

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.23.052

DSA 对比剂不同注射速率对颅内血管病图像质量及安全性的影响*

潘俊辉¹ 张勳² 田原¹ 臧哈尔·哈布德勒³ 郝璐^{4Δ}

(新疆医科大学第二附属医院 1 介入诊疗科; 2 神经外科; 3 神经内科; 4 医学影像中心 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要 目的:探讨 DSA 对比剂不同注射速率对颅内血管病图像质量及安全性的影响。**方法:**选择 2022.1-2023.12 来我院诊治的颅内血管病患者 150 例,分为 A、B、C 三组,每组 50 例。A 组注射速率为 1.5 mL/s, B 组为 3 mL/s, C 组为 5 mL/s, 三组患者均行 DSA 造影,对比三组图像指标、造影前后的血清肌酐值。**结果:**对比剂用量为 A 组 < B 组 < C 组, $P < 0.05$; 与 B、C 组相比, A 组的颈内动脉岩段、眼段、大脑中动脉水平段、大脑前动脉水平段 CNR、SNR 明显较低, P 均 < 0.05 ; B、C 组间对比无统计学意义, $P > 0.05$ 。造影前后, 三组患者的血清肌酐值对比无统计学意义, $P > 0.05$ 。**结论:**3 mL/s 对比剂注射速率可提高 DSA 颅内血管病图像质量, 且不会显著增加患者的血清肌酐水平。

关键词: DSA; 对比剂; 不同注射速率; 颅内血管病图像质量; 安全性

中图分类号: R445 文献标识码: A 文章编号: 1673-6273(2024)23-4584-03

The Effects of Different Injection Rates of DSA Contrast Agents on Image Quality and Safety of Intracranial Vascular Diseases*

PAN Jun-hui¹, ZHANG Xu², TIAN Yuan¹, Zanghaer·Habudule³, HAO Lu^{4Δ}

(1 Department of Interventional Diagnosis and Treatment; 2 Department of Neurosurgery; 3 Department of Neurology;

4 Medical Imaging Center, The Second Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang, 830000, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the effects of different injection rates of DSA contrast agent on the image quality and safety of intracranial vascular diseases. **Methods:** A total of 150 patients with intracranial vascular disease were selected by 2022.1-2023.12, divided into three groups A, B and C, with 50 patients in each group. The injection rate was 1.5 mL/s in group A, 3 mL/s in group B and 5 mL/s in group C, with DSA contrast comparing the three image indexes and serum creatinine values before and after contrast. **Results:** The contrast dosage was group A < B < C, $P < 0.05$; compared with groups B and C, CNR, eye and middle cerebral artery were lower, $P < 0.05$; B and C, $P > 0.05$. Before and after contrast, the comparison of serum creatinine values in the three groups was not statistically significant, $P > 0.05$. **Conclusion:** The injection rate of 3 mL/s contrast agent can improve the image quality of intracranial vascular disease of DSA, and does not significantly increase the serum creatinine level of patients.

Key words: DSA; Contrast agent; Different injection rates; Image quality of intracranial vascular disease; Security

Chinese Library Classification(CLC): R445 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2024)23-4584-03

前言

颅内血管病疾病的影像学评价方法包括 MR 血管造影、多普勒超声、常规血管造影、CT 血管成像等,目前常规血管造影是诊断金标准^[1]。随着 CT 血管成像在临床中应用不断广泛,临床中考虑图像质量满足诊断需求的基础上,需尽量选择低对比剂剂量扫描,临床中降低对比剂用量已成为临床的研究热点^[2]。相关研究表明^[3,4],通过提升对比剂的注射速率,注射后并辅以 0.9%氯化钠溶液冲洗处理,能够在不影响图像清晰度的前提下,有效降低对比剂在患者体内的残留量,进而减轻对机体的损害。鉴于此,本研究拟通过分析不同 DSA 对比剂不同注射速率对颅内血管病图像质量及安全性的影响,旨在为颅内血管病的精准诊断与治疗方案选择提供更为科学合理

