

视网膜大动脉瘤的诊治进展

陈佳¹, 邹玉凌²

引用:陈佳,邹玉凌. 视网膜大动脉瘤的诊治进展. 国际眼科杂志 2023;23(3):395-399

基金项目:国家自然科学基金项目(No.81860177);江西省自然科学基金面上和杰出青年项目(No.20224BAB206050, 2018ACB21041);江西省教育厅科技重点项目(No.GJJ2200125)
作者单位:¹(330006)中国江西省南昌市,南昌大学第二附属医院眼科中心;²(330006)中国江西省南昌市,南昌大学附属眼科医院眼底病科

作者简介:陈佳,南昌大学在读硕士研究生,研究方向:眼底病。
通讯作者:邹玉凌,毕业于中山大学中山眼科中心,医学博士,副主任医师,硕士研究生导师,研究方向:眼底病. zylxscj28@qq.com

收稿日期:2022-05-13 修回日期:2023-02-07

摘要

视网膜大动脉瘤(RAM)是一种获得性视网膜血管异常疾病。其发病机制尚未明确,与高血压、动脉硬化、高血脂等全身情况有关。视网膜大动脉瘤由于管壁薄弱高血压情况下易发生渗出或出血引发其他并发症,临床表现复杂多样,不易诊断。瘤体本身有自行退化倾向,病变未累及黄斑区者视力预后良好。但当渗出和/或出血累及黄斑时,严重影响视力,需一些可行性方案治疗。了解视网膜大动脉瘤的典型影像学表现,有助于明确诊断并给予相应的治疗措施。本文主要综述了多种检查方式下视网膜大动脉瘤的表现及不同类型视网膜大动脉瘤对应的多种治疗方案,旨在为未来早期诊断和治疗视网膜大动脉瘤提供参考。

关键词:视网膜大动脉瘤;荧光素眼底血管造影;光相干断层扫描血管成像;激光治疗;抗血管内皮生长因子治疗

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.3.09

Advances in the diagnosis and treatment of retinal artery macroaneurysms

Jia Chen¹, Yu-Ling Zou²

Foundation items: National Natural Science Foundation of China (No.81860177); Jiangxi Provincial Natural Science Foundation and Jiangxi Provincial Natural Science Foundation for Distinguished Youth Scholars (No.20224BAB206050, 2018ACB21041); Science and Technology Key Project of Jiangxi Provincial Department of Education (No.GJJ2200125)

¹Department of Ophthalmology, the Second Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi Province, China;

²Department of Fundus Diseases, Affiliated Eye Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi Province, China

Correspondence to: Yu-Ling Zou. Department of Fundus Diseases, Affiliated Eye Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi Province, China. zylxscj28@qq.com

Received:2022-05-13 Accepted:2023-02-07

Abstract

• Retinal arterial macroaneurysm (RAM) is a kind of acquired retinal vascular disorder. The pathogenesis of RAM is not yet clear, and it is associated with some systemic conditions, including hypertension, arteriosclerosis and hyperlipidemia. RAM is prone to exudation or bleeding, leading to some other complications in the condition of hypertension due to the weak tube wall, and its clinical manifestations are complex and diverse, which makes it difficult to diagnose. RAM itself has a tendency of self-degeneration, and the prognosis of visual acuity is good if the lesion doesn't involve the macular area. However, when the macula is affected by exudation and/or bleeding, the vision is severely affected and some feasible treatments are needed. Understanding the typical imaging manifestations of RAM is helpful to make a definite diagnosis and give corresponding treatment measures. In this paper, the manifestations of RAM by various examination methods are reviewed and the corresponding treatments of different types of RAM are summarized, aiming to provide reference for the early diagnosis and treatment of RAM in the future.

