiezu@126.com  
收稿日期:2014-09-29 修回日期:2015-01-20

## Visual function of the idiopathic macular hole

Jian-Tao Ren, Jie Zhang

Weifang Eye Hospital, Weifang 261041, Shandong Province, China  
Correspondence to: Jie Zhang. Weifang Eye Hospital, Weifang 261041, Shandong Province, China. zhangjie9jiezu@126.com  
Received:2014-09-29 Accepted:2015-01-20

### Abstract

• The idiopathic macular hole (IMH) is research priority associated with the regenerate quickly of vitrectomy. The unaided visual acuity and the best corrected visual acuity is partial for the visual acuity of the patient with IMH. The mechanism and clinical significance of modern visual function measurements associated with IMH, including contrast sensitivity, visual field, multifocal electroretinogram, and stereoscopic vision, have been introduced. These measurements could be of great value in early diagnosis of IMH, assessment of surgical indication and evaluation of visual performance after vitrectomy. They would also be helpful to the analysis of postoperative impaired visual function and its management. Having an adequate understanding of the contents and significance of visual function is helpful to the improvement of IMH surgery techniques and postoperative visual acuity.

• KEYWORDS: visual function; idiopathic macular hole; vitrectomy; surgical procedures

**Citation:** Ren JT, Zhang J. Visual function of the idiopathic macular hole. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2015;15(2):242-246

### 摘要

随着玻璃体手术的飞速发展,特发性黄斑裂孔日益受到重视。另外,以往临床上一直作为评价术后疗效主要指标的裸眼及最佳矫正视力,已很难涵盖视觉质量的全部内容。本文介绍对比敏感度、视野、多焦点视网膜电图、立体视功能等现代视功能检查及其在特发性黄斑裂孔中的应用和

临床意义,以及手术对其视功能的影响。这些检查不仅对特发性黄斑裂孔的早期诊断、手术适应证把握及术后视觉质量的评价有重要指导意义,而且有助于客观分析术后患者主观视觉质量差的原因并加以处理。熟悉视功能评价的内容和意义,有助于提高此类黄斑裂孔的手术水平,使患者获得更好的术后视觉质量。

**关键词:** 视功能;特发性黄斑裂孔;玻璃体切除术;外科手术

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2015.2.14

**引用:**任建涛,张杰.特发性黄斑裂孔的视功能.国际眼科杂志 2015;15(2):242-246

### 0 引言

黄斑裂孔是黄斑部视网膜组织的全层缺损,即从内界膜到感光细胞层的全层组织缺损,其中以特发性黄斑裂孔(idiopathic macular hole, IMH)最为多见。该病主要发生在60岁以上屈光正常的老年妇女中,平均发病年龄为66岁,95%为50岁以上,女性占总患病人数的67%~91%,单眼发病较多,双眼患病率约为12%<sup>[1]</sup>。

玻璃体切割术治疗IMH的目的是通过充分切除玻璃体,剥离并发的黄斑前膜,松解裂孔切线方向以及前后方向的牵拉,应用气体填充使裂孔闭合,视网膜神经上皮层复位,胶原纤维代偿,神经网络重建,从而达到提高视力的目的<sup>[2]</sup>。黄斑是视网膜组织中结构最精细,功能最敏感的部位,手术前后对黄斑区视网膜的解剖和视功能的检查评估,对于评定手术效果、完善和改进手术适应证及手术方法等都有重要的意义<sup>[3]</sup>。

### 1 视力检查

中心视力作为一项传统的视功能检查方法,虽然主观性强,精确度低,但因其简单、快捷、经济等原因,目前仍然是临床上最常用的形觉功能检查项目和评估标准。对IMH患者术前预测术后视力,对于患者的咨询和手术选择有重要意义。

Poon等<sup>[4]</sup>的研究表明,76%的患者术后行Snellen视力表检查远视力较术前提高,90%患者的近视力也较术前提高,并且术前的远、近视力与术后的远视力有明显相关性,但与患者术后的近视力无明显相关性。有学者报道应用Snellen视力表检查视力提高2行或2行以上者可达100%<sup>[5,6]</sup>。但也有报道称术后平均视力较术前无显著提高,个别患者术后视力下降<sup>[7]</sup>。

