

彩色多普勒血流成像在眼部疾病诊断应用的专家共识(2024)

彩色多普勒血流成像在眼部疾病诊断应用的专家共识(2024)专家组 中国医师协会眼科医师分会眼超声诊断专业委员会

通信作者:杨文利,Email:yangwl_tr@163.com

首都医科大学附属北京同仁医院 北京同仁眼科中心 北京市眼科学与视觉科学重点实验室,北京 100730

【摘要】 脉冲多普勒可以定量测量动脉血管相关的血流参数,以了解眼部血管的血流动力学基本情况。彩色多普勒血流成像(CDFI)不仅可以清晰地显示眼动脉、视网膜中央动脉、睫状后短动脉及视网膜中央静脉等血管的走行、分布,还可以探查球内、眶内病变内的血流情况,根据其血流特征为疾病的诊断和鉴别诊断提供更丰富的信息。CDFI在眼部的应用历史已经超过35年,但国内不同地区、不同医院、不同专业之间CDFI检查的适应证、检查方法和注意事项、图像存储依据、检查报告书写规范等尚未形成统一的标准,为疾病的诊断带来困难。本共识对CDFI检查适应证的相关性和特异性给出相应的推荐,建立CDFI检查的标准化流程及操作规范,旨在更好地发挥CDFI在眼部疾病诊断中的优势,规范并提升CDFI诊断的整体水平,为更广泛地推广眼部CDFI的应用提供帮助。

【关键词】 超声;彩色多普勒血流成像;眼

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFC0116000)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20240618-00159

Expert consensus on the application of color Doppler flow imaging in the diagnosis of ocular diseases (2024)

Expert Workgroup of Expert consensus on the application of color Doppler flow imaging in the diagnosis of ocular diseases (2024), Ocular Ultrasonography Specialized Committee of the Ophthalmologists Branch of Chinese Medical Doctor Association

Corresponding author: Yang Wenli, Email: yangwl_tr@163.com

Beijing Tongren Eye Center, Beijing Ophthalmology & Visual Sciences Key Laboratory, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100730, China

【Abstract】 Pulse Doppler can quantitatively measures blood flow parameters related to artery vessels to understand the basic hemodynamics of ocular vessels. Color Doppler flow imaging (CDFI) can not only clearly show the course and distribution of arteries such as ophthalmic artery, central retinal artery, short posterior ciliary artery, and central retinal vein, it also can investigate blood flow within intraocular and orbital lesions, providing richer information for disease diagnosis and differentiation based on blood flow characteristics. Although CDFI has been applied in the ophthalmology for over 35 years, there are still no unified standards for the indications, methods, precautions, criteria for image storage, and reporting guidelines of CDFI examinations across different regions, hospitals, and specialties in China. This can pose difficulties in disease diagnosis. This consensus provides corresponding recommendations on the relevance and specificity of CDFI examination indications and aims to establish standardized procedures and operational norms for CDFI exams. The goal is to better leverage the advantages of CDFI in diagnosing ocular diseases, standardize and improve the overall level of ocular ultrasound diagnostics, and facilitate the wider application of ocular CDFI.

【Key words】 Ultrasound; Color Doppler flow imaging; Ophthalmology

Fund program: National Key R&D Program of China (2018YFC0116000)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20240618-00159

1 《彩色多普勒血流成像在眼部疾病诊断应用的专家共识(2024)》制定的背景及方法

1.1 制定背景

眼超声诊断是超声医学中的重要组成部分,超声医学的每一步前进都为眼科超声的发展提供了新的契机。电子线阵探头的应用使得彩色多普勒超声获得更广的成像范围、更清晰的近场成像。彩色多普勒血流成像(color Doppler flow imaging, CDFI)技术可以清晰地显示眼动脉、视网膜中央动脉、睫状后短动脉、视网膜中央静脉及眼上静脉等血管的走行、分布,脉冲多普勒超声定量测量血管的相关血流参数,帮助进一步了解眼部血流动力学基本情况;此外 CDFI 还可以探查球内、眶内病变的血流情况,根据血管的血流特征为眼部疾病的诊断和鉴别诊断提供更丰富的信息^[1]。

目前眼科医生对于超声诊断的理论知识与实践应用有待进一步提升,且不同地区、不同医院和不同专业之间眼部超声检查的适应证、检查方法和注意事项、图像存贮依据、检查报告书写规范等尚未形成统一的标准,对疾病的诊断以及院际间的会诊带来诸多不便,一定程度上浪费了医疗资源。首都医科大学附属北京同仁医院眼科是我国最早开展眼部 CDFI 的单位之一,在近 30 年的临床工作中,积累了大量的检查病例和丰富的实践经验,形成了一套较完备的眼 CDFI 检查流程和诊断理论体系,其诊断结果与临床诊断保持着较高的一致性。

中国医师协会眼科医师分会眼超声诊断专委会发起并成立彩色多普勒超声在眼部疾病诊断中应用的专家共识(2024)专家组,以首都医科大学附属北京同仁医院眼科总结的检查方法为蓝本,制定《彩色多普勒血流成像在眼部疾病诊断应用的专家共识(2024)》(简称《共识》),建立 CDFI 检查的标准化流程及操作规范,旨在更好地发挥彩色多普勒超声在眼部疾病诊断中的优势,规范并提升眼超声诊断的整体水平。

1.2 制定方法

1.2.1 调研方法 在《共识》制定之初,由专家组成员随机对国内不同地区的十余家三级医院、二级医院、眼科专科医院做了相关的需求调研,被调查人群分别为眼科临床医生、眼科特检科医生、综合超声科医生。调研问题主要集中在:(1)是否了解 CDFI 对于眼部疾病诊断的相关性和特异性?(2)是否了解 CDFI 在眼

部检查的相关标准化检查切面及检查方法?(3)对于共识的制定有什么建议和需求?

专家组对调研结果进行梳理发现,57%的临床医生不明确哪类疾病应该进行 CDFI 检查,46%的特检科医生以及超声科医生不明确标准切面及检查方法,76%的医生希望《共识》能够明确哪类疾病适合开展 CDFI 检查,84%的医生希望建立完善的标准化检查流程及方法。以上述需求为导向,结合实际临床需求,专家组成员通过线上讨论的方式确定了《共识》的目的及方向。

1.2.2 适应证推荐方案 由专家组成员(高级职称占比 90%)根据临床需求制定适应证种类,由撰写组成员(高级职称占比 75%,中级职称占比 25%)检索了 Medline、Embase、Cochrane 以及中华医学期刊全文数据库、中国知网、万方数据平台等数据库,确定适应证推荐草案,随后由 32 名专家进行两轮线下讨论并投票,直至达成共识。本共识参考证据分级和推荐强度系统(the Grading of Recommendations, Assessment, Development, Evaluations; GRADE)^[2]将证据质量分为 3 个等级:A 为高度推荐,B 为中度推荐,C 为低或者极低推荐(表 1)。

表 1 证据质量分级和推荐强度分级标准

证据质量分级	符号	描述
高	A	非常确信真实的效应值接近效应估计
中	B	对效应估计值有中等程度的信心(真实值有可能接近估计值,但仍存在二者大不相同的可能性)
低或者极低	C	对效应估计值的确信程度有限(真实值可能与估计值大不相同),或对效应估计值几乎没有信心(真实值很可能与估计值大不相同)

1.2.3 检查流程及方法的制定 专家组成员依据《临床眼超声诊断学》^[3]等著作,结合平时工作经验,草拟眼彩色多普勒超声检查方法和操作流程,于 2023 年 3 月线下对十家医院 23 名操作医生(其中超声科医生 6 名,眼科特检科医生 17 名)进行了操作流程及标准切面培训,考核全部达标。在 2023 年 4 月—7 月,各医院参照检查方法和流程进行实际临床操作,共检查 347 人,留存病例 347 份。针对检查方法及流程,进行 3 次线上讨论及调整,形成统一的检查流程及标准切面。

2 眼彩色多普勒超声检查适应证

2.1 视网膜脱离^[A]

视网膜脱离的二维超声表现为玻璃体内带状中强

回声,分别与视盘和/或球壁回声相连。CDFI 带状回声上可见与视网膜中央动、静脉相延续的血流信号^[4-5],频谱为动、静脉伴行的血流频谱。CDFI 检查可以判断视网膜脱离的性质、范围等,结合脱离视网膜上血管的血流特征可与其他膜状病变(如玻璃体后脱离、脉络膜脱离等)进行鉴别,为其诊断、治疗及预后评估提供可靠信息^[6-7]。

2.2 脉络膜脱离^[A]

脉络膜脱离的二维超声轴位切面表现为玻璃体内中等强度弧形带状回声,一端与周边球壁相连,另一端与赤道部或后极部球壁相连,一般不与视盘回声相连,类冠状位切面可见花环征,其下为无回声区。CDFI 轴位切面带状回声上可见丰富的血流信号,为动脉型血流频谱,与睫状后短动脉血流频谱一致^[8-9]。CDFI 可观察脉络膜脱离的血流特征,有助于与其他眼内病理膜,尤其视网膜脱离进行鉴别。

2.3 玻璃体积血^[A]

玻璃体积血的二维超声表现为玻璃体腔内点状、条状弱回声,CDFI 检查玻璃体内未见异常血流信号。CDFI 检查能够判断出血类型(是否为陈旧性)、出血的严重程度(量的多少)以及有无继发性结构改变,同时与玻璃体腔内肿瘤相鉴别。合并视网膜脱离时,CDFI 可观察到与视网膜中央动、静脉相延续的血流信号,为治疗方案的选择提供信息^[10-12]。

2.4 玻璃体后脱离^[A]

玻璃体后脱离分为部分性和完全性两种。二维超声检查可见玻璃体内光滑、连续的带状弱回声,位于视盘前的椭圆形环状弱回声(Weiss 环)有助于明确诊断^[13-15];玻璃体内带状回声与眼球壁之间的关系,是鉴别诊断部分性玻璃体后脱离与完全性玻璃体后脱离的依据。CDFI 检查脱离的玻璃体后界膜上无血流信号。针对与视盘相连的部分性玻璃体后脱离,根据膜状回声上是否有与视网膜中央动、静脉相延续的血流信号,与视网膜脱离进行鉴别诊断。

2.5 眼外伤^[A]