• KEYWORDS: retinal arterial macroaneurysm; fundus fluorescein angiography; optical coherence tomography angiography; laser therapy; anti-vascular endothelial growth factor treatment

Citation: Chen J, Zou YL. Advances in the diagnosis and treatment of retinal artery macroaneurysms. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023;23(3):395-399

0 引言

视网膜大动脉瘤(RAM)是一种临床获得性视网膜血管异常疾病,多表现为囊状或梭形样血管局部瘤样扩张,常发生在视网膜动脉3级以内分支^[1-4]。多单眼发病,病变常位于颞侧,好发于老年女性。发病原因尚不明确,常与高血压和动脉硬化有关^[5-6];发病机制推测是慢性高血压和年龄导致动脉管壁变性产生局部扩张所致^[3]。RAM临床表现复杂多样,渗出出血累及黄斑可导致视力严重下降。随着临床技术手段的发展,通过患者病史症状及影像学检查结果,可进一步明确诊断RAM,并给予相应治疗,可以帮助患者视力的恢复和维持。现就RAM临床诊疗的

研究现状与进展作一综述,以期为 RAM 的临床诊断及治疗提供参考。

1 RAM 的流行病学及病因

RAM 好发于老年女性,有国外报道显示发病年龄在 65~73 岁^[7]。病因尚不明确,与高血压等心血管病变关系密切^[5]。颅内囊状动脉瘤在结构上类似于 RAM,激素和遗传原因被认为是其好发于老年女性的原因,RAM 的发生可能也与女性在老年期激素水平变化较大有关。RAM 多发生在动静脉交叉处,多单眼发病^[3],偶见双眼发病。

2 RAM 的发病机制

本病发病机制尚不清楚,多认为与高血压、血栓、动脉硬化及老化等心血管病变有关。年龄增长血管的老化导致管壁变薄,视网膜大动脉壁薄弱处在持续管内压增加的情况下扩大膨出形成动脉瘤^[8-9]。高血压和血栓的形成都可导致管内压进一步的增大,达到一定的压力可造成瘤体破裂,从而产生视网膜各层次的出血、渗出,甚至导致视力丧失^[10]。有学者表示血栓形成导致局部缺血使得血管内皮生长因子(VEGF)分泌增加,血管通透性增加且扩张,VEGF 水平的升高与活动期 RAM 出现渗出、黄斑水肿及积液有一定的关系^[9]。

3 RAM 的临床表现

RAM 的临床表现变化多样,易漏诊、误诊。RAM 根据瘤体病变程度分为静止型、出血型和渗出型。静止型 RAM 一般无临床表现,仅检查才可见瘤体,极易漏诊;出血型 RAM 不同层次出血可细分为玻璃体内积血、玻璃体后界膜积血、视网膜内界膜下出血、视网膜内出血和视网膜下出血,当瘤体破裂大量出血累及玻璃体、黄斑,可导致视力突然丧失;渗出型 RAM 可表现为视力逐渐下降,累及黄斑可造成黄斑部不可逆性受损^[11]。瘤体一定程度会发生机化萎缩而自然缓解。

4 RAM 的诊断

RAM 可以根据各种检查如彩色眼底照相(CFP)、全景激光眼底照相、荧光素眼底血管造影(FFA)、眼部超声造影、吲哚菁绿脉络膜血管造影(ICGA)、光谱域光学相干层析成像(SD-OCT)、光学相干断层扫描血管成像(OCTA)等来确诊,但由于其病变程度的差异需合理选用最佳检查方法来确诊,各检查方法有利有弊,如何选用需视瘤体情况而定,多模式检查可以互补性地更全面评估病情程度,为治疗措施的选择提供充分依据。

4.1 CFP 该检查若显示视网膜大动脉第 1~3 分支动脉壁呈梭形或囊样扩张可拟诊 RAM,对于出血性 RAM 可显示出血肿处,是疾病的初步评估和正式排除其他鉴别诊断的基础^[12]。

4.2 全景激光眼底照相 相比 CFP 该检查不需要扩瞳且不太容易受到介质混浊(尤其是白内障)的影响。另一方面该检查在眼底照相覆盖区域面更广且能产生更高的对比度^[13]。因此采用全景激光眼底照相在发现周边瘤体方面可能有着一定的优势。

4.3 FFA 对于非出血性 RAM 可显示瘤体处情况,如视网膜动脉壁局部囊样或梭形扩张,显示高荧光点,边界清晰,如若周围少量出血可表现为遮蔽荧光,造影晚期瘤体出现不同程度荧光素渗漏或着染显示不规则形状染色,可诊断 RAM^[13]。但当出血严重导致病灶被遮蔽时,难以显示病

