

神经介入影像技师操作规范专家共识

中华医学会影像技术分会介入影像学组

中国医师协会医学技师专业委员会

中国医药教育协会医学影像技术专业委员会介入放射技术工作组

DOI:10.13437/j.cnki.jcr.2024.09.005

1 共识形成背景

脑血管疾病严重危害着国民身心健康,是我国成人致死和致残的主要病因,具有高发病率、高复发率、高致残率、高死亡率和高经济负担等特点^[1-4]。精准化神经介入诊疗技术的广泛开展,有效缓解了脑血管疾病对人民群众的危害^[1-3]。然而,在相关诊疗团队的建设中,神经介入影像技师操作水平参差不齐。因此,相关影像技术从业者的操作规范化势在必行。本篇为神经介入影像技师操作规范,包括:神经介入治疗适用疾病种类和范围、神经介入手术规划、体位设计及手术流程、数字减影血管造影(DSA)设备参数设定、剂量管理与防护措施、高压注射器参数设定、神经介入图像处理技术规范、神经介入影像新技术规范。

2 神经介入治疗适用疾病种类和范围

DSA是常规血管造影术与计算机技术以及图像处理术相结合的综合技术,是诊断和评估各种血管疾病的“金标准”^[4-6]。二维DSA(2D-DSA)可以帮助确定所在血管病变的大小、形状和位置,也可以进行血管病变长度以及狭窄程度等各种分析^[7,8]。三维DSA(3D-DSA)更清晰地显示血管的整体形态结构以及血管空间位置,包括血管的走向、狭窄、闭塞、畸形等情况,为下一步的介入治疗提供计划或非计划手术治疗的评估起到非常重要的作用。常见的头颈部血管疾病如下^[9,10]。

2.1 动脉疾病

颅内动脉瘤(aneurysms):颅内动脉瘤是由于先天性发育异常或血管腔内压力增高等因素导致局部血管壁损害,在血流动力学负荷和其他因素作用下,逐渐扩张形成的瘤状或异常膨出。动脉瘤是血管壁上局部持久存在的膨出,仅有外膜和中膜组成的薄壁。颅内动脉瘤是最常见的引发致残和致死的血管疾病之一^[11,12],以基底节末端动脉瘤、后交通动脉瘤和前交通动脉瘤为多见,但可以发生在大脑的血管(脑

动脉瘤)或颈动脉等任何部位^[13-17]。

动脉夹层(arterial dissection):动脉夹层临床上通常是指动脉腔内由于血压波动引起的,血液从动脉内膜撕裂处进入动脉中膜,并沿着动脉长轴方向扩展,破口与动脉真腔相交通形成动脉真、假腔病理改变的一种疾病^[18]。颅内供动脉夹层常见于颈内动脉或椎动脉,可能导致脑血流量减少或闭塞^[19]。

血管狭窄(stenosis):血管狭窄是由于各种原因造成的血管腔狭窄、血流缓慢,血管内径因斑块堆积和钙化及其他原因影响正常血流,从而使血流流速减少^[20]。动脉狭窄引起的缺血症状,在临床上我们可以通过CTA,或者金标准脑动脉造影来明确狭窄的程度。常见的原因有动脉粥样硬化、血栓形成和血管炎等^[21-23]。

2.2 静脉疾病

静脉血栓(venous thrombosis):静脉血栓是指纤维蛋白、红细胞以及不等量的血小板和白细胞在静脉内形成凝血块,引起血管部分或完全血栓栓塞,导致相应部位供血障碍。静脉内血液凝固形成血栓,可能导致血流受阻^[24]。静脉血栓症有两种:一是血栓性静脉炎,它是指炎症为首发而血栓形成是继发的;另一个是静脉血栓形成,它是指血栓形成为首发现象,静脉壁的炎症过程是继发的^[25]。颅内静脉窦血栓为颅内常见疾病^[26,27]。

静脉畸形(venous malformations):静脉畸形是指静脉血管发育异常导致的结构畸形。该病的病因尚不明确,可能与胚胎期静脉发育结构异常有关^[28]。静脉畸形可发生于颊、颈、眼睑、唇、舌或口底部、口腔黏膜、四肢、肝脏、脊柱及其他部位,以下肢和头颈部多见^[29,30]。