除可采用视力表的检测评估术后视力外,还有用其他检查方法来评估患眼视力的报道。赵铁英等<sup>[8]</sup>采用激光视网膜视力仪和国际标准视力表检测比较19例IMH患

者术后视力,采用国际标准视力表检查的术后平均视力较术前平均视力差异无统计学意义,视力提高2行或2行以上者仅为10.5%;但采用激光视网膜视力仪检查的术后平均视力较术前平均视力改善显著,视力提高2行或2行以上者可达26.3%,分析原因可能是由于激光视网膜视力仪可排除屈光间质混浊和屈光不正等因素的影响,能较直接反映视网膜的功能状态。

Hikichi等<sup>[9]</sup>应用激光扫描眼底镜评估IMH术后生物显微镜所见与黄斑区中心凹视网膜敏感度的相关性,其中裂孔完全愈合(中心凹愈合形态正常)、部分愈合(愈合形态欠佳)及萎缩愈合(裂孔边缘修复平坦,但中心凹底部大量色素上皮萎缩)三组不同状态愈合的病例术后视力相当于Snellen表的0.8,0.4和0.25,裂孔愈合接近正常解剖形态的病例比愈合形态较差的病例视力改善更明显。Kuriyama等<sup>[10]</sup>研究结果显示,黄斑裂孔完全愈合病例术后中心视力在1~3mo内趋于稳定;而部分愈合和未愈合病例中心视力在术后6mo内仍可提高。有文献分析认为黄斑裂孔未完全愈合眼视力恢复时间较长,可能与视网膜神经上皮缺损区内视网膜光感受器细胞再分布及组织修复仍在进行有关<sup>[11]</sup>。

影响黄斑裂孔患者术后视力恢复的因素是复杂的,术后视力的好坏与术前视力、病程、裂孔分期、裂孔直径、裂孔愈合状态、手术方式以及手术合并症等诸多因素有关。目前较为公认的是术前视力较好、裂孔直径较小、视网膜敏感度较好者,术后视力可提高<sup>[8,10]</sup>,视力在术后1mo左右开始恢复,6mo左右才较稳定<sup>[9]</sup>。

尽管随着黄斑裂孔手术成功率不断提高,多数患者视力得到了改善和恢复,有的甚至达到了1.0,但许多患者仍主诉程度不等的视觉缺陷<sup>[12]</sup>。因此,评价IMH术后视功能若仅局限于患眼视力的检测,就很难全面、确切地反映患者的视觉障碍程度和改善情况。

## 2 视功能检查

视力是评价IMH术后视觉功能的传统指标,视力表是在白色的背景下由黑色的符号或视标组成。视力表所标明的视力是被测眼的黄斑在最大对比度(即黑色和白色的反差对比接近100%)对细节(高空间频率)的分辨能力。但在日常生活中,周围环境的目标几乎不存在100%的对比,而是各种高低不同的对比,人眼对不同对比背景下目标的分辨率是不同的<sup>[13]</sup>。

这种现象提示我们,视力对于这些患者的视觉评价不够全面,于是引入了视功能的概念。视功能即对生活产生影响作用的视觉能力,可理解为:阅读报纸、夜间驾驶、从事职业工作及参加娱乐活动等与之相关的有用的视力,作为从事各种精细工作的必要条件而越来越受到人们的重视<sup>[14]</sup>。人类的视功能是在出生后不断发育,逐渐成熟完善起来的<sup>[15]</sup>。现在普遍认为此期从出生后3~4mo开始,在6~9岁即发育成熟,在此期间受到任何异常视觉影响均可使视功能发育停顿或导致尚未发育完善的视功能丧失<sup>[16]</sup>。国外文献提示出生后24mo内是双眼视功能发育的关键期<sup>[17]</sup>。