眼外伤的超声表现复杂、多样,涉及范围广泛,病情复杂,容易误诊或漏诊。超声检查可在屈光间质混浊的条件下探查眼球情况,二维形态和 CDFI 血流特征相结合对外伤所致的眼内膜性病变的诊断及鉴别诊断有优势。视网膜脱离、脉络膜脱离与玻璃体后脱离及玻璃体机化膜等的二维超声表现相似,合并玻璃体积血的情况下较难鉴别^[16-17]。应用 CDFI 检查根据视网膜中央动脉和睫状后短动脉不同的血流频谱特征可鉴别是否存在视网膜脱离和/或脉络膜脱离,帮助后续

诊疗。此外,超声亦可在外伤性白内障、晶状体脱位、巩膜裂伤、眼内异物和球后血肿等的诊断中提供有用信息。

2.6 糖尿病视网膜病变^[A]

糖尿病视网膜病变的超声表现多样,二维超声可同时显示玻璃体积血、玻璃体后脱离、视网膜脱离等超声表现,脱离的视网膜上是否有血流信号与视网膜脱离的范围、位置以及新生血管产生有关。CDFI 能够显示膜状回声上的血流信号、判定血流信号的来源,有助于准确鉴别糖尿病视网膜病变膜状回声的具体性质。此外,通过 CDFI 定量测量眼局部的血流动力学参数可评估糖尿病视网膜病变治疗效果和预后^[18-21]。

2.7 白内障^[C]

白内障的二维超声表现为晶状体回声呈点状、带状或团状增强,后囊膜回声不光滑等;CDFI 检查晶状体未见血流信号。对于外伤性白内障伴后囊膜损伤者,二维超声可以探查后囊膜回声中断,CDFI 未见异常血流信号。对于原发性白内障患者,二维超声可以探查眼内膜状、实性占位等异常超声征象,结合 CDFI 血流信号及血流频谱特征可以鉴别以“白瞳”为主要临床表现的其他眼部疾病,如视网膜脱离、永存胎儿血管、早产儿视网膜病变、视网膜母细胞瘤等^[22-23]。

2.8 脉络膜黑色素瘤^[A]

脉络膜黑色素瘤二维超声可呈圆顶形、蘑菇形,多伴有脉络膜凹陷征、挖空征,可以继发视网膜脱离;CDFI 检查瘤体内可探查到较丰富的血流信号,呈点状、树枝状分布,病变内的血流显示为与睫状后短动脉相同的低速、低阻力动脉频谱,可向眶内蔓延。超声造影检查瘤体完全被造影剂填充,时间-强度曲线为快进快出型^[24-28]。CDFI 结合核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)、超声弹性成像、荧光素眼底血管造影(fundus fluorescein angiography, FFA)、光学相干断层扫描、吲哚菁绿血管造影等,可与脉络膜血管瘤、脉络膜转移癌、视网膜下出血等相鉴别^[29-32]。

2.9 脉络膜血管瘤^[A]

孤立性脉络膜血管瘤的二维超声多呈局限扁平隆起,内为均匀的中强回声,边界清晰、光滑,一般无挖空征;弥漫性脉络膜血管瘤的二维超声表现为球壁呈不均匀增厚。CDFI 检查瘤体内可探及丰富血流信号,呈团状或斑点状、火焰状的血流分布,基底部可呈血管池状;血流频谱与睫状后短动脉相同。超声造影检查瘤体完全被造影剂填充,时间-强度曲线表现为快进慢出型^[33-37]。

2.10 脉络膜转移癌^[A]

脉络膜转移瘤二维超声表现瘤体隆起度不高,基底宽大,高度-基底比值小于 1,表面不规则,可见切迹或呈波浪状,病变内回声多低于相邻眶组织。CDFI 显示瘤体内血流信号丰富,呈树枝状或点状,频谱分析为低速动脉型血流频谱,与睫状后短动脉一致^[38-40]。超声造影检查瘤体完全被造影剂填充,时间-强度曲线表现为快进快出型。

2.11 脉络膜骨瘤^[B]

脉络膜骨瘤的二维超声表现为后极部球壁回声轻度隆起的实性病变,边界清晰,内回声强,声影(+),降低增益后瘤体内回声无明显降低。对于瘤体直径小于 1 mm 或发生脱钙化的病变,二维超声缺乏典型表现,光学相干断层扫描深度增强成像或 CT 较超声检查更为敏感。脉络膜骨瘤本身的血管系统位于肿瘤内部的骨小梁髓腔中^[41-43],CDFI 探查瘤体内部血流信号的研究鲜有报道。超声检查对脉络膜骨瘤的诊断有特征性意义^[44]。

2.12 视盘黑色素细胞瘤^[B]

视盘黑色素细胞瘤的二维超声表现为视盘区低隆起、单实球性病变,可累及整个视盘及相邻的视网膜,病变高度超过 0.5 mm 即可被超声探测到,病变内多为强回声。CDFI 检查病变内可见与视网膜中央动、静脉相延续的血流信号,部分无法探及血流信号^[45-48]。超声检查可用于视盘黑色素细胞瘤的辅助诊断及随访^[49-50]。

2.13 视网膜血管瘤^[A]

视网膜血管瘤二维超声表现为视盘前或周边部脱离的视网膜上的类圆形或不规则形实性病变,边界清晰,病变内为等回声^[51-53]。由于瘤体内大量的毛细血管增生,CDFI 检查大多可在病变内部探及血流信号,呈树枝状、条状或斑点状,血流频谱为动脉、静脉相并行^[54-55]。

2.14 淋巴瘤^[B]

淋巴瘤影像学诊断不具备特异性。(1)眼眶淋巴瘤 超声表现以低回声为主,内回声不均匀,边界欠清或不清,可轻度压缩。CDFI 显示瘤体内血流信号丰富,分布以中后部居多;脉冲多普勒血流峰值流速高,阻力指数较高(均值 >0.6)。超声造影显示病变早期呈均匀增强且增强时间较视网膜和脉络膜早,呈现“快进”型;增强后观察病变略有增大,病变后方呈现不规则“倒三角”形;病变内造影剂消退较视网膜和脉络膜快,呈现“快出”型^[56-57]。(2)原发性葡萄膜淋巴瘤 超声表现为葡萄膜弥漫增厚、回声低,结膜下及球后眶内呈包绕性生长的低回声病变,CDFI 病变内可见

血流信号;具有一定特异性。(3)原发性玻璃体、视网膜淋巴瘤 超声表现为玻璃体混浊、玻璃体后脱离,部分合并视网膜脱离、视网膜下占位病变,CDFI 检查病变内可见血流信号^[58-60]。CDFI 结合 CT、MRI 的检查,可以更好地完成淋巴瘤的定性诊断。

2.15 视网膜母细胞瘤^[A]

二维超声可以显示视网膜母细胞瘤的位置、形状、大小、边界、内回声及有无眼眶受累、转移等,结合肿瘤内部特征性的“钙斑”,可以提供较准确的诊断依据。CDFI 检查肿瘤内部可见与视网膜中央动、静脉相延续的血流信号,频谱为动脉与静脉伴行的血流频谱^[61-62]。CDFI 对无“钙斑”的视网膜母细胞瘤内血流特点的分析具有重要诊断、鉴别诊断价值。CDFI 联合 CT、MRI 可明确肿瘤有无眼外浸润,及颅内转移情况^[63]。

2.16 永存胎儿血管/永存原始玻璃体增生症^[A]

永存胎儿血管的二维超声表现为玻璃体腔内与视盘和/或晶状体相连的条带状中强回声,部分可见后极部牵拉性视网膜脱离,具有较特异表现。CDFI 可显示病变上是否存在血流信号以及血流信号与视网膜中央动脉的延续关系;脉冲多普勒可提高病变检出率,并与其他病理膜疾病鉴别^[64-66]。CDFI 结合家族史、眼底及 FFA 检查、广角视网膜成像系统有利于诊断及鉴别诊断^[67]。

2.17 外层渗出性视网膜病变^[A]

外层渗出性视网膜病变(Coats 病)无视网膜渗出时,二维超声检查无特异性;典型病例二维超声表现包括眼轴缩短、视网膜脱离,视网膜下可为无回声或不均质回声,部分可见出血、“钙斑”或球壁强回声;当视网膜脱离较高时,其下可见弱点状回声的自运动。CDFI 可显示部分病变视网膜血流动力学变化(视网膜中央动脉的收缩期峰值流速、舒张末期血流速度减低),有助于诊断及鉴别诊断^[68-69]。CDFI 联合 FFA 可明确 Coats 病诊断。

2.18 早产儿视网膜病变^[A]

早产儿视网膜病变按照严重程度分为 5 期。I~III 期的二维超声检查一般无阳性发现,IV~V 期可出现典型超声表现。IV 期的二维超声表现为起自一侧周边球壁、向后极延续并与视盘相连的带状回声;V 期表现为包绕晶状体后的团块回声,后端与视盘相连,类似荷花状;若患儿合并视网膜脱离,CDFI 可见与视网膜中央动、静脉延续的血流信号,血流频谱为动、静脉并行^[70-71]。CDFI 可快速了解早产儿眼内结构改变和血流特征,结合病史可为早产儿视网膜病变诊断及与其

他白瞳症的鉴别提供可靠依据。

2.19 家族性渗出性玻璃体视网膜病变^[A]

二维超声检查对轻度家族性渗出性玻璃体视网膜病变的检查多无特异性表现,而对中重度的病变有诊断价值。超声发现镰状视网膜脱离,尤其是双眼颞侧脱离时应高度怀疑家族性渗出性玻璃体视网膜病变^[72]。CDFI 在脱离的视网膜上可见与视网膜中央动、静脉相延续的血流信号。通过全面了解晶状体后带状回声的附着位置及走向,可与其他表现为白瞳症的疾病进行鉴别。但最终确诊仍需结合患者家族史、眼底检查及 FFA。

2.20 牵牛花综合征^[B]

牵牛花综合征的二维超声典型表现为视盘呈倒置的瓶颈状回声,轮廓显示分明,膨出的凹陷内可见不规则弱回声。CDFI 检查病变内无异常血流信号。牵牛花综合征可合并永存原始玻璃体增生症、先天性白内障、小眼球、视网膜脱离或脉络膜缺损等症^[73]。对于并发玻璃体增生膜、视网膜脱离或合并其他先天发育异常(如原始胎儿血管)的病例,CDFI 有一定的鉴别价值^[74]。

2.21 后巩膜炎^[A]

