

DSA 与 MRI 或 MRA 双三维影像融合技术要点 及在颅内动脉瘤诊治中的应用

向伟楚 杨 铭 李 俊 潘 力 陈 刚 李国栋 蔡明俊 刘 鹏
严 丙 孙 琦 孙 彪 马廉亭

【摘要】目的 探讨 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维影像融合技术条件与要点及对颅内大与巨大型动脉瘤诊断、对脑深部微小动脉瘤与静脉瘤实施神经导航手术的价值。方法 早期应用手工操作,目前在 Siemens Artis Zee Biplane 双大平板 DSA 机的 System Syngo X-WP 三维后处理工作站上,将符合三维融合条件的 DSA 与 MRI 或 MRA 影像数据,利用 Inspace 3D-3D-Fusion 软件分析合并数据后,将 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维影像进行融合,获得融合后影像供临床诊断、评估颅内大与巨大型动脉瘤以及治疗脑深部小型动脉瘤、静脉瘤时输入神经导航实施手术。结果 对 1 例左颈内动脉后交通巨大型动脉瘤伴血栓形成病人,通过 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维融合影像,提高了巨大型动脉瘤血管内治疗前后对瘤体大小及瘤内血栓与临床占位效应相关性的认识;对 1 例脑室出血铸型病人,经 DSA 确诊为 moyamoya 病合并胼胝体下室旁脉络膜后动脉血流相关性动脉瘤及 1 例脑深部动静脉畸形合并血流相关性静脉瘤病人成功实施了神经导航手术。结论 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维影像融合是一项用特制软件后处理新技术,融合后三维影像对颅内大与巨大型动脉瘤的诊断有新认识,发现 DSA 影像瘤体小于 MRI 影像瘤体而大于 MRA 影像瘤体,以及对脑深部血流相关性动脉瘤及静脉瘤融合数据输入神经导航实施手术有很高应用价值。

【关键词】 颅内动脉瘤;DSA;MRI;MRA;三维影像融合

【文章编号】 1009-153X(2015)02-0065-06 【文献标志码】 A 【中国图书资料分类号】 R 743; R 445

Main points of "DSA and MRI or MRA 3D-images fusions" technique and their values to diagnosis of cerebrovascular disease

XIANG Wei-chu¹, YANG Ming¹, LI Jun¹, PAN Li¹, CHEN Gang¹, LI Guo-dong¹, CAI Ming-jun¹, LIU Peng¹, YAN Bing¹, SUN Qi¹, SUN Biao¹, MA Lian-ting¹. 1. Department of Neurosurgery, Wuhan General Hospital, Guangzhou Command, PLA, Wuhan 430070, China; 2. Siemens Ltd., China, No. 7 Wangjing Zhonghuan Southern Road, Chaoyang District, Beijing 100102, China

【Abstract】 Objective To explore the technical condition and main points of "DSA and MRI or MRA three-dimensional (3D)-images fusions" technique and their values to to the cerebrovascular disease. Methods DSA and MRI or MRA 3D-images fusions technique was used early by manual manipulation, and recently by System Syngo X-WP 3D post-processing workstation of Siemens Artis zee biplane DSA machine. DSA and MRI or MRA images data eligible for 3D-images fusion were analyzed and combined through Inspace 3D-3D-Fusion special software, and then the DSA and MRI or MRA images were fused. DSA and MRI or MRA 3D-images fusions were performed in 3 patients with cerebrovascular disease, including 1 case of giant posterior communicating artery, 1 case of moyamoya disease accompanied with blood flow-associated posterior choroid artery aneurysms and 1 case of cerebral arteriovenous malformation in deep right temporal lobe accompanied with venous aneurysm. The later two of three patients were treated by neuronavigator-assisted surgery under the guidance of 3D-images fusions. Results The understanding of the size, intraneurysmal thrombus and mass effect of the giant intracranial aneurysm was improved by the dual 3D-images fusions of DSA and MRI, and DSA and MRA. The neuronavigator-assisted surgery was performed under the guidance of DSA and MRI or MRA 3D-images fusions in the other two patients with cerebrovascular disease. Conclusion DSA and MRI or MRA 3D-images fusion is a new images post-processing technique with special software. Three-dimensional image fusion is certainly valuable for the diagnosis of cerebrovascular disease and the neuronavigator-assisted surgery for deep brain blood flow-associated aneurysm and venous aneurysm.