**2.1 对比敏感度** 文献报道黄斑裂孔的视功能改变,除远

视力下降外,还有对比敏感度降低<sup>[18]</sup>。对比敏感度(CS)也是反映视觉功能的重要指标之一,是在视角和对比度结合的基础上,测定人眼对不同空间频率的图形分辨能力,全面评价视觉功能的空间频率感知程度,更准确地反映视功能。对比敏感度检查,其低频区反映视觉对比度情况,中频区反映视觉对比度和中心视力综合情况,高频区反映视敏度。特发性黄斑裂孔患者的CS曲线异常明显,频区明暗分辨力下降<sup>[19]</sup>。

早期IMH患者视力可能仅轻度减轻,而此时低、中频区的CS已下降,病变进展到晚期,则会引起全频区CS下降,对比敏感度检查较传统的视力表视力更能早期全面地反映患者的视功能<sup>[20]</sup>。Tranos等<sup>[21]</sup>的研究表明,黄斑裂孔患者手术后1a的对比敏感度较术前降低,有统计学意义,分析原因可能与术后显著的晶状体密度增高和一定程度的后囊膜混浊有关。相对于其他的视功能检查方法,对比敏感度可作为术后白内障的发展和黄斑功能远期恢复的评价指标之一。

## 2.2 视野

**2.2.1 Amsler方格表** 由Amsler首先提出用于中心注视区的视野检查,主要用于粗略评估中心10°范围的视野,黄斑病变患者会主诉中央暗点、方格大小不等、直线扭曲等。目前认为,早期的黄斑裂孔边缘组织呈离心性收缩移位,而感光细胞未缺失,故此时患者主诉的主要症状是视物变形。Tranos等<sup>[21]</sup>的研究表明,黄斑裂孔患者术后6mo指出的变形方格数平均较术前减少 $35\pm 7$ 个,并且35%的患者术后无视物变形症状。

**2.2.2 自动静态视野计** 自动静态视野计是根据人眼对可见光的敏感度和对视野的深度作出定量分析,从而测定视野中不同部位的视功能状态,是一种精确、客观、安全的眼科检查方法<sup>[22]</sup>。大多数行玻璃体切除联合气液交换术的黄斑裂孔患者,自动视野仪检查发现较术前产生颞下方及周边部的视野缺损<sup>[23]</sup>,推测原因可能是手术中高压的灌注气体经过视网膜时对其神经纤维造成的脱水损害所致。Kanda等<sup>[24]</sup>和Ando等<sup>[25]</sup>的研究均发现施行吲哚氰绿(ICG)辅助的内界膜剥离手术患者术后出现鼻侧视野缺损。虽然目前尚无确切资料证明为ICG染料对产生的毒性作用等有关,Wollensak等<sup>[26]</sup>的研究发现处于ICG和光照环境中的内界膜,其僵硬硬度会增加。笔者推测这就可能导致剥膜使用的力度要加大,从而可能对视网膜造成潜在的牵拉性损伤,进而出现视野损害。

**2.3 多焦视网膜电图** 近年来由Sutter等<sup>[27]</sup>研制的多焦视网膜电图(multifocal electroretinogram, mf-ERG)应用先进的数字信号处理和电子计算机技术,能够对视网膜特别是黄斑功能进行客观精确检查及评价,mf-ERG一阶反应是一种平均亮度反应,其反应密度分布与视网膜感光细胞密度分布一致,表现在反应密度地形图呈中央尖峰状,其中敏感有价值的标记指标是平均振幅反应密度,平均振幅反应密度下降越大,表明视网膜损伤程度越重。Si等<sup>[28]</sup>通过对18只IMH眼术前行mf-ERG检查,发现一阶反应的1环(对应黄斑中心凹区)和2环(对应黄斑中心凹旁区)的P1波反应密度均明显降低,而3环、4环、5环

的反应密度仍可在正常范围内,分析认为 IMH 患者中心凹区的视网膜光感受器及内层细胞明显受损,甚至缺损,而中心凹旁区可能有视网膜劈裂。临床上,大部分 IMH 眼术后视力有所提高,这与 mf-ERG 的彩色三维立体地形图的显示相吻合,即中心峰值升高,但颜色上仍以黑和蓝为主,这就说明 IMH 眼术后视力虽有提高,但视觉质量未见相应改善<sup>[29]</sup>,这就可解释黄斑裂孔患者术后自觉症状恢复程度低于视力恢复程度,因此单纯的中心视力检查不能说明视功能的状况,还依赖于 mf-ERG 检查更加全面反映的是手术前后视功能的变化。