的影像学依据。

1 资料与方法

1.1 病例资料

选择 2022 年 1 月至 2023 年 12 月来我院诊治的颅内动脉瘤患者 150 例。纳入标准:150 例患者经 CT 检查,确诊为颅内动脉瘤等颅内血管病;精神正常、患者无吸毒史;所有患者的临床资料完整;知情同意。排除标准:碘对比剂过敏者、患有严重糖尿病病史者、患有严重心脏病史者、肝肾功能不全者、颈部或脑部血管明显迂曲者等。

根据随机数字表法将患者分为 A、B、C 三组,各 50 例。A 组注射速率为 1.5 mL/s, B 组为 3 mL/s, C 组为 5 mL/s。三组患者一般资料对比无差异, $P > 0.05$ 。符合医学伦理。

* 基金项目:自治区重点实验室-新疆神经系统疾病研究重点实验室开放课题项目(XJDX1711-2226)

作者简介:潘俊辉(1984-),男,本科,主管技师,研究方向:介入诊疗技术方面, E-mail: panjunhui198404@163.com

Δ 通讯作者:郝璐(1983-),女,硕士,副主任医师,研究方向:CT、MRI 多模态影像检查, E-mail: 362314557@qq.com

(收稿日期:2024-08-14 接受日期:2024-09-15)

表 1 三组患者一般资料对比

Table 1 Comparison of general data among the three groups

Groups	n	Gender(Male/Female)	Age(Year)	Heart rate(times/min)	BMI(kg/m ²)
Group A	50	17/33	55.13±7.34	64.13±6.89	22.98±2.34
Group B	50	19/31	56.56±8.02	65.23±7.78	23.56±2.98
Group C	50	19/31	55.98±6.54	66.13±8.34	23.44±2.34

1.2 方法

成像设备：本研究使用飞利浦公司的 Allura FD20 平板血管机，在 Interventional Workspot 工作站重建图像，高压注射器 MARK 7 Arterion 为美国拜耳公司生产。

造影技术：采用 Seldinger 穿刺技术，对患者股动脉血管进行介入操作并插入导管，将导管的尖端置于患者双侧颈内动脉内，具体定位于平颈 2 椎体水平。使用自动曝光控制技术，设定管电压为 80 千伏，预设曝光延迟时间为 2 秒，将 X 线与探测器围绕患者头部进行 240° 旋转，成像模式为 3D-RA 4 秒 DSA 成像模式，采集帧率 30fps(speed fir/sec)，重建容积 512³。

对比剂注射参数：A、B、C 三组患者对比剂为碘佛醇 320 mg I/mL 注射液，高压注射器的压力为 200~300 PSI，注射剂量 = 注射速率×(4 s+ 延迟时间)。

图像后处理：X 射线设备使用旋转扫描采集 2D 影像，将数据传至 Interventional Workspot 工作站，获得最大密度投影、容积再现等重组图像和 C 臂锥形束 CT 轴位断层图像。

1.3 观察指标

(1)对比三组图像的对比剂用量、噪声。图像质量评价：通过收集连续旋转减影图像、C 臂锥形束 CT 轴位断层图像，以及 MIP 与 VR 技术重组图像三种类型图像，对这些图像质量进行客观量化分析。(2)客观量化分析：在进行客观评估时，首先对轴位层面图像设定统一的窗位与窗宽（确保测量的一致性），测定颈内动脉的岩段、眼动脉段、大脑中动脉的水平部分以及大

脑前动脉的水平段，并同步记录这些区域邻近均匀脑组织的衰减。为了量化图像质量，对以下关键参数进行计算：噪声水平（均匀脑组织区域的类 CT 标准差）^[5]、CNR（血管内类 CT 值与邻近脑组织类 CT 值相减差值）^[6]、SNR（血管内类 CT 值与噪声水平的比值）^[7]。在选取测量区域时，每个目标血管上选取三个不同的感兴趣区，避开因对比剂偏心充盈、斑块、钙化沉积或骨性伪影显著而可能产生干扰的区域。(3)对比三组患者不同时间点的血清肌酐值：分别造影前、造影后 24 h 清晨抽取 5 mL 静脉血，使用酶联免疫吸附法检测 3 组患者的血清肌酐值。

1.4 统计学方法

SPSS 23.0 软件，计数资料卡方检验，计量资料 F、t 检验，P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 对比三组图像的对比剂用量、噪声