后巩膜炎可分为弥漫性和局灶性。弥漫性后巩膜炎的二维超声表现为后部球壁回声增厚,Tenon 囊水肿及球后间隙增宽,呈低回声,与球后视神经低回声一起构成“T”形征,是典型超声征象及诊断的重要证据。弥漫性后巩膜炎的 CDFI 表现为球壁回声血流丰富,而球后低回声区内无血流信号;该特征与葡萄膜淋巴瘤有鉴别价值。局灶性后巩膜炎的二维超声表现为局部球壁回声结节状隆起,边界不清,病灶处球壁外间隙增宽;CDFI 检查病灶内无血流信号或点状血流信号,且表现为静脉型血流信号。超声造影检查部分病例可见病灶区造影剂填充,与眶周组织同步进退,这一特征对于鉴别诊断其他肿瘤有重要价值^[75-77]。

2.22 脉络膜缺损^[B]

脉络膜缺损的二维超声表现为视盘下方或鼻下方球壁回声局限后凹,边缘陡峭,呈驼峰样,与正常球壁有明显分界。CDFI 检查脉络膜缺损区未见异常血流信号。由于部分患者脉络膜缺损区或缺损区周边伴有视网膜脱离^[78],CDFI 在脱离的视网膜上可探查到与视网膜中央动、静脉相延续的血流信号,对脉络膜缺损具有一定的鉴别诊断价值。

2.23 视网膜中央动脉阻塞^[B]

视网膜中央动脉阻塞的二维超声在眼球内一般无异常发现,部分病例视神经内可见团状、点状高回声,

称为“斑点征”。CDFI 显示视网膜中央动脉血流信号稀疏,连续性中断或消失,频谱分析显示部分病例视网膜中央动脉频谱消失,部分病例视网膜中央动脉血流速度降低,搏动指数及阻力指数升高,随着病程延长血流参数可恢复正常或略低于正常水平^[79]。CDFI 定量分析的球后血管血流参数可为视网膜中央动脉阻塞的诊断及治疗提供帮助。

2.24 视网膜色素变性^[B]

视网膜色素变性的二维超声显示球内一般无特异表现。频谱分析显示眼动脉血流速度增加,视网膜中央动脉和睫状后短动脉血流速度下降,且降低程度与视功能损伤的严重程度存在相关性;部分患者在早期未出现明显的眼底改变之前血流速度已经低于正常值^[80]。CDFI 定量分析的球后血管血流参数,可为研究视网膜色素变性发病机制及确定治疗方法提供帮助。

2.25 缺血性视神经病变^[A]

缺血性视神经病变可出现视盘水肿,二维超声表现为视盘隆起改变,CDFI 显示隆起处一般无异常血流信号。频谱分析显示以睫状后短动脉为主的血流速度降低、阻力指数升高;视网膜中央动脉血流速度降低,而阻力指数多正常;眼动脉血流速度正常或降低、阻力指数正常或升高^[81-83]。CDFI 定量分析的眼部血管血流参数,可为缺血性视神经病变发病机制研究、诊疗方案制定及预后评估提供帮助。

2.26 正常眼压型青光眼^[B]

正常眼压性青光眼的二维超声显示球内一般无特异表现。频谱分析显示视网膜中央动脉血流速度降低,阻力指数升高,睫状后短动脉血流速度正常或降低,阻力指数正常或升高,药物及手术治疗后血流参数改善^[84-86]。正常眼压性青光眼发病机制与血管功能障碍和缺血有关。CDFI 可客观反映眼部血流动力学信息,为探讨正常眼压型青光眼病因及制定治疗方案提供帮助。

2.27 眼上静脉扩张^[A]

任何导致眼上静脉回流障碍的疾病均可致眼上静脉扩张。二维超声显示眶内管状无回声区。眼外肌增厚、外伤及眶内肿瘤等引起眶内压增高时,眼上静脉 CDFI 检查显示为连续静脉血流信号,脉冲多普勒显示为静脉频谱。当为颈内动脉海绵窦瘘及硬脑膜海绵窦瘘所致眼上静脉扩张时,加压后管状无回声区搏动明显,CDFI 显示眼上静脉内充满红蓝混杂血流,脉冲多普勒检查可闻及血管杂音,频谱为动脉化的静脉频谱^[87]。对有结膜充血水肿、眼球突出等临床症状的患

者实施超声检查,可以辅助诊断动静脉瘘,减少漏诊。术后复查 CDFI,亦可评估疗效。但超声检查不能反映颅内信息,需联合 CT、MRI 及数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)协助明确诊断。

2.28 眼眶静脉曲张^[A]

眼眶静脉曲张仰卧位二维超声检查眶内可无异常发现,Valsalva 试验、颈内静脉加压或改变体位后眶内可见一个或多个不规则形低回声区,部分可见静脉石。CDFI 检查 Valsalva 试验时低回声区内可见红色信号(提示血流朝探头方向流动),脉冲多普勒呈非搏动的连续静脉频谱。CDFI 不仅可以明确诊断眼眶静脉曲张,还可与颈动脉海绵窦瘘等相鉴别^[88]。CDFI 为诊断及确定畸形静脉的起源开辟了一种新途径。

2.29 泪腺炎^[A]

泪腺炎的二维超声表现为特征性的囊状结构及网格样改变。CDFI 在泪腺周边可探及较丰富的血流信号。泪腺炎合并炎性假瘤时,其超声造影增强方式呈“同进同出型”。在检查时使用线阵探头可清晰显示泪腺结构,亦可通过两侧泪腺大小对比、叠加 CDFI 血流等方式辅助诊断,以提高诊断的准确性^[89]。

2.30 泪腺良性混合瘤^[A]

泪腺良性混合瘤又称多形性腺瘤。其二维超声表现为边界清晰,内回声均匀的中等回声团,与海绵状血管瘤类似,但前者病变局限于泪腺区,可用于鉴别诊断。CDFI 以星点状血流信号为主,脉冲多普勒为中速动脉型血流频谱。超声造影呈“整体快速增强、快进慢出”征象^[90]。但超声无法对骨质改变进行诊断,而骨质改变是鉴别肿瘤良、恶性的重要征象。因此需联合 CT、MRI 检查提高诊断的准确性。

2.31 眼眶海绵状血管瘤^[A]

眼眶海绵状血管瘤的二维超声表现为类圆形实性占位病变,边界清晰,内为中等回声且均匀,具有可压缩性。CDFI 肿瘤内部缺乏血流信号或仅出现星点状血流信号,以及加压、减压血流信号变化的特点有助于与其他眶内肿瘤进行鉴别,提高诊断准确性。超声造影浸润式增强是诊断海绵状血管瘤的特异指征^[91-92]。但超声检查对肿瘤的精确定位及对眶尖部肿瘤的显示存在不足,可联合 CT 或 MRI 在术前做出准确诊断。

2.32 眼眶神经鞘瘤^[A]

眼眶神经鞘瘤的二维超声表现为类圆形、圆形或分叶状,边界清晰,内回声较低,有轻度可压缩性;部分肿瘤内可见囊样液化腔,与肿瘤内的囊变区相符。若类圆形或椭圆形实体性肿瘤中出现囊样液化腔可考虑为神经鞘瘤。不典型者瘤体的回声特点与海绵状血管瘤表

现相似。CDFI 检查神经鞘瘤内部多有较丰富血流信号,或通过观察加压前、加压后和解除压力后肿瘤内部血流信号的变化,有利于与海绵状血管瘤相鉴别^[93]。

2.33 视神经胶质瘤^[A]

视神经胶质瘤的二维超声可显示肿瘤全貌,表现为视神经回声呈梭形或椭圆形改变,边界清晰,内回声较低或中等。CDFI 可显示肿瘤内无或有少量血流信号,脉冲多普勒检测多表现为动脉血流。视神经胶质瘤的超声表现具有特异性,超声检查对其有定性诊断意义,但对于肿瘤的定位不及 MRI^[94]。

2.34 视神经鞘脑膜瘤^[B]

视神经鞘脑膜瘤的二维超声表现为视神经呈管状,锥形增粗,边界清晰,内回声较低,视神经内常有强回声钙斑,肿瘤声衰减明显,后界多不能显示。CDFI 可见肿瘤内血流信号丰富^[95]。由于眼眶后部和颅内神经鞘瘤在超声检查中不可见,因此超声检查不适用于初步筛查和诊断^[96]。目前,诊断视神经鞘脑膜瘤的首选影像学检查为 MRI,其次为 CT,超声检查可作为补充。

3 检查禁忌证及相对禁忌证

因眼超声检查时探头接触患者眼睑,因此眼部有开放性伤口(如眼球破裂伤未行伤口缝合者、角膜溃疡穿孔等)、眼内手术后切口未完全愈合时禁做超声检查。眼部有活动性感染时,为避免交叉感染,可在做好探头隔离防护的前提下,慎重选择超声检查。其他无法配合检查的情况,如自主行为能力无法控制的患者也无法进行超声检查。

4 设备及操作方法

4.1 设备选择

检查设备需具备 B 型、C 型、D 型超声等基本功能,可根据临床需求增加弹性成像、超声造影技术等功能性成像单元。选择电子线阵探头,频率 3~20 MHz。如有经眼睑、眼前节检查需求,探头频率范围可适当增加至 30 MHz。

由于眼部组织的特殊性及其敏感性,基于生物安全性要求,需对超声功率做相关调节,以图像满足临床检查诊断为准则,尽量减少超声剂量及检查时间。参照美国食品药品监督管理局标准,要求机械指数 MI≤0.23^[97]。增益调节范围 0~100 dB,并具备时间增益补偿曲线调节功能。

4.2 探头操作方法

4.2.1 探头握持方法 (1)握持式 将超声探头握持在手掌中,使用拇指、食指固定探头颈部,呈握持状。

(2) 执笔式 将超声探头轻微控制于拇指与食指、中指间,指腹接触超声探头,掌心中空,如执笔。无论是握持式还是执笔式,在应用于眼部时,建议将小指外侧或小鱼际外侧贴于受检者面部作为支撑,以避免探头直接对眼球施压。

4.2.2 探头扫描方法 (1) 滑动探头 将超声探头紧贴检查区皮肤,沿着目标滑动;(2) 倾斜探头 将超声探头紧贴检查区皮肤,以超声探头与皮肤接触为支点,将探头左、右、上、下倾斜;(3) 旋转探头 将超声探头紧贴检查区皮肤,以超声探头与皮肤接触为支点,将探头以自身中轴线顺时针或者逆时针方向旋转一定角度。

5 检查准备

5.1 体位的选择

建议受检者采取仰卧位进行检查,检查者位于受检者头部右侧。特殊情况下,如玻璃体腔内有硅油或气体填充时,为避开硅油或气体的干扰,受检者可改变体位为坐位进行检查。

5.2 检查前准备

(1) 探头清洁 保持探头清洁、干燥。如前一位受检者存在传染性眼病风险,需针对探头要做好相关消毒工作(具体事宜参照超声厂家探头消毒指南)。(2) 目的明确 详细阅读受检者临床病历,了解受检者基本情况,明确检查目的,有针对性地进行超声检查。(3) 沟通疏导工作 与受检者沟通消除其紧张心理,以便更好地配合检查。

