

视网膜中央动脉阻塞神经介入 专家共识(2026 版)

中国研究型医院学会神经微侵袭治疗专业委员会

通信作者:高旭,解放军北部战区总医院神经外科,沈阳 110016, Email:gaoelmer@hotmail.

com;余鹏,沈阳市第四人民医院神经外科,沈阳 110030, Email:dryupeng7007@126.com

实践指南注册:国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2025CN1895)

DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20250905-00333

视网膜中央动脉阻塞(central retinal artery occlusion, CRAO)是指视网膜中央动脉(central retinal artery, CRA)部分或全部阻塞,造成患者突发失明或视力骤降等症状的急性疾病,并且显著增加急性缺血性事件(如缺血性卒中、急性心肌梗死)、死亡和眼部新生血管等风险^[1-2]。其中,非动脉炎性 CRAO 占 95%,《视网膜中央动脉阻塞神经介入专家共识(2026 版)》(以下简称本共识)主要探讨此类型 CRAO。研究显示,视网膜缺血时长达 105~240 min 即造成不可逆性损伤^[3],提示早期诊断、治疗的重要性。CRAO 被视为急性缺血性卒中中的特殊类型,眼球按摩及药物等保守治疗通常无法显著改善视力。动脉内溶栓(intra-arterial thrombolysis, IAT)技术通过微导管超选择性向眼动脉灌注药物,可迅速恢复血流灌注,但目前疗效评估缺乏统一标准且结论不一。本共识结合最新临床研究及专家经验,旨在为 CRAO 血管内治疗提供参考。

本共识由解放军北部战区总医院、沈阳市第四人民医院牵头,制订工作组由中国研究型医院学会神经微侵袭治疗专业委员会主任委员梁国标教授领衔国内 30 余家中心多学科专家组成,包括神经外科、神经内科、神经介入科、眼科、循证医学、医学伦理学等。根据最终纳入的临床问题,制订工作组进行了系统的文献检索,检索数据库包括 PubMed、Embase、中国知网、万方知识服务平台和中国生物医学文献数据库。检索关键词包括但不限于“视网膜中央动脉阻塞(central retinal artery occlusion)”“动脉溶栓(intra-arterial thrombolysis)”“静脉溶栓(intravenous thrombolysis)”“流行病学(epidemiology)”“病因(etiology)”“诊断(diagnosis)”“治疗(treatment)”

“随访(follow-up visit)”等。初步检索时间从建库起至 2024 年 12 月 1 日,文章返修后再次更新文献检索,检索时间截至 2025 年 11 月 30 日。本共识采用推荐意见分级评估、制定与评价(Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation, GRADE)标准对推荐意见的证据质量和推荐强度进行分级(表 1)。通过复习文献,制订工作组在充分评价其偏倚风险、不一致性、间接性、不精确性及发表偏倚等影响证据质量的因素后,对证据质量、受益与风险之间的平衡、价值观和意愿以及资源利用等进行综合评估,制作 GRADE 网格,选项包括:利明显大于弊,利大于弊,利弊相当或无法确定,弊大于利,弊明显大于利。共识制订工作组通过改良的德尔菲法收集 GRADE 网格投票情况,并按下述原则最终确定推荐强度,规则如下:若“利弊相当或无法确定”以外的任何一格票数超过 50%,则视为达成共识,可直接确定推荐强度;若“利弊相当或无法确定”某一侧两格总票数超过 70%,亦视为达成共识,可确定推荐方向,推荐强度则直接定为“弱”;其余情况视为未达成一致。对于未达成一致意见,最终通过会议讨论法确定推荐等级。本共识可指导具备神经眼科或眼底病组及独立开展神经介入治疗工作的医疗机构进行 CRAO 的诊断和治疗;使用者包括但不限于各级医疗机构的相关医务工作者。共识推荐意见的应用目标人群为 CRAO 患者。

一、概述

(一)CRAO 定义、流行病学

CRAO 是一种罕见致盲性视网膜缺血性疾病,因血栓、痉挛或炎症中断血流导致内层视网膜急性缺血。因常合并全身血管病变,被称为“眼卒中”。其年发病率约 1/10 万~2/10 万^[4],多见于 60 岁以上

表 1 推荐意见分级评估、制定与评价标准

项目	定义
证据等级	
高	进一步研究基本不可能改变该评估结果的可信度
中	进一步研究有可能改变该评估结果且影响该结果的可信度
低	进一步研究很可能改变该评估结果且极有可能影响该评估结果的可信度
极低	任何疗效评估结果都很不确定
推荐强度	
强	明确显示干预措施利大于弊或弊大于利
弱	不能确定干预措施的利弊,或无论证据质量高低均显示利弊相当

男性,亦可见于有心血管病风险的年轻人^[5]。面部美容填充可致女性医源性 CRAO。美国数据显示,右眼患病多于左眼(53.4%对比 46.6%),单眼发病为主(93.8%)^[6]。尚未检索到国内相关大规模流行病学调查报道。韩国研究中 CRAO 患者的病死率和癌症风险更高,表明其可能是全身性疾病的一部分,应重视对血栓风险的筛查^[7]。

(二) 眼动脉、CRA 的解剖结构

眼动脉主要起源于颈内动脉,可发自颈内动脉前膝的前内侧(57%)、上内侧(35%)、内侧(7%)或前上侧(1%)。根据眼动脉的起源位置进行以下分型,(1)A型:眼动脉起源于海绵窦顶部远端的硬脑膜内(占 4.7%)。(2)B型:眼动脉起源始终位于硬脑膜内,海绵窦顶部之内(占 54.7%)。(3)C型:眼动脉起源于海绵窦顶部下方(占 26.6%)。(4)D型:眼动脉起源于海绵窦内(占 14.0%)。部分眼动脉起源于颈外动脉的分支——脑膜中动脉。

眼动脉的主要分支为 CRA 和睫状视网膜动脉(cilioretinal artery, CILRA)。CRA 及其分支是内层视网膜的主要供血血管,供应视盘的表面层。CILRA 起源于睫后动脉,供应视网膜外部、脉络膜和黄斑中央凹,仅存在于 20%~25%的患者中;对于有 CILRA 的急性 CRAO 患者,因 CILRA 灌注黄斑,其中心视力可能接近正常,而周边视力损伤严重^[8]。

CRA 在视乳头部位的管径约为 160 μm ,较为粗大,周边血管直径较为纤细,最常见的阻塞部位为 CRA 穿过筛板前约 2 mm 处,同时也是 CRA 最狭窄的部位。其次,CRA 进入视神经鞘的硬脑膜处也较

为狭窄,易发生阻塞^[9]。

(三) CRAO 的病因

1. 动脉炎性 CRAO:是巨细胞动脉炎(giant cell arteritis, GCA)最严重的眼部并发症^[10]。患者发病年龄多为 50 岁以上(平均 70 岁),女性略多^[11]。GCA 作为肉芽肿性大血管炎,对 CRA 及睫状后动脉有特殊亲和力,易致二者联合闭塞,引起视网膜与视神经盘双重缺血。病理学表现为多核巨细胞浸润、弹性纤维断裂及肉芽肿形成,伴随内膜增厚和血栓形成,最终导致急性缺血^[12-13]。

2. 非动脉炎性 CRAO:与缺血性卒中风险相似,约 40% 患者存在严重颈动脉狭窄^[14]。主要由动脉粥样硬化、心房颤动、糖尿病及高凝状态等引起;血液病或外伤亦可增加其发生风险^[15]。年轻患者常因紧张、寒冷或避孕药诱发血管痉挛。美国研究数据显示,9% 的 CRAO 患者被发现心房颤动,18% 合并颈动脉狭窄,19% 合并卒中^[16]。血栓多源于颈动脉或主动脉弓。关于血栓成分,Al Jarallah^[17]报道,胆固醇占 57%、血小板-纤维蛋白占 34%、钙化占 9%;而 Celebi^[18]的研究显示,血小板-纤维蛋白占 52%、胆固醇占 40%、钙化占 8%,提示 IAT 可能有效。

