

论 著

3D-DSA与Dyna-CT在
颅内支架置入术中的临
床应用研究*

周新华¹ 陈良义² 翁磊华²

吕绍茂^{1,*}

1.厦门大学附属中山医院影像科、厦门市
放射质量控制中心(福建 厦门 361004)
2.厦门大学附属中山医院神经内科
(福建 厦门 361004)

【摘要】目的 探讨三维DSA血管成像(3D-DSA)及数字平板造影机的C臂旋转并断层重建技术(Dyna-CT)在颅内支架置入术患者中的临床应用。方法 选择2019年1月-2020年6月厦门大学附属中山医院收治92例颅内动脉狭窄患者,所有患者均行颅内支架置入术治疗,分为对照组(n=38例)和观察组(n=54例)。对照组采用3D-DSA引导,观察组采用Dyna-CT引导,术后进行12个月门诊随访,比较两组改良Rankin量表(mRS)评分、手术成功率、并发症、支架再狭窄及斑块检出率。结果 观察组术后4个月、8个月及12个月mRS评分、支架成形术耗时低于对照组(P<0.05);观察组Dyna-CT的术前规划、观察到支架表面图像与术中所见吻合,手术成功率为83.33%,高于对照组63.16%(P<0.05);两组围术期并发症发生率无统计意义(P>0.05);观察组术后进行12个月门诊随访,患者支架再狭窄、血管狭窄部位斑块检出率低于对照组(P<0.05)。结论 Dyna-CT用于颅内支架置入术中能改善患者症状,缩短支架成形术耗时,有助于提高手术成功率,未增加并发症发生率,能降低血管狭窄部位斑块检出率,值得推广应用。

【关键词】三维DSA血管成像;数字平板造影;
C臂旋转并断层重建技术;
颅内支架置入术

【中图分类号】R814.43

【文献标识码】A

【文献标识码】椎基底动脉影响解剖特征量化及
血流模拟分析(3502220184029)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.01.010

Clinical Application of 3D-DSA and Dyna-CT in Intracranial Stent Placement*

ZHOU Xin-hua¹, CHEN Liang-yi², WENG Lei-hua², LV Shao-mao^{1,*}.

1.Imaging Department of Zhongshan Hospital Affiliated to Xiamen University, Xiamen 361004, Fujian Province, China

2.Department of Neurology, Zhongshan Hospital Affiliated to Xiamen University, Xiamen 361004, Fujian Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the clinical application of three-dimensional DSA angiography (3D-DSA) and C-arm rotation and tomographic reconstruction technology (Dyna-CT) of digital flat plate imaging machine in patients undergoing intracranial stent implantation. **Methods** A total of 92 patients with intracranial artery stenosis admitted to Zhongshan Hospital affiliated with Xiamen University from January 2019 to June 2020 were selected. All patients underwent intracranial stent implantation and were divided into a control group (n=38 cases) and an observation group (n=54 cases). The control group was guided by 3D-DSA, while the observation group was guided by Dyna-CT. A 12 month outpatient follow-up was conducted after surgery to compare the modified Rankin scale (mRS) scores, surgical success rates, complications, stent restenosis, and plaque detection rates between the two groups. **Results** The observation group had lower mRS scores and shorter stent reconstruction time at 4, 8, and 12 months after surgery compared to the control group (P<0.05); The preoperative planning and observation of stent surface images in Dyna-CT observation group were consistent with intraoperative findings, with a surgical success rate of 83.33%, which was higher than 63.16% in the control group (P<0.05); There was no statistically significant difference in the incidence of perioperative complications between the two groups (P>0.05); The observation group underwent 12 months of outpatient follow-up after surgery, and the detection rate of plaque in stent restenosis and vascular stenosis sites in patients was lower than that in the control group (P<0.05). **Conclusion** Dyna-CT used in intracranial stent implantation can improve patient symptoms, shorten the time required for stenting, and help improve the success rate of surgery. It does not increase the incidence of complications and can reduce the detection rate of plaque in vascular stenosis sites. It is worth promoting and applying.