作为评价视功能的主观指标和客观指标,IMH 眼玻璃体切割术后 VA 和 mf-ERG 均明显提高,但术后 1a 内 mf-ERG 的改善进程与 VA 不完全一致,VA 的提高在术后 1~6mo 内最明显,6mo 以后基本稳定,而 mf-ERG 的提高相对缓慢,且持续时间较长,可持续到 1a 以上<sup>[30]</sup>。这就表明 IMH 患者术后客观视功能的恢复时间较主观感觉长,客观视功能的恢复还包含了 VA 以外的其他方面的功能的改善,这与部分患者术后 6mo 以后 VA 不再提高,但视物变形等症状逐渐消失的表现是一致的。笔者认为,应深入研究 mf-ERG 更准确地分析视网膜各层的功能,从而有助于黄斑裂孔的治疗不仅能达到解剖复位更能达到视功能的良好恢复。

**2.4 立体视** 立体视觉是来自双眼视觉的深度觉。由物像在视网膜上能引起深度感的最小偏离量称为立体视觉阈值,用视角来表示。立体视是人类出生后获得,目前被认为是双眼视功能的最高级形式<sup>[31]</sup>。立体视觉是人类和高级动物所特有的一种高级视觉功能,主要反映双眼对三维空间物体远近、前后、高低、凹凸的辨别能力,是具有三维空间双眼视觉的高级部分,是建立在双眼同时视、知觉和融合基础上的一种较为独立的高级视功能。

IMH 除引起患眼视力下降外,还常导致双眼立体视功能异常。Gandorfer 等<sup>[32]</sup>统计分析不同分期黄斑裂孔的平均立体视锐度显示:Ⅱ期裂孔平均 136",Ⅲ期裂孔平均 280",Ⅳ期裂孔平均 728",立体视功能丧失程度与患眼的视力、孔径大小、病程长短均显著相关。Fumihiko 等<sup>[12]</sup>则进一步发现:Ⅰ期裂孔未发现立体视丢失;Ⅱ期裂孔表现为黄斑立体视抑制,但术后多能恢复较好的立体视;Ⅲ期、Ⅳ期裂孔患者术后仅有 1/3 的病例恢复了周边立体视。Andrea 等<sup>[11]</sup>的研究表明单眼 IMH 患者手术前、后的立体视觉与视力呈正相关,患者术前的立体视觉与其病程时间有关,而患者术后的立体视觉与有无相对或绝对暗点有关。夏群等<sup>[23]</sup>统计了 40 例 IMH 患者,其中有 13 例患者双眼单视功能障碍,20 例患者中心融合功能丧失或融合功能不稳定,从而提示黄斑裂孔影响双眼视觉,特别是双眼视觉中最精细、最高级的融合功能和立体视功能。

IMH 患者视网膜的视锥和视杆细胞接受的刺激较少,视中枢得到的双眼的神经冲动强度是不同的,视觉成像模糊,在大脑中枢的主动抑制机制和双眼的竞争机制作用下,削弱了双眼的融合功能<sup>[33]</sup>。王利华等<sup>[34]</sup>的研究显示,双眼视力对称性下降且 $\leq 0.4$ 时,对立体视影响明显。患眼行玻璃体切除术后,双眼分别形成了较术前清晰的视