对比剂用量为 A 组 <B 组 <C 组 [(10.24±1.34)vs (13.78±0.98)vs (18.56±2.24)mL], P<0.05；三组噪声 [(69.67±3.24)vs (68.89±2.99)vs(67.89±3.12)]对比无统计学意义, P>0.05。

2.2 对比三组图像质量的客观评价评分

与 B、C 组相比，A 组的颈内动脉岩段、眼段、大脑中动脉水平段、大脑前动脉水平段 CNR、SNR 明显较低，P 均 <0.05；B、C 组间对比无统计学意义, P>0.05。

表 2 对比图像质量的客观评价评分($\bar{x}\pm s$, 分)

Table 2 The objective evaluation scores of image quality were compared($\bar{x}\pm s$, score)

Groups	n	CNR				SNR			
		Internal carotid artery rock segment	Ophthalmic segment of internal carotid artery	Middle cerebral artery horizontal segment	Horizontal segment of anterior cerebral artery	Internal carotid artery rock segment	Ophthalmic segment of internal carotid artery	Middle cerebral artery horizontal segment	Horizontal segment of anterior cerebral artery
Group A	50	125.74±20.15	91.12±13.52	68.45±8.45	64.10±7.23	118.41±18.74	95.74±8.95	72.74±8.75	65.78±8.42
Group B	50	130.52±24.15°	97.98±12.74°	79.12±11.24°	78.10±10.85°	126.45±20.74°	103.75±10.23°	82.74±10.85°	80.42±14.23°
Group C	50	132.42±23.74°	98.41±13.02°	80.44±12.45°	79.10±11.43°	125.70±19.88°	104.71±11.74°	83.76±11.24°	82.02±13.78°
F	-	-9.152	-10.211	-14.250	-20.154	-17.452	-16.487	-15.025	-14.275
P	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Note: Compared with group A, ° P<0.05.

2.3 对比三组患者造影前后的血清肌酐值

造影前后，三组患者的血清肌酐值[造影前：(0.05±0.01)vs

(0.06±0.01)vs(0.05±0.01)；造影后：(0.10±0.02)vs(0.12±0.02)vs(0.14±0.03)]对比无统计学意义, P>0.05。

3 讨论

DSA 是颅内血管病变诊断的新 " 金标准 ", 在介入手术及脑血管造影中展现出全方位、高精度的血管病变展示能力。相较于 CT 血管造影与 MRI, DSA 评估更加准确, CT 血管造影会高估颅内动脉瘤患者的瘤体体积, 而 MRI 会低估颅内动脉瘤患者的瘤体体积^[8], 从而影响诊断的准确性。此外, 基于 DSA 原始数据使用平板探测器血管造影系统经过图像重建后, 获得的类 CT 图像, 其可作为 DSA 有效补充, 清晰的揭示了脑血管腔内状况及其周围组织和器官之间的关系, 这一技术在神经介入领域中得到广泛应用^[9]。而对于 DSA 检查, 清晰辨识颅内血管图像是临床决策的关键基石, 为实现高质量成像, 常采用高浓度、高电压对比剂, 尽管此举显著提升了图像清晰度, 但同时也加剧了患者所受辐射暴露, 尤其会加重肾功能异常者的排泄负担^[10]。值得注意的是, 对比剂本身不直接强化血管, 而碘流率作为动脉期增强的关键因素, 其优化依赖于对比剂的注射速率, 然而当前临床实践中对于注射速率的设置尚缺乏统一标准, 不同速率下图像质量差异显著^[11,12]。因此选择合适的 DSA 对比剂不同注射速率, 对颅内血管病图像质量及患者安全性有重要意义。

本研究结果显示, 随着对比剂注射速率的提升(A 组 < B 组 < C 组), 对比剂用量相应增加, 但三组间的噪声水平未见显著差异, 表明对比剂注射速率在 1.5 mL/s 至 5 mL/s 范围内, 注射速率对噪声的影响有限。图像客观评分表明, 与 B、C 组相比, A 组的颈内动脉岩段、眼段、大脑中动脉水平段、大脑前动脉水平段 CNR、SNR 明显较低, B、C 组间对比无统计学意义, 表明增加对比剂注射速率, 会明显提高图像的 SNR、CNR, 改善图像的客观质量, 同时有利于细小血管的显示。对于轻度至中度脑血管病患者, 鉴于其细小分支病变较少, 可适当降低注射速率以减少对比剂用量, 既能维持诊断所需图像质量, 又能有效减少对比剂使用量; 而对于 3 级以上脑血管疾病, 虽然其图像显示较 5.0 mL/s 对比剂注射速率低, 但仍足以支撑临床上的准确诊断, 满足诊疗需求^[13]。

