

## ·临床研究·

# 4D DICOM 透视虚拟技术辅助颈内动脉起始处重度狭窄支架植入的疗效研究

徐铭蔚 邓东风 周敬斌 王木春 曲晓扬

**【摘要】目的** 研究4D医学数字成像和通信(DICOM)透视虚拟技术辅助颈内动脉起始处重度狭窄支架植入治疗的临床应用价值。**方法** 回顾性分析大连大学附属中山医院神经外科自2016年10月至2017年10月收治的40例颈内动脉起始部重度狭窄患者的临床资料。将其CTA、MRA等DICOM影像原始数据上传,应用4D DICOM透视虚拟技术合成虚拟现实影像,指导手术操作的路径。运用4D血管内窥影像术前模拟手术入路,测量观察血管内管径大小,观察血管狭窄处斑块大小及与其在血管腔内的空间结构。通过对手术时间、手术失败率等的比较,分析运用4D DICOM透视虚拟技术指导介入治疗前后的不同。**结果** 运用4D DICOM透视虚拟技术中的4D血管内窥影像辅助支架植入的患者手术过程顺利,均成功植入支架,均未发生术中的不良血管事件。术后1年复查CTA及运用血管内镜技术评估预后都良好,支架位置准确,与血管壁贴合良好,无再次血栓形成。**结论** 应用4D DICOM透视虚拟技术能快速、直观、全面的整合多个影像学数据,提供血管解剖学和管腔内情况,有助于血管狭窄处支架植入,减少手术时间,降低术后血管并发症的出现,为术前制定和优化手术方案提供了帮助,并提高了手术的安全性和成功率。

**【关键词】** 4D医学数字成像和通信; 透视虚拟技术; 4D血管内窥影像; 颈内动脉起始部

**Study on the application of 4D DICOM perspective virtual reality technique in the treatment of severe stenosis of carotid artery stenosis at the beginning of internal carotid artery Xu Mingwei, Deng Dongfeng, Zhou Jingbin, Wang Muchun, Qu Xiaoyang. Department of Neurosurgery, Affiliated Zhongshan Hospital of Dalian University, Dalian 116000, China**

*Corresponding author: Deng Dongfeng, Email: 18604117718@163.com*

**[Abstract]** **Objective** To study the clinical value of 4D digital imaging and communication in medicine (DICOM) perspective virtual technology in stent placement for severe stenosis of internal carotid artery. **Methods** The clinical data of 40 cases of severe stenosis of the initial internal carotid artery in the Department of Neurosurgery, Zhongshan Hospital Affiliated to Dalian University from October 2016 to October 2017 were analyzed retrospectively. By collecting the original data of the CTA, MRA and other DICOM images of the patients who with the stenosis in the internal carotid artery, the CTA, MRA and other DICOM images were uploaded. The virtual reality images were synthesized by 4D DICOM perspective, and the path of operation was guided. The size of the intravascular diameter was measured by 4D endoscopic surgery, and the size of the plaque and its spatial structure in the vascular endovascular were observed. Through the comparison of operative time and operative failure rate, we analyzed the difference of virtual technology guided by 4D DICOM before and after interventional therapy. **Results** The operation process of the patients with 4D vascular endoscopy assisted stent implantation in the virtual technology of 4D DICOM perspective technoloy was successful, and all the stents were successfully implanted, and no adverse vascular events occurred during the operation. 1 years after operation, CTA and vascular endoscopy were used to evaluate the prognosis. The position of the stent was accurate, and the blood vessel wall was well fitted with no thrombosis. **Conclusion** The application of 4D DICOM perspective virtual technology can integrate multiple imaging data quickly,

intuitively and comprehensively, provide vascular anatomy and intraluminal conditions, which can help the stent implantation in the vascular stenosis, reduce the operation time and postoperative vascular complications. It is helpful for the formulation and optimization of surgical procedures before operation, and improves the safety and success rate of operation.

