

# 三维影像融合在软脑膜动静脉瘘诊断与治疗中的应用价值

蔡明俊 丁建军 刘 军 冯 雷 刘 鹏 秦 杰 杨 柳 向伟楚  
李国栋 王 莉 潘 力 杨 铭 徐国政 马廉亭

**【摘要】目的** 探讨三维影像融合在软脑膜动静脉瘘(pAVF)诊断与治疗中的应用价值。**方法** 回顾性分析三家医院2014年9月到2015年2月收治的5例pAVF患者的临床资料。患者三维影像在Siemens Artis Zee Biplane 双大平板DSA机的System Syngo X-WP 三维后处理工作站上应用融合软件自动融合。分析3D-DSA双血管融合、CT/MR影像融合、3D-DSA/Dyna-CT影像融合,用于协助诊断与实施血管内治疗。从供血动脉、瘘口形态和位置、引流静脉及动静脉瘘与相邻脑结构的空間关系这4个方面来评价三维影像融合对诊断与治疗的应用价值。**结果** 3D-DSA双血管、MR/CT及3D-DSA/Dyna-CT等三维影像融合,可以把3D-DSA提供的血管系统信息与MR影像或Dyna-CT影像信息通过后处理融合在一张图像上,实现同步可视,将病变的双重血供和病变与脑组织、颅神经及颅骨的解剖关系显示清楚。5例患者的3D-DSA双血管、MR/CT或3D-DSA/Dyna-CT影像融合比未融合资料在对上述4个方面的评估上更具有价值,对诊断和手术更有意义。**结论** 三维融合影像更有助于对pAVF进行术前评估和设计手术计划,特别是有助于术前更好地理解病变的解剖特点和对栓塞材料的选择。

**【关键词】** 软脑膜动静脉瘘;三维影像融合;诊断;治疗

**【文章编号】** 1009-153X(2015)03-0129-05 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.4; R 445

## Application of 3D-images fusion to the diagnosis and treatment of pial AVFs

CAI Ming-jun<sup>1</sup>, DING Jian-jun<sup>2</sup>, LIU Jun<sup>3</sup>, FENG Lei<sup>3</sup>, LIU Peng<sup>1</sup>, QIN Jie<sup>1</sup>, YANG Liu<sup>1</sup>, XIANG Wei-chu<sup>1</sup>, LI Guo-dong<sup>1</sup>, WANG Li<sup>1</sup>, PAN Li<sup>1</sup>, YANG Ming<sup>1</sup>, XU Guo-zheng<sup>1</sup>, MA Lian-ting<sup>1</sup>. 1. Department of Neurosurgery, Wuhan General Hospital, Guangzhou Command, Wuhan 430070, China; 2. Department of Neurosurgery, Second People's Hospital of Shenzhen City, Guangdong 518035, China; 3. Department of Neurosurgery, First People's Hospital of Jining City, Shandong 272011, China

**【Abstract】 Objective** To explore the application of three dimensional (3D) images fusion including dual vessel 3D-DSA images fusion, 3D-DSA and MR images fusion and 3D-DSA and Dyna-CT images fusion to the diagnosis and treatment of intracranial pial arteriovenous fistulas (AVFs). **Methods** The 3D-DSA and MR images of 5 patients with pial AVFs were automatically fused by fusion software on System Syngo X-WP 3D post-processing workstation of Siemens Artis zee biplane DSA machine. The informations provided by Dual vessels 3D images fusion, 3D-DSA and MR images fusion, and 3D-DSA and Dyna-CT images fusion were analyzed in order to help diagnosis and endovascular treatment. **Results** The arteries feeding to the pial AVF, veins draining from the pial AVFs, morphology and location of the fistulas, and relationships between the pial AVF and the adjacent normal brain structures showed by 3D images fusion were clearer than those only by 3D-DSA or MRA and MR images or Gyna-CT images in all the patients with pial AVF, in whom, all the pial AVFs were successfully embolized endovascularly. **Conclusions** The 3D fusion images are very helpful to the definite diagnosis and making the plan for treatment of the pial AVFs, especially to neurosurgeons to understand the surgical anatomy and choose preoperatively material for the endovascular embolization.