网膜物像,增加了传入视中枢的神经冲动,从而刺激了双眼的运动性融像功能,而运动性融像的增加也进一步促进了感觉性融像,融合功能的提高就为形成立体视功能建立了基础。

除上述之外,还有关于眩光、阅读试验、潜视力等的检测报道均证实了术后视功能的不同程度改善以及对患者实际生活质量的影响<sup>[11,35]</sup>。

### 3 视功能改善

对于特发性黄斑裂孔形成的机制,目前较为公认的是“切线牵拉”理论<sup>[36]</sup>,这一理论为此类患者的手术治疗提供了依据。手术要点即是彻底切除玻璃体后皮质,解除其对黄斑区的牵拉。Kelly 等<sup>[37]</sup>首次报道行玻璃体切割手术治疗黄斑裂孔取得较好效果,相继有众多学者发表了裂孔封闭、手术成功的报道。IMH 曾经被认为是严重危害视功能的难治性眼病,日益成为玻璃体视网膜手术的常规适应症了。Gass<sup>[38]</sup>又进一步提出在黄斑裂孔的病变过程中并未发生黄斑区中心凹神经组织的缺失,从而为玻璃体手术可以提高患者视力提供了理论依据。文献中报道的手术方式不断发展,目前标准的术式包括玻璃体切除、玻璃体后皮质切除、后极部玻璃状膜剥离、视网膜前膜剥离、俯卧位配合气体填充术,对手术方式的改进主要包括内界膜剥离、辅助性治疗、填充物的改变、术后俯卧时间的改变等。

大量研究资料表明 I 期 IMH 患者 50% 在发生玻璃体后脱离后可自发缓解,裂孔不再进展<sup>[12,39]</sup>。魏文斌等<sup>[40]</sup>研究发现黄斑裂孔前期病变采用玻璃体手术并不能完全阻止其进一步发展,手术后裂孔的变化与自然病程相类似,加之大部分 I 期裂孔患者视力较好,故建议绝大多数 I 期患者采取保守观察治疗为宜。Rubina 等<sup>[35]</sup>对 22 例 IMH 患者行玻璃体切除手术,其中Ⅲ期占 64%,Ⅱ期和Ⅳ期分别为 23% 和 13%,术后最佳矫正视力与术前裂孔分期进行相关性分析,结果显示术后最佳矫正视力与术前裂孔分期呈正相关,从而表明Ⅱ期以后的黄斑裂孔患者宜早期手术。Payne 等<sup>[7]</sup>研究发现 IMH 患者行早期手术者的解剖复位和视力恢复皆优于晚期手术者,并且手术方式、手术合并症对术后视力有明显影响。

目前普遍认同采用玻璃体手术治疗 IMH 患者视功能的疗效较满意,术后患者裂孔的愈合率较高,但术后视功能的恢复差异较大,部分患者尽管裂孔愈合,但视功能改善不明显,有学者提出裂孔在解剖学上的愈合形态与患者术后视功能恢复情况基本一致<sup>[26]</sup>。戴虹等<sup>[41]</sup>对 36 例 IMH 患者进行回顾性分析,应用相干光断层扫描(OCT)观察裂孔愈合形态,应用激光扫描检眼镜(SLO)测定患者术前及术后 1,3,6mo 中心视力、黄斑区光敏度、绝对暗点及相对暗点平均面积,结果显示术后 6mo 时,完全愈合型和部分愈合型病例中心视力、黄斑区光敏度、绝对暗点及相对暗点平均面积均较术前显著改善,未愈合型眼病例中心视力、黄斑区光敏度较术前有显著改善,绝对暗点及相对暗点平均面积虽较术前缩小,但改善程度不明显,无统计学意义,从而提示黄斑视网膜神经上皮缺损区不同程度的组织修复均有助于视功能的恢复,缺损区内的组织修复是

视功能改善和恢复的基础,另外,此研究结果证实,对于黄斑裂孔部分愈合和中心凹形态未完全恢复的病例,只要裂孔边缘平贴、神经上皮水肿消失,术后视功能仍可改善,其视功能改善程度随时间延长而递增。

Tranos 等<sup>[21]</sup>应用 25 项视功能调查表(VFQ-25)和 36 项简明健康调查表(SF-36),评估 IMH 患者在术前和术后 4mo 视功能恢复情况,纳入分析数据包括视力、对比敏感度和视物变形征,结果表明玻璃体切除手术对患者主观视功能有良好效果,同时也表明使用以视功能检查为主的健康状态调查表结合详细临床检查,对 IMH 患者日常健康状况可以提供更全面的评估。部分患者术后视力提高并不显著,但是由于其双眼视功能得到改善,从而使患者在日常生活中主观视觉舒适感提高了,患者的视觉质量和生活质量得到改善。黄斑部组织结构最精细、功能最复杂,对于特发性黄斑裂孔患者,临床医生在追求手术解剖复位的同时,更要意识并注意到对于其视功能的保持和恢复。