灶处情况无法明确诊断。由于该检查的有创性,该病患者又多为有高血压、动脉硬化等心血管疾病的老年人,需慎行该检查,青霉素等药物过敏者也无法进行该检查^[12]。

4.4 眼部超声造影 应用超声造影技术诊断眼内血管瘤是一项全新的诊断方法,其可以清晰地显示瘤体血管的血流灌注情况,可不受严重出血遮蔽眼底或其他原因导致眼底不可见影响,且可与黑色素瘤等疾病相鉴别^[14]。

4.5 ICGA 同 FFA 可显示动脉壁局部瘤样扩张,但优于 FFA,其在出血严重的情况下其仍能造影,吲哚菁绿的吸收和发射光谱在近红外范围内,染料可以清楚地透出出血处^[15-16]显示原本被掩盖的结构,更清晰地显示瘤体。但大分子吲哚菁绿可限制其对瘤体周围小血管异常渗漏的显影,且其也存在有创性、检查时间长、对患者全身情况要求高等缺点^[17]。

4.6 OCT SD-OCT 通过光谱域光学相干断层成像计算其直径与上游/下游血管直径的对比,且可描述大动脉瘤周边组织的形态学变化,Goldenberg 等^[18]报道了 8 例病例通过 SD-OCT 观察到微囊性水肿侵犯视网膜外层。Cahuzac 等^[12]发表的 14 例 RAM 病例研究中 SD-OCT 可直接显示渗出性 RAM,表现为视网膜内层存在圆形或椭圆形高反射,且可以区分预后较差的视网膜前出血和视网膜内出血。Alnawaiseh 等学者提出通过同时分析 SD-OCT 成像图和 OCTA 提供的信息可以在三维中评估 RAM 的确切位置,并区分血栓体积和血流量为治疗方案提供更准确的信息^[19-20]。在静脉注射造影剂禁忌的情况下,OCT 可以提供很大的优势^[20-23]。其成像技术要求患者眼睛精确固定且扫描范围小,无法动态显示瘤体及周边情况,出血过多时妨碍大动脉瘤显像,需待血吸收后再做检查。

5 RAM 的鉴别诊断及相关并发症

由于 RAM 病变程度类型不同所以临床表现也多样化,常与视网膜分支静脉阻塞(BRVO)、息肉样脉络膜病变(PCV)、湿性年龄相关性黄斑变性、糖尿病视网膜病变(DR)^[7,24]、海绵状血管瘤或 Leber 多发性粟粒状动脉瘤等其他眼底疾病或病变相混淆。不对称血管病变伴单侧致密渗出物或黄斑周边水肿应提示 RAM 的诊断,特别是在有高血压的老年妇女中^[12]。BRVO 视网膜静脉迂曲、扩张且以视盘为中心均匀对称性出血^[25];PCV 脉络膜增厚,ICGA 检查可见单个或多个息肉状脉络膜血管病结构息肉^[26];湿性年龄相关性黄斑变性可通过 OCT、FFA 和脉络膜血管造影发现脉络膜新生血管伴出血渗出即可鉴别诊断;海绵状血管瘤是一种缺乏动脉成分的血管畸形,可行磁共振成像(MRI)鉴别诊断。Leber 多发性粟粒状动脉瘤有较多微动脉瘤,且病变更加广泛,而 RAM 多为视网膜后极部网膜小动脉呈梭形或圆形扩张,形成单个或多个大动脉瘤。研究已报道的并发症包括玻璃体视网膜出血^[18]、BRVO^[27]、黄斑裂孔形成^[28]、继发性脉络膜新生血管形成及 RAM 复发^[2,29-30]。需积极治疗原发病灶防止并发症的发生并积极应对处理并发症。

6 RAM 的治疗

RAM 具有自限性,但瘤体机化萎缩时间较长且易破裂出血或渗出,累及黄斑区导致视力严重损伤。根据文献^[31]中的标准将 RAM 患者分为静止型、出血型及渗出型。不同类型治疗方案不同,根据诊断类型采取相应治疗