【Key words】 Cerebrovascular disease; Digital subtraction angiography; Magnetic resonance imaging; Image fusion

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2015.02.001
基金项目:湖北省医学临床研究中心项目(JX4D12);湖北省科技计划研究与开发项目(2010BCB012)
作者单位:430070 武汉,广州军区武汉总医院神经外科(向伟楚、杨铭、李俊、潘力、陈刚、李国栋、蔡明俊、刘鹏、马廉亭); 100102 北京,西门子(中国)有限公司(严丙、孙琦、孙彪)
通讯作者:杨 铭,E-mail:yangming3060@sina.com

颅内动脉瘤是自发性蛛网膜下腔出血的最主要病因。随着医学影像技术的进步,颅内动脉瘤的诊断水平越来越日臻完善。尽管如此,对颅内大与巨大型动脉瘤的认识仍不尽人意,如临床发现颅内大与巨大型动脉瘤当瘤内有血栓形成时,DSA 所见瘤体影像往往小于 MRI 实际瘤体,而大于磁共振血管

造影(magnetic resonance angiography, MRA)显示的瘤体影像;以及瘤内血栓变化与临床症状的相关性等问题;对脑深部血流相关性小型动脉瘤及脑深部动静脉畸形(arteriovenous malformation, AVM)、动静脉瘘(arteriovenous fistula, AVF)、硬脑膜动静脉瘘(dural arteriovenous fistula, DAVF)合并血流相关性静脉瘤在不能行血管内治疗时,手术如何解决?由于其位置深、裸眼及显微镜均无法准确找到病灶并进行手术治疗,要准确找到并治疗这类病变,尤如“大海捞针”一样困难,如能将 DSA 与 MRI 两个三维影像数据进行融合后输入神经导航能否准确找到并治疗这类病变值得研究。

为了解决上述难题,我们在进行双血管三维影像融合的基础上^[1-4],在 Siemens System Syngo X-WP 工作站上利用 Inspace 3D-3D-Fusion 双三维融合软件,进行 DSA 与 MRI 双三维影像融合,利用 DSA 对动脉瘤精准显示与 MRI 对瘤内血栓的可视性,把两种三维影像准确融合在一起,在一张融合图像就能清晰显示动脉瘤实际瘤体与造影所见瘤体的解剖关系,动态观察瘤内血栓的变化与临床症状变化的相关性;把脑深部血流相关性小型动脉瘤、静脉瘤的 DSA 三维影像与 MRI 三维影像融合数据通过 DICOM 接口输入神经导航仪,在神经导航指引下准确找到并处理动脉瘤、静脉瘤,均获成功,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维影像融合的技术要点

1.1.1 对 DSA 图像的要求 常规旋转 5s DSA、8s DSA,对 MRI 要求为全脑 1 mm 薄层扫描 T₁或 T₂图像。

1.1.2 三维影像融合程序 ①首先将 DICOM 格式的 MRI 或 MRA 影像数据输入西门子 Syngo X-WP 工作站,将术中采集病人旋转 DSA 三维影像作“双容积重建”。②把重建好的双容积血管与 MRI 或 MRA 的图像双容积数据通过 Inspace-3D-3D-Fusion 软件处理,软件会将两次不同采集获得的颅骨影像进行自动分析校正,使 DSA 与 MRI 或 MRA 采集的颅骨三维影像达到解剖上完全吻合。③实现两步配准,第一步为利用软件线性换算法自动将 MRI 或 MRA 影像的坐标系转化为 DSA 影像空间坐标系,并对 MRI 或 MRA 图像数据进行缩放。此步骤不需要血管造影系统的像素采集信息,而是完全基于对病人感兴趣区域等中心情况下,从 MRI 及血管机机架与床之间几何空间位置计算获得;第二步为利用影像灰谐度

值进行自动配准,当自动配准无法达到所需精度时,也可目测两组影像中相同的解剖结构,进行人工手动配准。④配准完成后,DSA 与 MRI 或 MRA 双三维融合影像可以叠加方式显示于同一屏幕窗口上。