5.3 运动试验与后运动试验

运动试验与后运动试验是玻璃体、视网膜疾病诊断及鉴别诊断的重要方法和手段,目的是明确病变在玻璃体内的活动度,判断病变与球壁之间的附着情况。(1) 运动试验 眼球常规二维超声检查,如在玻璃体内发现异常回声,固定探头位置,嘱受检者左、右转动眼球,观察玻璃体内病变随眼球运动的情况。如病变随眼球运动而运动,则运动试验为阳性;如病变不随之运动,则运动试验为阴性。(2) 后运动试验 在运动试验阳性的基础上,嘱受检者即刻停止眼球转动,观察玻璃体内原本运动的病变状态变化,如病变仍然继续运动至缓慢停滞则后运动试验为阳性;如病变也随之停止运动,则后运动试验为阴性。

5.4 图像标记方法

对图像进行标记时,需包含眼别、探头放置点位、扫查切面等信息。右眼标记为 OD、左眼标记为 OS。探头放置点位的划分按照时钟法,以角膜为中心,顺时

针进行标记。对于扫查切面,轴位扫查标记为 A,横切扫查标记为 T,纵切扫查标记为 L。如探头放置在右眼下方做横切扫查,则标记为“OD T6”。常用标记和血管、解剖标志的中英文对照见表 2。

表 2 常用图像标记中英文对照

图像标记	英文释义	中文释义
OD	oculus dexter	右眼
OS	oculus sinister	左眼
A	axial scan	轴位扫查
T	transverse scan	横切扫查
L	longitudinal scan	纵切扫查
P	posterior	后极部
PE	posterior-equator	后极赤道之间
EP	posterior to equator	赤道后部
E	equator	赤道部
EA	anterior to equator	赤道前部
O	ora serrata	周边部
CB	ciliary body	睫状体
OA	ophthalmic artery	眼动脉
CRA	central retinal artery	视网膜中央动脉
PCA	posterior ciliary artery	睫状后动脉
SOV	superior ophthalmic vein	眼上静脉
ON	optic nerve	视神经
MR	medial rectus	内直肌
LR	lateral rectus	外直肌
SR	superior rectus	上直肌
IR	inferior rectus	下直肌

6 标准扫查切面

6.1 眼球扫查

6.1.1 轴位扫查 轴位扫查指探头位于眼球中央,声束自晶状体穿过,视神经显示在图像中央。轴位扫查可用于眼球中轴线结构的观察,包括晶状体、玻璃体、眼球壁(黄斑)以及视神经等。建议探头的标记指向受检者右侧或上方。叠加彩色多普勒后,正常情况下玻璃体内探测不到血流信号,只有眼球壁及眶组织中可以探及血流信号(图 1)。

6.1.2 横切扫查 探头标记方向与角膜缘相平行的扫查方法为横切扫查。探头标记指向受检者右侧或上方。扫查过程中,探头以与皮肤接触为支点进行倾斜,同时嘱受检者向探头对侧转动眼球,可以完整地扫查眼球后极部至周边部。如果把眼球想象为地球仪,角膜和后极部视为地球的两极,横切扫查显示的是纬线切面的球壁(图 2)。

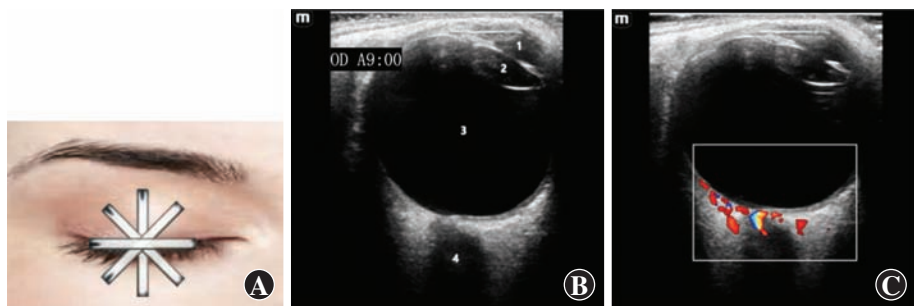


图 1 轴位扫查示意图及超声图 A:轴位扫查示意图 B:超声图 1 为前房,2 为晶状体,3 为玻璃体,4 为视神经 C:CDFI 检查图 正常玻璃体内无血流信号,眼球壁及眶组织可见血流信号

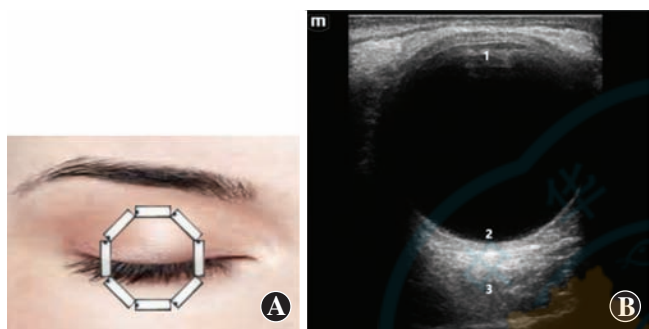


图 2 横切扫查示意图及超声图 A:横切扫查示意图 B:超声图 1 为近场球壁,2 为远场球壁,3 为眼眶组织

6.1.3 纵切扫查 将横切扫查的探头方向旋转 90° 即为纵切扫查,此时探头的标记方向与角膜缘相垂直。扫查的切面为通过视神经所在的切面,探头标记指向受检者右侧或上方。扫查过程中,探头做与角膜缘相垂直的倾斜运动,同时嘱受检者向探头对侧转动眼球,可以完整地扫查眼球后极部至周边部。纵切扫查显示的是经线切面的球壁(图 3)。

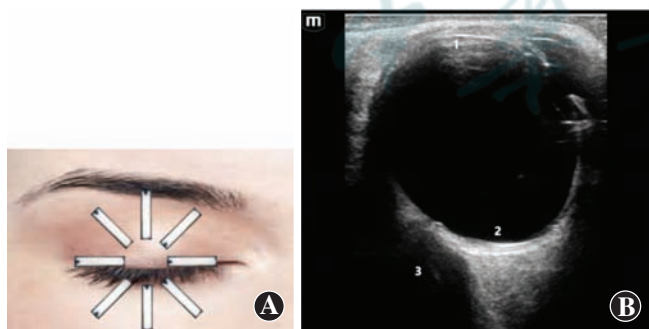


图 3 纵切扫查示意图及超声图 A:纵切扫查示意图 B:超声图 1 为近场球壁,2 为远场球壁,3 为视神经

6.2 眼眶扫查

6.2.1 球旁扫查 球旁扫查用于眼球周围浅层眼眶病变的观察,可以显示前部眶内病变与眼球和眶壁的关系。探头置于眼球与眶缘之间的眼睑上,分为横扫查和纵扫查。球旁横扫查指声束平行于眶缘,探头旋

转 90° 与眶缘垂直则为球旁纵扫查。

对于泪腺扫查,将探头放置于颞上方泪腺区进行球旁纵扫查,可观察到正常泪腺呈类三角形均匀中等回声。叠加多普勒后,泪腺区可以探测到点状血流信号。如发现泪腺回声显著增大,内部回声不均匀,可结合球旁横扫查进行观察(图 4)。

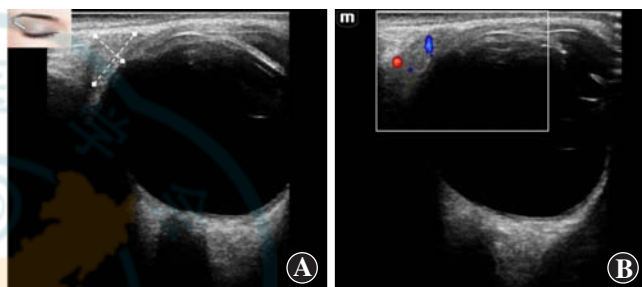


图 4 泪腺超声图 A:二维超声图像 白色虚线示泪腺大小测量 B:CDFI 检查图 泪腺区可见点状血流信号

6.2.2 经球扫查 经球扫查用于观察球后眶内结构。受探查深度的限制,主要观察范围为肌锥内。探头放置位置同眼球扫查,分为横扫查和纵扫查。探头与角膜缘相平行经球横扫查,与角膜缘相垂直为经球纵扫查。主要用于:(1)眼外肌扫查及测量 采用经球纵扫查对眼外肌进行观察及厚度测量。注意测量眼外肌时,需嘱受检者保持第一眼位不要转动眼球,避免肌肉收缩而影响测量结果。探头需置于被检肌肉的对侧,经球纵扫查,沿着眼外肌走行方向,可以清晰显示眼外肌纵切面。建议从眼外肌离开眼球处进行厚度的测量;对于眼外肌不均匀增厚者,需加测最厚处的眼外肌厚度(图 5)。(2)视神经检查及测量 一般采用水平轴位观察视神经,探头标记指向受检者右侧。受检者取第一眼位,探头水平置于眼睑中部,使整个眼球及球后 3~7 mm 视神经及视神经鞘截面完整显示于屏幕内,框选感兴趣区域,将该区域放大,轻微调整探头使视神经及两侧视神经鞘截面显示清晰,便于观察测量^[98]。视神经为低至无回声区,其外侧高回声带为蛛网膜下腔,再外侧的低回声带为硬脑膜。可根据临床需求,使用超声波系统的生物测量尺进行眼球壁后 3 mm 处视神经鞘直径的测量(图 6)。