措施。静止型 RAM 视力相对稳定,无需治疗但需随访观察确保其完全自愈;出血型 RAM 由于瘤体破裂突然大量出血可导致视力突然下降;渗出型 RAM 由于长期慢性渗出视力逐渐下降,渗出累及黄斑区造成黄斑区不可逆性损害,视力不可逆性下降。所以出血、渗出型若不及时治疗可严重影响视力,以下根据文献报道总结了一些应对不同情况 RAM 治疗方案。

6.1 观察 对于静止型 RAM 或少量出血患者,视力不受影响,瘤体可形成血栓自行消退,无需治疗观察即可。

6.2 激光光凝术 激光光凝术多年来一直用于治疗 RAM,促进瘤体形成血栓萎缩机化以阻止或减少其向黄斑部出血或渗出的进展,激光光凝术可直接对瘤体进行激光光凝使其萎缩,也可对瘤体周围包绕式间接光凝阻断瘤体的血供和供氧从而使其萎缩。临床上常二者并用,有学者认为其尽管临床应用有效但其本质上是一种破坏性治疗,可对视网膜产生损害导致视野缺损,还可导致视网膜或黄斑一过性水肿加重视网膜出血风险^[32]。有学者提出可根据情况选择适合波长激光且调整光斑大小、光凝时长等来降低这些风险的发生概率^[33-35]。张军等^[36]回顾研究 3 例治疗内界膜下出血 RAM 患者中,除玻璃体切除及内界膜剥离外,使用 532nm 激光直接光凝瘤体,光斑大小 200 μm ,曝光时间 0.3s,能量 150~250mW,光凝点数 2~3 个,光凝至瘤体呈淡灰白色,术后未出现任何并发症。Chen 等^[37]回顾研究 RAM 治疗中在瘤体周围行 532nm 绿色激光光凝,光斑大小 200 μm ,曝光时间 0.2s,能量 200~600mW 直到视网膜变白。阈下激光直接光凝瘤体,促进血栓形成,阻断活动性出血,直至激光点几乎不可见,术后预后较佳。有学者建议对 RAM 进行阈值下微脉冲激光治疗,并证明其疗效良好且可减少视网膜损伤风险^[38-39]。适当调整激光剂量(功率 \times 持续时间)以达到 RAM 周围视网膜呈灰白色。每次激光治疗均从外围区域开始,并逐渐向 RAM 的中心变窄,逐渐形成 RAM 的萎缩,疗效均较好^[40]。这些研究均提示调整激光等相应措施可将激光的破坏风险降到最低且达到良好疗效。

6.3 激光引流术 对于视网膜前出血 RAM,可利用激光的爆破作用将积血从击穿的玻璃体后界膜引流到玻璃体腔并吸收。近年有学者提出利用血红蛋白对波长 400~600nm 光的较高吸收率,通过 532nm 激光的光热效应灼穿玻璃体后界膜进行引流,激光被血色素吸收而不会伤及视网膜,但激光引流的方法有一定的局限性,当出血面积过大时间过长时,出血已凝固,无法从激光切开处流出^[41]。

6.4 玻璃体内注射抗 VEGF 对于 RAM 出血或渗出累及黄斑造成黄斑水肿或渗出影响视力患者,玻璃体内抗 VEGF 注射可通过减少黄斑渗出来改善视力同时形成血栓而导致瘤体萎缩。Mansour 等^[42]回顾性研究 32 例 RAM 患者,单发 28 例,多发 4 例,并发渗出性黄斑病变 14 例,不同程度出血性黄斑病变 25 例,首次玻璃体内抗 VEGF 注射后 1~3mo,黄斑渗出减少且视力明显好转,在平均 16.8(2~54)mo 的随访中,抗 VEGF 注射的平均次数为 2.7(1~13)次。32 例有 31 例 RAM 在少量注射后萎缩机化。Kishore^[43]一项 RAM 回顾研究中 2 例黄斑水肿和 1 例玻璃体体积血患者玻璃体注射阿柏西普(2.0mg/0.05mL),1mo 后均表现出消退且随访 1a 无复发。Pichi 等^[44]一项多中