2.3 动静脉畸形

动静脉畸形(arteriovenous malformations,AVM):脑AVM是一种先天性局部脑血管发育异常,病变部位在脑动脉与脑静脉之间缺乏毛细血管,动脉直接与静脉相接,形成了脑动、静脉之间的短路,血流阻力骤然减少,导致局部脑动脉压下降,脑静脉压升高,由此发生一系列脑血流动力学紊乱和病理生理过程^[31,32]。脑AVM的临床表现多样,约30%~65%的患者以出血为首发症状,青年人额、颞部血管畸形多以抽搐为首发症状,也可伴随有头痛和神经功能损害等表现,儿童大脑AVM还可导致心力衰竭、脑积水等并发症^[33,34]。

本研究系北京医学奖励基金会资助项目(编号:YXJL-2022-0665-0186)

执笔单位:050000 石家庄河北省中医院导管室(高丽敏);河北医科大学第四医院放射科(王红光、李博);华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科(雷子乔);四川大学华西医院放射科(李真林);首都医科大学附属同仁医院放射科(牛延涛);共同第一执笔人:高丽敏、王红光、李博;通讯执笔人:雷子乔、李真林、牛延涛

动静脉瘘(arteriovenous fistulas, AVF): 动脉和静脉之间存在异常通道, 称为 AVF。由于动脉的血液通过孔道流入伴行的静脉, 可造成瘘的局部血管病变和瘘局部、周围循环和全身系统的血流动力学变化^[35, 36]。可分先天存在或后天因外伤所致: 先天性 AVF 是由胚胎的中胚层在发育演变过程中, 动静脉之间残留的异常通道而引起; 后天性 AVF 主要由外伤引起, 包括贯通伤、挤压伤等(如各种穿刺伤、枪伤、钢铁和玻璃碎片飞击伤等)。受伤局部形成血肿, 血肿机化后形成 AVF 的囊壁^[37, 38]。

3 神经介入手术规划、体位设计及手术流程

在头颈部血管的介入诊疗过程中, 精准的影像引导是实现治疗成功的关键。这一过程不仅涉及到复杂的临床决策, 还高度依赖术者与影像技师之间的紧密合作^[39, 40]。介入手术的流程通常开始于详细的术前规划, 这一阶段术者需要依赖影像技师提供清晰、准确的血管图像, 以评估病变情况并

规划治疗策略^[41-43]。

3.1 介入手术规划概览

术前规划: 术者根据介入影像技师提供的影像资料评估, 包括 CT、MRI 或 US 等, 进行头颈部血管病变评估和手术路径规划。

术中实施: (1) 体位选择与影像获取: 在实际介入手术中, 术者根据介入影像技师术前协助制定的规划指导调整患者体位, 以获得最佳的影像视角, 确保对头颈部目标血管区域的清晰可视化^[43-45]。(2) 实时影像引导: 手术过程中, 术者依赖介入影像技师实时提供精确的头颈部血管影像支持, 通过不同的摄影体位和技术参数调整, 精细操作介入器械, 以实现病变的精准治疗。(3) 术后评估: 手术完成后, 术者再次依赖介入影像技师进行术后影像获取(术后 C 臂 CT、减影 3D、多角度造影评估), 评估治疗效果, 确保病变得到有效控制。

3.2 体位设计与参数设定

在整个介入手术流程中, 术者对介入影像技师的依赖性体现在每一个环节。从术前的病变评估和治疗规划, 到术中的实时导航, 再到术后效果评估, 每一步都需要高质量的影像支持。因此, 选择合适的摄影体位对于确保获得高质量和诊断性强的图像至关重要。体位的选择取决于目标血管的位置、走行以及是否存在病变。

通常在进行脑动脉造影之前, 需要进行主动脉弓造影了解主动脉弓、颈动脉以及椎动脉的起点分布情况, 采取左前斜位 45°~60°, 对比剂常规选用 300~370 mgI/ml 非离子型对比剂, 注射参数一般设定



图1 介入手术操作流程 图2 介入影像技术流程

流率为 12 ~ 15 ml/s、总量为 20 ~ 30 ml、压力为 500 ~ 600 psi 注射、曝光都不需要设定延迟。使主动脉弓、头臂干、左颈总动脉、左锁骨下动脉以及椎动脉显示清晰。颅内血管造影摄影体位,包括汤氏位 30°(Towne's)、前后位(AP)、侧位(lateral)、斜位(oblique)以及头位(cranial)和尾位(caudal)倾斜等。

