

# 玻璃体视网膜手术术前视功能和影像学检查规范操作专家共识(2024)

邵毅<sup>1</sup>, 马健<sup>2</sup>, 汪朝阳<sup>3</sup>, 《玻璃体视网膜手术术前视功能和影像学检查规范操作专家共识(2024)》专家组, 中国医药教育协会眼科影像与智能医疗分会, 国际转化医学学会眼科学专委会, 国际智能医学学会眼科学专委会, 中国眼科影像研究专家组

**引用:**邵毅, 马健, 汪朝阳, 等. 玻璃体视网膜手术术前视功能和影像学检查规范操作专家共识(2024). 国际眼科杂志, 2024, 24(12):1851-1862.

**基金项目:**国家自然科学基金(No.82160195, 82460203); 江西省双千计划科技创新高端领军人才项目(No.jxsq2023201036); 江西省重大(重点)研发专项计划(No.20223BBH80014); 浙江省自然科学基金(No.LY21H120002)

**作者单位:**<sup>1</sup>(200126)中国上海市, 上海交通大学医学院附属第一人民医院眼科中心; <sup>2</sup>(310003)中国浙江省杭州市, 浙江大学医学院附属第二医院眼科中心; <sup>3</sup>(100005)中国北京市, 首都医科大学附属北京同仁医院眼科中心

## 作者简介



邵毅 博士, 主任医师, 博士研究生导师, 英国皇家医学会会士, 国际智能医学学会眼科专委会主任委员, 国际转化医学学会眼科专委会主任委员, 中国医药教育协会眼科影像与智能医疗分会主任委员, 牵头制定国家指南 28 部、国家标准 2 部; 发表 SCI 论文 300 余篇, 主持多项国家级、省级课题, 获省双千领军人才等 20 项, 第一完成人获省部级科技奖励 14 项, 研究方向: 角膜病与眼科影像。

**通讯作者:**邵毅. freebee99@163.com; 马健, 博士, 哈佛大学博士后, 主任医师, 中组部和团中央博士服务团成员, 研究方向: 干细胞、神经保护和人工智能. jian\_ma@zju.edu.cn; 汪朝阳, 博士, 主任医师, 博士研究生导师, 研究方向: 眼底病、智能医疗. zhaokekewzy@hotmail.com

国际实践指南注册号: <http://www.guidelines-redistry.cn/>, PREPARE-2023CN628

收稿日期: 2023-11-10 修回日期: 2024-10-31

## 摘要

本专家共识旨在深入探讨玻璃体视网膜手术术前视功能和影像学检查的规范操作流程。玻璃体视网膜手术术前检查能有效帮助医生明确手术适应证、评估患者病情, 为设计手术方案和判断预后提供有力支持。为了制定本专家共识, 在国家眼部疾病临床医学研究中心孙晓东等权威专家帮助下, 中国医药教育协会眼科影像与智能医疗分会、国际智能医学学会眼科专委会和国际转化医学学会眼科学专委会组织专家组结合近年国际和国内在玻璃体视网膜手术领域的最新研究和进展, 对术前影像和视功能的检查方

法进行了全面的研究和评估, 专家们经过多轮探讨和参考最新的临床资料, 形成了这份专家共识, 旨在为规范玻璃体视网膜手术术前检查提供支持, 以实现提高医疗质量、优化资源利用、提供决策支持和保障患者权益的目标。本专家共识主要介绍玻璃体视网膜手术的术前检查, 包括超广角眼底成像术、荧光素血管造影、吲哚菁绿血管造影、眼科 B 型超声检查、超声生物显微镜、光学相干断层扫描、光学相干断层扫描血管造影、眼眶计算机断层扫描、眼眶核磁共振成像, 以及眼科电生理检查如视网膜电图、视觉诱发电位、视野等眼科检查的工作原理、检查方法以及有关注意事项。

**关键词:**玻璃体视网膜手术; 术前检查; 超广角眼底成像术; 光学相干断层扫描; 视网膜电图

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.12.01

## Expert consensus for preoperative visual function and imaging examination standards in vitreoretinal surgery (2024)

Shao Yi<sup>1</sup>, Ma Jian<sup>2</sup>, Wang Chaoyang<sup>3</sup>, Expert Workgroup of Expert Consensus for Preoperative Visual Function and Imaging Examination Standards in Vitreoretinal Surgery (2024), Ophthalmic Imaging and Intelligent Medicine Branch Chinese Medicine Education Association, Ophthalmology Committee of International Association of Translational Medicine, Ophthalmology Committee of International Association of Intelligent Medicine, Chinese Ophthalmic Imaging Study Groups

**Foundation items:** National Natural Science Foundation of China (No.82160195, 82460203); Jiangxi Double-Thousand Plan High-Level Talent Project of Science and Technology Innovation (No.jxsq2023201036); Key R&D Program of Jiangxi Province (No.20223BBH80014); Natural Science Foundation of Zhejiang Province (No.LY21H120002)

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200126, China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, Zhejiang Province, China; <sup>3</sup>Department of Ophthalmology, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100005, China

**Correspondence to:** Shao Yi. Department of Ophthalmology, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200126, China. [freebee99@163.com](mailto:freebee99@163.com); Ma Jian. Department of Ophthalmology, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, Zhejiang Province, China. [jian\\_ma@zju.edu.cn](mailto:jian_ma@zju.edu.cn); Wang Chaoyang. Department of Ophthalmology, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100005, China. [zhaokekewzy@hotmail.com](mailto:zhaokekewzy@hotmail.com)

International Practice Guidelines Registration: <http://www.guidelines-registry.cn/>, PREPARE-2023CN628

Received: 2023-11-10 Accepted: 2024-10-31

## Abstract

• This consensus document aims to define a standardized protocol for visual function and imaging examinations preceding vitreoretinal surgery. Preoperative examination can significantly aid physicians in defining surgical indications, evaluating patients' conditions, and providing substantial support for designing surgical plans and predicting prognoses. Compiled by a collaborative expert group representing the Ophthalmic Imaging and Intelligent Medicine Branch of the Chinese Medicine Education Association, in tandem with the Ophthalmology Committee of International Association of Translational Medicine, this consensus integrates recent advancements and research in vitreoretinal surgery from both global and domestic contexts. Following numerous rounds of deliberations and the integration of the latest clinical data, these consensus have been formulated with the objective of offering support in standardizing preoperative examinations for vitreoretinal surgery, with the broader aim of enhancing medical quality, optimizing resource usage, providing decision-making support, and ensuring the protection of patient rights. This document predominantly encompasses an in-depth review of preoperative examinations for vitreoretinal procedures, which includes, but is not limited to, principles, methodologies, and related precautions of ultra-wide-angle fundus imaging, fluorescein angiography, indocyanine green angiography, ophthalmic B-ultrasound examinations, ultrasound biomicroscopy, optical coherence tomography, optical coherence tomography angiography, orbital CT scan, orbital MRI, ophthalmic electrophysiology tests such as electroretinogram and visually evoked potentials and visual field.

• **KEYWORDS:** vitreoretinal surgery; preoperative examination; ultra-widefield fundus imaging; optical coherence tomography; electroretinogram

**Citation:** Shao Y, Ma J, Wang CY, et al. Expert consensus for preoperative visual function and imaging examination standards in vitreoretinal surgery (2024). *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2024, 24(12): 1851-1862.

## 1 制定背景和方法

玻璃体视网膜病变泛指一系列涉及眼部玻璃体和视网膜的病理性改变,这些病变可能导致患者出现视力下

降、眼痛不适、视野缺损等症状,严重者会导致视力长期甚至永久性损伤。玻璃体是眼内屈光间质的组成部分,视网膜是视神经冲动产生和光感受器所在之处,二者共同构成了光线进入眼球的通路。玻璃体视网膜手术(vitreoretinal surgery or vitreous surgery)在治疗严重的玻璃体视网膜病变时具有重要意义,手术适应证主要包括原发性孔源性视网膜脱离(retinal detachment, RD),牵引性视网膜脱离,黄斑前膜(epiretinal membrane, ERM)、黄斑裂孔(macular hole, MH)、玻璃体黄斑牵拉综合征等玻璃体黄斑界面疾病,影响视力的玻璃体混浊,糖尿病视网膜病变、视网膜静脉阻塞、视网膜下出血、新生血管性青光眼等引起的玻璃体积血(vitreous hemorrhage, VH)及眼底新生血管性疾病,高度近视的玻璃体视网膜并发症,外伤性玻璃体积血、眼球内异物(intraocular foreign body, IOFB)、外伤后感染性眼内炎等眼外伤相关玻璃体视网膜病变、急性视网膜坏死综合征、感染性眼内炎、眼弓蛔虫病等感染性玻璃体视网膜疾病,晶状体位置异常,人造玻璃体或人造视网膜装置植入,某些先天性疾病如早产儿视网膜病变、Coats病、家族性渗出性玻璃体视网膜病变等,玻璃体或视网膜或脉络膜组织活检,眼底肿瘤如视网膜母细胞瘤、视网膜毛细血管瘤、脉络膜黑色素瘤、原发性玻璃体视网膜淋巴瘤等。对于这类疾病,常规的药物治疗或者激光治疗可能效果有限。因此,需要通过手术治疗作进一步干预。由于玻璃体视网膜手术前必须进行一系列术前评估,以明确手术指征、排除手术禁忌并对患者个体情况进行个性化的手术方式设计,因此规范术前检查尤为重要。

玻璃体视网膜手术的术前检查可大致分为常规术前检查、一般眼科检查、眼科生物测量和眼科影像学检查以及眼科电生理检查。其中术前常规检查包括血常规、血生化、传染病(乙型肝炎病毒、丙型肝炎病毒、梅毒、艾滋病)、凝血功能、血型、血培养(眼内炎)、血压、心电图(必要时可选用24 h动态心电图)、超声心动图和胸部计算机断层扫描(computed tomography, CT)(麻醉方式选择全身麻醉者)等,一般眼科检查包括外眼、眼前节和眼底的裂隙灯检查、医学验光(屈光度数、最佳矫正视力等)和眼位及眼压等。本专家共识罗列出一些临床常见的玻璃体视网膜疾病及其术前检查项目的选择,见表1。对于联合白内障摘除和人工晶状体植入术时,需对患者进行相关的角膜内皮细胞计数、眼部生物测量和A型超声等术前检查,这部分在相应专题做详细介绍,故本专家共识不再赘述。