1.2 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维影像融合的适应症 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维影像融合是多种三维影像融合的一种^[1],除 DSA 双血管、DSA 与 MRI 或 MRA 双三维影像融合外,还有 DSA 与 CT、DSA 与正电子发射计算机断层扫描成像、DSA 与放射性核素扫描成像、CT 血管造影与 MRI、MRI 与 MRA 等多种三维影像融合;DSA 与 MRA 或 MRA 双三维影像融合在临床刚刚开展,其适应症除在脑脊髓血管病应用外,还可用于颅内各部位肿瘤、脑功能性疾病,甚至应用于全身其它部位脏器的两种不同三维影像的融合。

就颅内动脉瘤来讲,我们目前主要应用于:①颅内大与巨大型动脉瘤的诊断,这类动脉瘤由于血液动力学原因,瘤内往往有不同程度的血栓形成,而 DSA 影像显示的瘤体往往小于实际瘤体, MRI 虽可显示瘤体真实大小与瘤内血栓,但不能显示动脉瘤的真实全貌。如把两种三维影像融合将会克服单一影像的不足,显示出两种影像的优点,增加对大与巨大型动脉瘤的认识,提高对瘤内血栓、占位效应与临床表现相关性的认识与诊断水平。②脑深部与脑实质内血流相关性动脉瘤与静脉瘤,因这类病变不在脑表面与 Willis 环附近的蛛网膜下腔,无论是裸眼或显微镜下均看不到,当其不适合做血管内栓塞时,要想手术找到这类病变十分困难,甚至不可能,尤如“大海捞针”。因此,将这类病变的 DSA 三维影像与 MRI 三维影像融合,把其融合数据通过 DICOM 接口输入神经导航,就很容易在导航指引下手术治疗这类病变。

1.3 病例资料 自 2013 年以来,我们就开始探索 DSA 双三维影像融合技术,先利用手工操作进行双血管三维融合获得成功^[2,3],后又探索 DSA 与 MRI 或 MRA 三维影像融合获得成功并应用于临床。对颅内大与巨大型动脉瘤用于判断瘤体真实大小大于 DSA 影像大小的原因,评估栓塞前后瘤体占位效应及瘤内血栓变化与临床表现的相关性。

病例 1,男,50 岁,因头疼、乏力、左眼失明、右眼前指数疑为鞍区动脉瘤或肿瘤或二者并存于 2012 年 10 月 24 日入院。体格检查:神志清楚,精神萎靡,乏力,嗜睡;导尿管导尿;左眼失明,右眼前指数;瞳孔光反射:左眼直接(-)、间接(+),右眼直接(+)、间接(-);两眼球固定居中位,两额部疼、触觉

(-)、眼睫毛反射(-);双视乳头:左视乳头苍白、边界清晰、动脉变细,右视乳头色红润、动脉正常、无渗出血。垂体内分泌检查示垂体功能减退。头颅 MRI 示鞍区巨大占位,约 37.2 mm×41.0 mm;T₁呈高信号,内有 32.5 mm×37.4 mm 不规则流空影(图 1A、1E)。MRA 显示瘤体大小约 23.0 mm×25.0 mm(图 1B)。全脑 DSA 显示瘤体大小约 32.5 mm×37.4 mm(图 1C、1D、1F),确诊为左颈内动脉后交通巨大动脉瘤伴瘤内血栓形成。随即在支架(Enterprise 4.5 mm×37 mm)辅助下行弹簧圈栓塞,因支架尾端塌陷入瘤腔,又经第一个支架网孔放入第二个同样支架,使其构成"Y"型结构复盖瘤颈,共填入弹簧圈 8 枚,总长度 341.0 cm。复查造影示,载瘤动脉通畅,瘤腔弹簧圈间仍有造影剂残留。术后病情好转,2012 年 11 月 23 日出院。

首次治疗后精神好转,无嗜睡,食欲增强,大小便正常,3 个月后再入院。体格检查:左眼失明,右眼视力 0.4,左眼睑下垂好转、可部分睁开。DSA 检查见动脉瘤瘤腔残留,大小约 24.0 mm×32.0 mm,未治疗出院。