心性前瞻性研究中对 38 例 RAM 并发黄斑水肿患者进行了评估,每位患者每月注射贝伐珠单抗 1.25mg/0.05mL,连续 3mo,注射完成后第 2、6、12wk 进行 3 次随访。在随访 6wk 时,FFA 显示 38 例中有 36 例瘤体完全萎缩。第 3 次注射 4wk 后,黄斑水肿完全消退,所有患者硬性渗出物逐渐减少。

6.5 抗 VEGF 联合激光光凝术 许多研究表明在 RAM 导致的视网膜内出血及黄斑水肿患者中,应用抗 VEGF 药物眼内注射,包括贝伐珠单抗、雷珠单抗和阿柏西普,均能迅速减轻黄斑区的渗出、水肿,促进出血吸收,从而提高患者的中心视力,减低再出血的风险^[42-43,45-46],可为激光光凝术的实施提供条件;有研究表明抗 VEGF 对视网膜内出血的治疗效果与出血量、病程密切相关,对于出血范围大,病程较长的患者,疗效不佳^[47]。联合视网膜光凝治疗可降低因动脉瘤体破裂引起玻璃体腔大出血的风险及减少管壁通透性,促进黄斑区出血渗出水肿吸收,更有效地提高视力。近一年 Wang 等^[40]研究评估玻璃体内注射雷珠单抗(IVR)联合局灶激光光凝(FLP)治疗 RAM 疗效分析,10 例患者每个受累的眼睛都有不同程度的视网膜前和/或视网膜内出血,伴或不伴严重的视网膜脱离。患者均接受 IVR 治疗,2wk 后进行 FLP 治疗。如果在第一次治疗后的 OCT 扫描下仍然显示黄斑下积液,则重复 IVR,间隔 1mo,然后在第二次 IVR 后 2wk 进行二次 FLP 治疗。治疗后视网膜出血和水肿都得到解决且没有明显的眼部或全身副作用,并在随访的 6mo 内未发现 RAM 的复发。该研究成功证明了 IVR 和 FLP 的联合治疗的良好疗效。Chen 等^[37]回顾研究 2009~2016 年间 RAM 的治疗病例,11 例渗出性 RAM 患者中 3 例仅进行了激光光凝术,8 例进行了激光光凝联合玻璃体内抗 VEGF 药物治疗,抗 VEGF 药物不同年间具体注射药物及用药规格不同(2011~2013 年患者注射贝伐珠单抗 1.25mg;2014 年注射雷尼珠单抗 0.5mg;2015~2016 年注射阿柏西普 2mg),激光光凝术后 1wk 内注射,3 例仅行激光光凝术后患眼 1mo 视网膜中央凹厚度(CFT)大于 300 μm 。另外 8 例联合术后 1mo 患眼 CFT 均小于 300 μm 。表明抗 VEGF 药物,可一定程度上加快黄斑渗出吸收消退。

6.6 玻璃体切割术联合内界膜剥脱术 对于玻璃体积血患者玻璃体切割术清除积血可一定程度上保护视网膜功能^[1],对于内界膜下出血患者合并适当范围的界膜剥脱术促进积血排出吸收避免视网膜不可逆性损伤^[36]。但有学者认为内界膜剥脱范围不可控有产生视网膜裂孔的风险而对视网膜造成更大损害^[48]。

6.7 玻璃体切割术联合眼内视网膜激光术 对于视网膜出血或渗出累及黄斑造成黄斑水肿或玻璃体体积血严重影响视力患者,应尽早行玻璃体切割术联合视网膜激光光凝术及时治疗以保持和改善当前视力^[49]。

6.8 玻璃体内注射组织纤维蛋白溶解激活剂联合惰性气体填充术 对于急性黄斑下出血 RAM 患者,及时玻璃体内注射组织纤维蛋白联合腔内惰性气体填充,利用血液的流动性和气泡的顶压作用,将黄斑部的积血驱赶到周边部,从而保护黄斑区的视功能^[47,50]。