3. 医源性 CRAO:病因归类为血管内事件(如面部填充、化疗)^[19]、眼眶高压(如麻醉、鼻窦手术)及眼压升高(如眼内积气、俯卧位脊柱手术)^[20]。对于面部注射脂肪或透明质酸导致的 CRAO,动脉内注射拮抗剂具有治疗作用^[21]。

(四) CRAO 分型

根据发病机制,CRAO 分为动脉炎性(约占 5%)和非动脉炎性(约占 95%)。依据解剖学特征,CRAO 分为无 CILRA 型(约占 68%)和保留 CILRA 型(约占 32%)。根据疾病严重程度和眼科检查结果,CRAO 分为不完全阻塞型(约占 29.6%~36.5%)、近完全阻塞型(约占 33.8%~37.8%)和完全阻塞型(约占 25.7%~36.6%)。

二、CRAO 诊断

CRAO 的诊断主要依赖于临床症状及辅助检查。常用的辅助检查方法包括:眼底检查、高分辨磁共振成像、光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)、荧光素眼底血管造影(fluorescein fundus angiography, FFA)和 OCT 血管成像(OCT angiography, OCTA)、眼部彩色多普勒超声(orbital ocular color Doppler ultrasound, OCDUS)、磁共振血管成像(MRA)、CT 血管成像(CTA)、数字减影血管造影(DSA)等,这些技术能够提供详细的血管结构

信息,以评估梗阻程度、视网膜缺血程度和斑块性质等^[22]。

(一)临床表现

典型 CRAO 表现为突发无痛性单眼视力骤降及视野缺损,部分有前驱视力模糊^[23-25]。>80% 患者视力仅为眼前数指或更差,保留 CILRA 者视力可接近正常,色觉受损与视力成正比^[26]。视野缺损有 5 种类型:仅外周(8%)、中央旁(4%)、中央/正中(19%)、颞岛(59%)及全缺损(10%)^[27]。早期多为中央暗点,随缺血加重形成典型“颞岛”。多数患者伴相对传入性瞳孔障碍,表现为直接对光反射消失而间接对光反射存在^[28]。

(二)眼底检查

眼底检查可明确 CRAO 诊断。急性期的典型表现为黄斑“樱桃红斑”、视网膜水肿,偶可见视网膜动脉栓塞;“樱桃红斑”是因黄斑中央凹下脉络膜循环保留,与周围缺血苍白的视网膜形成对比^[29]。若存在 CILRA,其供血区视网膜正常,其他区域苍白、水肿。发病 30 min 内,视网膜苍白、水肿可不明显,易误诊,需留意中周部小动脉血流是否中断呈串珠样或缺如,以明确诊断。该病慢性期则表现为视神经萎缩、视网膜动脉纤细呈“银丝状”、视盘周围 CILRA 侧支形成及黄斑区视网膜色素上皮改变^[30]。

(三)OCT、FFA 和 OCTA

1. OCT:可见 CRAO 患者内层视网膜不规则增厚及水肿,部分伴中央凹脉络膜变薄,有助于鉴别慢性期 CRAO 与非动脉炎性前部缺血性视神经病变^[31]。特征性的“连续性中界膜”征象表现为外丛状层内高反射线,源于双极细胞突触急性肿胀。“连续性中界膜”征虽指示急性缺血,但常关联较轻损伤,提示预后较好^[32]。

2. FFA:可见视网膜及脉络膜血管充盈延迟或无充盈,血流呈节段性阻滞(即“车厢征”)。该检查还可通过观察视盘染色、静脉渗漏及脉络膜循环情况,辅助诊断及筛查其他眼病。依据臂-视网膜循环时间及渗漏特征,可将 CRAO 分为灌注不良型、渗出型和混合型^[33]。

3. OCTA:可直观呈现视网膜脉络膜血管及血流信息。CRAO 患者表现为黄斑区浅、深层毛细血管丛密度显著降低,神经节细胞厚度增加^[34-36]。若保留 CILRA,可见深层毛细血管丛血流恢复。该技术不仅可评估再灌注状态及获取视乳头和黄斑结构数据,还能通过计算内视网膜光强及比值,有效评价缺血的严重程度。

(四)OCDUS 检查

OCDUS 检查便捷、无创,对 CRAO 确诊及分型意义重大。CRAO 患者表现为 CRA 血流减少或信号消失^[37-38]。若探及“球后斑点征”,常提示栓子含钙化或胆固醇,预示常规静脉溶栓效果不佳^[39]。此外,OCDUS 检查还能通过颞动脉周围“晕”征、血管低压缩性及内膜-中膜增厚等特征,有效协助鉴别 GCA^[40]。

(五)颈部血管检查

颈部动脉血管检查包括血管超声、MRA、CTA 或 DSA 等^[41]。CRAO 患者中约 36.7%~40.7% 合并颈动脉重度狭窄等疾病,颈部动脉血管检查不仅能明确 CRAO 的病因,也可指导 IAT 手术路径的选择。

(六)心脏检查

心脏检查主要包括心脏超声及心电图。部分患者患有心房颤动(约 10.6%),约 20% 的 CRAO 患者通过心脏超声检查发现异常(如严重的瓣膜疾病、严重的射血分数下降、急性心肌梗死或感染性心内膜炎等手术禁忌证)^[42]。

(七)实验室检查

建议对疑似 CRAO 患者进行常规实验室检查,包括血糖、肝肾功能、电解质、心肌酶谱、全血细胞计数和凝血功能等;对于疑似合并动脉炎性症状的患者(包括头痛、头皮或颞动脉压痛、乏力、发热或体重减轻等),建议进一步完善红细胞沉降率、C 反应蛋白和血小板计数等^[43]。

推荐意见 1: CRAO 的诊断和评估需采取临床症状联合多模态辅助检查的综合策略。眼底检查发现“樱桃红斑”为确诊的基础;OCT、FFA 及 OCTA 等技术可定量评估视网膜微结构损伤及血流灌注状态,眼部超声有助于鉴别栓子性质。鉴于 CRAO 患者常合并全身血管疾病的高危因素,单一眼部检查不足以支撑精准诊疗,必须常规完善颈部血管的影像学评估(CTA/DSA)、心脏超声及相关实验室检查。这种由眼部至全身的综合评估模式,对于明确病因、筛查手术禁忌及规划个体化的血管内治疗路径至关重要(推荐强度:强;证据等级:高)。

三、CRAO 治疗

CRAO 治疗的核心原则是尽早恢复视网膜的血流灌注,挽救残存视功能,强调“时间窗”内干预,但内科保守治疗总体预后较差^[44]。IAT 在治疗急性脑梗死中起到积极作用,可同样应用于 CRAO 的治疗^[44]。

(一) 非 IAT 治疗

1. 非手术治疗: 主要分为一般治疗和药物治疗。一般治疗强调改变不良生活习惯及控制基础疾病。吸烟是颈内动脉粥样硬化性狭窄的主要风险, 且高血压、糖尿病等均为危险因素^[45], 建议患者戒烟、调整饮食并严格控制导致动脉粥样硬化的基础病。药物治疗涵盖多个方面: (1) 降低眼内压: 通过静脉滴注甘露醇、乙酰唑胺或使用抗青光眼药物, 可改善视网膜的血流灌注^[46-47]。(2) 扩张血管: 采用卡波金吸入疗法 (95% O₂ 和 5% CO₂)、纸袋呼吸法、舌下含服硝酸异山梨酯或静脉输注前列腺素 E1 等^[12, 48-49], 旨在增加灌注并延缓缺血。(3) 高压氧治疗^[50-54]: 该疗法可使来自脉络膜循环的氧供比例由 50% 升至 97%, 延长视网膜存活时间。(4) 针对血管病理学改变的治疗: 抗血小板治疗是根本措施^[55], 所有无禁忌证的患者均应接受治疗; 若出现阿司匹林或氯吡格雷抵抗, 应增加剂量或更换替格瑞洛、普拉格雷等药物^[56]。降脂治疗同样关键, 推荐使用他汀类药物稳定斑块, 若血脂不达标可加用 PCSK-9 抑制剂如依洛尤单抗^[43]。至于抗凝治疗, 虽然其对钙化或胆固醇栓子的疗效尚缺乏循证医学证据, 但考虑到患者常伴心血管风险, 仍建议进行。