生物染色剂(ICG、台盼蓝、曲安奈德)辅助的内界膜剥离手术曾被视为是特发性黄斑裂孔手术史上的一个突破性进展,有助于提高术后视力及裂孔的解剖愈合率<sup>[42,43]</sup>。对黄斑裂孔患者的内界膜进行组织学检查发现其组织成分存在视网膜色素上皮细胞、胶原纤维、神经胶质细胞、肌纤维母细胞、巨噬细胞及星形胶质细胞等,这些细胞可能参与黄斑裂孔切线位的牵引,因此剥除 ILM 可阻止这些细胞的进一步增生,缓解牵引<sup>[44]</sup>。不提倡 ILM 剥除的学者则认为,ILM 并不是对黄斑裂孔起牵引作用的最主要因素,并且剥除 ILM 可能对黄斑区局部视网膜功能产生一定的影响<sup>[45]</sup>。

Michalewska 等<sup>[46]</sup>研究表明特发性黄斑裂孔患者行视网膜内界膜剥除有利于术后裂孔的闭合及其解剖结构的愈合,内界膜剥除术后视力与术后黄斑结构、黄斑区厚度有较好的相关性,此为临床实践提供了一定的循证医学方面的依据。Noriko 等<sup>[42]</sup>的实验研究表明,应用 ICG 辅助的内界膜剥离组比未用 ICG 辅助的内界膜剥离组术后视力差,推测原因可能为 ICG 对视网膜色素上皮和神经节细胞的损害毒性作用有关。而 Yan 等<sup>[43]</sup>的研究结果发现,应用 ICG 辅助的内界膜剥离眼比未应用 ICG 辅助的内界膜剥离眼视力差异无统计学意义。

目前有大量文献评价特发性黄斑裂孔手术行内界膜剥除术与否对术后黄斑解剖愈合率和视功能的影响,但比较两种术式的 Meta 分析较少。解传奇等<sup>[47]</sup>从 185 篇国内外相关报道中分析剥除视网膜内界膜与不剥除视网膜内界膜两种术式治疗特发性黄斑裂孔的随机对照试验,Meta 分析结果显示剥除视网膜内界膜组裂孔闭合率明显高于非剥除视网膜内界膜组,差异有统计学意义,但两种术式在改善患者的最佳矫正视力方面差异不明显。

目前认为针对应用染色剂辅助的内界膜剥离的利弊,尚需更大样板,更长时间的随访观察来验证<sup>[48]</sup>。

#### 4 小结

近年来,手术治疗特发性黄斑裂孔有了飞速的发展,而随着人民生活水平的提高,患者对术后视觉质量的要求

越来越高,不仅仅是“看得见、看得清”,更要是“看得持久、看得舒适”。因此,作为一名眼科医师已不能把单纯“复明”作为手术的主要目标,而是更加注重提高患者术后双眼视觉功能。而对于视功能的评估除了最基本的视力检查结果外,还应综合考虑其他视功能方面的指标,系统、全面地评估 IMH 患者的视觉质量。如何提高 IMH 患者术后的视功能状况,可能是今后 IMH 治疗的努力方向。