**【Key words】** 4D digital imaging and communications in medicine; Perspective virtual technology; 4D vascular endoscopy; Internal carotid artery

在我国缺血性脑卒中发病率持续增高，颈内动脉狭窄可导致血流动力学的变化或因小栓子脱落引起脑缺血症状，约20%~25%的缺血性脑卒中患者由颈动脉颅外颈动脉狭窄引起，而颅外段颈动脉狭窄最常见的部位是颈内动脉起始段<sup>[1]</sup>。及早发现和治疗颈内动脉狭窄可降低缺血性脑卒中的发病率<sup>[2]</sup>。当前微侵袭外科的日益普及，对神经外科医师提出了更高的技术要求，包括对每例患者制定个体化、全面完善且最小创伤的术前计划<sup>[3]</sup>。回顾性分析大连大学附属中山医院神经外科自2016年10月至2017年10月收治的40例颈内动脉起始部重度狭窄患者的临床资料，探讨应用4D医学数字成像和通信(digital imaging and communications in medicine, DICOM)透视虚拟技术辅助颈内动脉起始处重度狭窄支架植入治疗的临床价值。

## 资料与方法

### 一、研究对象

回顾性分析大连大学附属中山医院神经外科自2016年10月至2017年10月收治的颈内动脉起始部重度狭窄患者的临床资料(经伦理委员会批准)。纳入标准：责任血管在弓上颅外段，颈内动脉开口起始部位有狭窄且有顽固性血栓斑块形成，狭窄程度为70%以上，临床表现为短暂性脑缺血发作(transient ischemic attack, TIA)、椎基底动脉供血不足、眩晕或是无明显症状。排除标准：同时存在颅内段脑血管狭窄或者颅内动脉瘤、血管畸形等其他颅内血管异常。手术仪器：proender保护伞(北京天新福医疗器材有限公司)；spider保护伞和颈动脉支架(EV3公司，美国)。

### 二、方法

1.影像学检查：2组患者术前均进行头颈部血管CTA检查，A组患者的CTA影像以DICOM数据形式上传，经4D DICOM透视虚拟技术处理后形成4D立体影像，B组患者直接采用CTA的影像数据评估。

2.术前准备：完善相关影像学检查后，术前查看

图像，立体观察血管解剖学结构及管腔内情况，制定手术方案。控制基础病，术前3d予以拜阿司匹灵100mg/d和波利维75mg/d口服，术前6h禁食水。

3.手术方案制定：(1)制定手术入路：术前完成数据转换，形成4D DICOM透视虚拟影像，在虚拟现实(virtual reality, VR)眼镜下根据血管结构内设置相应的靶点，在管腔内模拟到达狭窄段血管处，观察路图中血管解剖结构情况，指导微导丝、微导管的塑形及支架导丝的到位<sup>[4]</sup>。(2)判断狭窄部位的狭窄程度：通过4D DICOM VR技术处理影像学数据形成的虚拟影像建立主动脉弓及弓上血管的模型，在术者通过佩戴立体显示眼镜观察监视器反射镜内的模型三维虚拟图像，双手持传感器手柄在VR空间对图像进行操作，测量狭窄部位管腔的直径D<sub>1</sub>，将管腔直径D与实际直径D<sub>1</sub>进行比较，D<sub>1</sub>/D×100%计算出狭窄处的狭窄程度。同时，可以将4D DICOM透视虚拟技术中的4D血管内窥影像通过立体显示眼镜直接进行观察，判断狭窄管腔内的情况，更好的评估狭窄处血管情况<sup>[5]</sup>。通过血管内窥影像对血管狭窄处内径具体测量，狭窄处斑块近端与临近血管成角测量，记为a；斑块远端与临近血管成角测量，记为b，微导丝微导管头端根据角度a和b成角塑形，有利于其通过斑块处。