推荐意见 2: CRAO 非手术治疗为综合治疗。首先需戒烟并严格控制高血压、糖尿病等基础病。药物治疗的核心为降低眼压、扩张血管 (如前列腺素 E1) 及考虑高压氧治疗。同时, 应常规进行抗血小板 (阿司匹林或氯吡格雷) 和强化降脂 (他汀类药物) 治疗, 并根据患者具体情况评估抗凝治疗的必要性 (推荐强度: 强; 证据等级: 中)。

2. 有创治疗: (1) 前房穿刺术局部降低眼内压、眼部按摩移除栓子等。观察性研究表明, 眼部按摩、前房穿刺术对 CRAO 的治疗效果有待证实^[57]。(2) 激光栓子移除术指在视网膜血管内去除栓子^[58]。对激光栓子移除术的荟萃分析显示, 术后患者最佳矫正视力较术前的改善具有统计学意义^[59]。(3) 玻璃体切除术和玻璃体内微针注射溶栓药。由于是直接注射, 使用的灌注药物剂量较少, 临床效果有待证实^[16]。

推荐意见 3: 激光栓子移除术可显著改善 CRAO 患者的视力。前房穿刺术、眼部按摩、玻璃体内微针注射溶栓药的临床效果仍需进一步验证 (推荐强度: 弱; 证据等级: 中)。

3. 静脉溶栓: 静脉溶栓是非动脉炎性 CRAO 的有效治疗措施, 常用药物包括阿替普酶和尿激酶

等^[60]。发病 4.5 h 内, 建议使用阿替普酶 0.9 mg/kg (最大剂量为 90 mg), 其中 10% 在 1 min 内静脉推注, 余量静脉滴注 1 h。发病 4.5 ~ 6.0 h, 建议使用尿激酶 100 万 ~ 150 万 IU 溶于 100 ~ 200 ml 生理盐水, 静脉滴注 30 min^[3, 25]。用药期间及用药后 24 h 内需严密监护。荟萃分析证实, 4.5 h 内静脉溶栓可显著提高功能性视力恢复率, 且治疗越早疗效越佳^[61]。尽管静脉溶栓有助视力恢复, 但出现脑出血等并发症的风险较高, 且临床获益随时间窗延长而显著降低^[61]。

推荐意见 4: 对于非动脉炎性 CRAO 患者, 推荐在发病 4.5 h 内使用阿替普酶、尿激酶进行静脉溶栓。早期治疗可显著提高视力恢复率, 应在密切关注并发症风险的前提下尽早给药, 以争取最佳预后。 (推荐强度: 弱; 证据等级: 中)

(二) IAT 治疗

IAT 由 Schumacher 等在 20 世纪 90 年代初提出, 通过微导管将溶栓药物 (如阿替普酶) 直接注入眼动脉, 旨在直接溶栓并降低全身出血风险。目前, 关于 IAT 疗效的研究结论不一。既往早期晶状体摘除治疗原发性闭角型青光眼 (EAGLE) 试验^[62]中, 因患者经 IAT 治疗未显示出视力改善且不良事件较多而提前终止, 但该试验因治疗延迟 (平均 13 h) 及未将血管阻塞程度分组等设计缺陷而受到质疑。相反, Fan 等^[29]的研究显示, IAT 组 65% (133/205) 的患者视力改善, 显著优于对照组的 33% (72/205); Venkatesh 等^[63]的研究表明, 年轻患者恢复更佳; Mac Grory 等^[6]的前瞻性研究亦支持早期 IAT 比保守治疗更有效。治疗时间窗是影响疗效的关键因素。Shah 等^[61]发现, 治疗时间窗 < 6 h 的患者视力改善率 [30.77% (48/156)] 显著高于治疗时间窗超 6 h 的患者 [11.54% (18/156)]; Rosignoli 等^[64]的荟萃分析也证实, 6 h 内的溶栓时间与视力结果相关。然而, 溶栓时间窗并非决定疗效的唯一因素。由于多数患者存在 CILRA 残留血流, 视网膜缺血耐受时间可能延长。Shahjouei 等^[65]报道了发病 172 h 的 CRA 不完全阻塞患者经 IAT 治疗有效的案例; Conticini 等^[30]的研究也显示, 24 h 内行“尼莫地平 + 阿替普酶”治疗可改善视力。此外, 对于 GCA 引起的 CRAO, 应在活组织检查前给予大剂量糖皮质激素冲击治疗^[30], 但目前尚未检索到 IAT 治疗 GCA 的相关报道。

杨芳宇等^[66]回顾性分析了 50 例非动脉炎性 CRAO 患者的临床资料, 采用改良 Seldinger 法进行

超选择眼动脉插管,并实施了包含罂粟碱、尿激酶、甲泼尼龙及尼莫地平的“鸡尾酒”灌注疗法,旨在通过扩张血管、溶栓及抗炎等多方面协同作用改善预后;此外,手术治疗的安全性良好,仅 3 例患者出现眼动脉夹层、假性动脉瘤等并发症,且均治愈。综上所述,该研究证实了 IAT 技术治疗 CRAO 的有效性和安全性,为晚期就诊患者提供了重要的视力挽救机会。

推荐意见 5:不推荐动脉炎性 CRAO 进行 IAT 治疗。对于时间窗内(6 h)非动脉炎性 CRAO 可行 IAT 治疗(推荐强度:高;证据等级:中)。

1. IAT 时间窗:有研究显示,IAT 治疗的总有效率达 94.0%(47/50),其中 29 例显效;该研究最大的突破在于对时间窗的验证:通过对比发病 0~6 h、>6~24 h、>1~7 d、>7~14 d 及 >14~21 d 等不同治疗时间窗的患者数据,发现各组间疗效的差异无统计学意义。这一发现提示手术时间窗可延长至发病后 21 d,打破了传统“6 h 时间窗”的限制^[43]。(1) IAT 时间窗 ≤ 6 h,即 CRAO 患者症状出现至治疗时间 ≤ 6 h,参考急性缺血性卒中的静脉溶栓适应症和禁忌证进行筛查,如无 IAT 禁忌证应尽早进行 IAT 治疗^[67]。(2) 超 IAT 标准时间窗,① >6 h 至 7 d:若发病至治疗时间超过 6 h,建议进行眼底多模态影像学检查全面评估,如 OCT、OCTA 和(或)FFA 等;如患者 CRA 为非完全性阻塞,应个体化进行 IAT 治疗^[68]。② >7~21 d:若发病至治疗时间超过 7 d,应首先对患者行全面的视力检查,若存在残存视力或光感,建议进行眼底多模态影像学检查全面评估,如 OCT、OCTA 和(或)FFA,再根据患者临床症状进行 IAT 治疗。

推荐意见 6:对于确诊的 CRAO 患者,若发病时间 ≤ 6 h 应尽早完善检查并行 IAT 治疗;对于超时间窗(>6 h)患者,应结合辅助检查及阻塞程度分型确定 IAT 的治疗方案(推荐强度:高;证据等级:中)。

2. 适应证及禁忌证:适应证,(1)临床明确诊断 CRAO,眼底镜及 FFA 等检查证实 CRAO 且存在缺血表现。(2)发病时间至手术时间 ≤ 6 h 的非动脉炎性 CRAO 患者。(3)发病时间至手术时间 >6 h 的非动脉炎性 CRAO 患者且非完全性阻塞^[69]。禁忌证,(1)近期存在颅内动脉瘤、出血性脑血管病史,活动性出血或严重脑梗死。(2)严重凝血功能障碍,血小板计数 $< 30 \times 10^9/L$ 。(3)意识状态差、药物难治性癫痫等。(4)对含碘对比剂过敏。

(5)合并眼部病变可能影响视力或其他眼部缺血性疾病的患者,如眼底出血、GCA、眼缺血综合征、视网膜中央静脉闭塞和增殖性糖尿病视网膜病变(相对禁忌证)等^[70]。