基于玻璃体视网膜手术术前视功能和影像学检查尚未形成统一可遵守的规范操作专家共识,中国医药教育协会眼科影像与智能医疗分会及智能医学专委会和国际转化医学会眼科学专委会组织执笔专家、屈光专家、眼科影像专家成立了《玻璃体视网膜手术术前视功能和影像学检查规范操作专家共识(2024)》专家组,针对玻璃体视网膜手术术前视功能和影像学检查操作流程和注意事项进行充分讨论,并结合影像学检查和电生理检查的工作原理与临床实践经验,召开线下和线上会议,由执笔专家组成员撰写共识初稿,初稿形成后通过电子邮件和微信方式由各位专家独立阅读并提出修改意见,分别提交共识撰写组核心成员,修改意见经过整理并通过微信、邮件方式和线上会议进行讨论和归纳,以期在修改期间充分接受参与专家的建议和指导意见。共识经过充分讨论后最终敲定共识终稿。本共识主要总结了玻璃体视网膜手术术前检查

表 1 临床常见的玻璃体视网膜疾病及术前检查项目选择

疾病种类	术前检查项目
适用多数视网膜玻璃体疾病(通用)	视力检查、医学验光、裂隙灯检查、眼压检测、超广角眼底成像、OCT、OCTA
玻璃体疾病(玻璃体炎症、玻璃体增殖、玻璃体积血、玻璃体变性、增殖性玻璃体视网膜病变、先天性和遗传性玻璃体异常、玻璃体出血)	B超、超广角眼底成像、OCT、OCTA、眼底照相、FFA
视网膜脉络膜炎症及血管病变(高度近视引起的视网膜病变、视网膜静脉阻塞、视网膜静脉周围炎、外层渗出性视网膜病变、早产儿视网膜病变、视网膜血管炎、中间葡萄膜炎、急性视网膜坏死性综合征、结核性脉络膜视网膜炎、遗传性视网膜疾病、脉络膜新生血管等)	B超、超广角眼底成像、OCT、OCTA、FFA、ICGA、眼底照相、RG、VEP、UBM(血管病变、遗传性视网膜疾病、脉络膜新生血管病变时可加用)
视网膜脱离	B超、超广角眼底成像、OCT、眼底照相
黄斑疾病(年龄相关性黄斑变性、特发性黄斑视网膜前膜、黄斑前膜、黄斑裂孔、VMT等)	B超、超广角眼底成像、OCT、OCTA、FFA、ICGA、眼底照相、ERG、多焦ERG
眼内肿瘤相关的眼底病变	B超、彩超、OCT、眼眶CT、眼眶MRI、眼底照相、ERG、VEP、视野、B超、FFA、ICGA
视网膜电图异常的疾病	ERG、VEP、B超、彩超、ICGA、OCT、眼眶CT、眼眶MRI、眼底照相、视野、UBM、FFA

中各项眼科影像学检查和眼科电生理检查的操作流程及临床意义,其中眼科影像学检查包括超广角眼底成像、荧光素血管造影(fluorescein fundus angiography, FFA)、吲哚菁绿血管造影(indocyanine green angiography, ICGA)、眼科B型超声检查(B-mode ultrasound examination)、超声生物显微镜(ultrasound biomicroscopy, UBM)、光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)、OCT血管成像(OCT angiography, OCTA)、眼眶CT和眼眶核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI),眼科电生理检查包括视网膜电图(electroretinogram, ERG)和视觉诱发电位(visual evoked potential, VEP)、视野(visual field)。推广本共识可以规范玻璃体视网膜手术术前检查,并为手术医生评估患者病情、设计手术方案、判断手术预后提供足够的支持。

## 2 一般术前检查

**2.1 裂隙灯检查** 裂隙灯检查可以通过其放大功能,配合前置镜、三面镜等辅助设备,让医生对眼部结构(包括眼睑、结膜、角膜、虹膜、晶状体和玻璃体视网膜等)进行详细的检查,有助于评估病变的严重程度来判断是否需要玻璃体视网膜手术。由于其操作具有简便性、经济性、直观性,裂隙灯检查在玻璃体视网膜手术术前评估中具有不可替代的作用。

**2.2 眼压评估** 进行玻璃体视网膜手术前,进行眼压评估是必要的。高眼压是多种眼病的重要指标,包括视网膜静脉阻塞、眼内炎、青光眼等,持续的高眼压可能增加术中的出血风险,对视神经造成不可逆的损伤,需要术前做好相应的降眼压处理。由于视网膜脱离或者脉络膜脱离,可能导致眼压下降,结合其他检查发现存在脉络膜脱离可能性时,可以在术前适当应用糖皮质激素减轻脉络膜脱离,从而达到提高手术安全性,降低手术操作难度的效果。

**2.3 医学验光** 医学验光在眼科术前检查中具有重要意义,主要应用于准确评估患者的视力情况,对于判断手术前视力下降程度,判断术后视力恢复情况有很大帮助<sup>[1]</sup>。通过医学验光,医生可以确定眼球的屈光状态,包括近视、

远视、散光等,同时可以帮助估计眼球在玻璃体视网膜手术后可能达到的最佳视力情况<sup>[2-5]</sup>,以此制定合理的手术目标和预后期望。对于需要同时进行白内障手术的患者,医学验光可以协助选择合适度数的人工晶状体,以期术后获得最佳视力效果。

## 3 超广角眼底成像术

超广角眼底成像术可以提供大范围的视网膜图像,帮助手术医生全面评估眼底病变的位置、大小和性质等,有助于明确手术的适应证,包括视网膜裂孔、视网膜脱离、视网膜变性、视网膜血管病变和眼内肿瘤等<sup>[6]</sup>,在该检查的辅助下,医生还能了解是否存在其他潜在的病变或并发症的风险,从而更准确地规划和设计手术所需的入路和所需采取的手术方案,降低手术风险。另外超广角眼底成像提供直观的眼底图像,有助于医生向患者解释眼底病变,进而增强患者的理解和合作。虽然大部分患者都可以接受超广角眼底成像术检查,但在一些情况下该检查可能不适合,例如严重的眼外伤、严重的眼前节疾病、严重的玻璃体混浊或积血、配合程度不足的精神疾病患者等。

**3.1 工作原理** 超广角眼底成像术是可以一次成像即获得从赤道前部至锯齿缘范围眼底影像的技术。超广角眼底成像术以激光共聚焦扫描检眼镜为基础,其基本原理是椭圆一个焦点发出的光线经过椭圆内壁反射后必经过另一个焦点,以常见的Optos超广角激光扫描检眼镜为例,将激光扫描头和被检眼分别位于椭圆的两个焦点,只需使激光扫描头围绕共轭焦点旋转,其发射的激光束射入眼中,即可照射到80%的视网膜面积(200°),甚至达到涡静脉以前的视网膜周边部,反射回的激光束通过传感器转换后,转变为高分辨率的数字图像<sup>[7]</sup>。激光的波长越长,穿透能力越强,因此为了获得不同层面视网膜的信息,可以同时使用不同波长的激光进行扫描。其中红色激光(波长633 nm)可以获得从脉络膜到视网膜色素上皮层(retinal pigment epithelium, RPE)的图像;绿色激光(波长532 nm)可以用于自发荧光成像,获得从RPE到神经上皮层的图像;蓝色激光(波长488 nm)用于激发荧光素,获得

超广角荧光素眼底血管造影图像<sup>[8]</sup>。

**3.2 操作流程** 操作流程以 Optos 超广角激光扫描检眼镜为例。

(1)准备。输入患者基本信息,根据检查需要,选择超广角眼底成像模式,包括超广角眼底彩色图像、超广角眼底自发荧光图像和超广角荧光素眼底血管造影图像。超广角荧光素眼底血管造影术前需行皮肤试验,造影剂过敏者禁止做此检查。叮嘱患者舒适坐位,调整机身高度至患者双眼水平,嘱患者睁开双眼向前平视,若患者配合度差,必要时可提拉患者眼睑或者开睑器充分暴露。

(2)超广角眼底彩色图像和超广角眼底自发荧光图像。调整患者头位至显示绿色光圈与角膜缘对齐,瞳孔中央为绿色实心圆形,点击拍摄按钮。对于人工晶状体眼或硅油眼,可适当调整焦距,显示红色减号或红色实心圆形时拍摄。

(3)超广角荧光素眼底血管造影图像。将拍摄镜头对准受检眼,在4-5 s内向前静脉快速注入荧光素钠/吲哚菁绿溶液,开始计时。早期(1 min内):视网膜血管开始充盈后(注射结束约5 s),点击拍摄按钮进行自动拍摄,至主检眼静脉完全充盈(约30-45 s),再拍摄对侧眼。中期图像于5(1-10) min进行双眼拍摄。晚期于10(10-15) min进行拍摄。

(4)评估图像质量与存储。一张合格的超广角眼底图像需成像清、范围广,清晰呈现视盘、黄斑、涡静脉在内的眼底图像,尽量避免眼睑和睫毛影响图像结果,遮盖小于10°视野。拍摄完成合格的图像后,以无损分辨率导出并保存相关图像。

**3.3 注意事项** (1)若需要更大范围的眼底照相,可嘱患者调整眼位拍摄多张图像后做拼图。(2)超广角眼底彩色图像和自发荧光图像必须在注射造影剂之前拍摄。(3)拍摄超广角荧光素眼底血管造影图像前,需与开单医生确认主检眼眼别。(4)ICGA需要增加拍摄20 min双眼图像。(5)如确定不能做造影检查,可选择OCTA做为替代检查。

## 4 眼底荧光造影

眼底荧光造影包括FFA和ICGA,是在视网膜和脉络膜疾病辅助诊断中应用广泛的成像技术。其作用机制在于通过患者静脉注入荧光素钠或吲哚菁绿染料,在染料随体循环至视网膜和脉络膜血管时,借助特定波长的光源激发染料分子发出荧光,同时使用专用滤光片过滤反射光,从而精确捕获眼底血管的造影图像。