高浓度碘对比剂因其渗透性所引发的利尿效应, 对患者肾脏构成显著毒性风险。通过造影前后的血清肌酐水平对比分析, 三组患者间未显示出统计学差异, 这一发现表明, 即便提高对比剂的注射速率至 3 mL/s, 也未观察到对肾脏毒性的显著加剧, 从而验证了该注射速率的可行性与安全性。

综上所述, 采用 3 mL/s 的对比剂注射速率不仅能够有效提升 DSA 在颅内血管病变诊断中的图像质量, 而且并未对患者血清肌酐水平造成显著影响, 确保了检查过程的安全性。

参考文献(References)

- [1] Chen LH, Spagnolo-Allende A, Yang D, et al. Epidemiology, Pathophysiology, and Imaging of Atherosclerotic Intracranial Disease [J]. *Stroke*, 2024, 55(2): 311-323.
- [2] Yassin F, Khan J, Mozid A, et al. The Utility of CT Coronary Angiography in Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention[J]. *Eur Cardiol*, 2023, 18: e48.
- [3] Pontone G, Rossi A, Gimelli A, et al. Should we choose CT angiography first instead of SPECT/PET first for the diagnosis and management of coronary artery disease? [J]. *Atherosclerosis*, 2023, 385: 117315.
- [4] Panicker S, Wilseck ZM, Lin LY, et al. CT Imaging Computed Tomography/Computed Tomography Angiography/Perfusion in Acute Ischemic Stroke and Vasospasm[J]. *Neuroimaging Clin N Am*, 2024, 34(2): 175-189.
- [5] Douek PC, Boccalini S, Oei EHG, et al. Clinical Applications of Photon-counting CT: A Review of Pioneer Studies and a Glimpse into the Future[J]. *Radiology*, 2023, 309(1): e222432.
- [6] Meloni A, Cademartiri F, Positano V, et al. Cardiovascular Applications of Photon-Counting CT Technology: A Revolutionary New Diagnostic Step[J]. *J Cardiovasc Dev Dis*, 2023, 10(9): 363.
- [7] Aliukonyte I, Caudri D, Booiy R, et al. Unlocking the potential of photon counting detector CT for paediatric imaging: a pictorial essay [J]. *BJR Open*, 2024, 6(1): tzae015.
- [8] Al-Lami BS, Dlshad B, Al-Tawil YN, et al. Comparative diagnostic efficacy of cranial CT, CTA, and DSA in subarachnoid hemorrhage management: A systematic review and meta-analysis [J]. *J Med Imaging Radiat Sci*, 2024, 55(3): 101427.
- [9] Zhang Z, Zhang F, Yang X, et al. The efficacy and safety of direct superior approach (DSA) for total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1): 764.
- [10] Shaban S, Huasen B, Haridas A, et al. Digital subtraction angiography in cerebrovascular disease: current practice and perspectives on diagnosis, acute treatment and prognosis [J]. *Acta Neurol Belg*, 2022, 122(3): 763-780.
- [11] Kwon B, Song Y, Hwang SM, et al. Injection of contrast media using a large-bore angiography catheter with a guidewire in place: Physical factors influencing injection pressure in cerebral angiography [J]. *Interv Neuroradiol*, 2021, 27(4): 558-565.
- [12] An S, Hwang G, Kim R, et al. Comparison of bone subtraction CT angiography with standard CT angiography for evaluating circle of Willis in normal dogs[J]. *J Vet Sci*, 2023, 24(5): e65.
- [13] 肖雪玲, 傅懋林, 郑晓鸣, 等. CT 血管造影联合血清脂蛋白磷脂酶 A2 对急性缺血性脑血管疾病患者的临床应用价值[J]. *新疆医科大学学报*, 2023, 46(9): 1206-1209.