以上是总结的一些临床上已应用的 RAM 相关治疗方案。有临床报道通过超选择性眼动脉介入溶栓术成功治

疗1例视网膜中央动脉阻塞(CRAO)患者^[51],视网膜动脉介入治疗是否也可用来治疗RAM值得进一步探究。目前临床应用的口服活血化淤中医药物可帮助积血吸收,但过程缓慢,不能从根本上控制瘤体,以后是否可以发现治疗效果明显的中医药物对治疗RAM来说将会是进一大突破。对于近期比较新颖的基因治疗方式是否对RAM病情发展有意义也可进一步深入研究。

7 RAM 预后

静止型RAM一般能自愈且视力良好;大部分出血型RAM在出血吸收后视力可恢复正常,视力可在出血完全重新吸收后2~3mo达到最佳。但对于不同层次出血和积血时间预后也有差异,玻璃体或内界膜下出血的患者视力预后较好,而黄斑或视网膜下出血致密没及时治疗可能导致黄斑不可逆受损或视网膜变性造成视力丧失且预后不佳,如若在发生不可逆受损之前及时治疗则可避免视力的永久性丧失;渗出型RAM累及黄斑且持续数月可导致黄斑水肿损坏黄斑处光感受器产生不可逆性损伤,中心视力无法恢复正常预后最差。

8 小结与展望

RAM多为良性病变,有自愈倾向。对于有高血压、高血脂、动脉粥样硬化等心血管疾病的患者需注意控制全身状况,可一定程度地抑制病情进展。由于RAM稳定期无任何症状不易被发现,后期存在破裂出血渗出的风险且可造成黄斑区不可逆性损伤等视力丧失后果,早发现早治疗定期随访可很大程度降低视力受损的风险。如前所述,对于累及黄斑情况严重的RAM患者,激光光凝术、玻璃体内抗VEGF药物注射、玻璃体切割术等治疗方式的联合治疗均呈现出更好的疗效。准确的诊断和联合治疗对于累及黄斑RAM患者视力改善至关重要。目前有些RAM仍无法诊断完全且治疗上有些缺陷,是否有更准确的诊断及更安全、疗效更好的治疗方案需进一步研究探索,进而为RAM的精确诊治提供更多有效地选择,比如视网膜动脉介入治疗、基因治疗以及中医药血管保护等,未来仍需继续探寻以便于患者更好的治疗预后。

参考文献

- 1 Speilburg AM, Klemencic SA. Ruptured retinal arterial macroaneurysm: diagnosis and management. *J Optom* 2014; 7(3): 131-137
- 2 Pitkänen L, Tommila P, Kaamiranta K, et al. Retinal arterial macroaneurysms. *Acta Ophthalmol* 2014;92(2):101-104
- 3 Meistad A, Frajdenberg A. Retinal arterial macroaneurysm. *Tidsskr Nor Laegeforen* 2020;140(17)
- 4 Bekmez S, Eris D. Retinal arterial macroaneurysm in leukemia. *Eur J Ophthalmol* 2022;32(4):NP22-NP25
- 5 Olate-Pérez Á, Bóveda-García M, Gargallo-Benedicto A, et al. Retinal arterial macroaneurysm and hypertension: importance of the multidisciplinary approach. *Semergen* 2018;44(4):288-290
- 6 Chen H, Zhao XY, Chen YX, et al. Angiotensin II is a crucial factor in retinal aneurysm formation. *Exp Eye Res* 2021;213:108810
- 7 Moosavi RA, Fong KS, Chopdar A. Retinal artery macroaneurysms: clinical and fluorescein angiographic features in 34 patients. *Eye (Lond)* 2006;20(9):1011-1020
- 8 Tsakpinis D, Nasr MB, Tranos P, et al. The use of bevacizumab in a multilevel retinal hemorrhage secondary to retinal macroaneurysm: a 39-month follow-up case report. *Clin Ophthalmol* 2011;5:1475-1477

