

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2023.03.007

# 脑动脉瘤 DSA 影像质量控制的研究进展

黄超

(柳州市人民医院放射科, 广西柳州 545006)

**【摘要】**数字减影血管造影(DSA)是当前脑血管疾病诊断及疗效评估的“金标准”,对出血性脑卒中和缺血性脑卒中具有诊断上的高敏感度、高特异度和高准确度的优点。特别是对颅内动脉瘤进行 DSA 造影,可以明确载瘤血管,并可以从多角度观察动脉瘤体的起源、形态、位置、大小、瘤颈等情况,对颅内动脉瘤后期治疗方法的选择及术后评估起着非常重要的作用。介入影像是影像学诊断和治疗的依据,高质量的脑动脉瘤介入影像则是介入手术者在术中的重要指引,介入手术者需要依靠清晰的、实时的介入影像来诊断血管疾病,以确定下一步的检查与治疗方法。因此,介入影像质量的高低与介入手术成功与否息息相关。影响脑动脉瘤介入影像质量的因素较多,而对这些因素进行深入研究的相关文献并不多,需进一步研究。本文将重点分析脑动脉瘤介入影像质量的影响因素,总结提高脑动脉瘤介入影像质量的方法,目的是在合理的 X 射线辐射范围内提升介入影像的质量,提高介入手术的成功率。

**【关键词】** DSA 影像; 质量控制; 脑动脉瘤

**【中图分类号】** R812

**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242(2023)03-0267-05

## Research Progress in DSA Image Quality Control of Cerebral Aneurysms

HUANG Chao

(Department of Radiology, Liuzhou People's Hospital, Liuzhou, Guangxi 545006, China)

**【Abstract】**Digital Subtraction angiography (DSA) is the gold standard for diagnosis and evaluation of cerebrovascular disease. It has the advantages of high sensitivity, specificity and accuracy in diagnosis of hemorrhagic stroke and ischemic stroke. In particular, DSA of the cerebral aneurysm can identify the vessel carrying the aneurysm and observe the origin, shape, position, size and neck of the aneurysm from multiple angles, cerebral aneurysm plays an important role in the selection of treatment methods and postoperative evaluation. Interventional imaging is the basis of imaging diagnosis and treatment, and high-quality interventional imaging of cerebral aneurysm is an important guide for interventional surgery, which depends on clear and real-time interventional imaging to diagnose vascular diseases, to determine the next step of examination and treatment. Therefore, the quality of interventional imaging is closely related to the success of interventional surgery. There are many factors that affect the quality of interventional imaging of cerebral aneurysm, but there are not many factors that need further study. This article will focus on the analysis of the factors affecting the quality of interventional imaging of cerebral aneurysms, and summarize the methods to improve the quality of interventional imaging of cerebral aneurysms, to improve the success rate of interventional surgery.

**【Key words】** DSA Image; Quality Control; Cerebral Aneurysm

收稿日期: 2022-11-22

基金项目: 柳州市科技计划项目(2020NBAC0801)。

作者简介: 黄超(1981—),男,江苏省南京市人,临床医学学士,副主任技师,研究方向主要为放射介入技术。

## 0 引言

数字减影血管造影 (Digital Subtraction Angiography, DSA) 技术是介入放射学的重要组成部分, 是计算机与常规 X 射线血管造影相结合的一种检查方法, 相比传统血管造影检查, 该方法简便安全, 可用于人体各部位的血管造影检查。随着介入放射学的发展, DSA 技术逐渐成为血管造影及介入治疗不可或缺的医学手段。介入影像质量的高低直接影响介入诊断和治疗的效果。介入影像质量控制是介入质量控制领域永恒的话题, 其地位非常重要。图像质量是 DSA 设备的灵魂, 也是 DSA 设备质量最直观的反映。图像质量的好坏关系到介入手术的成功与否, 关系到患者的手术安全。DSA 影像资料质量的优劣直接影响介入诊疗信息的获取、判读, 是整个介入诊疗术质量控制中不可或缺的一环。