3. 术前准备:主要包括临床评估和物资准备。临床上,需完善常规体格检查、实验室检查、心电图、心脏超声、下肢血管超声和影像学检查,并进行眼科专科评估。另外需要明确 Willis 环大脑前、后交通动脉的开放情况。药物准备方面,术前应静脉推注 10 mg 地塞米松以预防炎症及脑水肿,急诊患者还需给予负荷量抗血小板药物治疗。器材方面,需调试 DSA 设备和高压注射器,并备齐穿刺血管鞘、造影导管、导引导管、颅内支持导管及微导管系统等血管内治疗耗材。此外,术中药物应准备局部麻醉药、肝素、血管扩张剂(罂粟碱、维拉帕米、尼莫地平)、溶栓药(尿激酶、阿替普酶)、激素(甲泼尼龙)、对比剂及常规急救药物^[71]。

推荐意见 7:建议术前完善 Willis 环及全身评估,予地塞米松及抗血小板药物治疗。备齐 DSA 设备、血管内治疗器材、溶栓及扩血管药物,保障手术安全(推荐强度:弱;证据等级:中)。

4. 麻醉方式:首选局部麻醉,若患者存在认知功能障碍、躁动等无法配合治疗的情况时,可考虑镇静或全身麻醉。

5. 通路建立:常用入路包括经桡动脉和经股动脉入路,必要时可选择经颈动脉入路,首选经股动脉入路。一般选择右侧股动脉,穿刺成功后置入动脉鞘,导引导管直接在泥鳅导丝辅助下超选至颈内动脉 C1 段建立通路。当双侧股动脉闭塞或股动脉穿刺困难,可以选择经右侧桡动脉入路穿刺。

推荐意见 8:IAT 优先采用局部麻醉手术,在建立 IAT 通路时,推荐将经股动脉入路作为首选,当存在股动脉闭塞或穿刺困难时,可考虑经桡动脉入路(推荐强度:弱;证据等级:中)。

6. 策略选择:(1)对于常规栓子(起源于颈动脉或主动脉弓的血小板、纤维蛋白、胆固醇栓子)导致的 CRAO,采用如下策略,①可超选进入眼动脉的 CRAO(多为 C、D 型眼动脉):采用改良 Seldinger 法穿刺右侧股动脉,置入血管鞘,将造影导管超选入颈内动脉,连接高压注射器进行颈内动脉常规造影。更换导引导管上行至颈内动脉起始部,导引导管及颅内支持导管后端“Y”型阀连接加压输液袋(500 ml 生理盐水 + 1 000 IU 肝素钠)。微导管塑形:C 型眼动脉发源自海绵窦顶部下方,将微导管塑

形为直头或小“J”形单弯,选择性带入微导管到达眼动脉内;D型眼动脉发源自海绵窦内,微导管塑形为直头,将微导丝前段塑形为小弯曲即可带入眼动脉内。使用颅内支持导管携微导管超选入患侧眼动脉后再次造影,明确显示眼动脉及其分支血管阻塞情况后,应用微导丝对阻塞血管进行机械开通,并使用微导管负压抽吸。以微导丝初探,之后缓慢依次灌注罂粟碱(15~30 mg)、尿激酶(10 000~20 000 IU/kg)、甲泼尼龙(<20 mg)、尼莫地平(0.5~2.0 mg)至靶血管,再次行血管造影,以眼动脉血流明显加快、CRA及各级微小血管显影增多为开通成功的标准。术毕关闭加压输液器,于负压抽吸状态下退出导管,以防止微小血栓形成造成二次损伤。如疗效未达满意,可根据眼动脉及其分支动脉开通情况于1周内再次进行上述操作。

②无法超选进入眼动脉的CRAO(多为A、B型眼动脉):眼动脉在不同患者间存在解剖变异,若眼动脉起始部靠近颈内动脉末端,且眼动脉走行迂曲,给予微导管相应塑形:大部分A型眼动脉与颈内动脉远端呈钝角走行,将微导管行Simon形式塑形,微导丝呈“V”形。使微导管越过眼动脉开口,调整为Simon形态,回撤微导管,使其头端朝向眼动脉起始部,微导丝协助超选择进入眼动脉。若眼动脉与颈内动脉夹角呈锐角,微导管塑形呈“S”形,将微导丝塑形为单弯“J”形,使其进入眼动脉内;B型眼动脉发源自硬脑膜内,将微导管行Simon形式塑形,微导丝呈小“J”形或直头,将微导管带入眼动脉内。若经多次尝试,微导管无法超选入眼动脉,可于眼动脉起始部行手推造影,观察眼动脉充盈的速度和浓度,以及CRA向颈内动脉的反流量。若>90%的对比剂进入眼动脉,眼动脉充盈迅速,浓度较高,显影清晰,可于眼动脉起始部注入灌注药物。

③眼动脉起自颈外动脉或颈内动脉起始部重度狭窄:极少部分的眼动脉起源于脑膜中动脉(约0.5%),可将微导管经颈外动脉、上颌动脉超选至脑膜中动脉,进行溶栓药物的灌注。若颈内动脉闭塞或高度狭窄,可将尿激酶注射至颈外动脉中,并通过面动脉、颞浅动脉输送至眼动脉。若患者后交通动脉管径较宽,亦可考虑经椎动脉及后交通动脉途径进行眼动脉超选择性置管。

(2)对于额面部透明质酸注射所致CRAO,采用如下策略,

①经颈内动脉灌注药物:将术中尿激酶替换为透明质酸酶(透明质酸酶300~900 IU,加入生理盐水稀释至20 ml),若灌注药物输送至靶血管后,眼动脉开通未达满意效果,可根据实际情况选用或补用尿激

酶。②经颈外动脉灌注药物:将微导管撤出颈内动脉,超选至颈外动脉。在颈外动脉注入透明质酸酶(透明质酸酶300~600 IU,加入生理盐水稀释至20 ml)。

③手术频次:如患者首次手术后症状改善但视力未完全恢复,可考虑1周后再次行IAT治疗。于动脉内灌注透明质酸酶。

推荐意见 9:针对CRAO,建议根据眼动脉分型及起源个体化血管内治疗:C、D型可超选至眼动脉内机械开通并行药物灌注;A、B型若无法超选,可于眼动脉起始部造影后灌注药物;若眼动脉源自颈外动脉或颈内狭窄、闭塞部位,可经颈外、脑膜中动脉或后交通动脉路径灌注药物。术后评估血流恢复情况,必要时1周内重复操作(推荐强度:强;证据等级:高)。

推荐意见 10:对于额面部透明质酸注射所致的CRAO,推荐将动脉内注射透明质酸酶作为核心治疗方案,并可依据血管再通情况,通过颈内或颈外动脉途径补用尿激酶,若首次术后改善不佳,可考虑于1周后再次进行治疗(推荐强度:强;证据等级:中)。

7. 注意事项:(1)以微导管行眼动脉造影时不宜采用高压注射器推注对比剂,以手推对比剂造影为宜,以防压力过高损伤眼动脉。(2)为避免血管内阻塞物反流造成二次损伤,不建议多次加压造影。(3)手术期间,微导管超选入眼动脉后,微导管停留在眼动脉内时间不得超过5 min,防止加重眼动脉的痉挛及缺血,撤出微导管10 min后再次超选进入眼动脉。(4)行眼动脉超选造影时,如有眼动脉显示不清,或对比剂反流过多者,应考虑颈外动脉系统供血优势的可能,并行颈外动脉造影。此时可于颈外动脉系统置入球囊进行暂时堵塞,降低颈外动脉血流灌注压力,或经颈外动脉及脑膜中动脉途径超选进行IAT。

推荐意见 11:眼动脉造影应手推对比剂,避免高压损伤。微导管停留不宜超5 min,以防痉挛缺血。必要时行颈外动脉造影或治疗(推荐强度:弱;证据等级:中)。

四、疗效评估和随访观察

视力测量通过Snellen量表转换为对数最小分辨角(logMAR)等值进行分析^[72]。主要疗效终点:以治疗后1周、1个月、3个月及6个月时最佳视力和logMAR较治疗前的变化评价^[73]。视力恢复情况评价标准(标准对数视力表)如下,无效:治疗后视力无提高;有效:治疗后标准对数视力表检查显示视力较前提高1行;显效:治疗后标准对数视力表检查显示视力较前提高2行及以上。治疗总有效率=显效率+有效率。