#### 参考文献

- 1 刘家琦,李凤鸣.实用眼科学.北京:人民卫生出版社 2010;450-451
- 2 黎晓新,王景昭.玻璃体视网膜手术学.北京:人民卫生出版社 2000;380-386
- 3 Veritti D, Toneatto G, Lanzetta P. Low-concentration intracyanine green-assisted internal limiting membrane peeling in idiopathic pucker 25-gauge surgery. *Eur J Ophthalmol* 2012;22(4):626-634
- 4 Poon WK, Ong GL, Ripley LG, et al. Chromatic contrast thresholds as a prognostic test for visual improvement after macular hole surgery: color vision and macular hole surgery outcome. *Retina* 2001;21(7):619-626
- 5 Farah ME, Maia M, Rodrigues EB. Dyes in ocular surgery: principles for use in chromovitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2009;148(3):332-340
- 6 Steel DH, Lotery AJ. Idiopathic vitreomacular traction and macular hole: a comprehensive review of pathophysiology, diagnosis, and treatment. *Eye* 2013;27(1):212
- 7 Payne JF, Bergstrom C, Yan J, et al. Residual triamcinolone acetonide sequestered in the fovea after macular hole repair. *Retina* 2011;31(1):148-153
- 8 赵铁英,吴德正,高汝龙,等.特发性黄斑裂孔治疗前后的视功能.中华眼底病杂志 2000;16(4):248-250
- 9 Hikichi T, Ishiko S, Takamiya A, et al. Scanning laser ophthalmoscope correlations with biomicroscopic findings and foveal function after macular hole closure. *Arch Ophthalmol* 2000;118(2):193-197
- 10 Kuriyama S, Hayashi H, Jingami Y, et al. Efficacy of inverted internal limiting membrane flap technique for the treatment of macular hole in high myopia. *Am J Ophthalmol* 2013;156(1):125-131
- 11 Andrea S, Aliessndra M, Paola S, et al. Assessment of retinal function before and after idiopathic macular hole surgery. *Am J Ophthalmol* 2013;156(1):132-139
- 12 Fumihiko Y, Seiji T, Goji T. Incidence and causes of iatrogenic retinal breaks in idiopathic macular hole and epiretinal membrane. *Semin Ophthalmol* 2014;29(2):66-69
- 13 Flavio T, Paola S, Andrea S. Idiopathic macular hole: post-operative morpho-functional assessment and prognostic factors for recovery of visual acuity. *Ann Ist Super Sanità* 2013;49(3):313-316
- 14 Midena E, Vujosevic S, Cavarzeran F, et al. Normal values for fundus perimetry with the microperimeter MP1. *Ophthalmology* 2010;117(8):1571-1576
- 15 Gupta B, Laidlaw DA, Williamson TH, et al. Predicting visual success in macular hole surgery. *Br J Ophthalmol* 2009;93(11):1488-1491
- 16 毕宏生,马晓华.完善白内障手术前后视功能评价-适应屈光性白内障手术要求.眼科 2006;15(1):13-15
- 17 Ciner EB, Schaneklitsch E, Scheiman M. Stereoacuity development in young children. *Optom Vis Sci* 2008;7(1):533-536
- 18 Nukada K, Hangai M, Ooto S, et al. Tomographic features of macula after successful macular hole surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(1):2417-2428
- 19 Yamashita T, Yamashita T, Kawano H, et al. Early imaging of macular hole closure: a diagnostic technique and its quality for gas-filled eyes