汤氏位 30°(Towne's):(1)应用:颅内血管造影常规采用此体位,用于观察颅内血管的总体布局,如颈内、外动脉的起始部和椎动脉的入颅路径。(2)优点:提供一个直观的血管走向概览,有助于初步评估与定位。(3)适用于:颈内动脉(ICA)的颅内段、椎动脉与基底动脉的汇合区域。(4)曝光参考条件:管电压 75 kV,管电流 8 ~ 12 mAs。

前后位(anteroposterior,AP):(1)应用:观察头颈部血管的总体布局,如颈内、外动脉的起始部和椎动脉的入颅路径。(2)优点:提供一个直观的血管走向概览,有助于初步评估与定位。(3)适用于:颈内动脉(ICA)的颅内段、椎动脉与基底动脉的汇合区域。(4)曝光参考条件:管电压 75 kV,管电流 8 ~ 12 mAs。

侧位(lateral):(1)应用:对于评估特定血管的走行、病变(如动脉瘤、狭窄)非常有用,尤其是当这些结构在 AP 位中叠加时。(2)优点:可以清晰地展现血管的前后走向,有助于识别血管的病变部位。(3)适用于:颈动脉的分叉区、椎动脉的颅底进入点。(4)曝光参考条件:管电压 75 kV,管电流 8 ~ 12 mAs。

斜位(oblique):(1)应用:斜位介于 AP 和 lateral 之间,可以更好地展示某些血管结构,尤其是当这些结构在其他两个平面上显示不清晰时。(2)优点:可以减少血管的重叠,提供更清晰的血管分支图像。(3)适用于:颈内、外动脉的分叉区、椎动脉的起始部以及复杂的血管畸形区域。(4)曝光参考条件:管电压 75 kV,管电流 8 ~ 12 mAs。

头位(cranial)和尾位(caudal)倾斜:(1)应用:通过改变 X 射线束的角度(向头部或尾部倾斜),可以更好地视图某些血管结构,特别是在这些结构因解剖原因在传统平面上显示不佳时。(2)优点:有助于分辨接近骨结构或深入脑内的血管,减少骨骼的干扰。(3)适用于:评估颅内血管畸形、颅底血管结构。(4)曝光参考条件:管电压 75 kV,管电流 8 ~ 12 mAs。

总之,摄影体位的选择既要考虑患者的具体情况和术者需要评估的血管区域,又要兼顾从多个角度获取图像,全面评估血管病变。根据术前影像作为参考,结合术中术者“冒烟”操作,适时调整摄影角度以获得最佳视图。

3.3 手术流程(图 1,2)

(1)仔细核对患者基本信息,了解病人是否有对比剂过敏史。

(2)准备并核对患者术前影像资料。

(3)录入患者信息,并选择合适模式。

(4)高压注射器的准备。

(5)检查防护用品。

(6)术者穿刺,选择 5F/6F 鞘,穿刺部位桡动脉、肱动脉、股动脉(穿刺部位腹股沟韧带下方 3 ~ 4 cm,穿刺夹角 30° ~ 45°),必要时透视检查。

(7)首先进行主动脉弓造影,嘱患者屏气,曝光时间要长,观看有无盗血情况,同时选择最佳充盈像,上传图像。

(8)颈总动脉造影以及椎动脉造影,一般取正侧位图像做智能路图(roadmap),术者根据智能路图,将导丝送到靶血管(颈内动脉或者颈外动脉),介入影像技师取消路图,并调整高压注射器参数,根据患者的年龄、性别、血管情况以及导管头的位置等进行参数的选择。

(9)特殊检查(3D-DSA、C 臂 CT)时,首先根据临床医师需要,激活 3D-DSA 或者 C 臂 CT,提醒术者,缩小视野,将靶血管放在视野中心;透视下找正位、侧位的目标区域,进行测试,测试时注意观察设备不能有碰撞现象发生;同时调整高压注射器的参数。