OCT 及 OCTA 检查用于定量分析视网膜微循环及结构改变,眼部血管超声用于评估血流动力学参数。基于影像学表现的解剖学复通疗效评价标准,无效:视网膜血管仍无灌注或血流稀疏,视网膜内层及中层反射增强、结构不清,水肿未消退;有效:主干血管血流恢复,视网膜水肿减轻;显效:视网膜血管血流灌注完全恢复、充盈良好,视网膜层间结构反射平衡、层次清晰,水肿完全消失。

术后 1 周常规复查血常规、凝血功能和肝肾功能等实验室检查。于术后 1、3、6 个月进行眼压、眼底、OCDUS、FFA 和 OCTA 等检查,观察并记录术后随访期间视力恢复情况及其他相关并发症。

推荐意见 12:建议构建规范化疗效评估与随访体系。疗效评价应统筹功能与解剖双维度:视功能采用 logMAR 记录,以标准对数视力表提高 1 行为有效、 ≥ 2 行为显效;解剖学再通依据 OCT、OCTA 及超声表现,以血流恢复及水肿消退为标准。设定术后 1 周及 1、3、6 个月为关键随访节点,早期复查实验室指标除外并发症,长期通过多模态影像学技术监测视网膜微循环重塑和并发症,实现对预后的动态管理(推荐强度:强;证据等级:中)。

五、并发症的防治

(一)术中并发症

IAT 可能导致头痛、头晕、皮下血肿等轻微并发症,同时也存在短暂性脑缺血发作(TIA)、脑梗死和脑出血等严重并发症的风险。

1. 皮下血肿:皮下血肿是最常见的穿刺部位并发症之一,最常见于经股动脉入路。由于置入的动脉鞘直径较大,需在动脉穿刺部位进行血管缝合、局部加压及包扎止血,嘱患者平卧制动 24 h,8 h 后解除加压包扎。当患者出现血压不稳定时,需进一步评估排除腹膜后血肿和假性动脉瘤形成,局部皮下出血较多时需要手术清除血肿^[74]。经桡动脉入路较少形成皮下血肿。对于症状较轻,病情稳定的皮下血肿患者可采取保守治疗,包括观察、患肢抬高和局部压迫。早期发现是处理皮下血肿的关键。

2. 血管痉挛及缺血性脑病:当手术时间长、术中出现眼动脉或颈内动脉痉挛等情况时,术后需使用抗凝、抗血小板聚集及改善循环的药物。如口服阿司匹林 100 mg、皮下注射低分子肝素钠 5 000 IU,口服或静脉输注尼莫地平。对于 IAT 期间出现突然偏瘫的患者,应及时行脑动脉造影明确病变位置,并进行 IAT 或取栓治疗。术后复查头颅 MRI。

3. 脑出血:为溶栓治疗最严重的并发症。术中

不同程度的肝素化方案,可增加出血风险。EAGLE 研究中,31 例(6.5%)接受 IAT 治疗的患者中,2 例出现脑出血^[75]。因此,对于伴有心肌梗死、颅内动脉瘤、出血性疾病、肝硬化、胃溃疡、难治性高血压和口服抗凝药物的患者,禁忌溶栓,避免出现严重后果。IAT 术中,应密切关注患者的意识状态,必要时行术中平板 CT,同时给予一级护理、心电监护。若患者出现意识状态改变,应立即停止 IAT 治疗。

4. 头痛及头晕:头痛及头晕是尼莫地平输注期间最常见的不良反应。可适当降低药物输注速度并精细化手术操作以减少手术相关刺激。

5. 视力障碍:部分患者输注罂粟碱及尼莫地平后会有一过性视力丧失,术中应充分稀释后缓慢输注,多数患者可于术后 0.5~24.0 h 完全缓解。

推荐意见 13:为防治 IAT 相关术中并发症,应严格进行术前评估以排除高危患者。术中需密切监测患者意识状态,精细操作以预防血管痉挛和出血。一旦出现严重并发症,须立即停止溶栓,并遵循标准化流程进行处理,如针对脑出血即刻行影像学检查和干预(推荐强度:强;证据等级:中)。

(二)围手术期并发症

1. 迟发性出血:CRAO 患者在 IAT 治疗后可发生迟发性脑出血及视网膜出血。一项荟萃分析表明,399 例 IAT 患者中有 12 例(3%)出现主要并发症,包括 3 例脑出血、3 例缺血性卒中、6 例 TIA,无一例发生视网膜出血^[76]。CRAO 术后迟发性出血的概率相对较低,多为术中或术后 24 h 内出血,但仍不可忽视迟发性出血的危险,应积极控制血压防止高灌注损伤。

2. 急性缺血性疾病:CRAO 显著增加急性血管缺血事件(如缺血性卒中、急性心肌梗死)发生风险,患者术后 3 年内缺血性卒中或 TIA 的发生率约为 20%,而一般人群约为 10%^[77]。CRAO 发生后 1~30 d,缺血性卒中和急性心肌梗死的相对发病率指数显著增加,其中 1~7 d 达峰,且增加风险在前 30 d 持续存在,长期风险在大约 140 d 达到稳定^[78]。

3. 眼部新生血管:CRAO 再灌注失败可导致慢性视网膜缺血,进而引起眼部新生血管的形成,乃至视力丧失,发生率为 2.5%~31.6%^[79]。眼部新生血管包括虹膜新生血管形成、新生血管青光眼和视盘新生血管。

推荐意见 14:需警惕 CRAO 血管内治疗术后迟发性脑出血及视网膜出血风险,应严格控制血压。此外,CRAO 显著增加缺血性卒中、心肌梗死等急性

缺血事件的风险,术后 3 年内发生率约 20%。再灌注失败可能导致眼部新生血管,引发进一步视力丧失(推荐强度:高;证据等级:中)。

本共识是在《中国视网膜中央动脉阻塞临床诊疗专家共识》、美国心脏协会发布的 2021 年《视网膜中央动脉阻塞诊疗规范》基础上进行更新和扩展,结合最新的研究进展并经过专家组多次审阅最终成稿,为神经外科、神经介入科进行 IAT 治疗提供参考。由于神经介入治疗 CRAO 的临床研究较少,本共识仍参考神经眼科研究结果,期待未来能有更多神经介入治疗 CRAO 的高质量临床研究为专家共识的进一步完善提供循证医学证据。

目前,CRAO 的诊疗还存在诸多不足,主要包括公众意识、基础设施以及医疗实践中管理流程等方面,亟待进一步完善和优化。血管阻塞时间是影响 CRAO 患者视力恢复的重要因素。与急性缺血性卒中和心肌梗死同理,CRAO 发生至治疗的时间是决定视网膜组织存活的关键。各医疗中心应建立高效科学的转诊制度和流程管理,对 CRAO 早期诊断、早期干预。随着治疗技术的不断改进和溶栓药物的更新,IAT 治疗的适应证不断扩展、效果不断提高;应根据患者的具体病情进行个体化治疗,结合其他治疗手段,以提高疗效。

伦理承诺 本专家共识的制订和形成过程严格遵守《赫尔辛基宣言》、国际医学科学组织理事会的《人体生物医学研究国际伦理指南》以及中华人民共和国国家卫生健康委员会制定的《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》等相关伦理准则。所有参与专家均不存在与本共识内容相关的利益冲突,共识的撰写基于对现有公开文献的系统性回顾和客观分析,推荐意见基于当前最佳临床证据与专家共识,兼顾诊疗有效性与安全性,符合“有利、不伤害、尊重、公正”的医学伦理核心原则。共识符合伦理合规要求,可用于临床指导与学术交流。

学术顾问 梁国标(解放军北部战区总医院)、魏世辉(解放军总医院)

专家组组长 高旭(解放军北部战区总医院)、沈春健(沈阳市第四人民医院)、史怀璋(哈尔滨医科大学附属第一医院)、徐丽(沈阳市第四人民医院)、杨新建(首都医科大学附属北京天坛医院)、余鹏(沈阳市第四人民医院)

执笔专家 杨芳宇(解放军北部战区总医院)

编写秘书 陈鹤(沈阳市第四人民医院)、陈宏祥(沈阳市红十字会医院)、刘佳明(解放军北

部战区总医院)、唐一淳(解放军北部战区总医院)