- with spectral domain optical coherence tomography. *Ophthalmologica* 2013;229(1):43-49
- 20 Wakabayashi T, Fujiwara M, Sakaguchi H, et al. Foveal microstructure and visual acuity in surgically closed macular holes; spectral-domain optical coherence tomographic analysis. *Ophthalmology* 2010;117(9):1815-1824
- 21 Tranos PG, Ghazi Nouri SMS, Rubin GS, et al. Visual function and subjective perception of visual ability after macular hole surgery. *Am J Ophthalmol* 2004;138(6):995-1002
- 22 Brooks HL. Macular hole surgery with and without internal limiting membrane peeling. *Ophthalmology* 2000;107:1939-1948
- 23 夏群, 龙力, 卢颖毅, 等. 特发性黄斑裂孔双眼视功能的临床检测. 中华眼视光学杂志 2004;6(3):172-178
- 24 Kanda S, Uemura A, Yamashita T, et al. Visual field defects after intravitreal administration of indocyanine green in macular hole surgery. *Arch Ophthalmol* 2004;122(10):1447-1451
- 25 Ando F, Sasano K, Ohba N, et al. Anatomic and visual outcomes after indocyanine green-assisted peeling of the retinal internal limiting membrane in idiopathic macular hole surgery. *Am J Ophthalmol* 2004;137(4):609-614
- 26 Wollensak G, Spoerl E, Wirbelauer C, et al. Influence of indocyanine green staining on the biomechanical strength of porcine internal limiting membrane. *Ophthalmologica* 2004;218(4):278-282
- 27 Sutter EE, Tran D. The field topography of Erg components in man-I The photopic luminance response. *Vision Res* 1992;32(3):423-446
- 28 Si YJ, Kishi S, Aoyagi K. Assessment of macular function by multifocal electroretinogram before and after macular hole surgery. *Br J Ophthalmol* 2009;83(4):420-423
- 29 Rishi P, Reddy S, Rishi E. Repeat gas insufflation for successful closure of idiopathic macular hole following failed primary surgery. *Indian J Ophthalmol* 2014;62(3):363-365
- 30 Aditya SK, Devanshi RB, Jai AK, et al. Spontaneous Closure of a full-thickness stage 2 idiopathic macular hole without posterior vitreous detachment. *Case Rep Ophthalmol* 2013;4(3):188-191
- 31 Ya HK, Tsung TW. The effect of autologous serum on vitrectomy with internal limiting membrane peeling for idiopathic macular hole. *J Ocul Pharmacol Ther* 2013;29(5):509-511
- 32 Gandorfer A, Messmer EM, Ulbig MW, et al. Indocyanine green selectively stains the internal limiting membrane. *Am J Ophthalmol* 2001;131(4):387-388
- 33 Campos EC, Enoch JM. Amount of aniseikonia compatible with fine binocular vision; some old and new concepts. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2008;17(1):44-47
- 34 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
- 35 Rubina R, Lucy O, John S. Persistent outer retinal fluid following non-posturing surgery for idiopathic macular hole. *Br J Ophthalmol* 2013;97(1):1451-1454
- 36 Burk SE, Mata AP, Snyder ME, et al. Indocyanine green-assisted peeling of the retinal internal limiting membrane. *Ophthalmology* 2000;107(4):2010-2014
- 37 Kelly NE, Wendel RT. Vitreous surgery for idiopathic macular holes. *Arch Ophthalmol* 1991;109(4):654-659
- 38 Gass JD. Reappraisal of biomicroscopic classification of stages of development of macular hole. *Am J Ophthalmol* 1995;119(3):752-759
- 39 Mata AP, Burk SE, Riemann CD, et al. Indocyanine green-assisted peeling of the retinal internal limiting membrane during vitrectomy surgery for macular hole repair. *Ophthalmology* 2011;108(5):1187-1192
- 40 魏文斌, 王景昭. 特发性黄斑裂孔的玻璃体手术治疗. 国外医学眼科学分册 1998;22(3):306-308
- 41 戴虹, 卢颖毅, 李永师, 等. 特发性黄斑裂孔患者术后裂孔愈合形态与视功能恢复的研究. 中华眼科杂志 2004;40(7):443-447
- 42 Noriko M, Teiko Y, Hiroshi E, et al. Long-term outcomes of 3 surgical adjuvants used for internal limiting membrane peeling in idiopathic macular hole surgery. *Jpn J Ophthalmol* 2014;58(6):455-461
- 43 Yan S, Jian PT. Retinal ganglion cell complex thickness after internal limiting membrane peeling for idiopathic macular hole. *Current Eye Research* 2014;39(5):537-538
- 44 Landa A, Gentile RC, Garcia PMT, et al. External limiting membrane and visual outcome in macular hole repair: spectral domain OCT analysis. *Eye(Lond)* 2012;26(1):61-69
- 45 Oshima Y, Wakabayashi T, Sato T, et al. A 27-gauge instrument system for transconjunctival sutureless microincision vitrectomy surgery. *Ophthalmology* 2010;117(1):93-102
- 46 Michalewska Z, Michalewski J, Cisiecki S, et al. Correlation between foveal structure and visual outcome following macular hole surgery: a spectral optical coherence tomography study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008;246(6):823-830
- 47 解传奇, 贾亚丁. 内界膜剥除对特发性黄斑裂孔术后裂孔愈合及视功能影响的 Meta 分析. 中华眼底病杂志 2009;40(2):183-185
- 48 刘恬, 张少冲. 内界膜剥除术在黄斑病变治疗中的应用. 国外医学眼科学分册 2012;36(2):65-68