(10)特殊检查完成后,介入影像技师在后处理工作站,根据临床需要做相应的后处理,比如传功能位、进行图像的测量和图像的融合等。

(11)造影结束后,有选择性地传送图像到医院 PACS、打印胶片。胶片打印要求包括靶血管的动脉期、静脉期以及毛细血管期。特殊病例需刻盘保存。

(12)手术结束至少 20 分钟后才可以关机,不关主电源,以保持探测器温度。

4 剂量管理与防护措施

神经介入诊疗剂量包括透视剂量和曝光剂量。可记录在介入手术报告中。

目前,由于国内不同品牌 DSA 设备对于器官程序名称的命名各不相同,且多具有自动剂量控制系统。曝光采集自动给出管电压、管电流量及剂量水平。头颈部器官程序的设定(透视、采集),包括电离室选择、照射野、滤过组合设定以及基本图像处理参数设定与修改等。因此,在参数设定时,应根据摄影部位选择颈内和/或颅内模式,透视帧率可在 6 ~ 15 帧/秒之间选择,采集帧率可在 4 ~ 7.5 帧/秒之间选择。采集时间的设定与调整,以提供清晰术中影像,保证诊疗质量为前提,降低射线剂量。

神经介入手术,应严格遵守防护三原则。良好的操作习惯和熟练的操作技术可得到清晰的图像和有效地减少医患辐射剂量。患者尽量靠近探测器,远离 X 线球管,以减少辐射剂量;在不影响观察与诊断的前提下,尽可能缩小视野(field of view,FOV)。尽最大可能使用短时间透视,减少不必要的曝光;对患者使用力所能及的防护措施。

人体对辐射的高敏感度组织有淋巴组织、胸腺、骨髓、胃肠上皮、性腺和胚胎组织。因神经介入治疗需要经股动脉或者桡动脉进行穿刺,应对患者敏感部位如性腺和腹股沟部淋巴结,使用 0.25 mmPb 的铅围裙进行防护。在正常穿刺部位消毒情况下,同时需要对防护铅皮外加消毒套。另外,对于置留导尿管的患者,特别注意不要压折导尿管等。

5 高压注射器参数设定

在进行头颈部血管的 DSA 血管造影时,高压注射器注射参数,包括流率、总量和压力,对于确保图像质量和患者安全都非常重要(表 1)。需要注意的是,这些参数可能因设备、对比剂类型、导管类型、患者的具体情况(如体重、年龄、肾功能等)以及医师的习惯而有所不同。

表 1 介入诊疗中头颈部血管参数设定

血管名称	流率 (ml/s)	总量 (ml)	压力 (psi)	图像帧率 (帧/秒)
颈内动脉 (ICA)	4~6	6~8	150~200	4~7.5
颈外动脉 (ECA)	3~4	5~6	150~200	4~7.5
椎动脉(vertebral artery)	3~4	5~6	150~200	4~7.5
颈内静脉 (IJV)	2~3	8~14	150~200	4~7.5
颈外静脉 (EJV)	2~3	6~12	150~200	4~7.5

表 1 中参数可作为参考,实际操作中,应根据每个患者的具体情况调整注射参数,以获得最佳的影像效果并保证患者安全。例如,对于较细小或可能存在病变的血管,可调节流率和总量以降低造成损伤的风险。对于有肾功能不全的患者,可减少对比剂的总量。此外,使用不同类型和浓度的对比剂也会影响到具体的注射参数。在进行 DSA 造影操作前,应详细评估患者的基本状况,并进行适当的调整。

6 神经介入图像处理技术应用规范

在 DSA 图像处理中,遵循操作规范是确保图像质量、提高诊断准确性和治疗安全性的关键。除常用的图像减影、边缘增强、图像重组外,动态血流分析、血管计量学分析、图像融合的应用趋于常态。鉴于 DSA 设备品牌功能命名不同,以下是六种常用图像处理技术的操作规范:

6.1 图像减影

方式:在注射对比剂前,获取一幅或多幅背景图像作为蒙片(mask),注射对比剂后,获得血管充盈的图像(造影像),使用软件自动或手动减去背景图像,得到凸显血管图像(减影图像)。

技术要点:确保背景图像与血管充盈图像在相同的位置和形态,以减少配准误差。调整减影强度,以优化血管与背景的对比如。

6.2 边缘增强

方式:选择需要增强边缘的图像区域。应用边缘增强算法,如梯度增强或拉普拉斯算法。调整窗宽窗位,调整增强参数,直到血管边缘清晰可见。

技术要点:避免过度增强,以免造成伪影或掩盖细小的血管结构。

6.3 图像重组

二维重组:(1)方式:选择一系列二维图像,使用图像处理软件调整图像的方向或合并图像。保存调整后的图像以供分析。(2)技术要点:确保每一幅图像的方向和位置准确对应,以保证重组的准确性。