Keywords: Three-dimensional DSA Angiography; Digital Flat Panel Imaging; C-arm Rotation and Tomographic Reconstruction Technique; Intracranial Stenting

颅内动脉狭窄作为临床发病率较高的缺血性脑卒中独立危险因素,增加患者治疗难度,影响患者预后^[1]。流行病学调查结果表明^[2]:发达国家颅内动脉狭窄引起的缺血性脑卒中患病率为8%-29%不等,而国内接近33.3%。常规治疗方法以抗血小板及抗凝药物为主,但是远期治疗预后较差,缺血性脑卒中患病率仍相对较高,严重者达到60.7%。颅内支架置入术通过股动脉血管穿刺,在血管内完成的微创手术,根据手术中支架分为球囊扩张支架与自膨支架两种,多数患者可从中获益^[3-4]。为提高治疗效果,手术过程中应借助相关仪器,确定狭窄血管的结构及与周围组织的关系,更加精准的输送与放置介入治疗器械^[4-6]。三维DSA血管成像(3D-DSA)用于颅内支架置入术中虽然能满足临床治疗需要,但是该方法不能清晰显示支架的贴壁及展开情况^[7]。数字平板造影机的C臂旋转并断层重建技术(Dyna-CT)则能弥补3D-DSA存在的弊端和不足,能清晰的显示置入支架状态,并在直视下展开网丝、支架在弯曲血管中的形态等,有助于判断支架再狭窄情况、原因^[8-9]。本研究以颅内动脉狭窄患者为对象,探讨3D-DSA与Dyna-CT在颅内支架置入术患者中的临床应用效果,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2019年1月至2020年6月厦门大学附属中山医院收治92例颅内动脉狭窄患者,所有患者均行颅内支架置入术治疗,分为对照组(n=38例)和观察组(n=54例)。对照组38例,男22例,女16例,年龄(49-78)岁,平均(59.42±6.29)岁;体重指数(BMI)(18-29)kg/m²,平均(22.15±3.29)kg/m²;发病部位:大脑中动脉段15例,颈内动脉颅内段7例,椎动脉段10例,基底动脉段6例;临床表现:眩晕发病15例,共济失调10例,短暂性脑缺血发作(TIA)13例;观察组54例,男35例,女19例,年龄(46-79)岁,平均(60.19±6.36)岁;BMI(17-30)kg/m²,平均(22.43±3.31)kg/m²;发病部位:大脑中动脉段19例,颈内动脉颅内段20例,椎动脉段7例,基底动脉段8例;临床表现:眩晕发病23例,共济失调28例,TIA31例。

纳入标准:符合颅内动脉狭窄诊断标准^[10],经造影检查确诊;均行颅内支架置入术治疗,患者均可耐受;均无Dyna-CT、3D-DSA检查禁忌症;病情稳定,能与患者沟通与交流。排除标准:精神异常、认知功能障碍或伴有颅内肿瘤者;血液系统疾病、伴有自身免疫系统疾病或无合适支架入路、痴呆引起的严重残疾者;中途放弃治疗或中转上一级医院者。

【第一作者】周新华,男,主管技师,主要研究方向:X线、CT、DSA影像技术。E-mail: 125558121@qq.com

【通讯作者】吕绍茂,男,副主任医师,主要研究方向:脑血管病影像基础与临床。E-mail: catch.mao@163.com

1.2 方法

1.2.1 术前用药 术前询问患者病史资料，并常规查体，完善患者血常规、凝血功能及血生化等常规检查，完善患者心肺功能检查、颅脑CT、MRI等检查。术前72h每天顿服阿司匹林100mg，口服；氯吡格雷75mg，口服用药，每天1次，实现对患者抗血小板干预，保证用药时间>3d；对于用药时间<3d者，支架植入2h服用氯吡格雷及阿司匹林各300mg；术前常规会阴备皮、碘过敏试验及全麻前禁食6h^[11-12]。

1.2.2 Dyna-CT、3D-DSA检查 (1)仪器与设备。3D-DSA，购自于德国西门子公司，配备计算机后处理工作站；Dyna-CT为西门子Artis Zee Biplane血管造影系统。(2)对照组：术中采用3D-DSA引导。术前完善各项检查，对于具有手术适应症者，经股动脉借助Seldinger技术插管，注入肝素钠1mg/kg完成肝素化。通过5-F造影导管完成全脑造影，进一步确定病变部位，并完成病变血管的旋转造影。设定相关参数：纵轴旋转角度为200°、旋转速度1.5°/F、采集速度26.6F/s图像，矩阵1024×1024，总共采集133帧图像。3D-DSA检查过程中，选择5sDSA程序采集数据，造影剂选择优维显(300mgI/mL)，设定注射参数：造影剂浓度设定为100%，注射速度为2-3mL/s，机架旋转时间5s、延迟1s，总时间6s，造影剂总量设定为12-18mL，并根据患者差异进行适当的调整，选择Inspace Reconstruction完成三维重建。将获得的数据和图像传输到后处理软件中，于1min内获得重建图像，并根据反馈获得的影像对患者进行治疗^[13]。