- 9 常鲁,何唯,徐鑫彦,等. 视网膜大动脉瘤治疗进展. *国际眼科杂志* 2021;21(5):823-826
- 10 Asao K, Nakada A, Kawasaki Y. Vitreous hemorrhage caused by ruptured retinal macroaneurysm. *Case Rep Ophthalmol* 2014; 5(1): 44-49
- 11 Dedina L, Hassall MM, Anderson P. Ruptured retinal arterial macroaneurysm. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2021;10(1):129
- 12 Cahuzac A, Scemama C, Mauget-Fâysse M, et al. Retinal arterial macroaneurysms: clinical, angiographic, and tomographic description and therapeutic management of a series of 14 cases. *Eur J Ophthalmol* 2016;26(1):36-43
- 13 Via R, Pica A, Antonioli L, et al. MRI and FUNDUS image fusion for improved ocular biometry in Ocular Proton Therapy. *Radiother Oncol* 2022;174:16-22
- 14 朱燕妮,刘艳. 超声造影在眼底良恶性肿瘤诊断中的应用. *影像研究与医学应用* 2020;4(17):123-125
- 15 Feenstra DJ, Selesi M, Denk N, et al. Indocyanine green molecular angiography of choroidal neovascularization. *Exp Eye Res* 2019; 180: 122-128
- 16 Castro Farías D, Matsui Serrano R, Bianchi Gancharov J, et al. Indocyanine green angiography for identifying telangiectatic capillaries in diabetic macular oedema. *Br J Ophthalmol* 2020;104(4):509-513
- 17 李士清,郭晓红,董良,等. 三种类型视网膜大动脉瘤的眼底影像学特征分析. *眼科新进展* 2019;39(3):243-246
- 18 Goldenberg D, Soiberman U, Loewenstein A, et al. Heidelberg spectral-domain optical coherence tomographic findings in retinal artery macroaneurysm. *Retina* 2012;32(5):990-995
- 19 Alnawaiseh M, Schubert F, Nelis P, et al. Optical coherence tomography (OCT) angiography findings in retinal arterial macroaneurysms. *BMC Ophthalmol* 2016;16(1):120
- 20 Chang VS, Schwartz SG, Flynn HW Jr. Optical coherence tomography angiography of retinal arterial macroaneurysm before and after treatment. *Case Rep Ophthalmol Med* 2018;2018:5474903
- 21 Gili Manzanaro P, Santiago-Balsera H, Velasco Sastre I. OCT angiography in retinal arterial macroaneurysm. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2017;92(3):e17
- 22 LinMd CY, Hung Md JH. OCT angiography of retinal arterial macroaneurysm. *Ophthalmol Retina* 2020;4(12):1180
- 23 Tibi K, Riou B, Barreau E, et al. Retinal arterial macroaneurysm on OCT angiography. *J Fr Ophthalmol* 2022;45(2):251-252
- 24 Kester E, Walker E. Retinal arterial macroaneurysm causing multilevel retinal hemorrhage. *Optometry* 2009;80(8):425-430
- 25 Chen LL, Yuan MZ, Sun L, et al. Evaluation of microvascular network with optical coherence tomography angiography (OCTA) in branch retinal vein occlusion (BRVO). *BMC Ophthalmol* 2020; 20(1):154
- 26 Cheung CMG, Lai TYY, Teo K, et al. Polypoidal choroidal vasculopathy: consensus nomenclature and non-indocyanine green angiograph diagnostic criteria from the Asia-Pacific ocular imaging society PCV workgroup. *Ophthalmology* 2021;128(3):443-452
- 27 Terubayashi Y, Kida T, Fukumoto M, et al. Long-term follow-up case of multiple retinal arterial macroaneurysms developing branch retinal vein occlusion following ruptured macroaneurysm. *Case Rep Ophthalmol* 2016;7(1):243-248
- 28 An JH, Jang JH. Macular hole formation following vitrectomy for ruptured retinal arterial macroaneurysm. *Korean J Ophthalmol* 2021;35(3):248-250
- 29 Parodi MB, Iacono P, Ravalico G, et al. Subthreshold laser treatment for retinal arterial macroaneurysm. *Br J Ophthalmol* 2011; 95(4): 534-538