眼底荧光造影能够深入评估诸如闭塞血管、异常新生血管、微血管病变以及其他视网膜或黄斑区病变位置和范围,医生能据此判断病变性质和活动状态,根据新生血管位置和受累部位选择激光治疗或手术的策略。对于一些需要长期观察的患者如糖尿病视网膜病变<sup>[6,9]</sup>、年龄相关性黄斑变性,定期眼底荧光造影检查可以监测病变发展情况,以便于及时调整治疗方案,达到最优疗效。眼底荧光造影图像的直观表现还可帮助医生向患者解释疾病,增强患者配合治疗的积极性。

FFA能够动态观察视网膜血管的形态,对于诊断视网膜病变具有极高价值,但深部脉络膜血管病变(尤其是脉络膜新生血管性疾病)可能在FFA中的显像不佳,因此需

要如ICGA评估<sup>[10]</sup>。通常,FFA与ICGA联合使用对辅助诊断眼底疾病比单独使用更有价值。

**4.1 禁忌证** (1)对荧光素钠/吲哚菁绿过敏者;(2)肾功能严重不全者禁行FFA检查;(3)生命体征不稳定者;(4)青光眼不宜散瞳的患者;(5)高血压患者在造影前应进行心理干预,帮助患者放松心情,并控制、检测其血压。

**4.2 工作原理** 荧光素钠被波长为465-490 nm的激发光激发后发射波长520-530 nm的黄色荧光,黄色荧光被装有黄绿色滤光片的传感器接收后转化为图像被记录<sup>[11]</sup>。吲哚菁绿的最大吸收波长为805 nm,最大荧光波长为835 nm,位于电磁波谱的近红外部分<sup>[12]</sup>。

## 4.3 检查流程

(1)准备。详细询问患者病史排除禁忌证,签署造影检查知情同意书,进行荧光素钠/吲哚菁绿皮试。评估患者前房、房角和屈光度数,将患者散瞳至瞳孔直径>5.5 mm;若瞳孔直径为4.0-5.5 mm时,可使用小瞳孔模式进行拍摄;瞳孔直径<3.3 mm者难以拍摄清晰的眼底照相。患者不能配合情况下可使用表面麻醉辅助。核对后输入患者信息,嘱患者坐位,调整升降台和下颌托至适当高度,嘱患者下颌轻靠在下颌托上,额部轻贴前额托。

(2)注射造影剂。将拍摄镜头对准受检眼,调整屈光和亮度使眼底红外图至最清晰,嘱护士在4-5 s内向前静脉快速注入造影剂溶液,开始计时。荧光素钠推荐剂量10 mg/kg,成人可选用10%浓度5 mL或20%浓度3 mL的荧光素钠溶液;儿童根据体质量计算;严重肾功能不全者行FFA检查需适当减量。吲哚菁绿推荐剂量为25-50 mg或1-2 mg/kg<sup>[12]</sup>。

(3)早期。视网膜血管开始充盈后(注射结束后5-10 s),拍摄受检眼以黄斑为中心的图像,间隔1-2 s,拍摄5-8张,时间为40-45 s。

(4)中期。注射结束后1.0-1.5 min,拍摄受检眼以黄斑为中心的图像、以视乳头为中心的图像。注射结束后2.0 min,用注视灯引导患者注视方向,按顺序拍摄以黄斑颞侧(黄斑位于图像鼻侧边缘)、颞上方(图像下方边缘与视乳头上缘相切,鼻侧边缘经过视乳头中心)、颞下方(图像上方边缘与视乳头上缘相切,鼻侧边缘经过视乳头中心)、鼻上方(图像下缘与视乳头上缘相切,颞侧边缘经过视乳头中心)、鼻下方(图像上缘与视乳头上缘相切,颞侧边缘经过视乳头中心)为中心的图像。主检眼拍摄结束后进行对侧眼的各方位图像拍摄。

(5)晚期。注射结束后5、10 min,拍摄受检眼以黄斑为中心的图像。以先主检眼,后对侧眼的顺序进行拍摄。

(6)评估图像质量与存储。拍摄完成合格的图像后,以无损分辨率导出并保存相关图像。

(7)造影后患者教育。1)留观30 min,期间注意观察患者一般情况;对于出现过敏反应者进行对症处理,出现过敏性休克者需留观至其生命体征复稳。2)告知患者检查当天多饮水,荧光素钠一般在1 d左右排空,尿液、汗液、眼睛等会暂时显现黄色,均属于正常现象。3)检查后当天避免进行驾驶等危险或精细作业。4)FFA检查后避免进行以比色法为原理的实验室检查如血清肌酐、总蛋白、皮质醇等<sup>[13]</sup>。ICGA对甲状腺放射性碘摄取率检查有影响,应间隔1 wk以上检查。5)孕妇及哺乳期妇女用药:

对于哺乳期妇女,停止哺乳 24 h;为接受光疗的新生儿哺乳者,至少停止哺乳 72 h。停止哺乳期间乳汁需弃用。

**4.4 注意事项** (1)尽量散瞳检查,对于浅前房、窄房角的患者,检查结束后注意缩瞳,避免诱发急性闭角型青光眼发作。对于屈光不正度数高的受检眼,可按需调整设备内置屈光度数。(2)对于肾功能不全的患者,使用减少剂量的荧光素钠时可能导致血管充盈时间变短,因此需要提前拍摄各期图像。例如使用 2 mL 10% 浓度 5 min 所拍摄的图像,相当于注射 5 mL 10% 浓度 15 min<sup>[14]</sup>。(3)如患者有发生超敏反应的风险,但临床医师在权衡荧光血管造影的获益和过敏反应的风险后,认为必须做荧光血管造影的,造影过程中必须有急救人员在场。(4)若注射染料时发生外渗,立即停止输注并予以局部按压。部分情况下可能有造影剂进入血管,因此可以尝试进行图像采集。(5)早期拍摄以主检眼为主,兼顾双眼。(6)FFA 的并发症发生率约 1.1%–4.4%,不良反应包括恶心呕吐和皮肤瘙痒,这些反应通常在 1.5 h 内好转。严重者可能导致休克或死亡<sup>[15]</sup>。因此拍摄过程中密切关注患者一般情况,如有明显不适立即终止拍摄,根据情况让患者休息或进一步处理,待好转后继续后续拍摄。(7)超广角造影的优势在于可以展示远周边视网膜病变,这对于广泛性或外周视网膜病变(如家族性渗出性玻璃体视网膜病变,糖尿病视网膜病变等)是极有价值的。因此要求医生根据临床需要以及患者具体情况,选择使用超广角造影检查来执行术前评估和术后随访。

## 5 眼科 B 超

B 超的检查范围主要取决于超声声束能到达的深度,而受屈光介质的影响较小,因此拥有较广的适应证:如辅助诊断玻璃体、视网膜及脉络膜疾病<sup>[16–17]</sup>,可以帮助判断视网膜是否发生脱离甚至脉络膜脱离,脱离的范围,以及是否有液体积聚于视网膜下。对于角膜病变、晶状体混浊或脱位、玻璃体积血等屈光介质混浊患者,常规检眼镜检查和眼底照相等无法窥清眼内结构的,B 超可以穿透混浊的介质提供有价值的信息;眶内及眼内占位性病变,用于评估病变位置、性质和大小;眼外伤和眼内异物、眼内炎,用于评估损伤程度和有无异物残留<sup>[18–20]</sup>。

B 超与 CT 和 MRI 的一个重要区别在于,后两者的断面为横断面以及重建后的冠状面和矢状面,而超声声像图可以获得更多角度的断面。由于这一特性,B 超可以对异常结构或病变进行更全面准确的评估,提供更多的三维信息,帮助医生更好理解结构的形状和关系,同时也需要规范通用的扫描断面和角度。

与其他检查相比,眼科 B 超几乎没有明确的禁忌证,但对于严重的眼外伤等可能引起眼球破裂的病例,检查过程中应当特别谨慎,避免对眼球施加过大的压力,以免加重病情。

**5.1 工作原理** 超声波在人体内传播过程中,经过不同组织界面时由于声阻抗的差异会发生不同程度的反射,这些声束发生发射后部分被超声探头接收,由换能器形成特征性的波段或图像<sup>[21]</sup>。

**5.2 B 超扫查的基本断面** B 超声像图与扫查的体位、探头放置的位置以及声束扫查平面的方向有关。最基本的眼内疾病的超声检查方法包括横切、纵切和轴位扫查,其

中横切和纵切可以避开晶状体从而减少晶状体对声波的削减和干扰。横切扫描:探头标记方向与角巩膜缘平行。横切扫描得到的是探头对侧眼球结构的子午线切面。根据探头位置,横切扫描也可以分为水平横切(标志指向鼻侧,探头位于 6:00/12:00 位角巩膜缘)、垂直横切(标志指向上方,探头位于 3:00/9:00 位角巩膜缘)和斜行横切(标志指向上方,探头位于 1:30、4:30、7:30 和 10:30 角巩膜缘)。纵切扫描:探头标记方向与角巩膜缘垂直,标志指向角膜中心。纵切扫描得到的是探头对侧径线的切面。探头越接近角巩膜缘则后极部图像越清晰,接近穹窿部则前段图像越清晰。轴位扫描:探头位于角膜中央,声束穿过晶状体中央。用于评估晶状体、视神经、黄斑相关疾病的评估和诊断<sup>[22]</sup>。

## 5.3 注意事项

(1)玻璃体腔气体填充的患者需坐位检查;硅油填充者根据硅油填充量的多少分为充满型和部分充满型,充满型硅油眼患者在各体位的 B 超影像无明显差别,部分充满型硅油眼患者仰卧位时可见硅油与视网膜间弧形带状强回声,坐位时可见两个大小、形态不同的眼球壁回声。由于声衰在硅油中比在玻璃体液中更多,再加上硅油填充眼的玻璃体腔容积假性扩张、眼轴增大,常规探测深度难以探及眼后节,因此 B 超探测扫描硅油眼时要调大探测深度。