共识专家组成员(按姓氏汉语拼音排序)
曹旭东(西藏自治区人民医院)、陈琳琳(沈阳市第四人民医院)、陈僊(吉林大学白求恩第一医院)、陈颖欣(解放军北部战区总医院)、邓剑平(空军军医大学第二附属医院)、丁圣豪(上海交通大学医学院附属仁济医院)、冯军(华中科技大学同济医学院附属协和医院)、高兵(沈阳市卫生健康委员会)、耿煜(盘锦辽油宝石花医院)、郭海波(朝阳市中心医院)、郭庆杰(哈尔滨医科大学附属第一医院)、郭新宾(郑州大学第一附属医院)、何川(首都医科大学宣武医院)、何旭英(广东省第二人民医院)、黄清海(复旦大学附属华山医院)、姜长春(包头市中心医院)、雷辉(西安市中心医院)、李西峰(南方医科大学珠江医院)、刘驰(沈阳市第四人民医院)、吕明(首都医科大学附属北京天坛医院)、门爽(沈阳市红十字会医院)、那世杰(南京鼓楼医院)、牛彤彤(沈阳市第四人民医院)、曲勃(中国医科大学附属第四医院)、孙宏亮(大连医科大学医学伦理学与医学社会学教研室)、孙瑄(首都医科大学附属北京天坛医院)、汪阳(首都医科大学附属北京朝阳医院)、王爱媛(中国医科大学附属盛京医院)、王朝华(四川大学华西医院)、王春雷(哈尔滨医科大学附属第一医院)、王君(解放军总医院第一医学中心)、王迅(大连市第三人民医院)、温志锋(中国医科大学附属第一医院)、伍健伟(广州医科大学附属第二医院)、吴伟(山东大学齐鲁医院)、许璟(浙江大学附属第二医院)、徐翔(唐山工人医院)、杨勇涛(昆明医科大学附属第二医院)、易婷玉(福建省漳州市医院)、喻博(中国医科大学附属盛京医院)、于嘉(西安交通大学附属第一医院)、张欢(湖南省人民医院)、赵瑞(海军军医大学附属第一医院)、朱廷淮(解放军北部战区总医院)

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 中国研究型医院学会神经眼科专业委员会, 陕西省研究型医院学会神经眼科专业委员会, 魏世辉, 等. 中国视网膜中央动脉阻塞临床诊疗专家共识[J]. 中国卒中杂志, 2024, 19(11): 1246-1267. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2024.11.002.
- [2] 邵毅, 谭思文, 肖昂. 视网膜中央动脉阻塞诊疗规范:2021 美国心脏协会指南解读[J]. 眼科新进展, 2021, 41(10): 901-904. DOI: 10.13389/j.cnki.rao.2021.0189.
- [3] 雷涛, 王润生, 张博, 等. 尿激酶动脉溶栓对非动脉炎性视网膜中央动脉阻塞患者的疗效和安全性[J]. 眼科新进展, 2023, 43(3): 198-202. DOI: 10.13389/j.cnki.rao.2023.0040.

- [4] Venkatesh R, Joshi A, Maltsev D, et al. Update on central retinal artery occlusion[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2024, 72(7): 945-955. DOI: 10.4103/IJO.IJO_2826_23.
- [5] Uppuluri A, Xia T, Zarbin MA, et al. Risk factors for central retinal artery occlusion in young patients[J]. *Can J Ophthalmol*, 2021, 56(4):270-272. DOI: 10.1016/j.jcjo.2020.11.008.
- [6] Mac Grory B, Schrag M, Biousse V, et al. Management of central retinal artery occlusion: a scientific statement from the American Heart Association[J]. *Stroke*, 2021, 52(6):e282-e294. DOI: 10.1161/STR.0000000000000366.
- [7] Lin JC, Song SL, Ng SM, et al. Treatments for acute nonarteritic central retinal artery occlusion: findings from a cochrane systematic review[J]. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*, 2023, 54(11):650-653. DOI: 10.3928/23258160-20230922-01.
- [8] Soga N, Tanaka S, Inoue M, et al. Macular vessel density in central retinal artery occlusion with retinal arterial cannulation[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1):19369. DOI: 10.1038/s41598-023-46267-w.
- [9] Danyel LA, Miszczuk M, Villringer K, et al. Retinal diffusion restrictions in acute branch retinal arteriolar occlusion[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):20538. DOI: 10.1038/s41598-021-00127-7.
- [10] Turk MA, Hayworth JL, Nevskaya T, et al. Ocular manifestations in rheumatoid arthritis, connective tissue disease, and vasculitis: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Rheumatol*, 2021, 48(1):25-34. DOI: 10.3899/jrheum.190768.
- [11] Liu Y, Cao S, Zhao Y, et al. Network meta-analysis of different thrombolytic strategies for the treatment of central retinal artery occlusion[J]. *Semin Ophthalmol*, 2024, 39(2):129-138. DOI: 10.1080/08820538.2023.2249539.
- [12] Chaudhary H, Zachariah S, Schwartz J. Central retinal artery occlusion secondary to giant cell arteritis with normal inflammatory markers[J]. *J Clin Rheumatol*, 2021, 27(8S):S335-S337. DOI: 10.1097/RHU.0000000000001682.
- [13] Stanescu N, Wood K, Greenberg T, et al. Hemi-central retinal artery occlusion associated with giant cell arteritis[J]. *Isr Med Assoc J*, 2021, 23(7):454-455.
- [14] Smith MJ, Benson MD, Tennant M, et al. Central retinal artery occlusion: a retrospective study of disease presentation, treatment, and outcomes[J]. *Can J Ophthalmol*, 2023, 58(4):318-323. DOI: 10.1016/j.jcjo.2022.02.015.
- [15] Akai R, Ishida M, Ueda-Consolvo T, et al. Comparative efficacy of conservative, hyperbaric oxygen, and endovascular retinal surgery approaches in central retinal artery occlusion[J]. *Int Ophthalmol*, 2024, 44(1):419. DOI: 10.1007/s10792-024-03335-y.
- [16] Al-Moujahed A, Tran EM, Azad A, et al. Risk of retinal artery occlusion in patients with migraine[J]. *Am J Ophthalmol*, 2021, 225:157-165. DOI: 10.1016/j.ajo.2020.11.004.
- [17] Al Jarallah O. Risk of acute stroke in patients with retinal artery occlusion: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2023, 27(12):5627-5635. DOI: 10.26355/eurrev_202306_32803.
- [18] Celebi A. Hyperbaric oxygen therapy for central retinal artery occlusion: patient selection and perspectives[J]. *Clin Ophthalmol*, 2021, 15:3443-3457. DOI: 10.2147/OPHT.S224192.
- [19] 孙传宾. 头面部美容填充物致视网膜及其分支动脉阻塞的临床特征和视力预后影响因素分析[J]. *中国卒中杂志*, 2024, 19(3):280-287. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2024.03.005.
- [20] Asensio-Sánchez VM. Central retinal artery occlusion following facial injection of hyaluronic acid[J]. *Arch Soc Esp Oftalmol (Engl Ed)*, 2023, 98(7):410-412. DOI: 10.1016/j.oftale.2023.05.008.
- [21] Wang X, Liu Y, Suo Y, et al. Intravenous recombinant tissue-type plasminogen activator thrombolysis for acute central retinal artery occlusion[J]. *J Craniofac Surg*, 2021, 32(1):313-316. DOI: 10.1097/SCS.00000000000007134.
- [22] Mac Grory B, Schrag M, Poli S, et al. Structural and functional imaging of the retina in central retinal artery occlusion - current approaches and future directions[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(7):105828. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105828.
- [23] 逯青丽, 刘仲仲, 刘彤, 等. 动脉内溶栓治疗视网膜中央动脉阻塞患者的临床特征及功能性视觉恢复单中心研究[J]. *中国卒中杂志*, 2024, 19(3):273-279. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2024.03.004.
- [24] 沈亚明, 赵玥, 杨婷婷, 等. 视网膜中央动脉阻塞伴急性黄斑旁中心中层视网膜病变的黄斑区微血管研究[J]. *国际眼科杂志*, 2023, 23(6):967-971. DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2023.6.17.
- [25] 赵楠, 吴雅琼, 杨文艺, 等. 眼-脑卒中"双轨并行"治疗在视网膜中央动脉阻塞患者溶栓中的应用[J]. *暨南大学学报(自然科学与医学版)*, 2023, 44(3):267-273. DOI: 10.11778/j.jdx.20230036.
- [26] McDonald HM, Handzic A, Margolin E. Cilioretinal artery occlusion secondary to central retinal vein occlusion[J]. *Can J Ophthalmol*, 2024, 59(1):e84. DOI: 10.1016/j.jcjo.2023.08.010.
- [27] Gong H, Wu B, Xie S. Visual acuity assessment of central retinal artery occlusion patients with or without paracentral acute middle maculopathy via OCT-A[J]. *BMC Ophthalmol*, 2023, 23(1):412. DOI: 10.1186/s12886-023-03151-5.
- [28] Chen C, Singh G, Madike R, et al. Central retinal artery occlusion: a stroke of the eye[J]. *Eye (Lond)*, 2024, 38(12):2319-2326. DOI: 10.1038/s41433-024-03029-w.
- [29] Fan W, Huang Y, Zhao Y, et al. Central retinal artery occlusion without cherry-red spots[J]. *BMC Ophthalmol*, 2023, 23(1):434. DOI: 10.1186/s12886-023-03176-w.
- [30] Conticini E, Falsetti P, Fabiani C, et al. Color Doppler eye ultrasonography in giant cell arteritis: differential diagnosis between arteritic and non-arteritic sudden blindness[J]. *J Ultrasound*, 2023, 26(1):313-320. DOI: 10.1007/s40477-022-00757-1.
- [31] Uppuluri A, Bhagat S, Zarbin MA, et al. Central retinal artery occlusion with atrial fibrillation or atrial flutter[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2021, 259(6):1673-1676. DOI: 10.1007/s00417-020-05014-x.
- [32] Ditz C, Matone MV, Schwachenwald B, et al. Risks of nimodipine dose reduction during the high-risk period for delayed cerebral ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage[J]. *Neurosurg Rev*, 2024, 47(1):37. DOI: 10.1007/s10143-023-02273-0.
- [33] Everett LA, Chang E, Rao RC. Central retinal artery occlusion with 2 cilioretinal arteries[J]. *JAMA Ophthalmol*, 2021, 139(11):e214059. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2021.4059.
- [34] Kassotis A, Sharma T. Migrating emboli in branch retinal artery occlusion[J]. *N Engl J Med*, 2023, 389(12):e24. DOI: 10.1056/NEJMicm2303399.
- [35] Mahmoud A, Khairallah M, Amor HH, et al. Heterozygous factor V Leiden mutation manifesting with combined central retinal vein occlusion, cilioretinal artery occlusion, branch retinal artery occlusion, and anterior ischaemic optic neuropathy: a case report[J]. *BMC Ophthalmol*, 2022, 22(1):55. DOI: 10.1186/s12886-022-02278-1.
- [36] Kumar B, Kanakapura K, Ayachit G, et al. Sequential central retinal artery and posterior ciliary artery occlusion due to ophthalmic artery aneurysm[J]. *BMJ Case Rep*, 2024, 17(5):e257568. DOI: 10.1136/ber-2023-257568.
- [37] Castilla-Guerra L, Gómez-Escobar A, Morillo-Sánchez MJ, et