10 个月第三次入院,病情进一步好转,左眼失明,右眼视力 0.4,双眼睑已无下垂,眼球运动正常。DSA 检查测量瘤腔残留大小约 24.0 mm×32.0 mm,填入 13 枚弹簧圈,总长度 367.0 cm;复查 DSA 见瘤腔致密栓塞,载瘤动脉通畅。病情进一步好转出院。

20 个月第四次入院,神志清醒,精神正常,营养好;左眼失明,右眼视力 0.4,两眼球运动正常。MRI 检查示残留瘤体大小约 14.0 mm×23.0 mm。行第 4 次 DSA 检查见残留瘤体大小约 13.0 mm×22.0 mm,补填弹簧圈 6 枚,总长度 119.0 cm;复查 DSA 见瘤腔致密栓塞(图 1G~K),载瘤动脉通畅。病情好转出院。

病例 2,女,38 岁。2013 年 8 月 17 日突发头痛、呕吐、继而昏迷,GCS 评分 7 分。头部 CT 示脑室内出血(图 2A)。DSA 检查为 Moyamoya 病合并右脉络膜后动脉血流相关性动脉瘤(大小约 3.0 mm×3.0 mm;图 2B、2C),经手工操作将 DSA 与 MRI 双三维影像融合后将综合数据经 DICOM 接口输入 Medtronic 神经导航系统,在导航指导下根据轴位、矢状位、冠状位给出的数据精确定位(图 2D~F),经纵裂达右胼胝体后部切开脑组织 1.0 cm、深达 2.0 cm,找到脑实质内微动脉瘤大小约 3.0 mm×3.0 mm×3.0 mm,位于右脉络膜后动脉吻合动脉。仔细分离后予以切除。术

后 54 d,病人逐渐出现反应,GCS 评分 8 分。于 2013 年 10 月 13 日病情稳定后出院。

病例 3,男,48 岁,突发左颞为主的头痛,外院头颅 MRI 检查疑右颞叶血肿,于 2013 年 6 月 13 日入院。体格检查:神志清楚,GCS 评分 15 分,未发现神经系统阳性体征。全脑 DSA 检查诊断为右颞叶深部脑 AVM 合并静脉瘤(图 3A、3B)。6 d 后行神经导航手术,将 DSA 与 MRI 行三维影像融合,将融合后综合数据通过 DICOM 接口输入神经导航系统,在神经导航指引下(图 3C~E),于右颞叶 Labbe 静脉前颞中回切开脑皮质深 1.5 cm 即发现 AVM 畸形血管团(大小约 3.0 mm×4.0 mm×3.0 mm)伴静脉瘤(大小约 4.0 mm×3.0 mm×3.0 mm),周围脑组织淡黄色,伴陈旧性血肿(约 10 ml),清除血肿,仔细分离并切除畸形血管团与静脉瘤。术后 DSA 复查示 AVM 伴静脉瘤未显影(图 3F)。完全康复出院。

2 讨论

2.1 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维影像融合的预设条件与融合技术要点 利用双三维影像融合软件,一方面解决了术前影像检查与术中影像采集时病人体位不同的问题,将精确配准后的 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维融合影像显示在同一窗口。另一方面可结合两种影像的优势,为临床提供更丰富的影像学信息,从而更好帮助诊断并指导临床实施脑深部小型血管瘤的神经导航手术。

2.2 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维融合影像对颅内大与巨大型动脉瘤的诊断价值 颅内大与巨大型动脉瘤占颅内动脉瘤的 5%(3%~13%)。这类动脉瘤由于血液动力学原因,瘤内往往有不同程度的血栓形成。通过 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维融合影像研究初步证明:①当颅内大与巨大型动脉瘤瘤内有血栓形成时,DSA 影像瘤体小于 MRI 影像瘤体,而大于 MRA 影像瘤体。李运连^[5]和马廉亭等^[6]曾报道假性动脉瘤瘤体大于造影所见影像瘤体,与假性动脉瘤出血后血肿液化形成瘤腔有关。而 DSA 影像瘤体大于 MRA 影像瘤体,这一发现未见报道。MRA 影像瘤体为什么会小于 DSA 影像瘤体,推测可能与 MRA 成像时瘤内涡流有干扰信号有关。MRI 虽可显示瘤体真实大小与瘤内血栓,但不能显示动脉瘤的真实全貌。如把两种三维影像融合将会克服单一影像的不足,同时在一张影像上显示出两种影像的优点。②可以评估手术或介入治疗前后瘤体占位效应与临床表现的相关性,评估手术或介入治疗术后其占位效