(2)对于外伤和眼部术后的患者,动作需轻柔,避免增加患者痛苦或造成二次损伤。

(3)当有出血、炎症和球壁病变时,酌情增加声波强度,对病变区进行多切面、多角度的探查。

(4)彩超结合了普通 B 型超声与血流检测,能够直观地显示血液在眼球内部血管中的流速和方向,对于判断血管闭塞、血流减慢或其他血流异常情况有一定诊断价值,比如视网膜、脉络膜病变和眼内、眶内肿瘤。在某些情况下,特别是在紧急情况下或在基础医疗设施中,当无法进行 FFA、ICGA 或 OCTA 检查时,彩超依然是一种非常有用的诊断选择。它可以作为其他更先进眼底成像技术的补充,或在这些设备不可用时提供重要的临床信息。然而,彩超不能完全替代 FFA、ICGA 或 OCTA,因为它们在内眼底病理学的诊断、尤其是微小血管异常的检测方面提供了更高的敏感度和分辨率。

(5)对于眼内肿瘤的定性诊断,弹性成像可能具有一定价值<sup>[23–24]</sup>。UBM 运用超高频超声波成像,以获得眼部前段结构的高分辨率图像。此技术尤其适用于对晶状体、虹膜、角膜、前房、睫状体以及房角等眼部前段组织进行详细检查,特别是对于那些因透明介质如角膜混浊或瞳孔散大不充分而不宜接受常规检查方法的患者。鉴于 UBM 在穿透深层结构上的局限性,其并不常直接应用于玻璃体、视网膜或脉络膜的评估之中。然而,在某些情形下 UBM 仍可能对玻璃体视网膜手术的术前评估有所帮助。包括合并晶状体位置异常、锯齿缘断裂、肿瘤或广泛炎症累及周边部<sup>[24–26]</sup>。UBM 对房角结构及其开放度的评估,可以辅助手术规划和术后管理。综合患者的具体情况和其潜在并发症,UBM 有时可提供更全方位的诊断信息。

## 6 OCT 和 OCTA

OCT 作为一种快速、无创和可重复的成像技术,可以

对视网膜和黄斑区进行高分辨率的成像,明确病变程度和范围,评估患者病变类型、位置和严重程度,适应证包括视网膜脱离、视网膜裂孔<sup>[27]</sup>、黄斑水肿、黄斑前膜、糖尿病视网膜膜病变<sup>[9]</sup>、视网膜静脉阻塞等黄斑及视网膜病变,观察玻璃体和视网膜之间的关系也有助于制定适当的治疗方案,评估手术预后。玻璃体视网膜手术术前进行 OCT 检查也可以作为基线资料保留,通过比较术前和术后的 OCT 图像,临床医生可以判断手术是否达到预期的效果<sup>[16-17,27-28]</sup>。

OCTA 是基于 OCT 原理,用以无创捕捉视网膜及脉络膜层面的血流信息的眼底成像技术。与传统染料血管造影检查方法如 FFA、ICGA 相比,OCTA 的优势在于其非侵入性,避免了注射染料所可能引发的并发症,例如过敏反应或皮下血肿。它通过动态分析样本中反射光波的变化来探知血流动态,进而生成视网膜和脉络膜血管网络的高清晰度图像,此方法便于医生在不注射染料的条件下,对年龄相关性黄斑变性、息肉状脉络膜血管病变、中心性浆液性脉络膜视网膜病变、病理性近视、糖尿病视网膜病变、视网膜静脉阻塞,以及眼内肿瘤如视网膜血管母细胞瘤、脉络膜骨瘤、脉络膜黑色素瘤等疾病进行有效诊断与监控<sup>[29-30]</sup>。

相较于 FFA 和 ICGA,OCTA 的显著特点包括:非侵入性操作,避免了染料注射带来的风险,并允许短时间内多次重复检查,方便连续跟踪病情的变化;检查速度快捷,OCTA 检查一般在数分钟内即可完成,此时 FFA、ICGA 还需待染料在眼部循环;高分辨率成像能力,OCTA 利用光波相干性直接探测血流改变产生的信号变化得以实现显现微细血管结构上的卓越性能。

然而,OCTA 技术亦存在一定局限性,其无法显现血管的渗漏情况,这一点对于视网膜静脉阻塞等病症时尤为关键;此外,在脉络膜成像方面,其穿透力不如 ICGA;高昂的费用与探测设备需求也导致该技术在某些地区的使用并不广泛。因此选用何种血管造影检查技术需根据具体病情及设备的可用性综合判断。

**6.1 工作原理** OCT 使用低相干光源,将光束分为两部分,一部分被引导至受检眼中,另一部分被引导至参考镜中,由于组织的反射和吸收,两束光反射后发生相位和幅度上的改变,返回的散射光束和参考光束在干涉器中相遇,系统对干涉信号进行处理即得到 OCT 影像<sup>[31]</sup>。

根据成像理论不同,OCT 可以分为时域光学相干层析成像(time domain OCT,TD-OCT)和傅里叶域光学相干层析成像(Fourier domain OCT,FD-OCT),FD-OCT 根据光谱探测机制的不同,又可分为谱域 OCT(spectral domain OCT,SD-OCT)和扫频 OCT(swept source OCT,SS-OCT)。

TD-OCT:TD-OCT 使用时域信号获取方式。它通过调节参考光的光程差,逐步扫描获得不同位置的深度信息。在每个扫描位置,通过测量引用光束和散射光束之间的干涉信号相移来获得反射信号的深度信息。通过对这些信号进行傅里叶变换来得到剖面图像<sup>[32]</sup>。

SD-OCT:SD-OCT 使用频域信号获取方式。它通过将光信号分成不同频率的组成部分,使用光谱分析技术同时测量这些频率成分的信号。这样可以一次获取所有位置的深度信息。SD-OCT 的主要优势是高速成像,可以实

时获得高质量的图像<sup>[33]</sup>。

SS-OCT:SS-OCT 利用全光谱信号获取方式,它通过同时获取所有波长的光信号来测量反射光谱。不同于 SD-OCT,SS-OCT 不需要进行光谱分析,可以直接获取反射光谱的信息。SS-OCT 具有高信噪比和高速成像的优势<sup>[34]</sup>。

根据扫描方案不同,黄斑部 OCT 可以分为径向扫描、三维扫描和光栅扫描。径向扫描由若干个共轴线扫描组成,轴心通常为黄斑中心凹,线扫描与共轴成相同角度。三维扫描由多个水平线扫描组成一个矩形,通过重建生成三维视图。光栅扫描由一系列平行线扫描组成,可以在任何角度,并具有更高的分辨率。

**6.2 检查流程** 检查流程以海德堡 OCT 为例。

(1)准备。患者瞳孔应不小于 3 mm。调整升降台和下颌托至适当高度,嘱患者坐位,下颌靠至下颌托,额部贴紧前额托。嘱患者注视设备内置或外置的注视灯。选择适当的扫描方式来扫描目标视网膜区域,并获得实时 OCT 图像。调整操作手柄使图像水平;调整屈光度和亮度至眼底红外图最清晰。

(2)普通模式。进入图像叠加拍摄界面,横扫、竖扫黄斑区,并确认有无病灶,叠加进度完成后,保存经过黄斑中心凹的水平和垂直图像及病灶的图像。

(3)血流模式。进入图像叠加拍摄界面,使用 OCTA 模式,选择扫描范围为 4.5。将眼底图上的扫描框调至病灶区后进行扫描,扫描期间尽量保持动态图像清晰。

(4)炫彩模式。调整为 MColor 模式,调整屈光度和亮度至眼底红外图最清晰后开始扫描。

(5)结束并打印。

**6.3 注意事项** (1)高度近视的受检眼可使用超长眼轴模式,必要时缩短扫描线长度。(2)若需拍摄不同部位的 OCT 图像,可移动注视灯进行辅助。(3)必要时测量图像距离、面积等数据,如黄斑裂孔需测量裂孔最大处的最短宽度。

## 7 眼眶 CT

CT 不作为玻璃体视网膜手术的术前常规评估检查,但其在临床诊断中仍占据了不可或缺的地位,尤其适用于眼部肿瘤、骨折、外伤、异物以及 Terson 综合征等情况的诊断和鉴别诊断<sup>[18,35-36]</sup>。此外,CT 血管造影技术(CT angiography,CTA)更适宜于检测急性血管相关性的眼科急症,如一过性黑矇、动脉瘤、动静脉夹层及瘘管等情形。在人工玻璃体植入术的前期准备中,CT 扫描可有助于精确测量眼球的尺寸,并计算适合的植入物型号。对于眼外伤患者,首选的影像检查诊断方法为 CT 扫描,此项扫描应包括水平位、冠状位的图像及进行三维重建,以获得全面的评估。眼眶部 CT 多采用 3-5 mm 的水平位和冠状面扫描,若设备允许、患者可以配合,推荐进行 1-2 mm 的薄层扫描。

眼眶部 CT 注意事项:(1)CT 对金属异物、颅骨的伪影可能影响成像。(2)木质异物在 CT 上的表现可以随含水量的变化而发生改变,在含气量较高的创伤后早期常表现为低密度影,而随着含水量增加,后期密度可增高,在怀疑木质异物可能时需注意这一特性,仔细调整对比度和组织窗尽量避免误诊漏诊<sup>[37]</sup>。(3)由于筛窦、上颌窦的存

在,眼眶骨折容易发生在眶内壁和眶底部。水平位图像可以显示眶内壁骨折、内直肌的内移以及内直肌和周围软组织向筛窦内的脱出情况;冠状位图像可以显示眶底骨折、下直肌和周围软组织向上颌窦内的脱出情况;三维重建图像可更直观地显示骨折形态、眼眶周围软组织的嵌顿或脱出情况,有助于鉴别眼眶爆裂性骨折与复合性骨折<sup>[38]</sup>。

(4)经典X线摄影在眼部的适应证极其有限,因此不在本共识中进行讨论。(5)与MRI相比,CT具有检查时间短、成本低的优势。(6)妊娠患者不推荐使用CT检查。

## 8 眼眶 MRI

MRI 是一项非侵入性技术,不仅能够展现病变的解剖结构,也能提供功能性和代谢性的信息。尽管在玻璃体视网膜手术的术前检查中不常规包含眼眶 MRI,但在特定情境下,如涉及眼部肿瘤或者 Terson 综合征的诊断时<sup>[36]</sup>,该项检查显得尤为关键。眼眶 MRI 对于判断病变范围和具体位置有极大帮助。虽然其分辨率相对于 CT 略有不足,MRI 的优越性在于其对软组织的辨识能力,如可以更为精确地识别视神经、眼部肌肉、球后脂肪组织的水肿或炎症反应<sup>[39]</sup>。因此,眼眶 MRI 可以为术者提供宝贵的术前评估信息,有助于确定手术策略、评估相关神经通路和血管情况,以提高手术的安全性和成功率。