观察组：术中采用Dyna-CT引导。成功置入造影导管后，固定患者体位，通过调整手术台的高度和角度，保证头部位于C臂圆形，头部常规被球管及平板探测器围绕，并完成手术区域数据的采集。扫描参数：总旋转角度200°，旋转速度为0.4°/F，采集速度24.8F/s图像，矩阵1024×1024，总共采集496帧图像。将上述检查获得的数据和图像传输到Syngo工作站中实现图像重建。采用20sDR程序完成原始数据的采集，采用20s DR程序进行扫描，注射稀释比例10%的造影剂，完成高压注射器参数设定(设

定流速为2-3mL/s、注射时间20s，总量42-63mL，X线延时1s)；在MPR的MIP模式下常规重建(层厚为10-20mm)。同时，选择Inspace Reconstruction完成三维重建，选择支架周围感兴趣区域，完成MPR多平面重建，设定层厚5-10mm，清晰的显示支架轮廓、网丝，必要时选择0.1-10mm薄层MIP重建，并于横断位/纵位观察，根据Dyna-CT、3D-DSA检查结果行颅内支架置入术治疗，并于术后对患者进行12个月门诊随访。

1.3 观察指标 (1)改良Rankin量表(mRS)评分、支架成形术耗时。两组术前、术后4、8、12个月对患者行mRS评分，量表采用0-6分7级评分法评估，分值越低，效果越佳^[14]；统计两组支架成形耗时；(2)手术成功率。分别从置入与未置入对患者手术效果进行评估，并对两组影像进行分析^[15]；(3)手术并发症及远期预后。记录两组围术期血管痉挛、血管破裂出血、支架内血栓形成发生率；术后对患者完成12个月门诊随访，统计患者支架再狭窄、血管狭窄部位斑块检出率。

1.4 统计分析 采用SPSS 24.0软件处理，计数资料行 χ^2 检验，采用n(%)表示，计量资料行t检验，采用($\bar{x} \pm s$)表示， $P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组mRS与支架成形术耗时比较 两组术前mRS评分无统计差异($P>0.05$)；两组术后4个月、8个月及12个月mRS评分得到明显降低；观察组术后4个月、8个月及12个月mRS评分、支架成形术耗时低于对照组($P<0.05$)，见表1。

2.2 两组手术成功率比较 观察组Dyna-CT的术前规划、观察到支架表面图像与术中所见吻合，手术成功率为83.33%，高于对照组63.16%($P<0.05$)，见表2和图1。

2.3 两组手术并发症及远期预后比较 两组围术期血管痉挛、血管破裂出血、支架内血栓形成发生率无统计意义($P>0.05$)；观察组手术后进行12个月门诊随访，患者支架再狭窄、血管狭窄部位斑块检出率低于对照组($P<0.05$)，见表3。

表1 两组mRS及支架成形术耗时比较

组别	例数	mRS评分(分)				支架成形术耗时(min)
		术前	术后4个月	术后8个月	术后12个月	
观察组	54	4.69±0.74	2.46±0.59 [#]	2.01±0.47 [#]	0.95±0.24 [#]	89.45±5.61
对照组	38	4.71±0.76	3.63±0.62 [#]	3.21±0.55 [#]	2.17±0.32 [#]	106.39±8.95
t	/	1.591	6.514	5.771	6.781	9.482
P	/	0.438	0.000	0.000	0.000	0.000

注：与术前比较，[#] $P<0.05$ 。

表2 两组手术成功率比较[n(%)]

组别	例数	置入	未置入	手术成功率
观察组	54	45(83.33)	9(16.67)	45(83.33)
对照组	38	24(63.16)	14(36.84)	24(63.16)
χ^2	/			4.842
P	/			0.028

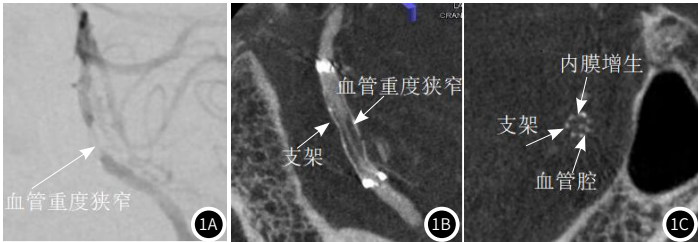


图1A-图1C 观察组典型病例图片；图中为术前术后6个月检查图片，其中图1A为造影图片；图1B和图1C为Dyna-CT观察血管腔与支架之间，表现为低密度的增生的血管内膜组织。