**【Key words】** Pial arteriovenous fistula; Image fusion; Endovascular treatment

颅内软脑膜动静脉瘘(pial arteriovenous fistula, pAVF)是一种极少见的先天性脑血管疾病,是指动脉和静脉之间存在直接的异常通道,动静脉之间没有毛细血管床或畸形血管团,常合并引流静脉瘤样扩张或静脉曲张。不同于脑动静脉畸形(arteriovenous malformation, AVM)和硬脑膜动静脉瘘(dural arteriovenous fistula, DAVF)<sup>[1]</sup>,其治疗的关键是根据患者的动静脉瘘血管构筑特点选择最有

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2015.03.001  
作者单位:430070 武汉,广州军区武汉总医院神经外科(蔡明俊、刘鹏、秦杰、杨柳、向伟楚、李国栋、王莉、潘力、杨铭、徐国政、马廉亭);518035 广东,深圳市第二人民医院神经外科(丁建军);272011 山东,济宁市第一人民医院神经外科(刘军、冯雷)  
通讯作者:潘力, E-mail: plainfat@163.com

效、安全的治疗方法和栓塞材料。对于 pAVF 的供血动脉、瘘口形态和位置、引流静及其与相邻脑结构的精确认识是术前评估与手术成功的前提。尽管 3D-DSA 是目前公认颅内血管疾病诊断的“金标准”,但其无法提供 AVF 与相邻的脑结构或颅骨的空间关系及无法同时显示由双侧颈内动脉参与供血的 pAVF 的供血动脉信息<sup>[2]</sup>。为了进一步帮助我们了解 pAVF 的病灶特点,从而提高诊断水平与手术安全性和有效性,最近,我们利用西门子公司新研发的“Inspace 3D-3D-Fusion”及双容积重建(double volume, DV)对双重血管供血的血管疾病进行双血管三维影像融合,并在此基础上在 Siemens System Syngo X-WP 工作站上进一步利用 Inspace 3D-3D-Fusion 双三维融合软件<sup>[3,4]</sup>,进行 3D-DSA/MR 影像或 3D-DSA/Dyna-CT 影像双三维影像融合,利用 DSA 对血管精准显示与 MR 影像、Dyna-CT 影像对周围组织结构的可视性,把两种三维影像准确融合在一起,在一张融合图像上清晰显示 pAVF 的供血动脉、瘘口形态和位置、引流静及其与相邻脑结构的多种解剖结构的相互关系,以弥补单一 3D-DSA、MR 和 Dyna-CT 影像各自的不足。现将我们应用过程中的一些经验总结报告如下。

## 1 临床资料

1.1 一般资料 2014 年 9 月到 2015 年 2 月年收治颅内 pAVF 患者 5 例,其中男 4 例,女 1 例;年龄 4~55 岁,平均 21.6 岁。均无头颈部外伤史。

1.2 临床表现 头痛 5 例,呕吐 3 例,反复癫痫发作 2 例,感觉性失语 1 例,视力减退 1 例,颅神经麻痹 1 例,颅内血肿 1 例。

1.3 影像学检查 5 例均行头颅 CT、MRI、MRA 扫描及 DSA 确诊,明确瘘口的确切位置。DSA 可见有的瘘口后扩大的静脉瘤囊内有部分充盈缺失,估计是囊内血栓形成,所有的囊内造影剂均滞留直至静脉期。

1.4 双三维影像融合 5 例患者的三维影像资料在 Siemens Artis Zee Biplane 双大平板 DSA 机的 System Syngo X-WP 三维后处理工作站上应用融合软件自动融合,包括 3D-DSA 双血管、MR/CT、3D-DSA/Dyna-CT 影像融合。从 AVF 供血动脉、瘘口形态和位置、引流静脉及其与相邻的脑、颅骨结构的空间关系这 4 个方面来评价三维融合影像对诊断与治疗的应用价值。

1.5 治疗方法 本组 5 例均在全麻下先行常规 DSA 检

查,并在上述融合图像的基础上了解 pAVF 的部位、大小、形状、与供血动脉、瘘口形态和位置、引流静脉及其与相邻的脑、颅骨结构的空间关系等情况,再据此决定行开颅手术或血管内治疗,并指导栓塞材料的选择。本组 5 例患者均采用血管内栓塞治疗,应用 Scepter 带球囊微导管闭塞瘘口或近瘘口供血动脉,并行降血压情况下颈内动脉球囊闭塞试验,以了解有无局部缺血表现;然后 3 例患者在 Scepter 球囊阻断血流的情况下经微导管送入弹簧圈,待血流速度减慢后,再注入 18% ONYX 胶;2 例闭塞患者载瘘颈内动脉与大脑中动脉 M<sub>2</sub> 段上干。术后患者清醒后持续口服阿司匹林(100 mg/d)和氯吡格雷(75 mg/d)2 周。