眼眶 MRI 的禁忌证包括:体内含有不能取出的金属物质如心脏起搏器,人工关节,金属牙齿,金属支架等;严重心肺功能不全患者;严重精神病患者。眼眶 MRI 应包含水平位和冠状位的薄层扫描图像。注射造影剂后应进行脂肪抑制下的 T<sub>1</sub> 和 T<sub>2</sub> 加权图像,以更好区分球后脂肪组织。常规平扫:横断面 T<sub>1</sub>WI 和 T<sub>2</sub>WI 序列,冠状面的脂肪抑制 T<sub>2</sub>WI 序列;T<sub>1</sub>WI 序列上见高信号肿块时,增加横断面脂肪抑制 T<sub>1</sub>WI 序列。增强 MRI:需要进一步明确肿瘤性质时进行。序列选用横断面 T<sub>1</sub>WI,必要时增加冠状面 T<sub>1</sub>WI。加压扫描:伴低头突眼患者怀疑眼眶内静脉曲张时,先加压扫描 T<sub>2</sub>WI 序列,在颈部加压后按常规扫描<sup>[40]</sup>。不能排除异物为金属可能性时,禁忌使用 MRI 检查。磁场会导致异物发生位移或形变,可能造成医源性的二次伤害<sup>[41]</sup>。与 CT 相比,MRI 无辐射暴露,能更好地区分软组织之间的差异。

## 9 全视野视网膜电图

视觉电生理检查可以客观地评估患者视觉功能与视神经传导状态。对于玻璃体视网膜手术,此类检查可以确认患者是否具有严重的视觉损伤以及是否存在其他视觉功能障碍。根据视觉电生理检查报告,临床医生可以更准确地判断手术的适宜性和可行性,为术前规划提供重要的参考依据。若视觉电生理检查结果显示患者的视网膜功能严重丧失或者消失,那么实施玻璃体视网膜手术的效果可能有限,可能需要考虑进行其他治疗方式代替或者延迟手术。通过视觉电生理检查结果,临床医生可以大致预测术后的恢复情况,有助于患者理解手术的预期效果<sup>[42]</sup>。

ERG 用于评估视网膜功能。通过记录闪光或图形刺激后视网膜的电位变化,ERG 可以帮助医生在临床资料的基础上判断患者是否存在视网膜功能障碍,并评估其严重程度<sup>[6]</sup>。视网膜收到光刺激后,光感受器发生电位改变,形成神经冲动经过视路向大脑皮质传输。视觉电生理检查是一种无创、客观地检查视网膜乃至视路功能的检查

方法,临床上可以用于评估视网膜、视神经的功能,也可以用于鉴别伪盲等。根据不同的设备和方法,包括全视野视网膜电图(full-field clinical electroretinography, fERG)、模式视网膜电图(pattern electroretinography, PERG)、多焦点 ERG(multifocal electroretinography, mfERG)、眼电图(electro-oculography, EOG)和视觉诱发电位(visual evoked potentials, VEP)等。

**9.1 工作原理** fERG 用于评估暗适应(dark-adapted, DA)和光适应(light-adapted, LA)条件下的全视野视网膜功能。全视野光刺激器提供漫反射闪光,均匀照亮视网膜的最大面积;与角膜或结膜接触的电极或连接到下眼睑的记录对闪光的反应。

**9.2 检查流程** 本共识参照由国际临床视觉电生理学学会(International Society for Clinical Electrophysiology of Vision, ISCEV)于 2022 年制定的 fERG 标准<sup>[43]</sup>。

(1)准备。患者可以散瞳或不散瞳进行本检查,但应在检查前和结束时记录瞳孔直径,以尽量减少刺激强度对结果判读的影响。在 ERG 检查前,避免间接检眼镜检查、FFA、眼底自发荧光、眼底照相和 OCT 等使用强照明系统的检查,同时避免巩膜凹陷。若不能避免,建议 ERG 检查前在室内照明条件下恢复至少 30 min。ERG 可以从 DA 或者 LA 开始,重要的是开始前的适应阶段。建议在 DA 前至少 20 min 的暗适应时间,LA 前至少 10 min 的光适应时间。适应结束后,表面麻醉药滴眼,在弱红光下安装电极,记录电极安装于角膜或球结膜或下眼睑,参比电极安装于每只眼睛颞侧眶缘或外眦部附近的皮肤,普通(接地)电极安装于前额或耳垂或乳突。本检查需要患者注视,尽量避免过度的眼球运动和眨眼对检查结果产生影响。注视点避免干扰暗适应,并在光适应时可见。若受试者不能看到注视点,可指示其向前方注视,并保持稳定。

(2)暗适应 0.01 ERG (dark-adapted 0.01 ERG, DA 0.01 ERG)。DA 0.01 ERG 需在至少 20 min 的暗适应后进行。刺激使用 0.01 phot cd/(s · m<sup>-2</sup>) 的白色闪光,暗强度接近 0.025 cd/(s · m<sup>-2</sup>),最小闪光间隔 2 s。

(3)暗适应 3 ERG (dark-adapted 3 ERG, DA 3 ERG)。DA 3 ERG 在 DA 0.01 ERG 后进行。刺激使用 3 phot cd/(s · m<sup>-2</sup>) 的白色闪光,暗强度接近 7.5 cd/(s · m<sup>-2</sup>),最小闪光间隔 10 s。

(4)暗适应 10 ERG (dark-adapted 10 ERG, DA 10 ERG)。DA 10 ERG 在 DA 3 ERG 后进行。刺激使用 10 phot cd/(s · m<sup>-2</sup>) 的白色闪光,暗强度接近 25 cd/(s · m<sup>-2</sup>),最小闪光间隔 20 s。

(5)暗适应震荡电位 (dark-adapted oscillatory potentials, DA OPs)。DA 3 Ops 和 DA 10 Ops 可以在 DA 3 ERG 和 DA 10 ERG 中被记录,也可以单独进行。DA Ops 的特征会在初次刺激后或刺激间隔延长后发生变化,因此只记录相同强度、频率的第二次刺激或者之后的数据。

(6)光适应 3 ERG (light-adapted 3 ERG, LA 3 ERG)。若在 DA 后进行,则需至少 10 min、强度为 30 cd/m<sup>2</sup> 的全场标准光适应;若在 DA 前进行,则需至少 1 min 的上述光适应。刺激使用叠加在全场标准光适应之上的 3 cd/m<sup>2</sup> 的单次闪光,最小闪光间隔 0.5 s。

(7)光适应 30 Hz ERG(light-adapted 30 Hz ERG, LA 30 Hz ERG)。LA 30 Hz ERG 的光适应条件与 LA 3 ERG 相同。LA 3 ERG 与 LA 30 Hz ERG 的先后顺序不受限制。刺激使用加在全场标准光适应之上的 3 cd/m<sup>2</sup>的连续短促闪光,单次持续<5 ms,频率 30 Hz 左右(27-33 Hz,避开当地电力供应线路频率倍数)。光刺激器开始时可能并不稳定,可以通过在闪光中间加入≥300 ms 的停顿来排除这些不稳定的初始响应。

**9.3 报告标准** ERG 报告应显示代表性波形以及振幅与时间的关系曲线,列出刺激变量与明暗适应状态,波形应包括刺激前至少 20 ms 的基线;标记出每次闪光刺激的时间,刺激强度以及背景亮度;列出结果和参考值;注明测试时间、瞳孔直径以及电极的位置。

**9.4 注意事项** (1)避免在安装电极后测量阻抗,以免电流通过角膜。(2)ERG 可以被用于婴幼儿,但需使用儿科尺寸的电极,并应当记录年龄、刺激参数、依从性、麻醉方式等数据。ERG 的振幅和波形会随发育时期变化,在婴儿后期及儿童期时接近于成年人。(3)参考值必须经过验证是否适合本实验室使用。(4)有研究指出,硅油眼的 ERG 结果可能并不准确,解读相应报告时需注意<sup>[44]</sup>。

## 10 mfERG

mfERG 是一种电生理测试,可以同时测试视网膜多个离散区域的功能,常用于排除、探测或描述特定视网膜区域功能障碍。mfERG 旨在提供视网膜活动的地形测量,并广泛用于临床目的。

mfERG 可以在光适应条件下从视网膜记录多个局部视锥细胞驱动的 ERG 信号。一个显著减少或延迟 mfERG N1 和 P1 的病理过程必须是作用在双极细胞之前或双极细胞处。mfERG 通常被用于探测影响视锥细胞和双极细胞局部功能的外层视网膜疾病,在其中某些疾病中,术前进行 mfERG 可能有帮助,例如伴随视网膜脱离、玻璃体出血或黄斑下出血的湿性年龄相关性黄斑变性、糖尿病视网膜膜病变<sup>[45]</sup>、遗传性视网膜疾病,严重的眼外伤<sup>[46]</sup>。通过 mfERG 的评估,医生可以更好地理解局部视网膜的功能状况,以及它对整体视力的影响。这有助于制定个性化的治疗计划,预测手术效果,并为患者提供更准确的术前咨询<sup>[47]</sup>。本共识中 mfERG 流程参考由 ISCEV 于 2021 年制定的 mfERG 标准<sup>[48]</sup>。

### 检查流程:

(1)患者定位。患者应舒适地坐在屏幕前。常见的生理伪影来自肌肉活动,必须小心确保面部和颈部肌肉得到最佳放松;下颌托和/或额托也可能有帮助。如果高噪音水平持续存在,表面麻醉可能有助于提高患者舒适度和信噪比。使用隐形眼镜电极时,瞳孔应位于角膜电极环的中心。合适的观看距离会随着屏幕尺寸的不同而变化,以控制视网膜受到刺激的面积(视角)。如果使用眼镜或试镜架,必须注意避免阻挡偏心刺激元件。