6.3 眼眶血管检查及频谱测量

眼眶血管检查需首先在二维图像基础上叠加彩色

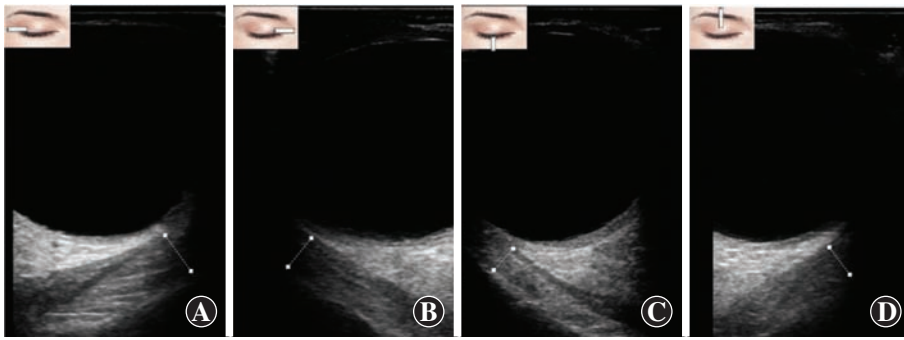


图 5 眼外肌超声图 白色虚线示眼外肌厚度测量 A:内直肌 B:外直肌 C:上直肌 D:下直肌

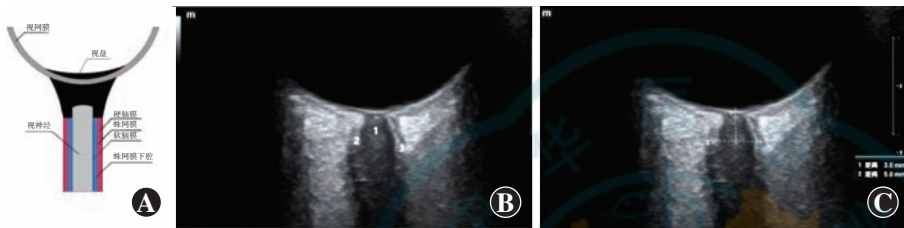


图 6 视神经及视神经鞘示意图及超声图 A:视神经及视神经鞘示意图 B:视神经超声图 1 为视神经,2 为蛛网膜下腔间隙,3 为硬脑膜 C:测量图 距离 1 表示距离眼球壁 3 mm,距离 2 视神经鞘直径

多普勒显示眼眶内血管,随后采用多普勒频谱技术进行血管频谱的测量。频谱测量时,需根据血流速度调整合适的速度范围。取样框包含所需检测区域,但不宜太大,以免血流敏感性下降。取样宽度一般不超过 2 mm,以免将不必要的血管与相关血管同时采集,影响检查结果。多普勒角度需根据血管走行进行调整,由于眼部血管解剖的特点,一般都能找到与取样线相平行的血管,以与血管角度为 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 进行频谱测量^[99]。眼眶内的血管根据其解剖及走行一般仅检查眼动脉、视网膜中央动脉及睫状后短动脉。

6.3.1 眼动脉检查 眼动脉是颈内动脉的第一分支,为 CDFI 检查中眼眶内部能够识别的最粗大血管。其在眶内的行程首先在眶外下方向前走到视神经,然后在眶中部穿越视神经到其鼻上方。寻找眼动脉需首先进行水平轴位扫查,将视神经显示清晰,将多普勒取样框置于球后 15~25 mm 处,在视神经两侧寻找类似 S 形的粗大血管即为眼动脉。在视神经鼻侧通常显示更为清晰。在与多普勒取样线平行且没有分支血管处对其进行取样测量。眼动脉频谱为三峰双切迹的动脉型血流频谱

(图 7A)。

6.3.2 视网膜中央动脉检查 视网膜中央动脉起自眼动脉,在眼球后约 12 mm 处进入视神经,然后在视神经实质向前走行到眼球壁。在视神经内,视网膜中央动脉和视网膜中央静脉相伴随。首先行水平轴位扫查,将视神经显示清晰,在视神经低回声区内可看到红蓝相间的血流信号为视网膜中央动脉和视网膜中央静脉,一般于视盘后 2~5 mm 处进行取样。视网膜中央动脉频谱为动静脉相伴随的血流频谱(图 7B)。

6.3.3 睫状后短动脉检查 睫状后短动脉起自眼动脉,在视神经附近进入眼内,向脉络膜供血。睫状后短动脉一般有 2~3 支主干,再分为 6~8 支终末支,其主干位置解剖变异较大,但是在视神经的鼻侧和颞侧至少各有一支睫状后短动脉。因此于视神经周围寻找到单一颜色的血流信号即为睫状后短动脉,一般在球壁后 5~8 mm 处进行取样。睫状后短动脉频谱为低速动脉型血流频谱(图 7C)。

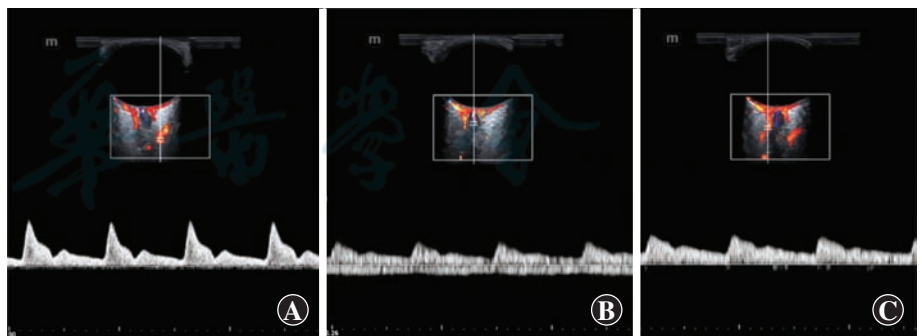


图 7 眼眶血管血流频谱图 A:眼动脉血流频谱 为三峰双切迹的动脉型血流频谱 B:视网膜中央动脉血流频谱 为动静脉相伴随的血流频谱 C:睫状后短动脉 为低速动脉型血流频谱

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

指南声明 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,本共识为中国医师协会眼科医师分会眼超声诊断专业委员会全体委员和相关研究领域专家共同起草。

免责声明 本共识的内容仅代表参与制定共识的专家的指导意见,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,正在进行和未来开展的临床研究将提供进一步的证据。随着临床经验的积累和新型眼部超声设备的涌现,未来需要对本共识进行定期修订、更新,为患者带来更多临床获益。

参与共识及形成专家名单:

执笔人

杨文利 首都医科大学附属北京同仁医院

参与共识形成的学组成员(按姓氏笔画为序)

王旭辉 宁夏回族自治区人民医院眼科
王桂敏 山东中医药大学附属眼科医院
叶向或 福州眼科医院
朱林平 广西壮族自治区工人医院
刘洋 大庆油田总医院
刘新秀 福建医科大学附属第一医院
苏兆安 浙江大学眼科医院
李岩 天津普瑞眼科医院
李舒茵 河南省人民医院 河南省立眼科医院
杨大勇 内蒙古医科大学附属医院
杨文利 首都医科大学附属北京同仁医院
吴鹏程 兰州大学第二医院
邱坤良 汕头大学·香港中文大学联合汕头国际眼科中心
张莹 武汉大学附属爱尔眼科医院
张婷 青海省第五人民医院
陈吉利 上海市北医院
陈倩 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院
林浩添 中山大学中山眼科中心
周雪美 深圳大学总医院
赵仲民 西安市人民医院(西安市第四医院)
胡建群 江苏省人民医院
胡毅倩 上海交通大学附属新华医院
段雅剑 山西白求恩医院
徐春军 北京中医药大学房山医院
徐筑萍 四川大学华西医院
黄锦海 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院
蒋剑 中南大学湘雅医院
傅强 解放军 474 医院
游宇光 赣南医科大学第一附属医院
潘红飙 安徽省第二人民医院(安徽省眼科医院)
薛黎萍 云南大学附属医院
魏炜 河北省眼科医院

参与共识形成的相关专家(按照姓氏笔画为序)

王子杨 首都医科大学附属北京同仁医院
江臻颖 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院
观志强 汕头大学·香港中文大学联合汕头国际眼科中心

李令民 西安市人民医院(西安市第四医院)
李建桥 山东大学齐鲁医院
李栋军 首都医科大学附属北京同仁医院
李俊池 徐州市第一人民医院
沈琳 首都医科大学附属北京同仁医院
林松 天津医科大学眼科医院
崔蕊 首都医科大学附属北京同仁医院
蒋乐 徐州市第一人民医院
蒋婉婷 西安市人民医院(西安市第四医院)
曾流芝 成都市中西医结合医院·成都市第一人民医院
满子惠 河南省人民医院 河南省立眼科医院

参考文献

- [1] 杨文利. 齐心协力共谱眼科超声诊断的新篇章[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2007, 4(5): 260-262. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-6448. 2007. 05. 002.
Yang WL. To make concerted efforts for a new page in ultrasound diagnosis of ophthalmology [J]. Chin J Med Ultrasound (Electronic Version), 2007, 4(5): 260-262. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-6448. 2007. 05. 002.
- [2] Murphy MK, Black NA, Lamping DL, et al. Consensus development methods, and their use in clinical guideline development [J]. Health Technol Assess, 1998, 2(3): i-iv, 1-88.
- [3] 杨文利. 临床眼超声诊断学[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2019: 31-67.
- [4] Ido M, Osawa S, Fukukita M, et al. The use of colour Doppler imaging in the diagnosis of retinal detachment [J]. Eye (Lond), 2007, 21(11): 1375-1378. DOI: 10. 1038/sj. eye. 6702442.
- [5] Akhlaghi M, Zarei M, Ziaei M, et al. Sensitivity, specificity, and accuracy of color Doppler ultrasonography for diagnosis of retinal detachment [J]. J Ophthalmic Vis Res, 2020, 15(2): 166-171. DOI: 10. 18502/jovr. v15i2. 6733.
- [6] Roldán-Pallarés M, Musa AS, Hernández-Montero J, et al. Preoperative duration of retinal detachment and preoperative central retinal artery hemodynamics: repercussion on visual acuity [J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2009, 247(5): 625-631. DOI: 10. 1007/s00417-008-1026-x.
- [7] 杨文利, 王兰, 胡士敏. 视网膜脱离的超声诊断及鉴别诊断[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2004, 1(4): 163-165. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-6448. 2004. 04. 007.
Yang WL, Wang L, Hu SM. Ultrasound diagnosis and differential diagnosis of retinal detachment [J]. Chin J Med Ultrasound (Electronic Version), 2004, 1(4): 163-165. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-6448. 2004. 04. 007.
- [8] 杨文利, 魏文斌, 翁乃清, 等. 复杂玻璃体视网膜疾病的彩色多普勒超声诊断特征[J]. 中华眼科杂志, 2005, 41(3): 226-230. DOI: 10. 3760/j. issn. 0412-4081. 2005. 03. 008.
Yang WL, Wei WB, Weng NQ, et al. Color Doppler flow imaging in the diagnosis of complex vitreoretinal diseases [J]. Chin J Ophthalmol, 2005, 41(3): 226-230. DOI: 10. 3760/j. issn. 0412-4081. 2005. 03. 008.
- [9] 刘国军, 康维强, 仇宜解, 等. 彩色多普勒血流显像和多普勒能量图诊断脉络膜脱离的价值[J]. 中华超声影像学杂志, 2004, 13(8): 585-587. DOI: 10. 3760/j. issn. 1004-4477. 2004. 08. 006.
Liu GJ, Kang WQ, Qiu YJ, et al. Value of color Doppler flow imaging and Doppler power imaging in diagnosis of choroidal detachment [J]. Chin J Ultrasonogr, 2004, 13(8): 585-587. DOI: 10. 3760/j. issn. 1004-4477. 2004. 08. 006.
- [10] 翁乃清, 魏文斌, 朱晓清, 等. 玻璃体积血的形态结构与玻璃体后脱离的图像特征[J]. 中华眼科杂志, 2001, 37(6): 425-427. DOI: 10. 3760/j. issn. 0412-4081. 2001. 06. 007.
Weng NQ, Wei WB, Zhu XQ, et al. The morphologic structure of vitreous hemorrhage and posterior vitreous detachment [J]. Chin J Ophthalmol, 2001, 37(6): 425-427. DOI: 10. 3760/j. issn. 0412-