## 1 脑动脉瘤介入影像的重要性

DSA 是脑动脉瘤的重要检查方法之一, 并已在临床广泛应用。DSA 是当前脑血管疾病诊断及疗效评估的“金标准”, 在诊断上具有高敏感性、高特异度和高准确度的优势。DSA 具有良好的空间分辨率, 可清晰地显示全脑血管各级分支的走行和形态, 并且能够动态显示全脑血流动力学表现的真实情况。全脑血管造影不但能提供病变的确切位置, 也可以让医生清晰地了解靶血管病变的严重程度和范围, 为下一步的治疗提供比较可靠且直观的客观证据。特别是对颅内动脉瘤进行 DSA 造影, 可以从多个角度充分显示载瘤动脉及瘤体的形态、位置、大小、起源及瘤颈宽窄等情况, 对颅内动脉瘤后期治疗方法的选择及术后评估起着非常重要的作用, 具有全面、直观和动态等特点, 能够在造影的同时进行介入治疗栓塞, 达到一次性诊断和治疗的效果。高质量的全脑血管造影图像是临床医生对脑血管疾病进行准确诊疗的基本保证。介入影像是影像学诊断和治疗的依据, 在脑动脉瘤介入手术中, 介入手术者需要依靠清晰的、实时的介入影像来诊断血管疾病, 以确定下一步的检查和治疗方法。因此, 图像质量的优劣对诊断和治疗起关键作用<sup>[1]</sup>。颅内动脉瘤破裂是蛛网膜下腔出血的主要原因。脑血管造影可清晰、准确地显示颅内动脉瘤的形态位置及其与载瘤血管的关系, 对颅内动脉瘤的后期治疗十分重要。脑动脉瘤破裂患者早期行介入栓塞治疗, 能进

一步提高临床治疗效果, 减少并发症的发生, 缩短术后恢复时间<sup>[2]</sup>。脑动脉血管壁的厚度是其他部位动脉血管壁厚度的 2/3, 其周围缺乏组织支持, 且分支细小、众多、走行迂曲, 介入手术者在行动脉瘤介入栓塞术时, 需要对动脉瘤载体血管与其相邻血管之间的关系有全局的把控和清晰的判断, 才能做出精准的介入治疗。良好的介入影像能够充分展示各级血管分支, 血管边缘锐利, 弹簧圈、导管导丝显示清晰。

## 2 脑血管介入影像质量控制技术进展

随着脑血管疾病发病率的逐年快速上升, 对国内治疗脑卒中的手段提出了更高的要求, 及时、准确、有效的全脑血管造影和治疗在国内二级以上医院广泛开展。对于全脑血管造影和治疗的临床应用及相关并发症已有较多文献报道, 但对于全脑血管造影的介入影像质量控制因素尚鲜有报道。国内医院开展介入影像质量控制起步相对较晚, 如何提高介入影像质量成为众多介入技师和 DSA 设备生产厂家关注的热点<sup>[3]</sup>。国内外对于调节 DSA 成像参数, 特别是调节曝光参数和图像后处理参数以提高影像质量的相关研究较少, 且多以降低辐射剂量为首要考虑问题<sup>[4,5]</sup>。朱栋梁等<sup>[6]</sup>认为, 提高管电压、降低帧数等手段不仅可以大幅降低 X 射线辐射剂量, 还可以保证 DSA 图像质量, 满足诊断需要。有研究<sup>[7]</sup>表明, 血管造影机利用特有的窗口功能, 提高管电压, 可降低图像的动模糊度, 提高图像的清晰度和锐利度。管电压为 80kV 时, 碘离子吸收射线能力强, 使血管强化程度提升, 图像对比度增强, 可清楚显示脑血管造影图像。

如今介入手术不断向着多样化、复杂精细化方向发展, 这就要求 DSA 设备具有更高质量的影像, 为介入手术提供影像依据, 同时尽可能维持 X 射线辐射剂量在合理水平。图像质量是 DSA 设备存在的根本, 高质量的介入影像能为介入手术提供更好的安全保证。高质量的影像能让介入手术者做出更准确的判断, 从而提高手术疗效及安全性。经验丰富的介入手术者进行介入手术时更关心的是 X 射线曝光剂量的多少, 凭借经验和熟练的操作手法, 即使介入影像清晰度降低到一定程度, 也可以保证介入手术的成功率, 因而往往选择低剂量曝光模式, 但这样将以牺牲图像清晰度为代价。手术经验欠丰富的介入手术者则必须以清晰的介入影像为依据进行手术操作和诊断, 才能确保介