表3 两组手术并发症及远期预后比较[n(%)]

组别	例数	并发症				远期预后	
		血管痉挛	血管破裂出血	支架内血栓形成	发生率	支架再狭窄	血管狭窄部位斑块
观察组	54	1(1.85)	0(0.00)	11(1.85)	2(3.70)	2(3.70)	3(5.56)
对照组	38	1(2.63)	1(2.63)	1(2.63)	3(7.89)	6(15.79)	8(21.05)
χ^2	/			0.762	4.103	5.088	
P	/			0.383	0.043	0.024	

3 讨 论

缺血性脑卒中发病率较高，而血管狭窄为主要原因，给予阿司匹林肠溶片、华法林等抗凝抗血小板药物虽然能改善患者症状，延缓病情发展，但是每年仍有10.0%患者演变为急性脑梗死，并成为我国居民死亡的重要原因^[16-17]。颅内支架置入术是颅内血管狭窄患者常用的干预方法，本研究中观察组手术成功率为83.33%，高于对照组63.16%($P<0.05$)，从本研究结果看出，颅内支架置入术用于颅内血管狭窄患者中能获得较高的手术成功率。3D-DSA检查是颅内支架置入术患者常用的影像指导方法，能在术前发病病变血管部位、数量，确定与周围组织的关系，且与2D相比具有明显的优势^[18-19]。同时，3D-DSA检查能从不同角度观察病变，可提供血管与病变的腔内影像，对指导临床治疗具有重要价值。但是，3D-DSA检查旋转采集图像相对较长，受外界干扰下会造成二维图像失真，导致获得图像质量相对较差，影响诊疗精度和准确度^[20]。

为了弥补3D-DSA检查存在的弊端与不足，Dyna-CT开始用于临床，该方法能同时获得软组织及血管影像，针对获得的数据和图像实现多平面、多角度、多方法重建，且患者支架置入术后，Dyna-CT可以清晰显示支架的展开程度、贴壁情况、是否需要后扩，支架与血管、骨头的三维关系、网丝及网眼情况^[21]。颅内支架置入术患者采用Dyna-CT能基于计算机实现手术入路的模拟，任意角度完成解剖层面的剖析，实现不同入路观测手术区域^[22]。同时，借助Dyna-CT能对骨窗进行动态调整和修剪，对术前手术入路的规划具有一定的辅助价值。本研究中，观察组术后4个月、8个月及12个月mRS评分、支架成形术耗时低于对照组($P<0.05$)；均完成Dyna-CT、3D-DSA检查及图像采集，能清晰显示颅骨、支架及血管，从本研究结果看出，Dyna-CT、3D-DSA均能指导颅内支架置入术，且Dyna-CT优势更加明显，获得图像更清晰，缩短手术时间，巩固手术效果，多数患者能从中获益。Dyna-CT由于具有较高的空间分辨率，对血管显示率较高，不仅能清晰的血管，亦可从任意角度观察病变血管与周围组织的关系，有助于详细手术方案的制定，降低手术风险及手术并发症发生率^[23-24]。本研究中，两组围术期并发症发生率无统计意义($P>0.05$)；观察组术后随访12个月支架再狭窄、血管狭窄部位斑块检出率低于对照组($P<0.05$)，从本研究结果看出，Dyna-CT用于颅内支架置入术中安全性较高，能获得良好的远期预后。分析原因：Dyna-CT能提供颅骨、软组织和血管三者关系的三维直观图像，有助于更加客观、形象地了解病变血管、病灶部位，科学地进行手术规划与骨窗范围。

综上所述，Dyna-CT用于颅内支架置入术中能改善患者症状，缩短支架成形术耗时，有助于提高手术成功率，未增加并发症发生率，能降低血管狭窄部位斑块检出率，值得推广应用。

参考文献

[1] 时程程, 马骥, 朱明, 等. 高分辨平板CT在颅内Willis覆膜支架置入术中的应用价值研究[J]. 中华神经医学杂志, 2020, 19(8): 757-762.
[2] 王强, 王涛, 梁思渊, 等. 3D旋转DSA在非血栓性腔静脉受压病变支架置入术中的应用[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31(5): 480-484.
[3] Shao Q, Li Q, Wu Q, et al. Comparison of 3D T1-SPACE and DSA in evaluation of intracranial in-stent restenosis[J]. British Journal of Radiology, 2020, 94(11118): 20190950.