4081. 2001. 06. 007.
- [11] Lahham S, Shniter I, Thompson M, et al. Point-of-care ultrasonography in the diagnosis of retinal detachment, vitreous hemorrhage, and vitreous detachment in the emergency department [J/OL]. *JAMA Netw Open*, 2019, 2(4): e192162 [2024-05-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30977855>. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2019.2162.
- [12] 杨文利, 魏文斌, 王景昭. 玻璃体后脱离的超声诊断特点分析 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2005, 14(1): 45-47. DOI: 10.3760/j.issn:1004-4477.2005.01.012.
- Yang WL, Wei WB, Wang JZ. Diagnosis and analysis in posterior vitreous detachment by ultrasonography [J]. *Chin J Ultrasonogr*, 2005, 14(1): 45-47. DOI: 10.3760/j.issn:1004-4477.2005.01.012.
- [13] Tsukahara M, Mori K, Gehlbach PL, et al. Posterior vitreous detachment as observed by wide-angle OCT imaging [J]. *Ophthalmology*, 2018, 125(9): 1372-1383. DOI: 10.1016/j.ophtha.2018.02.039.
- [14] Tan J, Dong Y, Li J. Automated fundus ultrasound image classification based on siamese convolutional neural networks with multi-attention [J/OL]. *BMC Med Imaging*, 2023, 23(1): 89 [2024-05-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/37415102>. DOI: 10.1186/s12880-023-01047-w.
- [15] Özsaygılı C, Küçük B, Yildirim Y. The effect of posterior vitreous detachment on aflibercept response in diabetic macular oedema [J]. *Br J Ophthalmol*, 2021, 105(6): 800-805. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2020-316155.
- [16] 李栋军, 陈伟, 王子杨, 等. 眼外伤所致眼内病理膜的彩色多普勒超声诊断特点 [J]. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2014, 16(11): 655-658. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2014.11.004.
- Li DJ, Chen W, Wang ZY, et al. Color Doppler flow imaging for the diagnosis of damage to intraocular membranes from ocular trauma [J]. *Chin J Optom Ophthalmol Vis Sci*, 2014, 16(11): 655-658. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2014.11.004.
- [17] Ojaghihaghi S, Lombardi KM, Davis S, et al. Diagnosis of traumatic eye injuries with point-of-care ocular ultrasonography in the emergency department [J]. *Ann Emerg Med*, 2019, 74(3): 365-371. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2019.02.001.
- [18] Dimitrova G, Kato S. Color Doppler imaging of retinal diseases [J]. *Surv Ophthalmol*, 2010, 55(3): 193-214. DOI: 10.1016/j.survophthal.2009.06.010.
- [19] Noureldine AM, Abdelmaksoud A, Mostafa H, et al. Orbital blood vessels changes on color duplex imaging in diabetics with and without diabetic retinopathy [J/OL]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 17115 [2024-05-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/37816787>. DOI: 10.1038/s41598-023-43838-9.
- [20] Madhpuriya G, Gokhale S, Agrawal A, et al. Evaluation of hemodynamic changes in retrobulbar blood vessels using color Doppler imaging in diabetic patients [J/OL]. *Life (Basel)*, 2022, 12(5): 629 [2024-05-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35629297>. DOI: 10.3390/life12050629.
- [21] Peng X, Chen P, Liu Y, et al. Value of Doppler ultrasonography in assessing the efficacy of diabetic retinopathy: a retrospective analysis [J]. *Altern Ther Health Med*, 2023, 29(6): 260-263.
- [22] Tabatabaei A, Kiarudi MY, Ghassemi F, et al. Evaluation of posterior lens capsule by 20-MHz ultrasound probe in traumatic cataract [J]. *Am J Ophthalmol*, 2012, 153(1): 51-54. DOI: 10.1016/j.ajo.2011.05.038.
- [23] 陈伟, 李栋军, 王子杨, 等. 彩色多普勒血流显像对永存原始玻璃体增生症诊断的敏感度和特异度 [J]. *中华眼底病杂志*, 2016, 32(3): 296-299. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2016.03.016.
- Chen W, Li DJ, Wang ZY, et al. Diagnostic sensitivity and specificity of color Doppler flow imaging for persistent hyperplastic primary vitreous [J]. *Chin J Ocul Fundus Dis*, 2016, 32(3): 296-299. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2016.03.016.
- [24] Singh P, Singh A. Choroidal melanoma [J]. *Oman J Ophthalmol*, 2012, 5: 3-9.
- [25] 中国医药教育协会眼科专业委员会, 中华医学会眼科学分会眼整形眼眶病学组, 中国抗癌协会眼肿瘤专业委员会. 中国葡萄膜黑色素瘤诊疗专家共识 (2021 年) [J]. *中华眼科杂志*, 2021, 57(12): 886-897. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20210926-00452.
- Ophthalmological Society of China Medicine Education Association, Oculoplastic and Orbital Disease Group of Chinese Ophthalmological Society of Chinese Medical Association, Ocular Oncology Committee of China Anti-Cancer Association. Chinese expert consensus on diagnosis and treatment of uveal melanoma (2021) [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2021, 57(12): 886-897. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20210926-00452.
- [26] Ozdemir H, Yücel C, Aytekin C, et al. Intraocular tumors. The value of spectral and color Doppler sonography [J]. *Clin Imaging*, 1997, 21(2): 77-81. DOI: 10.1016/0899-7071(95)00094-1.
- [27] 杨文利, 魏文斌, 李栋军. 脉络膜黑色素瘤的超声造影诊断特征 [J]. *中华眼科杂志*, 2013, 49(5): 428-432. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2013.05.010.
- Yang WL, Wei WB, Li DJ. Characteristics of choroidal melanoma in contrast-enhanced ultrasonography [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2013, 49(5): 428-432. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2013.05.010.
- [28] Yang WL, Wei WB, Li DJ. Quantitative parameter character of choroidal melanoma in contrast-enhanced ultrasound [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2012, 125(24): 4440-4444.
- [29] Chen W, Yang W, Li D, et al. Value of the strain ratio in the differential diagnosis of intraocular tumors by elastosonography: a retrospective case-control study [J]. *Indian J Ophthalmol*, 2023, 71(3): 983-988. DOI: 10.4103/ijo.IJO_1397_22.
- [30] Modrzejewska M, Wiącek MP. A novel approach to the differentiation of intrabulbar tumors in color Doppler imaging [J]. *Curr Eye Res*, 2017, 42(11): 1482-1490. DOI: 10.1080/02713683.2017.1341534.
- [31] Neudorfer M, Waisbourd M, Anteby I, et al. Color flow mapping: a non-invasive tool for characterizing and differentiating between uveal melanomas and choroidal metastases [J]. *Oncol Rep*, 2011, 25(1): 91-96.
- [32] 王子杨, 杨文利, 李栋军, 等. 中小脉络膜黑色素瘤的超声诊断及鉴别诊断分析 [J]. *中华眼科杂志*, 2018, 54(11): 843-848. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2018.11.009.
- Wang ZY, Yang WL, Li DJ, et al. Ultrasound diagnosis and differential diagnosis of medium and small choroidal melanomas [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2018, 54(11): 843-848. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2018.11.009.
- [33] Singh AD, Kaiser PK, Sears JE. Choroidal hemangioma [J]. *Ophthalmol Clin North Am*, 2005, 18(1): 151-161, ix. DOI: 10.1016/j.ohc.2004.07.004.
- [34] Lieb WE, Shields JA, Cohen SM, et al. Color Doppler imaging in the management of intraocular tumors [J]. *Ophthalmology*, 1990, 97(12): 1660-1664. DOI: 10.1016/s0161-6420(90)32364-3.
- [35] 杨文利, 胡士敏, 王景昭, 等. 眼内肿瘤的彩色超声多普勒诊断分析 [J]. *中华眼科杂志*, 1997, 33(4): 272-276.
- [36] 余海澄, 李栋军, 杨文利, 等. 脉络膜血管瘤的超声造影特征 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2015, 33(1): 51-54. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2015.01.011.
- She HC, Li DJ, Yang WL, et al. Contrast-enhanced ultrasound characteristics of choroidal hemangioma [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2015, 33(1): 51-54. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2015.01.011.
- [37] 杨文利, 李栋军, 魏文斌. 超声造影剂时间-强度曲线在眼内肿瘤诊断及鉴别诊断的应用 [J]. *中华眼底病杂志*, 2012, 28(6): 569-572. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2012.06.006.
- Yang WL, Li DJ, Wei WB. Time-intensity curve of contrast agent in intraocular tumor diagnosis and differential diagnosis [J]. *Chin J Ocul Fundus Dis*, 2012, 28(6): 569-572. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2012.06.006.
- [38] Wolff-Korman PG, Korman BA, Hasenfratz GC, et al. Duplex and color Doppler ultrasound in the differential diagnosis of choroidal tumors [J]. *Acta Ophthalmol Suppl* (1985), 1992, (204): 66-70. DOI: 10.1111/j.1755-3768.1992.tb04928.x.
- [39] 王子杨, 杨文利, 李栋军, 等. 葡萄膜转移癌的超声诊断特征分析 [J]. *肿瘤影像学*, 2016, 25(4): 308-313. DOI: 10.3969/j.issn.1008-617X.2016.04.004.
- Wang ZY, Yang WL, Li DJ, et al. Ultrasound diagnosis and analysis of uveal metastatic carcinoma [J]. *Oncoradiology*, 2016, 25(4): 308-313. DOI: 10.3969/j.issn.1008-617X.2016.04.004.
- [40] Mithal KN, Thakkar HH, Tyagi MA, et al. Role of echography in diagnostic dilemma in choroidal masses [J]. *Indian J Ophthalmol*, 2014, 62(2): 167-170. DOI: 10.4103/0301-4738.128626.
- [41] Suzuki H, Obata R, Tan X, et al. Small symptomatic unilateral choroidal