入手术的成功率。因此,各血管造影机厂家无不致力于开发高质量的影像,同时将X射线辐射剂量保持在较低水平。世界各大血管造影机厂家不断推出优质产品。例如,佳能公司2019年发布的全新血管机Alphenix以图像清晰、精确为特点,同时最大限度地减少X射线辐射剂量;西门子公司同年推出ARTIS icono系列,致力于在良好的图像质量与最小的辐射剂量之间取得平衡;飞利浦公司的DoseWise智能剂量管理系统,能在保持优异图像质量的基础上尽量降低X射线剂量,对X射线质量和参数进行自动优化以获得高清介入影像;通用电气公司的高速宽带数字化平板探测器可以获得更加宽广的动态范围内的X射线信号,使图像密度分辨率得到极大的提升,在不均匀密度的背景下仍然可以获得高清晰度的图像,将介入影像的部分细节完整显示,使介入影像质量得到极大的提高。与此同时,如何升级改良原有设备的影像质量,也是医院和各血管造影机厂家面临的挑战。受条件所限,在硬件设施不变的情况下,优化软件设置、调节参数可以让图像质量得到进一步提升<sup>[8]</sup>,这是提高DSA设备使用率的有效手段之一,也是医院对责任科室提出的工作要求。

### 3 影响介入影像质量的因素及相应的质控措施

#### 3.1 设备因素

介入影像质量的高低与DSA设备的性能及相关X射线曝光参数的稳定性密切相关,其中由DSA设备球管发出的X射线及X射线探测器功能和质量的稳定性是影响介入影像质量的关键,理想的X射线源应具备点源和高能量。优质的介入影像需要DSA设备具备根据具体情况自动调节管电压、管电流、焦点且性能优良的X线管。X射线探测器具有高分辨率、低失真度的特点,每帧图像的水平稳定度差异小于1%。Wischmann等<sup>[9]</sup>的研究表明,平板探测器的低剂量噪声优化技术、信号预处理和各种伪影校正对获得高质量的动态DSA影像起着至关重要的作用。为保证DSA设备的最佳性能,除严格按正常流程操作设备外,还要定期对DSA设备及其附属设施做保养检测,及时排除故障,保持DSA设备间整洁,环境温度控制在18~23℃、湿度控制在40%~60%,减少室内粉尘。

#### 3.2 成像方式和操作技术因素

术前选择相应的检查模式。每种预设好的检查模

式内均由一系列成像参数组成。而每种成像参数都不是独立存在的,必须和其他参数搭配才能起到最佳效果。DSA图像的质量受各种参数的制约<sup>[10]</sup>,如管电压、管电流、附加滤过、造影剂用量和图像后处理参数等。介入影像的质量与其成像环节中的各个因素都息息相关。提高介入影像质量要从DSA成像环节中的可变因素着手,目的是为介入手术者提供高质量的影像,实施精准治疗,兼顾介入手术者和患者所受的辐射剂量。成像参数的选择应该考虑周全,从多方面衡量某一参数的价值对其他参数的影响,不可顾此失彼。例如,头部的照射视野出现饱和效应,采像时可在视野密度低的部分采用补偿滤过,降低颅骨与空旷区之间的密度差,使X射线衰减趋于均衡,避免饱和和伪影的产生<sup>[11]</sup>;而对于烦躁易动的患者,在缩短曝光时间的同时,还需要增加管电压或管电流,保持一定的曝光量,使介入影像达到诊断要求;对于肥胖患者,要适当提高kV值,增加附加滤过,吸收过多的散射线;当靶血管是二、三级血管时,采用超选择血管造影可提高诊断率。

#### 3.3 造影剂因素

造影剂的注射量与注射速率直接影响血管影像的清晰和完整显示。造影剂的注射量过大、流速过大会引起患者的刺激症状加重,造成患者不自主地移动,还可引起导管头端位置改变、造影剂返流。造影剂的注射量不足则会造成目标血管不能完整显示或血管影像较淡。应根据病变性质和诊断目的选择不同的造影方式和注射参数。例如,当二维血管造影无法较好地显示动脉瘤细节时,可以采用3D旋转造影<sup>[12,13]</sup>;当患者自身情况允许时,采用较高浓度的造影剂,适当提高注射速率,可以使血管强化明显,提高介入影像的SNR值、CNR值,进而获得更高质量的图像<sup>[14]</sup>。