- al. Utility of ocular ultrasonography in the thrombolytic therapy for acute central retinal artery occlusion [J]. *Rev Clin Esp (Barc)*, 2023, 223 (9):582-583. DOI: 10.1016/j.rceng.2023.09.001.
- [38] Okubo M, Mano F, Hashimoto R, et al. Amalric triangular sign and carotid doppler ultrasonographic findings in central retinal artery occlusion[J]. *Retina*, 2024, 44 (8):1463-1469. DOI: 10.1097/IAE.0000000000004127.
- [39] Tong B, Yang L, Bai F, et al. Clinical features of acute retinal necrosis with optic neuropathy and central retinal artery occlusion as initial manifestations[J]. *Curr Mol Med*, 2022, 22(8):717-721. DOI: 10.2174/1566524021666211104110344.
- [40] Lusk JB, Song A, Unnithan S, et al. Association between hospital-documented atrial fibrillation and central retinal artery occlusion[J]. *Stroke*, 2023, 54(4):983-991. DOI: 10.1161/STROKEAHA.122.042292.
- [41] Lange KS, Mourand I, Coget A, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in early central retinal artery occlusion[J]. *Eur Stroke J*, 2023, 8(4):974-981. DOI: 10.1177/23969873231190716.
- [42] Masarwa D, Raskin E, Haas K, et al. Central retinal artery occlusion as a presenting symptom in Eales' disease: a case report[J]. *J Med Case Rep*, 2023, 17(1):309. DOI: 10.1186/s13256-023-04003-y.
- [43] McGuire D, Calleja R, Pai E, et al. Emergency department doppler assessment of a central retinal artery occlusion: case report[J]. *Clin Pract Cases Emerg Med*, 2024, 8(2):115-119. DOI: 10.5811/cpcem.1520.
- [44] Schmidt D. [On conservative treatment of central retinal artery occlusion][J]. *Ophthalmologie*, 2022, 119(10):1081-1082. DOI: 10.1007/s00347-022-01715-2.
- [45] Ørskov M, Vorum H, Larsen TB, et al. Retinal artery occlusion as an early indicator of macrovascular complications in diabetes [J]. *Am J Med*, 2023, 136(2):179-185. DOI: 10.1016/j.amjmed.2022.09.012.
- [46] Williamson J, Sharma A, Murray-Douglass A, et al. Outcomes of hyperbaric oxygen treatment for central and branch retinal artery occlusion at a major Australian referral hospital[J]. *Diving Hyperb Med*, 2023, 53(3):224-229. DOI: 10.28920/dhm53.3.224-229.
- [47] Kozner P, Eichenmann L, Ceska Burdova M, et al. Long-term outcomes of intravenous fibrinolysis in central retinal artery occlusion[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1):20505. DOI: 10.1038/s41598-023-47987-9.
- [48] Arrigo A, Knutsson KA, Rajabjan F, et al. Combined central retinal vein occlusion and branch retinal artery occlusion treated with intravitreal dexamethasone implant: a case report[J]. *Eur J Ophthalmol*, 2021, 31(2):NP74-NP76. DOI: 10.1177/1120672120909181.
- [49] Suzuki T, Obata R, Inoue T, et al. Intravenous lipo-prostaglandin E1 administration for patients with acute central retinal artery occlusion [J]. *BMJ Open Ophthalmol*, 2022, 7(1):e001014. DOI: 10.1136/bmjophth-2022-001014.
- [50] Weinberger AW, Siekmann UP, Wolf S, et al. [Treatment of acute central retinal artery occlusion (CRAO) by hyperbaric oxygenation therapy (HBO)--pilot study with 21 patients][J]. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2002, 219(10):728-734. DOI: 10.1055/s-2002-35687.
- [51] Di Vincenzo H, Kauert A, Martiano D, et al. Efficacy and safety of a standardized hyperbaric oxygen therapy protocol for retinal artery occlusion[J]. *Undersea Hyperb Med*, 2022, 49(4):495-505. DOI: 10.22462/07.08.2022.9.
- [52] Masters TC, Westgard BC, Hendriksen SM, et al. Case series of hyperbaric oxygen therapy for central retinal artery occlusion[J]. *Retin Cases Brief Rep*, 2021, 15(6):783-788. DOI: 10.1097/ICB.0000000000000895.
- [53] Butler FK, Hagan C, Van Hoesen K, et al. Management of central retinal artery occlusion following successful hyperbaric oxygen therapy: case report[J]. *Undersea Hyperb Med*, 2018, 45(1):101-107.
- [54] Au S. The hyperbaric oxygen therapy protocol in acute central retinal artery occlusion seen within 24 hours at a tertiary institution [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(11):106044. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.106044.
- [55] Zhang Y, Xing Z, Deng A. Unveiling the predictive capacity of inflammatory and platelet markers for central retinal artery occlusion [J]. *Thromb Res*, 2023, 232:108-112. DOI: 10.1016/j.thromres.2023.11.004.
- [56] Liu WY, Tang YH, Chen YH. Antithrombotic use in retinal artery occlusion: a narrative review[J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2025, 41(4):e12938. DOI: 10.1002/kjm2.12938.
- [57] Pm G, R A, Dhar S, et al. "Cilioretinal artery occlusion: current scenario"[J]. *Eur J Ophthalmol*, 2025, 35(5):1896-1900. DOI: 10.1177/11206721251345616.
- [58] Rickmann A, Bisorca-Gassendorf L, Januschowski K, et al. [Transluminal laser embolectomy for hemi-central retinal artery occlusion][J]. *Ophthalmologie*, 2022, 119(7):744-747. DOI: 10.1007/s00347-021-01441-1.
- [59] Huang L, Wang Y, Zhang R. Efficacy and safety of intra-arterial thrombolysis in patients with central retinal artery occlusion: a systematic review and meta-analysis[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2023, 261(1):103-113. DOI: 10.1007/s00417-022-05797-1.
- [60] Poli S, Grohmann C, Wenzel DA, et al. Early reperfusion therapy with intravenous alteplase for recovery of VISION in acute central retinal artery occlusion (REVISION): study protocol of a phase III trial[J]. *Int J Stroke*, 2024, 19(7):823-829. DOI: 10.1177/17474930241248516.
- [61] Shah R, Gilbert A, Melles R, et al. Central retinal artery occlusion: time to presentation and diagnosis [J]. *Ophthalmol Retina*, 2023, 7(6):527-531. DOI: 10.1016/j.oret.2023.01.005.
- [62] Roskal-Walek J, Mackiewicz J, Walek P, et al. Long-term mortality after retinal artery occlusion - a single centre study[J]. *Ann Agric Environ Med*, 2023, 30(2):252-258. DOI: 10.26444/aaem/167379.
- [63] Venkatesh R, Mutalik D, Reddy NG, et al. Retinal vessel wall imaging using fluorescein angiography and adaptive optics imaging in acute branch retinal artery occlusion[J]. *Eur J Ophthalmol*, 2023, 33(4):NP85-NP90. DOI: 10.1177/11206721221113202.
- [64] Rosignoli L, Chu ER, Carter JE, et al. The effects of hyperbaric oxygen therapy in patients with central retinal artery occlusion: a retrospective study, systematic review, and meta-analysis [J]. *Korean J Ophthalmol*, 2022, 36(2):108-113. DOI: 10.3341/kjo.2021.0130.
- [65] Shahjoui S, Bavarsad Shahripour R, Dumitrascu OM. Thrombolysis for central retinal artery occlusion: an individual participant-level meta-analysis[J]. *Int J Stroke*, 2024, 19(1):29-39. DOI: 10.1177/17474930231189352.
- [66] 杨芳宇, 余鹏, 徐丽, 等. 超选择眼动脉溶栓治疗视网膜中央动脉阻塞的应用效果[J]. *中华外科杂志*, 2025, 63(9):842-849. DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20250227-00096.
- [67] Lin JC, Song S, Ng SM, et al. Interventions for acute non-arteritic central retinal artery occlusion [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2023, 1(1):CD001989. DOI: 10.1002/14651858.CD001989.pub3.
- [68] Yang CC, Weng CC, Chou YB, et al. Visual outcomes of central retinal artery occlusion: exploring treatment strategies beyond the conventional time window[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2025, 34(3):108240. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2025.108240.