(2)固视监测。稳定的中心固定至关重要。因此应监测注视,最好使用某些设备上可用的监测仪器,例如瞳孔或眼底可视化的摄像机。当此选项不可用时,可以采用仔细地直接观察来评估固定的稳定性。应仔细检查由于敏锐度降低或合作不良而怀疑固视不良的患者的记录和 3D 图,以发现偏心固视的迹象。

(3)折射。尽管有一些证据表明,健康个体的 mfERG 不会受到视网膜图像中度模糊的影响,至少在±3 屈光度范围内,但考虑到患者的调节状态,应在观看距离处矫正视力以获得最佳锐度。镜片可以放置在位于眼睛前方的试用镜架或支架中。在某些商用仪器上,可以手动调整。必须避免镜片、试镜架或镜片支架的边缘遮挡刺激物的视野,从而产生明显的暗点。屈光矫正也会影响图像尺寸,这种影响随着屈光不正程度的增加而变得显著。因此,对患者的重复测试使用一致的校正将优化记录的连续比较。

(4)单目与双眼记录。如果可以预期双眼对齐,则可以通过双眼同时记录来节省时间。如果是斜视,则必须进行单眼记录。患有潜在斜视(隐斜视)的患者可能无法将两只眼睛对准固定位置。此外,一些患者可能无法在近距离时对刺激保持足够的收敛,特别是当瞳孔散大阻碍调节时。应检查痕迹以识别需要单眼重复记录的潜在伪影。

(5)适应。1)预曝光。测试前患者应处于普通房间照明条件下。在 mfERG 测试之前至少 15 min 内应避免进行间接检眼镜检查和眼底照相相等检查。在实际情况下,所有 mfERG 测试的预测试曝光量应相同。2)房间照明。为了避免周边暗适应并在视网膜上保持类似的光适应水平,应打开中等或昏暗的室内灯,并且理想情况下应产生接近刺激屏幕的照明。所有记录的照明度应相同,并且与对照记录的照明度应相同,并且应注意防止任何明亮的光源和镜片表面的反射超出患者的直接视野。

(6)记录时长。建议 61 个元件阵列的总记录时间至少为 4 min,103 个元件阵列的总记录时间至少为 8 min,但有经验的实验室可能会调整记录时间以获得稳定的波形。整个记录时间可以分为较短的片段(例如 15-30 s),以便患者在跑步和眨眼之间休息,并允许丢弃不良记录片段(来自噪音、运动、眨眼或其他伪影)和重复它们而不丢失先前的数据。

(7)报告。mfERG 报告应遵循以下详细信息,包括波形、迹线阵列和环平均值(如果适用)以及幅度和峰值时间测量。场景视图可用于更好地与视野进行比较,而视网膜视图则更适合与眼底图像进行比较。它们可以通过其他区域平均值、3D 图和参考区间来补充。报告应包括其他关键信息,如设备制造商、记录电极的类型、记录的长度(m 序列)、刺激阵列的缩放比例、是否使用空间平均和伪迹校正程序,以及录制过程中可能影响可靠性和解释的任何问题的评论,例如合作、眼动、头倾、定位不良、介质混浊、伪晶状体眼及矫正视力不佳。

## 11 VEP

**11.1 工作原理** VEP 记录视网膜受闪光或图形刺激后,大脑视皮层的视觉中枢发生的电位变化<sup>[49]</sup>。其反映整个视觉通路的功能状态。由于视觉中枢大部分处理来自中央视野的刺激,因此 VEP 主要反映从屈光系统到视网膜、视神经、视路和视觉中枢等各个层面的中心视觉的功能完整性。VEP 可以帮助医生判断病变是否在视觉通路的中枢部分,有助于找出影响视力的其他因素。对于视网膜病变患者,VEP 的结果可以帮助判断预后<sup>[50]</sup>。根据刺激类型,VEP 可以分为闪光视觉诱发电位(flash VEP, FVEP)和图形视觉诱发电位(pattern VEP, PVEP)。

**11.2 检查流程** 本共识参照由 ISCEV 于 2016 年制定的



VEP 标准<sup>[51]</sup>。

(1)准备。核对并输入患者信息。VEP 检查不需要散瞳或缩瞳,且任何的瞳孔形态改变都应被注意并记录。PVEP 检查前应进行医学验光,并根据刺激器的距离进行光学矫正。将电极在对应的骨标志处放置,常用的电极安装位置为枕骨粗隆上 1.5-2 cm(红色通道/活动电极),前额发际线中点(蓝色通道/参考电极),耳垂(黑色通道/接地电极)。VEP 检查对背景照明无特殊要求,暗室或明室下均可进行,注意将明亮的光线遮挡于患者视野外即可。注意帮助患者调整姿势,使其处于舒适并支撑良好的位置以减少肌肉等伪影。

(2)刺激和测量。具体参数见表 2。标准 VEP 测量包括 FVEP 和 PVEP。图像翻转使用图像刺激,由高对比度的黑白棋盘组成。图像开/关应使用两种尺寸,1°和 0.25°。FVEP 由短促闪光引发,应显示至少 20°的视野。对于图像翻转 VEP,从刺激到 VEP 的最大偏转的时间称为峰值时间。为了避免峰值时间被刺激器影响,应从刺激开始的中点开始测量峰值。对于图像开/关 VEP,波形通常具有 3 个峰值,约 75 ms 处为正峰,约 125 ms 为负峰,约 150 ms 为正峰,命名为 C1、C2 和 C3。振幅由前一个峰值开始计算。对于 FVEP,波形由一系列负波(N1、N2)与正波(P1、P2、P3)组成,最早大约出现于刺激后 30 ms,最晚可出现于 300 ms。通常 N2 和 P2 峰较为稳定,振幅由前一个峰值开始计算。每个 VEP 应至少采集、测试 2 次以确保数据可靠性。

(3)结束。取下电极,清洁患者皮肤和电极。

(4)婴幼儿的 VEP 流程。检查医师应在婴幼儿保持注视时进行测量。为了维持患儿的注意力,有时需要一名额外的人员与患者进行互动,而检查医师进行数据采集。如果在检查过程中患儿注意力分散,可以中止记录,在注意力恢复后继续记录。家属的安抚也可以促进患儿依从性。双眼刺激可用于评估整体视觉功能,但条件允许时应积极对至少一种刺激进行单眼检查,以评估单眼的功能。相对于 PVEP,FVEP 通常具有更好的依从性。重复检查对于婴幼儿患者的数据可靠性尤为重要,从而避免伪影对结果的影响。

(5)报告。报告应包含滤波器设置,正极(活动电极)、负极(参考电极)和接地电极的位置。报告需以 ms 为横轴单位,微伏( $\mu\text{V}$ )为纵轴单位,建议向上为正。报告中必须包括峰值时间、幅度测量值和参考间隔。

**11.3 注意事项** (1)对于配合良好的患者,优先考虑使用 PVEP;对于不能配合的患者(部分由于视力过差),考虑使用 FVEP。(2)放置电极位置需准确。(3)VEP 的波形主要由刺激的频率决定。在快速刺激频率下,波形趋向于正弦,称为稳态 VEP(steady-state VEP)。(4)VEP 检查一

般单眼进行,为了确保光刺激不进入非受检眼,需要对非受检眼进行遮挡。实验室应对闪光刺激的大小和强度,图案刺激的元素大小、平均亮度和对比度,刺激频率进行标准化。(5)VEP 不能代替医学验光检查。

## 12 视野

术前进行视野检查是一个重要步骤。视野检查能提供有关患者视网膜功能状态的关键信息,从而有助于医生进行手术前的准备与规划。

**12.1 检查原理** 视野检查主要是通过记录患者能看到的最远边缘和中心视野的敏感度来完成的。这个测试通常使用特定的设备,如标准自动静态周边视野检查仪,通过对患者视野中多个点的光感知阈值评估来检测视野的任何缺陷或盲点。测试结果将被用来确定视力损失的程度以及可能影响视力的具体区域。

**12.2 适应证** 进行玻璃体视网膜手术前视野检查的适应证包括:视网膜脱离需要精确地了解视网膜脱离范围,以便手术中对脱离部位进行精准修复;视网膜血管疾病比如糖尿病视网膜病变,可以评估视网膜缺血部位和程度,预测和记录术前视网膜功能。黄斑病变黄斑区域的检查影响到中央视力,术前评估有助于确定手术目标与预期效果。玻璃体出血或炎症通过视野检查可以理解光线传导受阻的范围,评估视力损害程度。

## 13 人工智能

人工智能(AI)作为一种前沿的科学技术,在各种领域中都具有广阔的发展前景。深度学习与机器学习具有对图像识别和分割的优越能力,在医疗保健领域中,特别是高度依赖影像诊断的眼底病诊疗中,它基于大样本的图像识别、精确分割与数据处理能够帮助临床医生提高诊断的准确率,提升对疾病发生发展的认识,对疾病预后作出更规范的评估以及对个体化治疗方案作出及时调整。目前,AI 已经深度参与眼科疾病的防治中,如糖尿病视网膜病变、年龄相关性黄斑变性、早产儿视网膜病变、青光眼、视网膜静脉阻塞、黄斑裂孔等。

基于 AI 的 OCT 图像分析,采用神经网络结构从不同层面进行大量样本的数据分析,进而发现其背后蕴含的复杂规律,有效诊断眼底结构的异常改变,提高眼病早期筛查的灵敏度<sup>[52]</sup>。目前用于糖尿病视网膜病变筛查的深度学习系统有 EyeWisdom V1 软件、IDx-DR 系统、RetmarkerDR 软件、EyeArt 系统、Google 系统、Singapore SERI-NUS 系统等<sup>[53]</sup>。DL 模型与 SVM 模型都可以很好地区分健康眼和视网膜分支静脉阻塞眼。AI 不仅可以诊断单一的眼部疾病,其对于多个眼部疾病同时诊断也具有一定的优势。2017 年,Ting 等<sup>[54]</sup>研究表明,使用 CNN 同时进行糖尿病视网膜病变、青光眼和年龄相关性黄斑变性诊断的结果具有较高的敏感性和特异性。