三维重组:(1)方式:采集一系列沿不同角度获取的二维图像。应用三维重组软件进行处理,生成三维模型。调整影像的视角和深度,以便深入观察。(2)技术要点:保证二维图像的质量和完整性,以便获得高质量的三维重组结果。

动态血流分析:(1)方式:在 DSA 检查过程中,连续捕获一系列图像。使用动态分析软件跟踪对比剂通过血管的路径。分析血流速度、方向和血管充盈情况。(2)技术要点:确保连续图像的时间间隔足够短,以准确捕捉血流动态,生成分析可视化影像(热力图、梯度图、直方图等)。

血管计量学分析:(1)方式:在 DSA 图像中标定感兴趣的血管段,使用血管测量工具测量血管的直径、长度和狭窄程度。对测量结果进行记录和分析。(2)技术要点:确保测量的准确性,可能需要校正图像的放大倍率或使用已知尺寸参照物(导管、钢球、标尺)进行图像定标。

图像融合:(1)方式:选择要融合的 DSA 图像和其他模态(CT、MRI、US)的图像。使用图像融合软件进行处理,叠加不同模态的图像,协助临床进行诊疗。(2)技术要点:确保图像融合过程中 DSA 图像和其他模态图像的骨性、参照物、病灶的匹配,精准化诊疗过程,防止图像匹配操作不当造成的误诊、漏诊。

7 神经介入影像新技术应用规范

随着影像技术在介入诊疗领域的快速发展,特别是在头颈部疾病治疗中,越来越依赖于高级影像技术功能。这些技术不仅提高了诊断的精确性,也使得治疗过程更为安全、高效。以下是对上述技术的讨论。

7.1 三维数字减影血管造影(3D-DSA)

数据采集:进行 3D-DSA 时,需要旋转 C 臂围绕患者采集一系列头颈部血管图像,覆盖 180°~270°的角度。旋转速度、角度间隔、图像帧率、图像放大倍数、对比剂用量(表 2)需根据预期的图像分辨率和重组需求调整。

表 2 3D-DSA 采集参数

血管区域	流率 (ml/s)	总量 (ml)	压力 (psi)	图像帧率 (帧/秒)	图像放大 倍数
颈内动脉	2~3	12~18	150~200	6~7.5	1.5
颈外动脉	2~3	8~16	150~200	6~7.5	1.5
椎动脉	2~3	12~15	150~200	6~7.5	1.5

重组技术:图像重组过程利用算法,如圆锥束回旋算法(cone-beam reconstruction)来从二维投影中构建三维体积。重组过程中,可能需要调整参数以优化图像质量。例如,通过增强信号处理来减少伪影和提高图像分辨率。

临床应用:3D-DSA 图像为术者提供了立体的血管网络视图,特别有助于理解血管的空间关系,如动脉瘤的颈部宽度和方向、血管畸形的供血和引流路径等,从而为精确的治疗规划和介入操作提供指导。

曝光及注射参数:注射流率 2~3 ml/s,总量 12~15 ml,压力 150~200 psi,注射延迟根据病变部位一般采用 2~3 s,

管电压 78 kV,管电流 10 mAs ~ 15 mAs。

7.2 三维路径图

软件工具: DSA 的 3D 路径规划软件可以实现在 3D 模型上直观地规划和模拟介入治疗器械的路径,包括可能的进入点、路径方向和目标区域。

实时应用: 介入手术中,3D 路径图可以与实时影像融合技术结合,采用术中 DSA 和/或术前 CTA、MRA 作为数据来源使用。例如,利用透视图像与预先规划的 3D 路径图叠加,为操作者提供实时的血管路径导航、辅助导管行进、弹簧圈栓塞、支架释放等。

7.3 C 臂 CT

扫描参数优化: 根据特定的诊疗需求,如解剖区域的大小和位置,调整 C 臂 CT 的扫描参数,包括扫描角度范围($10^{\circ}/s \sim 40^{\circ}/s$)、图像获取的帧率(30 帧/秒左右)以及高压注射器对剂参数(表 3)。

表 3 C 臂 CT 采集参数

应用区域	流率 (ml/s)	总量 (ml)	稀释比例	图像放大倍数
颈部血管	2 ~ 4	30 ~ 40	1: 4	1.3
	1.5 ~ 3	15 ~ 20	未稀释	1.3
颅内血管	2 ~ 4	30 ~ 40	1: 4	2.0 及以上
	1 ~ 2	10 ~ 20	未稀释	2.0 及以上