- 30 Battaglia Parodi M, Iacono P, Pierro L, *et al.* Subthreshold laser treatment versus threshold laser treatment for symptomatic retinal arterial macroaneurysm. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53(4):1783-1786
- 31 董淑倩, 李秋明. 视网膜大动脉瘤的多模式眼底影像特征. *中华实验眼科杂志* 2018;36(1):46-50
- 32 李咏梅, 丁宝一, 李丽杰, 等. 阿柏西普玻璃体腔内注射联合激光光凝治疗视网膜大动脉瘤伴发黄斑水肿效果观察. *山东医药* 2020;60(20):73-75
- 33 王润生, 杜善双, 雷晓琴. 激光治疗黄斑部视网膜前出血临床观察. *中国激光医学杂志* 2016;25(5):314-315
- 34 周洪. 氩激光治疗视网膜大动脉瘤的临床分析. *中国激光医学杂志* 2018;27(2):146
- 35 彭志优. Nd: YAG 激光治疗黄斑部视网膜前出血的临床观察. *中国激光医学杂志* 2021;30(1):46
- 36 张军, 程湧, 梁建宏, 等. 25G 玻璃体切割手术治疗视网膜大动脉瘤内界膜下出血三例. *中华眼底病杂志* 2017;33(4):409-410
- 37 Chen YY, Lin LY, Chang PY, *et al.* Laser and anti-vascular endothelial growth factor agent treatments for retinal arterial macroaneurysm. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2017;6(5):444-449
- 38 Bhat PA, Nisa AU. Subthreshold laser treatment for retinal arterial macroaneurysm associated with exudative maculopathy. *Oman J Ophthalmol* 2019;12(2):122-124
- 39 Rajabian F, Arrigo A, Grazioli A, *et al.* Retinal arterial macroaneurysm associated with macular pucker. *Eur J Ophthalmol* 2020;30(5):NP74-NP78
- 40 Wang CH, Cao GF, Xu XZ, *et al.* Outcomes of combined treatments in patients with retinal arterial macroaneurysm. *Indian J Ophthalmol* 2021;69(12):3564-3569
- 41 胡筋, 王建明, 刘子瑶, 等. 视网膜大动脉瘤破裂致黄斑部出血的治疗方法及其效果. *国际眼科杂志* 2017;17(5):986-988
- 42 Mansour AM, Foster RE, Gallego-Pinazo R, *et al.* Intravitreal anti-vascular endothelial growth factor injections for exudative retinal arterial macroaneurysms. *Retina* 2019;39(6):1133-1141
- 43 Kishore K. Long-term management of complications of retinal artery macroaneurysms with intravitreal aflibercept injection. *Case Rep Ophthalmol* 2016;7(3):162-171
- 44 Pichi F, Morara M, Torrazza C, *et al.* Intravitreal bevacizumab for macular complications from retinal arterial macroaneurysms. *Am J Ophthalmol* 2013;155(2):287-294. e1
- 45 Cho HJ, Rhee TK, Kim HS, *et al.* Intravitreal bevacizumab for symptomatic retinal arterial macroaneurysm. *Am J Ophthalmol* 2013;155(5):898-904
- 46 Chatziralli I, Maniataea A, Koubouni K, *et al.* Intravitreal ranibizumab for retinal arterial macroaneurysm: long-term results of a prospective study. *Eur J Ophthalmol* 2017;27(2):215-219
- 47 傅博, 许贺, 徐丽. 视网膜大动脉瘤治疗的临床观察. *国际眼科杂志* 2019;19(1):154-158
- 48 Inoue M, Shiraga F, Shirakata Y, *et al.* Subretinal injection of recombinant tissue plasminogen activator for submacular hemorrhage associated with ruptured retinal arterial macroaneurysm. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2015;253(10):1663-1669
- 49 Sebrow DB, Cunha de Souza E, Belúcio Neto J, *et al.* Macroaneurysms associated with congenital retinal macrovessels. *Retin Cases Brief Rep* 2020;14(1):61-65
- 50 vanZeeburg EJT, Cereda MG, van Meurs JC. Recombinant tissue plasminogen activator, vitrectomy, and gas for recent submacular hemorrhage displacement due to retinal macroaneurysm. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013;251(3):733-740
- 51 孙晓雯, 申家祥, 王芹, 等. 超选择性眼动脉介入溶栓治疗视网膜中央动脉阻塞 1 例. *临床眼科杂志* 2020;28(2):182-183