表 2 ISCEV 标准的 VEP 刺激

刺激类型	刺激规模	刺激数量	刺激大小	平均亮度( $\text{cd}/\text{m}^2$ )	对比度(%)	频率
图像翻转	15°	单眼	宽度:1°(0.8°-1.2°);或 0.25°(0.2°-0.3°)	50(40-60)	$\geq 80$	2(1.8-2.2)次/秒
图像开/关	15°	单眼	宽度:1°(0.8°-1.2°);或 0.25°(0.2°-0.3°)	50(40-60)	$\geq 80$	1.67(1.4-1.67)Hz; (200 ms on; $\geq 400$ ms off)
弥散闪光	$\geq 20^\circ$	单眼	闪光 $\geq 20^\circ$	3(2.7-3.4)	/	1(0.9-1.1)Hz

### 14 总结

在本共识中,我们详细介绍了玻璃体视网膜手术的术前检查流程和要点。术前检查是确保手术必要性和安全性的重要环节,也是为患者提供更好的眼健康的关键。通过这些术前检查,临床医生可以充分了解患者的病情,从而减少手术风险,提高手术成功率。

我们希望通过本共识,为眼底手术医生们提供明确的指导,使玻璃体视网膜手术的术前检查能够更加全面、规范和严谨地进行。通过共同遵循本共识所提供的建议,我们相信能够节约时间,确保检查的准确性,为患者提供更加安全和高质量的医疗服务。同时需要注意的是,本共识并非唯一标准,根据患者的病情进行个性化的设计仍然十分重要。临床医生们应当根据专业知识和临床经验,结合患者特征进行综合评估和判断,制定最适合患者的术前检查方案。最后,我们非常感谢广大眼科同道们的辛勤工作和专业精神,相信通过我们共同的努力和实践,本共识将更趋完善。

### 形成共识专家组成员:

#### 执笔专家:

- 邵毅 上海交通大学医学院附属第一人民医院
- 马健 浙江大学医学院附属第二医院
- 汪朝阳 首都医科大学附属北京同仁医院
- 娄岩 中国医科大学
- 谭钢 南华大学附属第一医院
- 迟玮 中山大学中山眼科中心
- 廖莹 川北医学院附属医院
- 田磊 首都医科大学附属北京同仁医院
- 魏雁涛 中山大学中山眼科中心
- 陶勇 首都医科大学附属北京朝阳医院
- 李世迎 厦门大学附属第一医院
- 计丹 中南大学湘雅医院
- 刘光辉 福建中医药大学附属人民医院
- 秦牧 湘南学院附属医院
- 张慧 昆明医科大学第一附属医院
- 余洪华 广东省人民医院
- 吴振凯 常德市第一附属医院
- 杨卫华 深圳市眼科医院 深圳市眼病防治研究所
- 邹文进 广西医科大学第一附属医院
- 沈吟 武汉大学人民医院
- 柯碧莲 上海交通大学医学院附属仁济医院
- 石磊 安徽医科大学第二附属医院(安徽省眼科医院)
- 张艳艳 温州医科大学附属宁波眼科医院
- 杨文利 首都医科大学附属北京同仁医院
- 彭娟 广州医科大学附属第二医院
- 胡守龙 首都医科大学附属北京儿童医院
- 华夏 天津爱尔眼科医院
- 杨瑞波 天津医科大学眼科医院
- 胡亮 温州医科大学附属眼视光医院
- 蒋贻平 赣南医科大学第一附属医院
- 刘红玲 哈尔滨医科大学第一附属医院
- 康刚劲 西南医科大学附属医院
- 邵婷婷 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院

- 李正日 延边大学附属医院
- 张冰 杭州市儿童医院
- 陆成伟 吉林大学白求恩第一医院
- 谢华桃 华中科技大学同济医学院附属协和医院
- 董贺 大连市第三医院
- 刘洋 武汉大学中南医院
- 余瑶 南昌大学第一附属医院
- 王勇 武汉爱尔眼科医院
- 蔡建奇 中国标准化研究院
- 王烽 梅州市人民医院
- 宋秀胜 恩施土家族苗族自治州中心医院
- 刘映 南京中医药大学附属南京市中医院
- 牛勇毅 广东省人民医院
- 文丹 中南大学湘雅医院
- 李中文 温州医科大学附属宁波市眼科医院
- 陈艳蕾 广东省人民医院
- 戴西件 南昌大学第二附属医院
- 黄永志 四川大学华西医院
- 李海波 厦门大学附属厦门眼科中心
- 李琦 重庆医科大学附属第一医院
- 计岩 重庆医科大学第一附属医院
- 刘春玲 四川大学华西医院
- 周学智 中南大学湘雅医院
- 许琦彬 杭州市红十字会医院
- 苏兆安 浙江大学医学院附属第二医院
- 李斌 上海交通大学医学院附属新华医院
- 林志荣 厦门大学厦门眼科中心
- 葛倩敏 南昌大学第一附属医院
- 石文卿 同济大学附属同济医院
- 罗丽娟 杭州师范大学附属萧山医院
- 参与起草的专家(按姓氏拼音排列):**
- 白梦天 遂宁市中心医院
- 曹丹敏 广州医科大学附属第一医院
- 柴勇 江西省儿童医院
- 陈程 南昌大学第一附属医院
- 陈景尧 昆明市第一人民医院
- 陈俊 江西中医药大学
- 陈序 荷兰马斯特里赫特大学
- 陈岩 上海爱尔眼科医院
- 成喆 长沙爱尔眼科医院
- 邓德勇 上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院
- 邓宇晴 中山大学中山眼科中心
- 董静 山西医科大学第一附属医院
- 耿志鑫 天津视达佳科技有限公司
- 韩忆 厦门大学眼科研究所
- 何昕 厦门大学第一附属医院
- 贺佳 济宁医学院
- 胡丽丹 浙江大学医学院附属儿童医院
- 胡瑾瑜 南昌大学第一附属医院
- 胡晓琴 南昌大学附属眼科医院
- 黄彩虹 厦门大学眼科研究所
- 黄明海 南宁爱尔眼科医院
- 黄晓明 四川眼科医院
- 黄旭 杭州华夏眼科医院

康红花 厦门大学眼科研究所  
 康敏 南昌大学第一附属医院  
 李恩辉 浙江省台州医院  
 李亨辉 南昌大学第一附属医院  
 李洁 温州医科大学附属眼视光医院  
 李凯军 南方医科大学深圳眼科医院  
 李乃洋 中山市人民医院  
 李清坚 复旦大学附属华山医院  
 李宣仪 哥伦比亚大学  
 李植源 郴州市第一人民医院  
 梁荣斌 复旦大学附属金山医院  
 林志荣 厦门大学附属厦门眼科中心  
 令倩 南昌大学第一附属医院  
 刘俊 中国人民解放军联勤保障部队第九二四医院  
 刘秋平 南华大学附属第一医院  
 刘婷婷 山东省眼科医院  
 刘祖国 厦门大学眼科研究所  
 马伟 中山大学中山眼科中心  
 缪人杰 浙江大学医学院附属第二医院  
 欧尚坤 贵州医科大学附属医院  
 欧阳维杰 贵州医科大学附属医院  
 邱坤良 汕头大学·香港中文大学联合汕头国际眼科中心  
 邱伟强 北京大学第三医院  
 任胜卫 河南省眼科医院  
 邵一磊 温州医科大学附属眼视光医院  
 苏婷 武汉大学人民医院  
 苏兆安 浙江大学医学院附属第二医院  
 唐雷 宜宾市第三人民医院  
 唐丽颖 厦门大学附属中山医院  
 佟莉杨 温州医科大学附属宁波市眼科医院  
 王贺 徐州医科大学附属医院  
 王少攀 厦门大学眼科研究所  
 王桑 新乡医学院第一附属医院  
 王淑荣 吉林大学第三医院  
 王晓宇 南昌大学第一附属医院  
 王雪林 江西医专第一附属医院  
 魏红 南昌大学第一附属医院  
 温鑫 中山大学附属孙逸仙纪念医院  
 吴恺 南华大学第一附属医院  
 吴畏 中国人民解放军总医院  
 吴漾 复旦大学附属中山医院厦门医院  
 夏蔚 苏州大学附属第一医院  
 肖昂 南昌大学第一附属医院  
 肖轶尘 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院  
 谢仁艺 厦门眼科中心  
 徐三华 南昌大学第一附属医院  
 杨阳 岳阳市中心医院  
 姚勇 广州希玛林顺潮眼科医院  
 杨海军 南昌普瑞眼科医院  
 杨启晨 四川大学华西医院  
 杨舒 昆明市第一医院  
 杨怡然 河南省立眼科医院  
 杨于力 陆军军医大学第一附属医院

俞益丰 南昌大学第二附属医院  
 袁晴 九江市第一人民医院  
 曾艳梅 南昌大学第一附属医院  
 张青 安徽医科大学附属第二医院  
 张雨晴 重庆医科大学第二附属医院  
 张玉洁 厦门大学附属厦门眼科中心  
 张真 厦门大学第一附属医院  
 张振豪 苏州科技城医院  
 赵慧 上海交通大学医学院附属第一人民医院  
 钟菁 中山大学中山眼科中心  
 朱佩文 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院  
 朱欣悦 上海交通大学医学院附属第一人民医院  
 朱卓婷 墨尔本大学眼科中心  
 邹洁 南昌大学第一附属医院

#### 利益冲突:

所有作者均声明不存在利益冲突。本共识的制定未接受任何企业的赞助。

#### 共识声明:

所有参与本共识制定的专家均声明,坚持客观的立场,以专业知识、研究数据和临床经验为依据,经过充分讨论,全体专家一致同意后形成本共识,本共识为中国医药教育协会眼科影像与智能医疗分会、国际智能医学会眼科专委会、国际转化医学会眼科专委会部分专家起草。

#### 免责声明:

本共识的内容仅代表参与制定的专家对本共识的指导意义,供临床医师参考。尽管专家们进行了广泛的意见征询和讨论,但仍有不全面之处。本共识所提供的建议并非强制性意见,与本共识不一致的做法并不意味着错误或不当。临床实践中仍存在诸多问题需要探索,正在进行和将来开展的临床诊疗将提供进一步的证据。随着临床经验的积累和治疗手段的涌现,未来需要对本共识定期修订、更新,为受检者带来更多临床获益。

#### 参考文献

- [1] Ye JJ, Guo LB, Wang SR, et al. Vitreal surgery and etiological diagnosis of bacterial endophthalmitis. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*, 2012, 48(11):995-1000.
- [2] dell'Omo R, Virgili G, Rizzo S, et al. Role of lamellar hole-associated epiretinal proliferation in lamellar macular holes. *Am J Ophthalmol*, 2017, 175:16-29.
- [3] Oellers P, Mahmoud TH. Surgery for proliferative diabetic retinopathy: new tips and tricks. *J Ophthalmic Vis Res*, 2016, 11(1):93-99.
- [4] Bonnar J, Tan CH, McCullough P, et al. Scleral buckle, vitrectomy, or combined surgery for inferior break retinal detachment: systematic review and meta-analysis. *Ophthalmol Retina*, 2023, 7(10):837-847.
- [5] McCullough P, Mohite A, Virgili G, et al. Outcomes and complications of pars Plana vitrectomy for tractional retinal detachment in people with diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Ophthalmol*, 2023, 141(2):186-195.
- [6] 邵毅, 周琼. 糖尿病视网膜病变诊治规范——2018年美国眼科学会临床指南解读. *眼科新进展*, 2019, 39(6):501-506.
- [7] Shoughy SS, Arevalo JF, Kozak I. Update on wide- and ultra-widefield retinal imaging. *Indian J Ophthalmol*, 2015, 63(7):575-581.
- [8] 中华医学会眼科学分会眼底病学组. 我国超广角眼底成像术的操作和阅片规范. *中华眼科杂志*, 2018, 54:565-569.