- osteoma diagnosed with enhanced-depth imaging optical coherence tomography and thin-slice computed tomography: 2 clinical cases [J]. *Case Rep Ophthalmol*, 2020, 11 (2): 242-248. DOI: 10.1159/000508846.
- [42] Dinah C, Sandinha T. Enhanced depth imaging as an adjunctive tool in the diagnosis of decalcified choroidal osteoma [J]. *Eye (Lond)*, 2014, 28(3): 356-358. DOI: 10.1038/eye.2013.272.
- [43] Shields CL, Sun H, Demirci H, et al. Factors predictive of tumor growth, tumor decalcification, choroidal neovascularization, and visual outcome in 74 eyes with choroidal osteoma [J]. *Arch Ophthalmol*, 2005, 123(12): 1658-1666. DOI: 10.1001/archophth.123.12.1658.
- [44] Olguin-Manriquez F, Enríquez AB, Crim N, et al. Multimodal imaging in choroidal osteoma [J]. *Int J Retina Vitreous*, 2018, 4: 30. DOI: 10.1186/s40942-018-0132-0.
- [45] Mannat G, Meenakshi S, Navya NK, et al. Optic disc melanocytoma: a case report [J]. *Rom J Ophthalmol*, 2021, 65(1): 89-92. DOI: 10.22336/rjo.2021.18.
- [46] Shields JA, Demirci H, Mashayekhi A, et al. Melanocytoma of the optic disc: a review [J]. *Indian J Ophthalmol*, 2019, 67(12): 1949-1958. DOI: 10.4103/ijo.IJO_2039_19.
- [47] Mughal J, Javed A, Arshad O, et al. Optic disc melanocytoma: A rare entity [J]. *J Ayub Med Coll Abbottabad*, 2020, 32(4): 580-582.
- [48] 刘倩, 杨文利, 李栋军, 等. 视盘黑色素细胞瘤的超声特征分析 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2021, 30(10): 896-900. DOI: 10.3760/cma.j.cn131148-20210422-00285.
- Liu Q, Yang WL, Li DJ, et al. Analysis of ultrasonic features of melanocytoma of optic disc [J]. *Chin J Ultrasonogr*, 2021, 30(10): 896-900. DOI: 10.3760/cma.j.cn131148-20210422-00285.
- [49] Lee E, Sanjay S. Optic disc melanocytoma report of 5 patients from Singapore with a review of the literature [J]. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2015, 4(5): 273-278. DOI: 10.1097/APO.0000000000000096.
- [50] Gologorsky D, Scheffler AC, Ehlied FJ, et al. Clinical imaging and high-resolution ultrasonography in melanocytoma management [J]. *Clin Ophthalmol*, 2010, 4: 855-859. DOI: 10.2147/ophth.s11891.
- [51] Leclair MD, Schatten H, Biermann J. Primary optic disc tumors - case series and literature overview [J]. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2022, 239(11): 1325-1336. DOI: 10.1055/a-1927-4111.
- [52] Karimi S, Arabi A, Shahraki T, et al. Von Hippel-Lindau disease and the eye [J]. *J Ophthalmic Vis Res*, 2020, 15(1): 78-94. DOI: 10.18502/jovr.v15i1.5950.
- [53] Shields JA. Tumors and pseudotumors of the optic disc [J]. *Acta Ophthalmol Scand*, 2000, 78(2): 156-163. DOI: 10.1034/j.1600-0420.2000.078002156.x.
- [54] 李逸丰, 杨文利, 李栋军, 等. 视盘毛细血管瘤的超声特征分析 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2021, 30(2): 161-166. DOI: 10.3760/cma.j.cn131148-20200816-00663.
- Li YF, Yang WL, Li DJ, et al. Analysis of ultrasonic diagnostic features of juxtapapillary capillary hemangioma [J]. *Chin J Ultrasonogr*, 2021, 30(2): 161-166. DOI: 10.3760/cma.j.cn131148-20200816-00663.
- [55] 魏申申, 杨文利, 李栋军, 等. 视网膜毛细血管瘤的超声影像特征 [J]. *中国眼耳鼻喉科杂志*, 2022, 22(5): 443-446, 451. DOI: 10.14166/j.issn.1671-2420.2022.05.003.
- Wei CC, Yang WL, Li DJ, et al. Ultrasonographic features of retinal capillary hemangioma [J]. *Chin J Ophthalmol Otorhinol*, 2022, 22(5): 443-446, 451. DOI: 10.14166/j.issn.1671-2420.2022.05.003.
- [56] 陈力, 陈琴, 杨吟, 等. 超声造影技术在诊断眼眶淋巴瘤中的价值 [J]. *中国实用眼科杂志*, 2013, 31(5): 615-617. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2013.05.029.
- Chen L, Chen Q, Yang Y, et al. Value of contrast-enhanced ultrasonography in diagnosis of orbital lymphoma [J]. *Chin J Pract Ophthalmol*, 2013, 31(5): 615-617. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2013.05.029.
- [57] 汪东, 张虹, 宋国祥. 眼眶淋巴瘤临床及影像学分析 [J]. *中国实用眼科杂志*, 2010, 28(6): 619-621. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2010.06.020.
- Wang D, Zhang H, Song GX. Analysis of clinical features and imagines in orbital lymphoma [J]. *Chin J Pract Ophthalmol*, 2010, 28(6): 619-621. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2010.06.020.
- [58] 王子杨, 杨文利, 李栋军, 等. 眼内淋巴瘤的超声图像特征分析 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2019, 28(3): 251-255. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2019.03.012.
- Wang ZY, Yang WL, Li DJ, et al. Ultrasonographic features of intraocular lymphoma [J]. *Chin J Ultrasonogr*, 2019, 28(3): 251-255. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2019.03.012.38.
- [59] Aronow ME, Singh AD. The use of imaging in the diagnosis and management of intraocular lymphoma [J]. *Int Ophthalmol Clin*, 2012, 52(4): 199-208. DOI: 10.1097/HO.0b013e318265d4e3.
- [60] Lai J, Chen K, Shi HM, et al. B-scan ultrasound and cytology of the vitreous in primary central nervous system lymphoma with vitreoretinal involvement [J]. *Int J Ophthalmol*, 2019, 12(6): 1001-1007. DOI: 10.18240/ijo.2019.06.20.
- [61] 崔蕊, 李栋军, 王子杨, 等. 彩色多普勒超声在视网膜母细胞瘤诊断中的应用价值 [J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2017, 14(10): 725-729. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2017.10.002.
- Cui R, Li DJ, Wang ZY, et al. Value of color Doppler ultrasonography in the evaluation of retinoblastoma [J]. *Chin J Med Ultrasound (Electronic Version)*, 2017, 14(10): 725-729. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2017.10.002.
- [62] Bonanomi M, Saito OC, de Lima PP, et al. Blood flow in monocular retinoblastoma assessed by color Doppler and correlations with high-risk pathologic features [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2018, 59(13): 5441-5446. DOI: 10.1167/iov.18-24777.
- [63] 陆嘉桃, 郑政, 武明星. 超声影像学在视网膜母细胞瘤诊断中的研究进展 [J]. *医学影像学杂志*, 2023, 33(8): 1453-1456.
- Lu JT, Zheng Z, Wu MX. Research progress of ultrasound imaging in the diagnosis of retinoblastoma [J]. *Yixue Yingxiangxue Zazhi*, 2023, 33(8): 1453-1456.
- [64] 赵超, 郑超, 周健. 永存胚胎血管的研究进展 [J]. *中华眼科医学杂志(电子版)*, 2022, 12(6): 352-356. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-2007.2022.06.006.
- Zhao C, Zheng C, Zhou J. Advance on the persistent fetal vasculature [J]. *Chin J Ophthalmol Med (Electronic Edition)*, 2022, 12(6): 352-356. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-2007.2022.06.006.
- [65] Hu A, Pei X, Ding X, et al. Combined persistent fetal vasculature: a classification based on high-resolution B-mode ultrasound and color Doppler imaging [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123(1): 19-25. DOI: 10.1016/j.ophtha.2015.09.001.
- [66] 史大鹏, 李舒茵, 李建新. 永存性原始玻璃体增生症影像学诊断 [J]. *中华眼底病杂志*, 1999, (1): 42. DOI: 10.3760/j.issn.1005-1015.1999.01.018.
- [67] 韩梅, 赵堪兴, 张桐梅, 等. 广角视网膜成像系统及彩色多普勒超声成像在永存原始玻璃体增生症中的应用 [J]. *中华眼科杂志*, 2016, 52(5): 362-365. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2016.05.010.
- Han M, Zhao KX, Zhang TM, et al. Apply of RetCam II and color Doppler imaging in persistent hyperplastic primary vitreous [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2016, 52(5): 362-365. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2016.05.010.
- [68] 赵琦, 杨文利, 王廉, 等. Coats 病的超声影像特征及血流动力学分析 [J]. *中华眼科杂志*, 2010, 46(9): 791-794. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2010.09.006.
- Zhao Q, Yang WL, Wang L, et al. Analysis of changes of ultrasonic image and hemodynamics of retrobulbar blood vessels in Coats disease [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2010, 46(9): 791-794. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2010.09.006.
- [69] 何璐, 陈长征. 成人 Coats 病诊治进展 [J]. *中华眼底病杂志*, 2018, 34(3): 299-303. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2018.03.024.
- He L, Chen CZ. Progress in diagnosis and treatment of adult Coats disease [J]. *Chin J Ocul Fundus Dis*, 2018, 34(3): 299-303. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2018.03.024.
- [70] Fledelius HC, Jensen PK. Ultrasonic evaluation in retinopathy of prematurity [J]. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 2005, 42(3): 133-134; author reply 134. DOI: 10.3928/01913913-20050501-11.
- [71] 杨文利, 王景昭, 王兰, 等. 早产儿视网膜病变的彩色多普勒超声检查特征 [J]. *中华眼底病杂志*, 2005, 21(5): 282-284. DOI: 10.3760/j.issn.1005-1015.2005.05.004.
- Yang WL, Wang JZ, Wang L, et al. Characteristics of results of color Doppler flow imaging in retinopathy of prematurity [J]. *Chin J Ocul Fundus Dis*, 2005, 21(5): 282-284. DOI: 10.3760/j.issn.1005-1015.2005.05.004.