技术要点: (1) 三维重组与分析: C 臂 CT 图像的三维重组不仅提供了高分辨力的三维图像,还允许通过多平面重组(MPR)、容积重组(VR)等后处理技术进行深入分析。(2) 流率: 对比剂注入血管的速度。在 C 臂 CT 检查中,适中的流率有助于对比剂均匀分布,同时避免过快注射导致的患者不适或对比剂浪费。(3) 总量: 整个检查过程中注入的对比剂总量,需要确保整个扫描期间血管充分显影,但也要注意避免过量以减少患者的肾脏负担。(4) 稀释比例: 对比剂与生理盐水的混合比例。稀释对比剂可以减少对患者的副作用,同时保证足够的对比度。采用 350 mgI/ml 非离子型对比剂,稀释比例 1: 4。(5) 图像放大倍数: 图像放大的倍数选择取决于需要观察的血管区域的大小及其重要性,适当的放大可以帮助更好地观察细节。(6) 曝光、采集参数: 管电压 120 kV,管电流 10 mAs ~ 15 mAs, C 臂 CT 用于颅内支架采集时管电压 80 kV,管电流 18 mAs,增强 C 臂 CT 扫描时,视野尽可能的缩小,角度选择 10° 或者 20° ,高压注射器注射参数流率 2 ml/s,总量 40 ml,压力 150 ~ 200 psi,注射延迟时间 2 s。

注意事项: (1) 个体化调整: 上述参数应根据患者的具体情况个性化调整,包括患者对对比剂的敏感度、肾功能状况以及具体的血管区域。(2) 设备设置: 确保 C 臂 CT 设备的设置(如扫描角度、扫描时间等)与对比剂的使用参数相匹配,以获得最佳的图像质量。(3) 预防对策: 在注射对比剂前,评估患者对对比剂的过敏史,必要时进行预防性措施。并在注射过程中密切监测患者的生命体征和反应。

需注意,上述参数和注意事项仅供参考,实际操作时应遵循医院的实际情况和医疗标准,同时考虑到患者的特殊需求和设备的具体性能。

7.4 仿真支架植入分析

操作细节: (1) 预处理: 基于患者特定的血管模型,进行仿真前的预处理,包括血管几何结构的精确测量和血流动力学参数的设定。(2) 模拟和分析: 采用专业软件进行支架植入仿真,评估不同类型和尺寸的支架在特定血管条件下的适应性、展开方式及对血流影响。分析支架植入后的血管壁应力分布,预测可能的并发症,如支架移位或血管再狭窄。(3) 优化方案: 根据模拟结果,优化支架的选择和放置策略,包括调整支架的长度、直径、形状以及放置的精确位置,以确保最佳的治疗效果和最小的并发症风险。这一过程可能需要多次迭代模拟,直至找到最优解决方案。

8 总结

介入治疗在神经系统疾病中占越来越重要的地位,神经介入技术规范从神经系统常见疾病,体位设计、图像的后处理技术到 DSA 设备参数和高压注射器参数的选择等多方面、多角度阐述了神经介入影像技师操作流程以及注意事项,规范了神经介入要求、标准和手术流程,与临床科室密切协作,确保提高图像质量。

编写专家组成员(按照姓氏拼音排序):

安涛: 珠海市人民医院(暨南大学珠海临床医学院); 高丽敏: 河北中医药大学第一附属医院/河北省中医院; 雷子乔: 华中科技大学同济医学院附属协和医院; 李真林: 四川大学华西医院; 罗来树: 南昌大学第二附属医院; 李博: 河北医科大学第四医院; 孟庆民: 泰安市中心医院; 马金强: 华中科技大学同济医学院附属协和医院; 牛延涛: 首都医科大学附属北京同仁医院; 沙俊诚: 徐州医科大学附属医院; 王红光: 河北医科大学第四医院; 文自祥: 中山市人民医院; 荆晶: 解放军总医院第一医学中心; 向伟楚: 中国人民解放军中部战区总医院; 郁鹏: 首都医科大学附属北京同仁医院; 杨硕: 中国人民解放军火箭军特色医学中心; 朱栋梁: 华南理工大学附属广州市第一人民医院; 周新华: 厦门大学附属中山医院。

参考文献

- 1 国家卫生健康委员会. 中国卫生健康统计年鉴 2020 [M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2020: 279-295.
- 2 《中国脑卒中防治报告 2020》编写组,王陇德.《中国脑卒中防治报告 2020》概要[J]. 中国脑血管病杂志, 2022, 19: 136-144.
- 3 Chen Y, Wright N, Guo Y, et al. Mortality and recurrent vascular events after first incident stroke: a 9-year community-based study of 0.5 million Chinese adults [J]. The Lancet Global Health, 2020, 8(4): e580-e590.
- 4 Report on Stroke Prevention and Treatment in China Writing Group. 《中国脑卒中防治报告 2021》概要 [J]. 中国脑血管病杂志, 2023: 783-793.