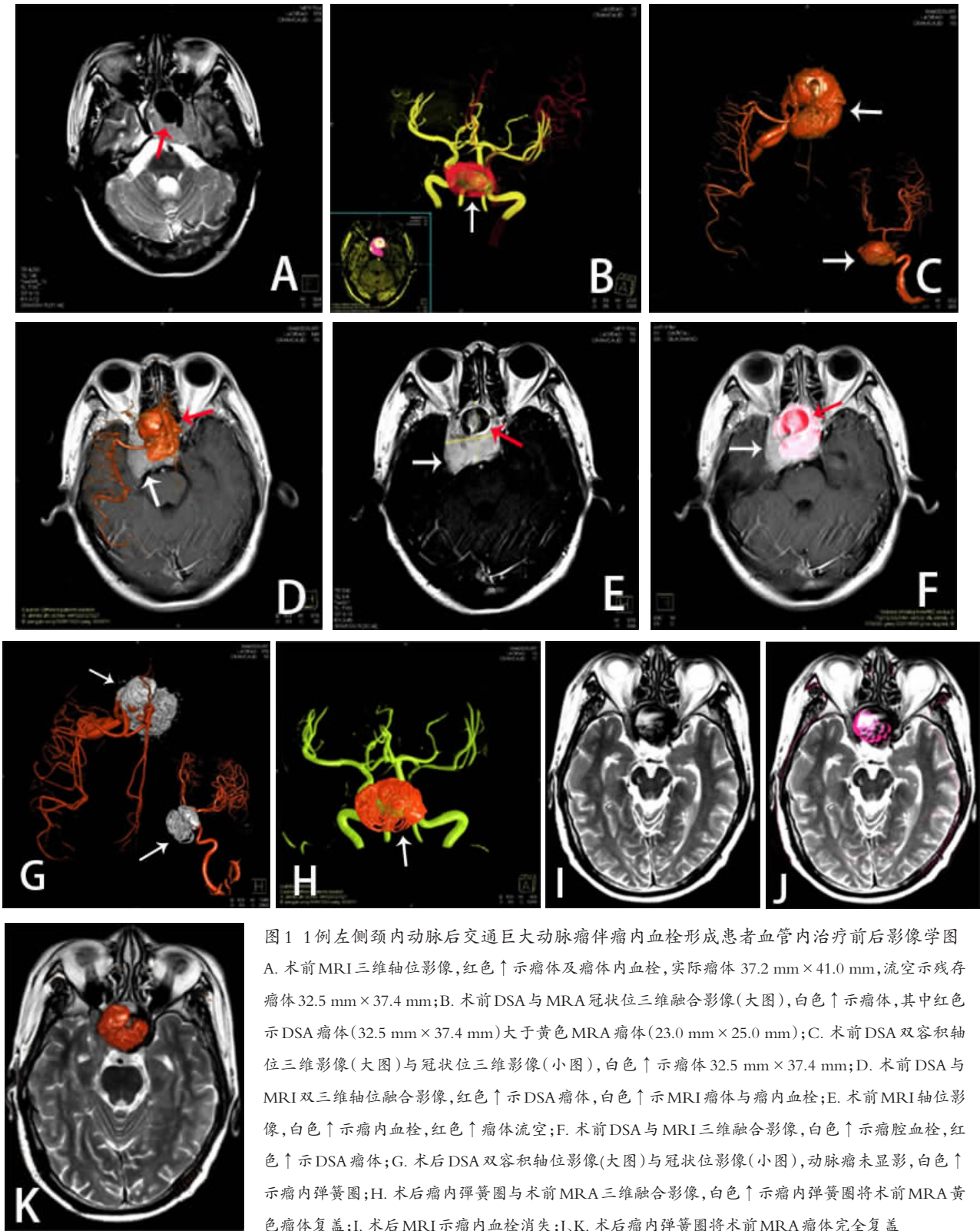


图1 1例左侧颈内动脉后交通巨大动脉瘤伴瘤内血栓形成患者血管内治疗前后影像学图
A. 术前MRI三维轴位影像,红色↑示瘤体及瘤体内血栓,实际瘤体 $37.2\text{ mm}\times 41.0\text{ mm}$,流空示残存瘤体 $32.5\text{ mm}\times 37.4\text{ mm}$;B. 术前DSA与MRA冠状位三维融合影像(大图),白色↑示瘤体,其中红色示DSA瘤体($32.5\text{ mm}\times 37.4\text{ mm}$)大于黄色MRA瘤体($23.0\text{ mm}\times 25.0\text{ mm}$);C. 术前DSA双容积轴位三维影像(大图)与冠状位三维影像(小图),白色↑示瘤体 $32.5\text{ mm}\times 37.4\text{ mm}$;D. 术前DSA与MRI双三维轴位融合影像,红色↑示DSA瘤体,白色↑示MRI瘤体与瘤内血栓;E. 术前MRI轴位影像,白色↑示瘤内血栓,红色↑瘤体流空;F. 术前DSA与MRI三维融合影像,白色↑示瘤腔血栓,红色↑示DSA瘤体;G. 术后DSA双容积轴位影像(大图)与冠状位影像(小图),动脉瘤未显影,白色↑示瘤内弹簧圈;H. 术后瘤内弹簧圈与术前MRA三维融合影像,白色↑示瘤内弹簧圈将术前MRA黄色瘤体复盖;I. 术后MRI示瘤内血栓消失;J、K. 术后瘤内弹簧圈将术前MRA瘤体完全复盖