[69] Kobkitsuksakul C, Namphol N, Sirilert B, et al. Vision salvage using intra-ocular arterial alteplase combine with nimodipine in central retinal artery occlusion (VISION) [J]. Clin Ophthalmol, 2023, 17;1215-1222. DOI: 10.2147/OPHT.S407617.

[70] Kim MS, Byun SJ, Woo SJ, et al. A 12-year nationwide cohort study on the association between central retinal artery occlusion and cancer [J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2023, 261(7):1893-1900. DOI: 10.1007/s00417-023-05984-8.

[71] 亚·娜仁, 刘闫, 周霞, 等. 视网膜中央动脉阻塞患者脑血管造影特征分析及预后研究 [J]. 首都医科大学学报, 2025, 46(1): 15-21. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7795.2025.01.004.

[72] Lazaar H, Moumni A, Aziz A, et al. Unilateral central retinal artery occlusion revealing giant cell arteritis: a case report [J]. Cureus, 2025, 17(3):e80452. DOI: 10.7759/cureus.80452.

[73] Lee KE, Tschoe C, Coffman SA, et al. Management of acute central retinal artery occlusion, a "retinal stroke": an institutional series and literature review [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2021, 30(2): 105531. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105531.

[74] Romiti GF, Corica B, Borgi M, et al. Inherited and acquired thrombophilia in adults with retinal vascular occlusion: a systematic review and meta-analysis [J]. J Thromb Haemost, 2020, 18(12):3249-3266. DOI: 10.1111/jth.15068.

[75] Hu H, Zhang B, Zhao Y, et al. Efficacy of intra-arterial thrombolysis for acute central retinal artery occlusion: a meta-analysis [J]. Eur Neurol, 2022, 85(3):186-194. DOI: 10.1159/000520443.

[76] Wieder MS, Blace N, Szelcchter MM, et al. Central retinal artery occlusion associated with patent foramen ovale: a case report and literature review [J]. Arq Bras Oftalmol, 2021, 84(5):494-498. DOI: 10.5935/0004-2749.20210073.

[77] Pugazhendhi S, Yan Y, Liao YJ. Multimodal ophthalmic imaging of nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy with and without optic disc drusen [J]. J Neuroophthalmol, 2022, 42(1):e349-e351. DOI: 10.1097/WNO.0000000000001242.

[78] Rmili MF, Chebil A, El Matri K, et al. Central retinal artery occlusion after spinal surgery: case report and literature review [J]. Eur J Ophthalmol, 2024, 34(2):NP63-NP67. DOI: 10.1177/11206721231210745.

[79] Hellmich B, Agueda A, Monti S, et al. 2018 update of the EULAR recommendations for the management of large vessel vasculitis [J]. Ann Rheum Dis, 2020, 79(1):19-30. DOI: 10.1136/annrheumdis-2019-215672.

(收稿日期:2025 - 09 - 05)
(本文编辑:李鑫)

中华医学会神经外科学分会第九届委员会名单 (2025 ~)

主任委员:毛颖

前任主任委员:王硕

候任主任委员:于炎冰

副主任委员(按姓氏笔画排序):兰青 刘建民 张鸿祺 陈高 岳树源 康德智

常务委员(按姓氏笔画排序):

于炎冰 王东海 王硕 毛颖 史怀璋 冯华 兰青 吉宏明 刘志雄 刘建民
更·党木仁加甫 吴安华 余化霖 辛涛 张鸿祺 陈高 陈谦学 岳树源 屈延
赵元立 钟平 徐建国 郭英 诸葛启钊 康德智 蒋宇钢 蒲军 漆松涛 潘亚文

委员(按姓氏笔画排序):

于炎冰 马驰原 马杰 马辉 丰育功 王大明 王中 王东海 王占祥 王宏勤
王茂德 王海军 王硕 王新军 尤永平 牛朝诗 毛颖 卞留贯 史怀璋 冯大勤
冯华 兰青 吉宏明 吕胜青 朱永坚 朱涛 朱巍 刘丕楠 刘如恩 刘志雄
刘建民 闫东明 许民辉 李世亭 李蕴潜 杨刚 杨华 杨新宇 更·党木仁加甫
吴安华 吴波 吴科学 佟小光 余化霖 辛涛 张力伟 张剑宁 张晓华 张鸿祺
张强 张黎 陈礼刚 陈劲草 陈高 陈菊祥 陈谦学 罗坤 岳树源 屈延
屈建强 赵元立 赵冬 赵国光 赵建农 柯以铨 钟平 姜维喜 祝新根 格桑顿珠
贾旺 柴尔青 钱涛 倪石磊 徐建国 高乃康 高翔 郭英 唐晓平 诸葛启钊
康德智 梁国标 蒋传路 蒋宇钢 程宏伟 蒲军 楼美清 雷霆 漆松涛 潘亚文