## 2 结果

本组 5 例患者中,pAVF 位于颅前窝底 1 例、右侧颅中窝底 1 例、左侧颞部 2 例、右侧顶部 1 例。术前 CT 平扫均显示病灶部位呈圆形或椭圆形边界光滑的高密度影;MRI 扫描可见无信号流空影、内有充盈缺失;MRA 或 CTA 显示为动静脉瘘。5 例患者均由 3D-DSA 确诊,再经三维影像融合处理后证实:1 例位于颅前窝底,经行双侧颈内动脉 3D-DSA 融合,见 AVF 为双侧大脑前动脉供血,瘘口正好位于前交通动脉,瘘口后形成巨大多个相连的椭圆形静脉瘤,经胼周静脉-下矢状窦-直窦-瘘向窦汇(图 1A~F);1 例位于右侧颅中窝底,供血动脉来自右侧颈内动脉海绵窦段增粗的破口,引流向岩上窦-横窦-乙状窦(图 2A~D);2 例位于左侧颞部由左大脑中动脉 M<sub>2</sub> 段上干分支供血,经下矢状窦-直窦-瘘向窦汇;1 例位于右侧顶部,主要由右侧大脑前动脉胼周动脉供血,右侧大脑中动脉数个细小分支也参与供血,引流向扩张的皮层静脉-上矢状窦(图 3A~D)。

术后即刻行 2D-DSA、3D-DSA 检查显示 5 例患者 pAVF 均消失,未发生并发症,无神经功能缺失表现。

## 3 讨论

颅内 AVF 是颅内动静脉畸形中的一种高分流量的畸形,依据动脉供血来源的不同,临床上分为硬脑膜型、软脑膜型和混合型<sup>[1]</sup>。pAVF 是一种罕见的颅内血管畸形,占颅内血管畸形的 1.6%~4.7%<sup>[1]</sup>。Lasjaunias 在 1986 提出,pAVF 不同于其他脑血管畸形,其血流是从一支或多支动脉通过瘘口直接流入一支静脉,导致受累静脉血管扩张。pAVF 不同于脑