4.手术过程：术前3d予以拜阿司匹灵100mg/d和波利维75mg/d口服。术中采用静脉复合麻醉方式，然后取右侧股动脉seldinger法穿刺成功，植入8F动脉短鞘，根据4D DICOM影像确定的路图，在导丝引导下，将导引导管置于颈内动脉起始部狭窄处下方约4~5cm处，造影再次确认血管狭窄位置。给予全身肝素化，使用根据虚拟影像模型选择的微导丝将5.0 spider保护伞置于颈内动脉岩骨段并释放。通过微导丝将已选好的扩张球囊置于颈内动脉狭窄开口处，加压扩张狭窄段，造影见动脉狭窄缓解，植入选好大小的EV3支架于动脉狭窄处。植入后再次造影，观察支架植入后狭窄缓解程度。术毕，应用血管缝合器缝合右侧股动脉。

5.术后处理：术后给予血压、血氧饱和度、心电

监护 72 h; 给予补液治疗; 观察神经系统症状及体征; 给予继续口服拜阿司匹灵 100 mg/d, 终身服用; 波立维 75 mg/d, 至少服用 6 个月。

#### 四、术后随访

2 组患者术后 3 个月复查造影, 观察患者的预后。术后 1 年随访, 行头颈血管 CTA, 将其影像转化为 4D 虚拟影像, 观察支架放置管腔内的情况及是否有新生内膜, 判断支架内再狭窄的可能性, 精确地判断预后。

#### 五、统计学分析

采用 SPSS20.0 软件进行统计分析, 年龄以均数±标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 组间比较采用  $t$  检验; 性别、疗效、并发症以率 (%) 表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

#### 一、一般临床资料

本组患者共计 40 例, 均经血管造影证实责任血管为颈内动脉起始部, 且狭窄明显, 狹窄处都有较硬的斑块形成, 狹窄程度均在 70%~90%。A 组患者 20 例, 运用 4D DICOM 透视虚拟技术辅助治疗, 其中男性 12 例, 女性 8 例, 年龄 45~80 岁, 平均 ( $57.5 \pm 2.7$ ) 岁; B 组患者 20 例, 运用传统方法介入治疗, 其中男性 11 例, 女性 9 例, 年龄在 45~80 岁, 平均 ( $58.0 \pm 3.6$ ) 岁。2 组患者一般资料比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 具有可比性(表 1)。

表 1 2 组患者发病情况资料比较

组别	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	男/女	短暂性脑 缺血发作	椎基底动脉 供血不足	眩晕	无症状
A 组	$57.5 \pm 2.7$	12/8	10(50%)	5(25%)	3(15%)	2(10%)
B 组	$58.0 \pm 3.6$	11/9	9(45%)	5(25%)	4(20%)	2(10%)
$t/\chi^2$ 值	0.861		0.110	0.070	0.350	0.070
$P$ 值	0.250		0.990	0.995	0.950	0.994

#### 二、影像学检查结果

A 组患者术前运用 4D DICOM VR 技术合成 VR 影像提示 20 例患者有不同程度的颈内动脉起始部狭窄, 内窥成像测量发现均为颈内动脉起始部狭窄, 狹窄程度为 70%~90%, 且均为较大的溃疡性斑块。B 组患者术前运用 CTA 成像提示颈内动脉起始部中重度狭窄。2 组患者都进一步接受 DSA 检查并证实确实存在相应狭窄程度。所有患者均行主动

脉弓, 双侧锁骨下动脉, 椎动脉及颅内血管造影, 均未有明显狭窄。

#### 三、术后疗效比较

A 组的手术时间少于 B 组, 差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。A 组导引导管到达狭窄处血管的一次成功率为 100%, B 组相对略低; 2 组患者术后均未出现血管相关并发症。详细信息见表 2。