- 5 娄昕,王雪扬. 神经血管影像技术在脑血管病中的应用进展[J]. 国际医学放射学杂志 2023 ,46: 125-130.
- 6 赖坚强. 78 例数字减影全脑血管造影分析[J]. 当代医学 2021 , 27: 128-130.
- 7 杨国强,刘东华,刁亚伟,等. 脑梗死患者急性期全脑血管造影的临床价值分析[J]. 当代临床医刊 2023 ,36: 63-64.
- 8 马廉亭,潘力. 脑血管造影仍是诊断脑血管病的金标准[J]. 中国现代神经疾病杂志 2007 ,7: 413-415.
- 9 袁梅飞,庄伟雄,朱志嫦,等. 旋转 DSA 在急性脑血管疾病中的应用价值[J]. 现代医用影像学 2021 ,30: 1371-1373.
- 10 Bradley N ,Andrew R ,Edwards J ,et al. Anterior Communicating Artery Complex Aneurysms: Anatomic Characteristics as Predictors of Surgical Outcome in 300 Cases [J]. World neurosurgery ,2019 , 122E896-E906.
- 11 陈美丹,陈建龙,赵军,等. 3D-DSA 在颅内动脉瘤诊断中的价值[J]. 中国医学装备 2020 ,17: 88-91.
- 12 Hanel A ,Kallmes F ,Lopes K ,et al. Prospective study on embolization of intracranial aneurysms with the pipeline device: the PREMIER study 1 year results [J]. Journal of neurointerventional surgery , 2020 ,12: 62-66.
- 13 李立,吴桥伟,张鸿运,等. 单纯血流导向装置与其联合弹簧圈栓塞治疗中型未破裂颅内动脉瘤的疗效对比分析[J]. 中华神经外科杂志 2022 ,38: 1215-1219.
- 14 刘雨芹. DSA 脑动脉造影对颅内动脉瘤诊断价值的研究[J]. 中西医结合心脑血管病电子杂志 2022 ,10: 140-142.
- 15 王玉婷,程美雄,柳思洁,等. 颅内动脉瘤破裂致蛛网膜下腔出血的严重程度的相关风险因素分析[J]. 实用放射学杂志 2023 , 39: 883-886.
- 16 Wu Y ,Wu F ,Liu YH ,et al. High-Resolution Magnetic Resonance Imaging of Cervicocranial Artery Dissection Imaging Features Associated With Stroke [J]. Stroke: A Journal of Cerebral Circulation , 2019 ,50: 3101-3107.
- 17 耿介文,翟晓东,吉喆,等. 中国颅内未破裂动脉瘤诊疗指南 2021 [J]. 中国脑血管病杂志 2021 ,18: 634-664.
- 18 黎杰,贺雄军,黎凯锋,等. 颅内动脉夹层的发病机制? 影像学特点和自然病程[J]. 中国卒中杂志 2020 ,15: 1067-1072.
- 19 陈红兵,李竹浩,洪华,等. 致缺血性卒中自发性脑动脉夹层 118 例临床和影像学特征分析[J]. 中华内科杂志 2016 ,55: 366-371.
- 20 Yadav JS ,Wholey MH ,Kuntz RE ,et al. Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. [J]. The New England journal of medicine 2004 ,351: 1493-1501.
- 21 中华医学会外科学分会血管外科学组. 颈动脉狭窄诊治指南 [J]. 中国血管外科杂志(电子版) 2017 ,9: 169-175.
- 22 王桂红,王拥军,姜卫剑,等. 缺血性脑血管病患者脑动脉狭窄的分布及特征[J]. 中华老年心脑血管病杂志 2003 ,5: 315-317.
- 23 刘冬,张慎和,郭菲. CTP 成像对重度颈动脉狭窄患者保守治疗反应性的评估价值[J]. 中国动脉硬化杂志 2023 ,31: 872-878.