- [9] Codenotti M, Iuliano L, Maestranzi G. Surgical management and techniques. *Dev Ophthalmol*, 2017,60:143-159.
- [10] Chandrasekaran PR, Aljneibi S, Agarwal A, et al. Interpreting posterior uveitis by integrating indocyanine green angiography, optical coherence tomography, and optical coherence tomography angiography data: a narrative review. *Saudi J Ophthalmol*, 2022,36(4):344-355.
- [11] Tsang SH, Quinn PMJ. *Retinitis Pigmentosa*. Springer, 2022: 153-160.
- [12] Gelişken F. Indocyanine Green Angiography. *Turk J Ophthalmol*, 2024,54:38-45.
- [13] Bloom JN, Herman DC, Elin RJ, et al. Intravenous fluorescein interference with clinical laboratory tests. *Am J Ophthalmol*, 1989,108(4):375-379.
- [14] Nasrallah FP, Jalkh AE, Trempe CL, et al. Low-dose fluorescein angiography. *Am J Ophthalmol*, 1988,105(6):690.
- [15] Arevalo JF. *Retinal Angiography and Optical Coherence Tomography*. Springer, 2009.
- [16] 许艳, 陈松. 高度近视黄斑裂孔性视网膜脱离解剖复位后的视力预后. *眼科新进展*, 2011,31(1):64-67.
- [17] 张楠, 孙晓萍, 高延庆, 等. 23G+TVS 与 25G+TVS 治疗复杂性孔源性视网膜脱离的临床疗效观察. *眼科新进展*, 2013,33:77-79.
- [18] 张保松, 焦军杰, 李晓鹏. 眼球贯通伤玻璃体视网膜手术疗效观察. *眼科新进展*, 2011,31(12):1174-1176.
- [19] Ma J, Yu YH, Zhong YY, et al. Outcomes and prognostic factors of posttraumatic endophthalmitis: a three-year retrospective study. *J Ophthalmol*, 2021,2021:5526998.
- [20] Zhou YL, Wang YX, Yao TT, et al. Traumatic endophthalmitis and the outcome after vitrectomy in young children. *Int J Ophthalmol*, 2020,13(3):406-411.
- [21] Hasenfratz G, Mardin C. Ultrasound diagnostics in ophthalmology (standardized echography): part 1: principles and diseases of the eyeball. *Ophthalmologe*, 2014,111(10):983-995.
- [22] 杨文利. *简明眼超声诊断手册*. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
- [23] Chen W, Yang WL, Li DJ, et al. Value of the strain ratio in the differential diagnosis of intraocular tumors by elastosonography: a retrospective case-control study. *Indian J Ophthalmol*, 2023,71(3):983-988.
- [24] He TG, You CY, Chen S, et al. Secondary sulcus-fixed foldable IOL implantation with 25-G infusion in patients with previous PPV after open-globe injury. *Eur J Ophthalmol*, 2017,27(6):786-790.
- [25] Mohammadi SF, Zandian M, Fakhraie G, et al. Ultrasound biomicroscopy findings in fireworks-related blunt eye injuries. *Eur J Ophthalmol*, 2012,22(3):342-348.
- [26] Lai M, Wang N, Ye T, et al. The application of Ultrasound Biomicroscope in anterior segment contusion. *Eye Sci*, 1996,12(4):210-213.
- [27] Murakami T, Okamoto F, Sugiura Y, et al. Changes in Metamorphopsia and optical coherence tomography findings after successful retinal detachment surgery. *Retina*, 2018,38(4):684-691.
- [28] Wang Y, Li SY, Zhu M, et al. Metamorphopsia after successful retinal detachment surgery: an optical coherence tomography study. *Acta Ophthalmol Scand*, 2005,83(2):168-171.
- [29] 王曦, 黄潇颖, 周言, 等. 扫频源光学相干断层扫描血管成像在眼科临床中的应用进展. *国际眼科杂志*, 2024,24(2):255-259.
- [30] Ho S, Ly A, Ohno-Matsui K, et al. Diagnostic accuracy of OCTA and OCT for myopic choroidal neovascularisation: a systematic review and meta-analysis. *Eye*, 2023,37(1):21-29.
- [31] Bhende M, Shetty S, Parthasarathy M, et al. Optical coherence tomography: a guide to interpretation of common macular diseases. *Indian J Ophthalmol*, 2018,66(1):20-35.
- [32] Leitgeb R, Hitzenberger C, Fercher A. Performance of Fourier domain vs time domain optical coherence tomography. *Opt Express*, 2003,11(8):889-894.
- [33] de Boer JF, Cense B, Park BH, et al. Improved signal-to-noise ratio in spectral-domain compared with time-domain optical coherence tomography. *Opt Lett*, 2003,28(21):2067-2069.
- [34] Choma M, Sarunic M, Yang C, et al. Sensitivity advantage of swept source and Fourier domain optical coherence tomography. *Opt Express*, 2003,11(18):2183-2189.
- [35] Yan H, Yang K, Ma Z, et al. Guideline for the treatment of no light perception eyes induced by mechanical ocular trauma. *J Evid Based Med*, 2022,15(3):302-314.
- [36] Aboulhosn R, Raju B, Jumah F, et al. Terson's syndrome, the current concepts and management strategies: a review of literature. *Clin Neurol Neurosurg*, 2021,210:107008.
- [37] Paul AM, Grundmann T. Intraorbital wooden foreign body undetected on CT. *HNO*, 2010,58(12):1237-1240.
- [38] 中华医学会眼科学分会眼整形眼眶病学组. 眼眶爆裂性骨折诊疗专家共识. *中华眼科杂志*, 2014,50:624-625.
- [39] Griffin AS, Malinzak MD. CT and MRI of the Orbit. *Int Ophthalmol Clin*, 2018,58:25-59.
- [40] 中华医学会放射学分会头颈学组. 眼部 CT 和 MRI 检查及诊断专家共识. *中华放射学杂志*, 2017,51:648-653.
- [41] Lawrence DA, Lipman AT, Gupta SK, et al. Undetected intraocular metallic foreign body causing hyphema in a patient undergoing MRI: a rare occurrence demonstrating the limitations of pre-MRI safety screening. *Magn Reson Imag*, 2015,33(3):358-361.
- [42] Tuzson R, Varsanyi B, Vince Nagy B, et al. Role of multifocal electroretinography in the diagnosis of idiopathic macular hole. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010,51(3):1666-1670.
- [43] Robson AG, Frishman LJ, Grigg J, et al. ISCEV Standard for full-field clinical electroretinography (2022 update). *Doc Ophthalmol*, 2022,144(3):165-177.
- [44] Papachristou A, Lambraki A, Giannakopoulou T, et al. Silicone oil insulation effects on flash electroretinogram and visual evoked potential in patients with retinal detachment. *J Optom*, 2024,17(2):100502.
- [45] Kim YM, Lee SY, Koh HJ. Prediction of postoperative visual outcome after pars Plana vitrectomy based on preoperative multifocal electroretinography in eyes with diabetic macular edema. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2010,248(10):1387-1393.
- [46] Singh SR, Narayanan R. Functional and morphological evaluation of autologous retinal graft in large traumatic macular hole. *Indian J Ophthalmol*, 2019,67(10):1760-1762.
- [47] Vikas SJ, Agarwal D, Seth S, et al. Comparison of anatomical and functional outcomes of vitrectomy with internal limiting membrane peeling in recalcitrant diabetic macular edema with and without traction in Indian patients. *Indian J Ophthalmol*, 2021,69(11):3297-3301.
- [48] Hoffmann MB, Bach M, Kondo M, et al. ISCEV standard for clinical multifocal electroretinography (mfERG) (2021 update). *Documenta Ophthalmol*, 2021,142(1):5-16.
- [49] Tsang SH. *Atlas of Inherited Retinal Diseases*. Springer, 2018:274.
- [50] Ahmed M, Lee CS, McMillan B, et al. Predicting visual function after an ocular bee sting. *Int Ophthalmol*, 2019,39(7):1621-1626.
- [51] Odom JV, Bach M, Brigell M, et al. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials: (2016 update). *Documenta Ophthalmol*, 2016,133(1):1-9.
- [52] 孙笑笑, 陈有信, 李东辉, 等. 探究人工智能在眼底疾病筛查中的应用前景. *中国眼镜科技杂志*, 2023,4:118-122.
- [53] Abràmoff MD, Lavin PT, Birch M, et al. Pivotal trial of an autonomous AI-based diagnostic system for detection of diabetic retinopathy in primary care offices. *npj Digital Med*, 2018.
- [54] Ting DSW, Cheung CY, Lim G, et al. Development and validation of a deep learning system for diabetic retinopathy and related eye diseases using retinal images from multiethnic populations with diabetes. *JAMA*, 2017,318(22):2211-2223.