#### 3.4 患者本身因素

患者的心理因素、手术操作刺激或疾病等都可能使体位改变从而引起运动性伪影,造成介入影像质量下降,因此在可能的情况下采用全身麻醉方式进行介入治疗手术,或者采用约束、训练受检者配合等手段,也可以有效减少和消除运动性伪影。

### 4 结论

神经介入手术属于微创手术,介入手术者进行动脉瘤介入治疗时要求有清晰的影像作为依据,才能做

出准确的判断并进行操作。降低辐射剂量是以牺牲图像质量为代价的,如何平衡两者之间的关系是一个难题,也是争议所在。优化组合相关 DSA 图像质量参数,旨在提高 DSA 图像质量,为临床介入手术的操作提供精准的判断依据,减少误操作,进而缩短手术总曝光时间,不仅能为临床介入手术提供安全可靠的技术保证,还能将 X 射线辐射剂量保持在合理水平。近年来,国内外有学者关注图像质量对介入手术疗效和安全性的影响,从相关设备参数和医患因素方面做了研究<sup>[15,16]</sup>,但尚没有比较全面的关于各种参数相互优化协调、提高脑动脉瘤介入图像质量的研究的报道。

脑动脉瘤发病率高,死亡率也极高,临床对脑动脉瘤的早期诊断和早期治疗对脑动脉瘤的治愈和康复十分重要。随着介入治疗手段在临床上的普及,高质量的介入影像对脑动脉瘤早期的介入诊疗越来越重要。介入影像质量控制是介入影像技术的生命线,要求介入手术医生、技师相互配合沟通。尤其是介入技师应不断学习理论知识并将其运用于实际工作;介入手术前检查调试 DSA 设备,事先了解手术要求及受检者相关信息,根据具体情况设置合适的 X 射线曝光参数,如调节管电压、管电流和附加滤过组件,提高 X 射线硬度,减少散射线对介入影像的影响;利用图像后处理功能,改善图像清晰度、灰雾度、对比度,为介入手术者提供高质量的介入影像。总之,DSA 影像质量控制是介入学科发展道路上永恒的话题。影响介入影像质量的因素众多,环环相扣,如何优化调节这些因素,使其相互配合,取得最优效果,是提高介入影像质量的关键。今后,随着临床介入诊疗水平的不断提高,介入手段逐渐丰富且多元化,DSA 设备性能不断改善,其应用领域和影像质量一定会有宽广的前景和更大的提高。

#### 参考文献

- [1] 张西燕,朱婷婷,林显虹. 数字减影全脑血管造影 100 例结果影响因素分析[J]. *影像研究与医学应用*, 2020, 4(20): 53-55.  
ZHANG Xiyang, ZHU Tingting, LIN Xianhong. Analysis of factors influencing the results of 100 cases of digital subtraction whole brain angiography [J]. *Journal of Imaging Research and Medical Applications*, 2020, 4(20): 53-55.
- [2] 杨旋,斐冰冰,赵书生. 探讨不同手术介入时机治疗脑动脉瘤破裂的效果[J]. *实用中西医结合临床*, 2019, 19(5): 124-126.  
YANG Xuan, FEI Bingbing, ZHAO Shusheng. Exploring the effectiveness of different surgical intervention timing in treating ruptured cerebral aneurysms [J]. *Practical Clinical Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine*, 2019, 19(5): 124-126.
- [3] 韩宁,严勇,熊典. 医院数字减影设备质量控制的探索与研究[J]. *中国医疗设备*, 2012, 27(4): 19-23.  
HAN Ning, YAN Yong, XIONG Dian. The study of DSA quality control [J]. *China Medical Devices*, 2012, 27(4): 19-23.
- [4] PEARL M S, TOROK C M, MESSINA S A, *et al.* Reducing radiation dose while maintaining diagnostic image quality of cerebral three-dimensional digital subtraction angiography: an in vivo study in swine [J]. *J Neurointerv Surg*, 2014, 6(9): 672-674.
- [5] 郑操,张荣胜,潘勇,等. DSA 低剂量技术在子宫异位妊娠介入治疗中的应用[J]. *中国性科学*, 2019, 28(8): 59-63.  
ZHENG Cao, ZHANG Rongsheng, PAN Yong, *et al.* Application of DSA low-dose technique in the interventional therapy of ectopic uterine pregnancy [J]. *Chinese Journal of Human Sexuality*, 2019, 28(8): 59-63.
- [6] 朱栋梁,卢建华,陈胜利,等. 脑血管介入造影检查中患者 X 射线辐射评价与剂量控制方法[J]. *生物医学工程与临床*, 2012, 16(3): 246-249.  
ZHU Dongliang, LU Jianhua, CHEN Shengli, *et al.* Evaluation of X-ray radiation exposure and controlling dose methods in patients with cerebral vessels interventional angiography procedures [J]. *Biomedical Engineering and Clinical Medicine*, 2012, 16(3): 246-249.
- [7] 刘启良,李冰,杨晓光,等. 介入放射学操作的 DSA 准高千伏曝光的应用[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2002, 22(3): 219-220.  
LIU Qiliang, LI Bing, YANG Xiaoguang, *et al.* Application of DSA quasi high kilovolt exposure in interventional radiology procedures [J]. *Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection*, 2002, 22(3): 219-220.
- [8] 张灵芝,周勇,赵丹爽. DSA 影像质量的影响因素与控制对策[J]. *糖尿病天地*, 2020, 17(11): 168.  
ZHANG Lingzhi, ZHOU Yong, ZHAO Danshuang. The influencing factors and control strategies of DSA image quality [J]. *Diabetes World*, 2020, 17(11): 168.
- [9] WISCHMANN H A, LUIJENDIJK H A, MEULENBRUGGE H J, *et al.* Correction of amplifier nonlinearity, offset, gain, temporal artifacts, and defects for flat-panel digital imaging devices [J]. *Proc SPIE*, 2002, 4682: 427-437.
- [10] 孙士龙,周桂娟,李传东,等. DSA 不同参数组合对颅脑器官辐射