- [72] 胡毅倩, 周秀莉, 余文晶, 等. 60 例 FEVR 患眼 B 型超声图像分析 [J]. 中国超声医学杂志, 2015, 31(6): 481-483.
Hu YQ, Zhou XL, Yu WJ, et al. Ultrasonography findings in 60 cases of familial exudative vitreoretinopathy [J]. Chin J Ultra Med, 2015, 31(6): 481-483.
- [73] 胡军, 项楠, 王军明. 牵牛花综合征的超声诊断 [J]. 中华超声影像学杂志, 2005, 14(6): 445-448. DOI: 10. 3760/j. issn: 1004-4477. 2005. 06. 012.
Hu J, Xiang N, Wang JM. Image findings of morning glory syndrome [J]. Chin J Ultrasonogr, 2005, 14(6): 445-448. DOI: 10. 3760/j. issn: 1004-4477. 2005. 06. 012.
- [74] Fei P, Zhang Q, Li J, et al. Clinical characteristics and treatment of 22 eyes of morning glory syndrome associated with persistent hyperplastic primary vitreous [J]. Br J Ophthalmol, 2013, 97(10): 1262-1267. DOI: 10. 1136/bjophthalmol-2013-303565.
- [75] 陈倩. 巩膜炎的超声诊断价值 [J]. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2022, 22(5): 439-442. DOI: 10. 14166/j. issn. 1671-2420. 2022. 05. 002.
Chen Q. The diagnostic value of ultrasonography in scleritis [J]. Chin J Ophthalmol Otorhinolaryngol, 2022, 22(5): 439-442. DOI: 10. 14166/j. issn. 1671-2420. 2022. 05. 002.
- [76] Maleki A, Ruggeri M, Colombo A, et al. B-scan ultrasonography findings in unilateral posterior scleritis [J]. J Curr Ophthalmol, 2022, 34(1): 93-99. DOI: 10. 4103/joco. joco_267_21.
- [77] 沈琳, 李栋军, 王子杨, 等. 结节型后巩膜炎的超声影像学特征 [J]. 中华超声影像学杂志, 2016, 25(11): 980-983. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1004-4477. 2016. 11. 016.
Shen L, Li DJ, Wang ZY, et al. Ultrasound imaging features of nodular posterior scleritis [J]. Chin J Ultrasonogr, 2016, 25(11): 980-983. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1004-4477. 2016. 11. 016.
- [78] Venincasa VD, Modi YS, Aziz HA, et al. Clinical and echographic features of retinochoroidal and optic nerve colobomas [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2015, 56(6): 3615-3620. DOI: 10. 1167/iovs. 15-16596.
- [79] Williamson TH, Baxter GM, Dutton GN. Color Doppler velocimetry of the optic nerve head in arterial occlusion [J]. Ophthalmology, 1993, 100(3): 312-317. DOI: 10. 1016/s0161-6420(93)31649-0.
- [80] 何婷, 李孟达, 殷晓贝, 等. 原发性视网膜色素变性患者脉络膜和视网膜血流的异常变化 [J]. 中华眼科杂志, 2014, (7): 518-522. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0412-4081. 2014. 07. 008.
He T, Li MD, Yin XB, et al. The anomalies of choroidal and retinal blood flow in retinitis pigmentosa patients [J]. Chin J Ophthalmol, 2014, (7): 518-522. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0412-4081. 2014. 07. 008.
- [81] Wang XN, Zhao Q, Li DJ, et al. Quantitative evaluation of primary retinitis pigmentosa patients using color Doppler flow imaging and optical coherence tomography angiography [J/OL]. Acta Ophthalmol, 2019, 97(7): e993-e997 [2024-05-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30963731>. DOI: 10. 1111/aos. 14047.
- [82] 范燕文, 王兰, 杨文利, 等. 彩色多普勒超声对眼前部缺血性视神经病变的诊断应用 [J]. 中国超声医学杂志, 2003, 19(5): 327-329. DOI: 10. 3969/j. issn. 1002-0101. 2003. 05. 003.
Fan YW, Wang L, Yang WL, et al. Application of color Doppler imaging to diagnosing anterior ischemic optic neuropathy [J]. Chin J Ultrasound Med, 2003, 19(5): 327-329. DOI: 10. 3969/j. issn. 1002-0101. 2003. 05. 003.
- [83] Feke GT. Retrobulbar haemodynamics in non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy [J]. Br J Ophthalmol, 2006, 90(11): 1334-1335. DOI: 10. 1136/bjo. 2006. 0101329.
- [84] 刘磊, 刘淑敏, 杨文利, 等. 原发性开角型青光眼、低眼压性青光眼彩色多普勒图像研究 [J]. 眼科, 1997, (2): 67-69, 73.
- [85] Kaiser HJ, Schoetzau A, Stümpfig D, et al. Blood-flow velocities of the extraocular vessels in patients with high-tension and normal-tension primary open-angle glaucoma [J]. Am J Ophthalmol, 1997, 123(3): 320-327. DOI: 10. 1016/s0002-9394(14)70127-8.
- [86] Koz OG, Ozsoy A, Yarangumeli A, et al. Comparison of the effects of travoprost, latanoprost and bimatoprost on ocular circulation: a 6-month clinical trial [J]. Acta Ophthalmol Scand, 2007, 85(8): 838-843. DOI: 10. 1111/j. 1600-0420. 2007. 00960. x.
- [87] 程金伟, 魏锐利, 蔡季平, 等. 彩色多普勒超声对眼上静脉扩张的诊断价值 [J]. 中华超声影像学杂志, 2006, 15(12): 928-930. DOI: 10. 3760/j. issn: 1004-4477. 2006. 12. 014.
Cheng JW, Wei RL, Cai JP, et al. Value of color Doppler in diagnosis of superior ophthalmic vein enlargement [J]. Chin J Ultrasonogr, 2006, 15(12): 928-930. DOI: 10. 3760/j. issn: 1004-4477. 2006. 12. 014.
- [88] Vadlamudi V, Gemmete JJ, Chaudhary N, et al. Transvenous sclerotherapy of a large symptomatic orbital venous varix using a microcatheter balloon and bleomycin [J/OL]. J Neurointerv Surg, 2016, 8(8): e30 [2024-05-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26122325>. DOI: 10. 1136/neurintsurg-2015-011777. rep.
- [89] 杨文利, 魏文斌, 王兰, 等. 常见泪腺疾病的彩色多普勒血流显像诊断分析 [J]. 中华超声影像学杂志, 2004, 13(12): 927-929. DOI: 10. 3760/j. issn: 1004-4477. 2004. 12. 014.
Yang WL, Wei WB, Wang L, et al. Diagnosis of lacrimal gland by color Doppler flow imaging [J]. Chin J Ultrasonogr, 2004, 13(12): 927-929. DOI: 10. 3760/j. issn: 1004-4477. 2004. 12. 014.
- [90] 姚懿书, 陈琴. 超声造影诊断涎腺肿瘤研究进展 [J]. 中国医学影像学杂志, 2023, 31(3): 286-289. DOI: 10. 3969/j. issn. 1005-5185. 2023. 03. 022.
Yao YS, Chen Q. research progress of contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of salivary gland tumors [J]. Chin J Med Imaging, 2023, 31(3): 286-289. DOI: 10. 3969/j. issn. 1005-5185. 2023. 03. 022.
- [91] 卜战云, 郑嵩山, 柳晓辉, 等. 眼眶海绵状血管瘤诊断和治疗的临床分析 [J]. 中华实验眼科杂志, 2015, 33(9): 829-833. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2015. 09. 014.
Bu ZY, Zheng SS, Liu XH, et al. Clinical analysis of diagnosis and treatment of orbital cavernous hemangiomas [J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2015, 33(9): 829-833. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2015. 09. 014.
- [92] 鲁小中, 任秀昀, 王毅, 等. 眼眶海绵状血管瘤超声造影与 MRI 增强诊断评价 [J]. 中国实用眼科杂志, 2008, 26(6): 620-622. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1006-4443. 2008. 06. 029
- [93] 张楠, 唐东润, 宋国祥, 等. 眼眶肿瘤的彩色多普勒超声成像诊断分析 [J]. 中国实用眼科杂志, 2009, 27(12): 1380-1383. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1006-4443. 2009. 12. 018.
Zhang N, Tang DR, Song GX, et al. The analysis of color Doppler imaging ultrasound in diagnosis of orbital tumors [J]. Chin J Pract Ophthalmol, 2009, 27(12): 1380-1383. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1006-4443. 2009. 12. 018.
- [94] 贾碧云, 张虹. 视神经胶质瘤 32 例临床分析 [J]. 中国实用眼科杂志, 2014, 32(5): 659-662. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1006-4443. 2014. 05. 035.
Jia BY, Zhang H. Clinical analysis of optic nerve glioma [J]. Chin J Pract Ophthalmol, 2014, 32(5): 659-662. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1006-4443. 2014. 05. 035.
- [95] Eddleman CS, Liu JK. Optic nerve sheath meningioma: current diagnosis and treatment [J/OL]. Neurosurg Focus, 2007, 23(5): E4 [2024-05-22]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18004966>. DOI: 10. 3171/FOC-07/11/E4.
- [96] Parker RT, Ovens CA, Fraser CL, et al. Optic nerve sheath meningiomas: prevalence, impact, and management strategies [J]. Eye Brain, 2018, 10: 85-99. DOI: 10. 2147/EB. S144345.
- [97] U. S. Food and Drug Administration. Marketing clearance of diagnostic ultrasound systems and transducers [EB/OL]. (2023-02-21) [2024-05-22]. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/marketing-clearance-diagnostic-ultrasound-systems-and-transducers>.
- [98] 王宁利, 刘含若, 庞睿奇, 等. 基于经眶超声的无创颅内压及眼压压力梯度测量方法的操作规范 [J]. 中华眼科医学杂志(电子版), 2019, 9(1): 61-64. DOI: 10. 3877/cma. j. issn. 2095-2007. 2019. 01. 010.
Wang NL, Liu HR, Pang RQ, et al. Operational specifications for noninvasive intracranial pressure and intraocular pressure gradient measurement based on transorbital ultrasound [J]. Chin J Ophthalmol Med (Electronic Edition), 2019, 9(1): 61-64. DOI: 10. 3877/cma. j. issn. 2095-2007. 2019. 01. 010.
- [99] 杨文利, 刘淑敏, 刘磊, 等. 利用彩色多普勒成像技术在正常人眼部血流动力学研究 [J]. 中华眼底病杂志, 1997, 13(2): 99-101.

(收稿日期: 2024-06-18 修回日期: 2024-08-06)

(本文编辑: 张宇 骆世平)