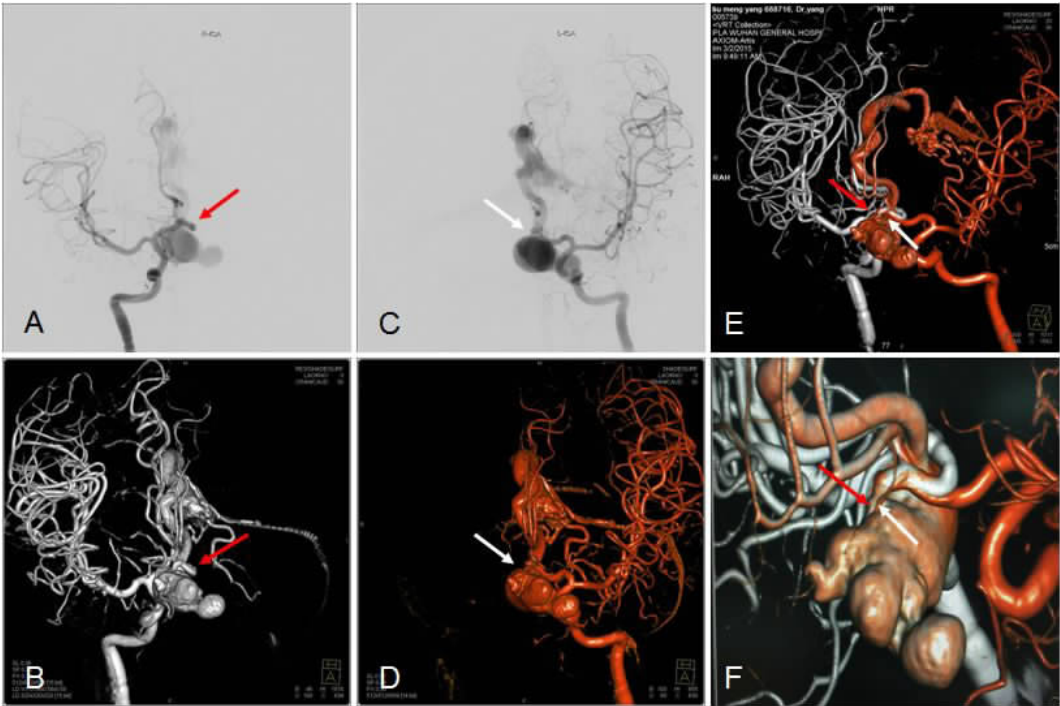


图 1 前交通动脉pAVF影像

A. 右侧颈内动脉2D-DSA正位影像, ↑示pAVF; B. 右侧颈内动脉3D-DSA影像, ↑示pAVF; C. 左侧颈内动脉2D-DSA正位影像, ↑示pAVF; D. 左侧颈内动脉3D-DSA影像, ↑示pAVF; E. 双侧颈内动脉三维融合影像, ↑示前交通动脉动静脉瘘, 双侧颈内动脉通过前交通动脉向瘘供血; F. 双侧颈内动脉三维融合放大影像; 白色↑示左侧颈内动脉向前交通动静脉瘘供血, 红色↑示右侧颈内动脉向前交通动静脉瘘供血

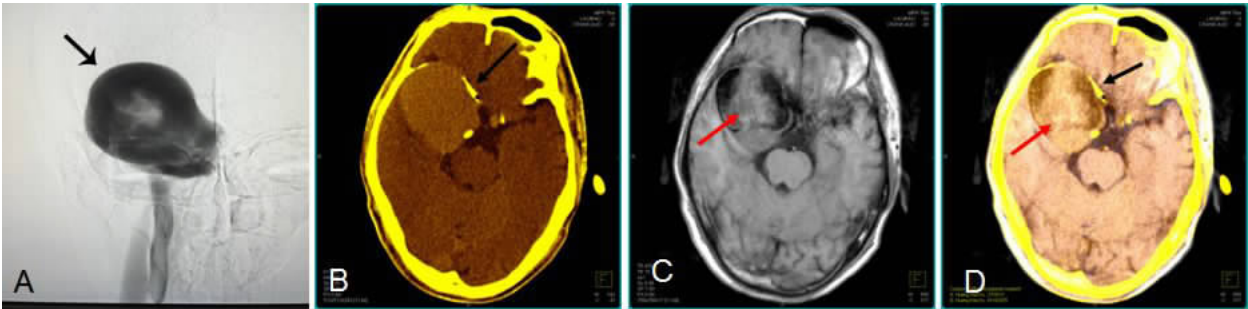


图 2 右侧颈内动脉-岩上窦pAVF影像

A. DSA-2D正位影像, ↑示pAVF; B. CT轴位影像, ↑示瘤壁钙化; C. MRI轴位影像, ↑示瘤内血栓; D. MRI/CT三维融合影像, 黑色↑示瘤壁钙化, 红色↑示瘤内血栓

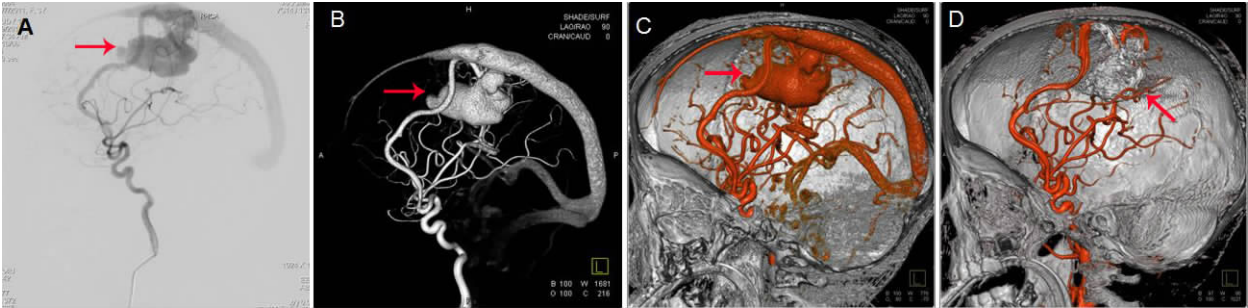


图 3 右侧顶部pAVF血管内血栓治疗前后影像

A. 右侧颈内动脉术前2D-DSA侧位影像, ↑示pAVF; B. 右侧颈内动脉术前3D-DSA侧位影像, ↑示pAVF; C. 右侧颈内动脉术前3D-DSA/Dyna-CT融合影像, ↑示pAVF; D. 右侧颈内动脉术后3D-DSA/Dyna-CT融合影像; 红色↑示动静脉瘘消失