- 剂量影响的模体研究[J]. *中华放射学杂志*, 2016, 50(6): 455-458.
- SUN Shilong, ZHOU Guijuan, LI Chuandong, *et al.* Assessment of DSA dose effect with different combinations of parameters on brain organs: a phantom study [J]. *Chinese Journal of Radiology*, 2016, 50(6): 455-458.
- [11] 杨会军, 高斌. 肺部 DSA 图像质量控制分析[J]. *医学影像学杂志*, 2018, 28(9): 1469-1471.
- YANG Huijun, GAO Bin. Analysis of the quality control of DSA image of lung [J]. *Journal of Medical Imaging*, 2018, 28(9): 1469-1471.
- [12] URICCHIO M, GUPTA S, JAKOWENKO N, *et al.* Computed tomography angiography versus digital subtraction angiography for postclipping aneurysm obliteration detection: a Meta-analysis[J]. *Stroke*, 2019, 50(2): 381-388.
- [13] 耿介文, 李传捷, 马永杰, 等. 颅内动脉瘤测量参数与智能测量的研究进展[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2018, 23(12): 569-572.
- GENG Jiewen, LI Chuanjie, MA Yongjie, *et al.* Research progress in measurement parameters and intelligent measurement of intracranial aneurysms [J]. *Chinese Journal of Minimally Invasive Neurosurgery*, 2018, 23(12): 569-572.
- [14] 高志梅, 曾勇明, 孙静坤, 等. 不同浓度对比剂对脑血管 3D-DSA 成像效果的影响[J]. *介入放射学杂志*, 2016, 25(12): 1084-1088.
- GAO Zhimei, ZENG Yongming, SUN Jingkun, *et al.* The influence of different concentration contrast media on cerebral 3D-DSA imaging quality [J]. *Journal of Interventional Radiology*, 2016, 25(12): 1084-1088.
- [15] SCHERNTHANER R E, HAROUN R R, NGUYEN S, *et al.* Characteristics of a new X-Ray imaging system for interventional procedures: improved image quality and reduced radiation dose[J]. *Cardiovasc Cardiovasc Intervent Radiol*, 2018, 41(3): 502-508.
- [16] 李传东, 周桂娟, 孙士龙, 等. 全脑 DSA 不同附加滤过对图像质量及辐射剂量的影响[J]. *中华放射学杂志*, 2016, 50(9): 691-694.
- LI Chuandong, ZHOU Guijuan, SUN Shilong, *et al.* The research of influence of different additional filtration to image quality and radiation dose in the whole brain DSA[J]. *Chinese Journal of Radiology*, 2016, 50(9): 691-694.