表 2 2 组患者治疗效果比较

组别	例数	一次穿刺成功率 (%)	手术时间 (min)	术中血管并发症发生率 (%)
A 组	20	100	$43.205 \pm 0.086$	0
B 组	20	90	$61.245 \pm 0.120$	0
$t$ 值			2.093	
$P$ 值			0.025	

#### 四、术后随访结果

2 组患者术后 3 个月复查造影狭窄均完全缓解, 无动脉夹层、血管闭塞等术中并发症。复查支架位置良好, 血流通畅, 残余狭窄率 <20%。术后进行详细的神经系统体征检查无明显并发症发生, 患者一般状态良好, 无明显 TIA、供血不足及眩晕症状的再发生。术后随访 1 年, 行头颈血管 CTA, 将其影像转化为 4D 虚拟影像。40 例患者复查后均无再狭窄发生且支架植入情况良好。

## 讨 论

VR 技术, 又称虚拟实境, 是利用电脑模拟产生一个三度空间的虚拟世界, 为使用者提供关于视觉、听觉、触觉等感官的模板, 让使用者如同身临其境一般。使用者进行位置移动时, 电脑可以立即进行复杂的运算, 将精确的 3D 世界影像传回产生临场感<sup>[6,7]</sup>。在神经外科领域, 神经导航、术中影像和电生理监护为常规手段, 内镜手术、机器人系统等新技术在国内外均有临床应用。VR 结合上述技术, 可提高手术精准度及疗效。当前 VR 系统可整合 MR 以及 MRA、磁共振静脉造影、DTI 等信息, 使操作者完全沉浸在虚拟环境中, 进行有触觉和视觉互动的操作, 这已基本达到神经外科虚拟仿真器的要求。VR 系统整合了立体视觉、力反馈、头手追踪系统和立体音响, 应用界面可显示图形、力反馈、三维声响反馈。已有报道称脑血管吻合 VR 系统 H1 带有非常友好的生物力学感受交互界面, 可逼真地模拟针穿破血管的突

破感<sup>[8,9]</sup>。4D DICO MVR 技术是在 VR 技术的基础上进一步将多模式影像资料进行融合, 构建各解剖的虚拟模型, 清晰、准确、立体、直观地还原手术相关的解剖信息, 更能在术前模拟手术过程, 可提高手术的安全性<sup>[10,11]</sup>。而 4D DICOM 透视虚拟技术是在 VR 技术的基础上更加立体, 360 度全方位的 VR 技术, 通过透视技术可以加减邻近组织的影像, 对手术预后评估有着重要价值<sup>[12,13]</sup>。

颈内动脉起始部狭窄所导致的缺血性脑卒中, 治疗方法有内科保守治疗、颈内动脉支架植入(carotid artery stenting, CAS) 及颈动脉内膜剥脱术(carotid endarterectomy, CEA) 等。CEA 因创伤相对较大, 手术具有一定的难度。目前国内传统方法更倾向于 CAS<sup>[14,15]</sup>。既往对于颈内动脉起始部重度狭窄的采用 CAS 治疗多是通过 DSA 边检查边制定手术治疗方案, 对于狭窄程度的评估多是依靠术前 CTA、MRA 等检查呈现的二维影像进行数据测量评估, 有时会因为 X 线照射的角度不同和信号干扰等使得数据丢失, 导致对斑块位置、大小及狭窄程度的评估有偏差, 有时会导致导引导管选择不当, 无法上行至病变处, 有时会因为斑块较大、形态怪异, 无法继续介入治疗, 导致手术失败。术前应用 4D DICOM VR 与交互技术建立虚拟模型, 可准确地呈现主动脉弓和弓上各血管的开口以及该局域的骨性结构标志。既往介入治疗中血管内入路路图是通过不断造影确定的, 无法在治疗前就明确, 往往会增加手术时间及操作难度, 术中血管痉挛等并发症出现的可能性也会增加。根据 4D DICOM 透视虚拟技术中的 4D 血管内窥影像测量血管狭窄处的内径大小及狭窄处斑块的位置、大小、形状及角度, 根据测量的数据对导丝头端进行塑形。同时模拟介入治疗中血管内路图, 选择合适的入路及导引导管。术后 3 个月可以复查 CTA, 再次运用真实维度临床虚拟成像和交互技术的血管内镜技术观察支架的植入情况及周围有无血栓形成, 评价预后效果及治疗。