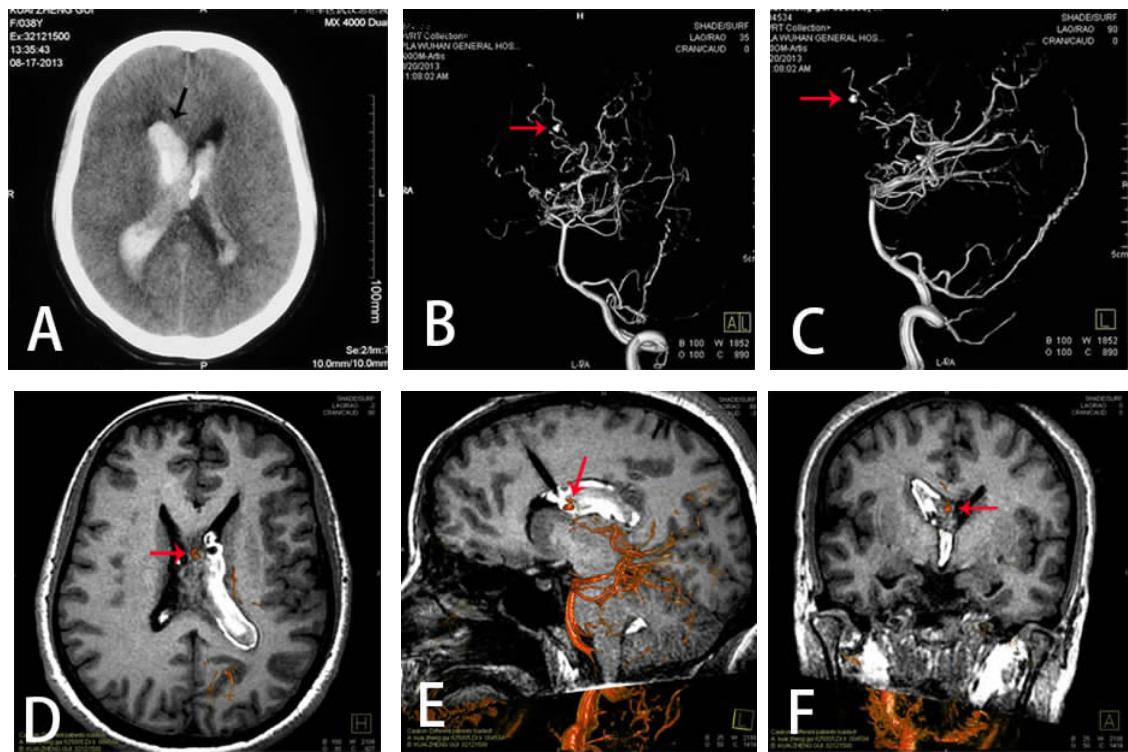


图 2 1 例右侧脉络膜后动脉动脉瘤患者术前 DSA 与 MRI 双三维融合影像学图

A. 头部 CT 影像, 黑色↑示脑室出血; B. 3D-DSA 正位像, 红色↑示动脉瘤; C. 3D-DSA 侧位像, ↑示动脉瘤; D. DSA 与 MRI 双三维融合轴位影像, 红色↑示动脉瘤; E. DSA 与 MRI 双三维融合矢状位影像, 红色↑示动脉瘤; F. DSA 与 MRI 双三维融合冠状位影像, 红色↑示动脉瘤

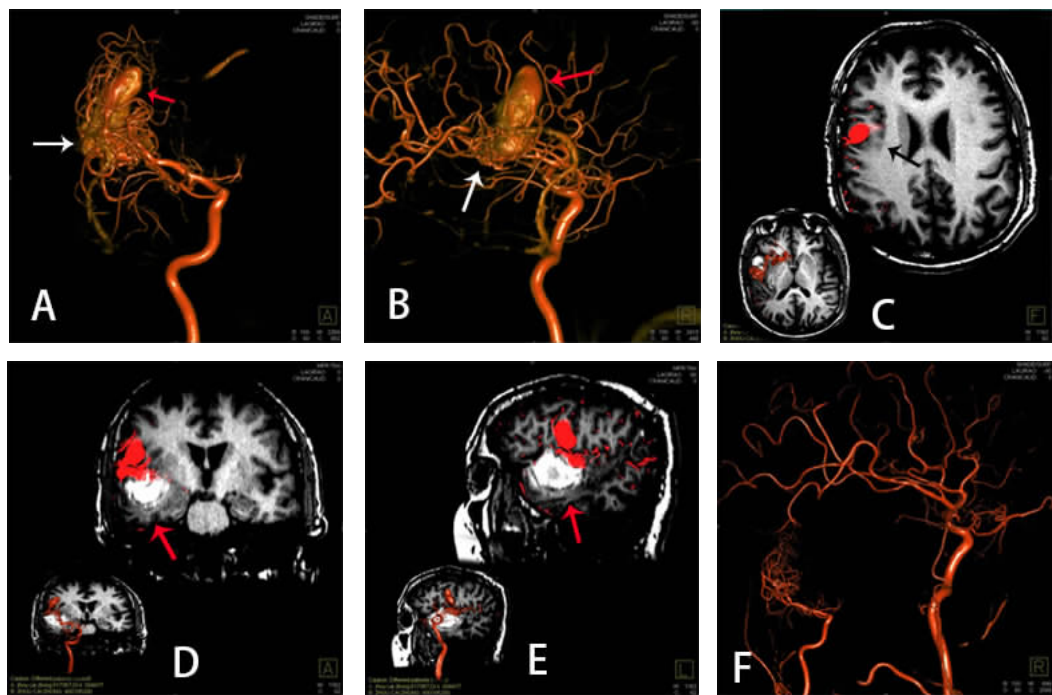


图 3 1 例左颞叶深部脑动静脉畸形伴静脉瘤神经导航手术前后 DSA 与 MRI 双三维融合影像

A、B. 术前 3D-DSA 正位和侧位影像, 白色↑示动静脉畸形病灶, 红色↑示静脉瘤; C、D、E. 术前 DSA 与 MRI 轴位、冠状位、矢状位双三维融合影像, 大图示局部、小图示全貌, 红色↑示动静脉畸形病灶; F. 术后 3D-DSA 正位(小图)、侧位(大图)影像, 动静脉畸形病灶与静脉瘤均未显影

应的可复性及恢复时间。③提高临床对大与巨大型动脉瘤的认识,有助于诊断并预测治疗效果,尤其对实施血管内栓塞的病人,可以评估选择的栓塞材料是否恰当,减少并发症与后遗症,提高治疗效果。