- 24 王伟,贾强,王世波,等. 中性粒细胞胞外诱捕网在重症脑静脉窦血栓患者中的临床特征及其对急性期、亚急性期患者的预后价值研究[J]. 中华外科杂志 2024 ,62: 444-452.
- 25 李腾飞,田奇,史帅龙,等. 重型单侧横窦、乙状窦血栓形成的影像学特征及其血管内介入治疗疗效、安全性分析[J]. 中华神经医学杂志 2024 ,23: 42-47.
- 26 Skuza AA ,Polak M ,Undas A . Elevated lipoprotein(a) as a new risk factor of cerebral venous sinus thrombosis: association with fibrin clot properties [J]. Journal of thrombosis and thrombolysis ,2019 ,47: 8-15.
- 27 吴大号,王常贞,林涛. 脑静脉、静脉窦血栓形成的临床特征[J]. 中国临床神经外科杂志 2023 ,28: 43-45.
- 28 陈其钻,王守森. 颅内静脉窦的解剖学结构及其临床意义[J]. 中国临床解剖学杂志 2020 ,38: 536-539.
- 29 吕培贤. 脑静脉畸形治疗的研究进展[J]. 中国临床神经外科杂志 2022 ,27: 306-307.
- 30 Zhang S ,Ma L ,Wu CX ,et al. A rupture risk analysis of cerebral cavernous malformation associated with developmental venous anomaly using susceptibility-weighted imaging [J]. Neuroradiology 2020 ,62: 39-47.
- 31 黄戈,冯正健,李小辉,等. 介入栓塞术治疗脑动静脉畸形的疗效及影响因素[J]. 中国老年学杂志 2015: 317-319.
- 32 王威,盖延廷,简新革,等. 介入栓塞治疗脑动静脉畸形[J]. 中国微创外科杂志 2019 ,19: 498-501.
- 33 张文兰,马晓民,金娟. CT、DSA 和 MRI 诊断脑动静脉畸形[J]. 中国医学影像学杂志 2005 ,13: 310-313.
- 34 刘启锋,王树新,刘明,等. 脑动静脉畸形血管内治疗的并发症及其防治[J]. 中华神经外科疾病研究杂志 2006 ,5: 268-269.
- 35 Spergel LM ,Ravani P ,Roy-Chaudhury P ,et al. Surgical salvage of the autogenous arteriovenous fistula (AVF) . [J]. Journal of nephrology 2007 ,20: 388-398.
- 36 赵永超,王梅云,王嫣,等. 4D-ASL 在颅脑动静脉畸形、动静脉瘘和烟雾病中的应用研究进展[J]. 磁共振成像 2020 ,11: 817-819.
- 37 赵剑婷,车振勇,吕发金,等. 脑血管畸形的 VCTDSA 研究[J]. 中国实用神经疾病杂志 2010 ,13: 23-25.
- 38 王晓东,Salvatore JA ,Sclafani. 108 例创伤性动静脉瘘的介入诊疗分析[J]. 介入放射学杂志 2010 ,19: 521-526.
- 39 郑传胜,吕维富,李智岗. 介入治疗学[M]. 第 1 版. 北京: 科学出版社 2021: 44-76.
- 40 余建明,主编. 实用医学影像技术[M]. 第 1 版. 北京: 人民卫生出版社 2015: 690-789.
- 41 中华医学会放射学分会介入学组. 中国 Stanford B 型主动脉夹层影像诊断和介入治疗临床指南[J]. 中华放射学杂志 2023 , 57: 457-473.
- 42 郭德华,孔令华,白卫星,等. 脑血管介入手术机器人的研究进展[J]. 中华放射学杂志 2021 ,55: 682-686.
- 43 张涛,于嘉,方伟,等. 中国神经介入穿刺建立专家共识[J]. 中国脑血管病杂志 2023: 637-649.
- 44 杨斌,陈刘炜,卢昊,等. 神经介入通路建立专家共识[J]. 中国脑血管病杂志 2023: 493-505.
- 45 邵巧瑜. 数字减影血管造影引导下神经介入联合静脉溶栓治疗急性缺血性脑卒中效果观察[J]. 中国乡村医药 2024 ,31: 1-3.

(收稿: 2024 - 05 - 21 修回: 2024 - 07 - 18)

(本文编辑: 刘文胜)