运用 4D DICOM 透视虚拟技术辅助颈内动脉起始处重度狭窄支架植入治疗, 可以使手术路径明了, 为导丝导管以及保护伞进入提供清晰、准确的路径指引。可以使手术更快捷, 同时提高了手术的安全性, 减少了手术时间。接受 4D DICOM 透视虚拟技

术辅助治疗的 20 例患者均成功完成支架植入手术, 与既往不应用此技术的同类手术相比, 提高了手术成功率。目前应用 4D DICOM 透视虚拟技术时间尚短, 手术例数少, 是否存在统计学差异仍需进一步观察。预计未来 4D 透视 VR 技术可以应用辅助更多的神经介入手术中。

## 参 考 文 献

- [1] Kazmierski MK. Stenosis of carotid arteries[J]. Wiad Lek, 2003, 56(5-6): 260-265.
- [2] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点[J]. 中华神经科杂志, 1996, 29(6): 379-380.
- [3] 吴劲松, 周良辅, 高歌军, 等. 多影像融合技术在神经导航手术的临床应用[J]. 中华神经外科杂志, 2005, 21(4): 227-231.
- [4] 陈建华, 俞志坚, 段传志. DSA 仿真内窥镜技术在脑血管造影中的应用[J]. 实用医学杂志, 2004, 20(1): 31-32.
- [5] 欧阳忠南, 唐军, 何建军, 等. 旋转采集三维数字减影血管造影对脑血管疾病的临床应用[J]. 中华放射学杂志, 2002, 36(12): 1147-1150.
- [6] Simonertti G, Gandini R, Versaci F, et al. Carotid artery stenting: Findings based on 8 years' experience[J]. Radiol Med, 2009, 114(1): 95-110.
- [7] Vapenstedt C, Buzink SN. Procedural virtual reality simulation in minimally invasive surgery[J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2012, 91(9): 1015-1028.
- [8] 廖耿, 杨职, 陈海, 等. 择期支架成形术治疗弓上颅外脑动脉狭窄的远期疗效[J]. 中国实用医药, 2010, 26(5): 3-4.
- [9] Brott TG, Hobson RW, Howard G, et al. Stenting versus endarterectomy for treatment of carotid-artery stenosis[J]. J Vasc Surg, 2010, 36(1): 11-23.
- [10] Spicer MA, Appuzzo ML. Virtual reality surgery: Neurosurgery and con-temporary landscape[J]. Neurosurgery, 2003, 52(3): 489-497.
- [11] Rosahl SK, Gharabaghi A, Hubbe U, et al. Virtual reality augmentation in skull base surgery[J]. Skull Base, 2006, 16(2): 59-66.
- [12] Wolfsberger S, Neubauer A, Buhler K, et al. Advanced virtual endoscopy for endoscopic transsphenoidal pituitary surgery [J]. Neurosurgery, 2006, 59(5): 1001-1009.
- [13] 刘文霞, 王树杰, 张继伟, 等. 虚拟现实技术在医学上的应用[J]. 生物医学工程学杂志, 2007, 24(4): 946-949.
- [14] 刘聚卑, 庄天戈. 虚拟现实技术在医学上的应用[J]. 北京生物医学工程, 2000, 19(1): 47-54.
- [15] Tromp G, Weinsheimer S, Ronkainen A, et al. Molecular basis and genetic predisposition to intracranial aneurysm[J]. Ann Med, 2014, 46(8): 597-606.

(收稿日期:2018-01-30)

(本文编辑:马帅)