2.3 开拓脑深部与实质内血流相关性动脉瘤与静脉瘤的神经导航手术治疗 这类病变虽比较少见,但在不能采用血管内治疗时,直接手术十分困难,甚至几乎是不可能的,犹如“大海捞针”一样困难。因这类病变不在脑表面及 Willis 环附近的蛛网膜下腔,无论是裸眼或显微镜下均找不到病灶。只有将这类病变的 DSA 三维影像与 MRI 三维影像融合,把融合数据通过 DICOM 接口输入神经导航系统,在神经导航指引下,在脑组织上行小切口就非常容易准确找到病灶进行手术,解决了单纯用裸眼与显微镜不能手术的难题。

2.4 DSA 与 MRI 或 MRA 双三维融合影像的缺陷 由于 DSA 双血管三维融合影像是两个三维血管影像直接融合,因此融合后双血管三维融合影像立体视觉感很强,给人以很强的立体感,对临床诊断和治疗很有帮助。而 DSA 与 MRI 双三维影像融合时,DSA 是三维影像、而 MRI 分别是矢状位、冠状位、轴位断面三维影像,因此,融合后的血管影像不能在同一个 MRI 断面上完整显示三维血管影像整体,不能全面观察血管病变与周围脑组织的立体解剖关系,需要在病变部位多做几个矢状位、冠状位、轴位 MRI 影像

断层面,依次观察才能认识血管与脑组织结构的立体影像关系。因此 DSA 与 MRI 双三维融合影像立体视觉感不如双血管三维融合影像,也不甚漂亮。如何提高 DSA 与 MRI 双三维融合影像的视觉立体感是有待进一步研究的课题。

【参考文献】

[1] 马廉亭,杨 铭,李 俊. DSA 影像融合新技术进展及其在神经外科的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2013, 18 (10):626-629.

[2] 李国栋,向伟楚,乔 英,等. 双血管融合重建方法评估脑动静脉畸形的价值[J]. 中国临床神经外科杂志, 2014, 19 (2):77-79.

[3] Sheng LQ, Li J, Li HH, *et al.* Evaluation of cerebral arterio-venous malformation using ‘dual vessel fusion’ technology [J]. J Neurointerv Surg, 2014, 6(9): 667-671.

[4] 向威楚,李欢欢,李国栋,等. “双血管三维影像融合”对脑血管疾病诊治的评估价值[J]. 中国临床神经外科杂志, 2015, 20(1):1-4.

[5] 李运连. 早期战伤中的假性动脉瘤和动静脉瘘[J]. 人民军医, 1980, 2:24.

[6] 马廉亭,郑玉明,楚宪襄. 创伤性假性动脉瘤与动静脉瘘 [M]. 郑州:河南科技大学出版社, 2002. 130-134.

(2015-01-30 收稿)

· 消 息 ·

第七届国际听神经瘤会议征文通知

由上海交通大学医学院附属新华医院、复旦大学附属华山医院、中国人民解放军总医院、北京天坛医院联合主办的第七届国际听神经瘤会议现定于 2015 年 4 月 12-15 日在上海举办。该会议自 1991 年在丹麦哥本哈根召开以来,每 4 年召开一次,已分别在法国巴黎、意大利罗马、英国剑桥、西班牙巴塞罗那、美国洛杉矶举办六届会议,参会代表为来自全球各地的耳鼻咽喉头颈外科医师、神经外科医师、放疗医师、影像医师、整形外科医师等专业人士,代表了听神经瘤及侧颅底肿瘤临床诊治及基础研究的最高水平。本次会议官方语言为英语,以专题讲座、圆桌讨论及论文交流为主,旨在促进世界各地专家的学术交流,推动先进技术和经验交流,使相关疾病的诊治得以规范,热忱欢迎全国同道积极踊跃投稿参会。

1、征文要求:统一登录 <http://www.2015an.com>, 网上投递英文摘要;2、联系方式:Email: abstract@2015an.com 或 registration@2015an.com; 电话:0 21-23123591 (10:00-18:00); 传真:021-23123600。