[4] 罗生辉, 张帆, 杨永凯, 等. 支架置入术在颅内大血管急性闭塞血流重建中的疗效研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020, 22(11): 1185-1188.
[5] 朱君儒, 陈宏山. CTA与DSA在颅内动脉瘤诊断中的对比研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(5): 43-45.
[6] 刘涛, 袁晨, 张庆荣, 等. 颅内支架置入术治疗重度颅内动脉粥样硬化性狭窄182例临床分析[J]. 江苏医药, 2021, 47(4): 336-340.
[7] Cervo A, Ferrari F, Barchetti G, et al. Use of cangrelor in cervical and intracranial stenting for the treatment of acute ischemic stroke: a "real life" single-center experience[J]. American Journal of Neuroradiology, 2020, 41(11): 2094-2099.
[8] 杨芳宇, 高旭, 刘佳明, 等. 颅内动脉瘤血流导向装置置入术后远期双联抗血小板药物相关并发症诊疗2例[J]. 临床军医杂志, 2022, 50(3): 325-327.
[9] 闫林海, 潘力, 杨铭, 等. 4D-DSA在脑动静脉畸形影像学评估中的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2020, 25(3): 134-137.
[10] Suzuki T, Takao H, Suzuki T, et al. Proposal of hematocrit-based non-Newtonian viscosity model and its significance in intracranial aneurysm blood flow simulation[J]. Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 2021, 290(9): 104511.
[11] 王警建, 李军孝. 颅内动脉瘤诊断中多层螺旋CT脑血管成像的应用及其临床意义分析[J]. 血栓与止血学, 2020, 26(6): 947-948, 950.
[12] 丁聪, 周小兵, 黄鑫根, 等. 颅内动脉瘤支架植入术后血管形态学研究进展[J]. 心脑血管病防治, 2020, 20(5): 515-517.
[13] 陈立刚, 孙琳琳, 杨芳宇, 等. 静脉窦支架置入术治疗颅内静脉窦狭窄临床效果观察[J]. 临床军医杂志, 2022, 50(1): 1-4.
[14] Zhao M, Xu L, Qian H. Bioinformatics analysis of microRNA profiles and identification of microRNA-mRNA network and biological markers in intracranial aneurysm[J]. Medicine, 2020, 99(31): e21186.
[15] 李自恒, 赵卫, 杨凯, 等. 不同对比剂稀释浓度在颅内支架高分辨率C形臂CT成像中的应用[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31(2): 125-129.
[16] 郭宝, 王君, 刘新峰, 等. LVISjr支架在颅内宽颈动脉瘤中的应用研究[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2021, 48(1): 37-39.
[17] 汪洋, 吴磊, 尹博文, 等. 颅内动脉粥样硬化性狭窄支架置入术后再发症状性脑梗死的危险因素分析[J]. 医学综述, 2020, 26(18): 3712-3716.
[18] 洪诗钗, 陈艺辉, 卢伟锋, 等. 3D-DSA技术在腔静脉压迫综合征诊疗中的应用价值[J]. 中华普通外科杂志, 2022, 37(5): 354-357.
[19] 屈晓东, 张晟豪, 马文龙, 等. 神经内镜下囊肿-侧脑室造瘘+支架置入术治疗颅内巨大蛛网膜囊肿1例[J]. 中国临床神经外科杂志, 2021, 26(9): 735-735.
[20] Cervo A, Ferrari F, Barchetti G, et al. Use of cangrelor in cervical and intracranial stenting for the treatment of acute ischemic stroke: a "real life" single-center experience[J]. American Journal of Neuroradiology, 2020, 41(11): 2094-2099.
[21] 杨怀龙, 钟唐力. DynaCT在原发性肝癌患者经肝动脉化疗栓塞术中的指导作用及对疗效的评估价值[J]. 临床肝胆病杂志, 2022, 38(4): 851-856.
[22] 陈士跃, 田霞, 王振, 等. 3DIVWI与DSA评价颅内动脉粥样硬化狭窄对比研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2021, 27(4): 275-279.
[23] 刘莹, 曾辉, 姜磊, 等. CT血管造影, 血清SICAM-1检测在颅内动脉瘤及术后复查中的意义[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(7): 9-11.
[24] 余笋, 时程程, 马骥, 等. 血管内介入治疗在颅外段动脉夹层中的应用价值研究[J]. 中华神经医学杂志, 2021, 20(12): 1212-1217.

(收稿日期: 2023-01-28)
(校对编辑: 谢诗婷)