AVM, 在于其动静脉之间没有毛细血管床或畸形血管团。pAVF 与 DAVF 的区别在于, pAVF 供血动脉来自软脑膜动脉或是大脑皮质动脉, 病变的部位不在硬脑膜上<sup>[5]</sup>。pAVF 所致临床症状与动静脉之间直接交通的高血流量及占位效应有关, 有时可同时合并引流静脉瘤样改变或静脉曲张。由于 pAVF 的发病率极低, 目前对其发病机制还不完全清楚。多数 pAVF 是先天血管发育异常的疾病, 本组 4 例为先天性。少数与外伤、医源性损伤有关, 本组 1 例右侧颈内动脉-岩上窦瘘的患者, 18 年前有经鼻腔手术史, 术后发生鼻出血, 而后形成医源性颈内动脉-岩上窦瘘。多数患者可有颅内出血、头痛、癫痫、神经功能障碍、颅内杂音、颅内压增高、脑水肿等临床表现<sup>[6]</sup>。

颅脑 CT、MRI 扫描可见病灶部位呈圆形或椭圆形边界光滑的异常影像, 有助于判断病灶有无占位效应, 是否有血栓、钙化形成等。一般凭 MRA 或 CTA 就能对病变作出准确的诊断; 但 DSA, 尤其 3D-DSA, 是诊断 pAVF 的“金标准”。本组 5 例患者均属于高分流量的 pAVF, 供血动脉明显增粗, 早期显示呈静脉瘤样明显扩张的引流静脉, 两者之间未见异常畸形血管网, 血流经瘘口直接汇入引流静脉, 血流量较大, 血液经动静脉之间异常瘘口直接进入静脉而致明显的囊状扩张, 多数静脉瘤囊较大且内多有血栓形成而产生颅内占位效应, 2 例患者累及皮质而引发癫痫。准确的诊断和安全有效的治疗 pAVF 需要全面充分了解病变血管的构筑, 了解所有供血动脉、瘘口及引流静脉相互间的关系。对于瘘口较小没有明显静脉血管扩张的 pAVF, 准确发现瘘口有一定的困难<sup>[7]</sup>。

为了解决上述难题, 我们在 3D-DSA 的基础上进行了三维影像融合, 并且在 Siemens System Syngo X-WP 工作站上进一步利用 Inspace 3D-3D-Fusion 双三维融合软件, 进行 3D-DSA 双血管、3D-DSA 与 CT、MRI/Dyna-CT 双三维影像融合, 利用 DSA 对血管精准显示、MRI 对瘤内血栓、CT 对瘤壁钙化的可视性<sup>[8]</sup>, 把两种三维影像准确融合在一起, 在一张融合图像上既清晰显示 MRI 所见 pAVF 静脉瘤样扩张的大小, 又能显示 DSA 所见静脉瘤样扩张大小, 动态观察静脉瘤内血栓的变化与临床症状变化的相关性; 指导处理 pAVF, 均获成功。

pAVF 主要通过手术治疗。有报道, pAVF 患者保守治疗的死亡率高达 63%<sup>[1]</sup>。pAVF 的治疗措施主要包括手术、血管内栓塞或者两者联合治疗。治疗目的是达到阻断动静脉之间的短路分流, 而不是切

除病灶和引流的静脉来阻断瘘口。只要消除高流量的分流, 曲张的引流静脉和静脉瘤会随着瘤内血栓的机化、吸收自然消失。pAVF 治疗原则是阻断瘘口或者阻塞所有靠近瘘口的供血动脉, 可以保留引流静脉的完整性<sup>[1]</sup>。

随着介入设备与栓塞材料的进步、技术的提高和经验的积累, 血管内栓塞治疗已成为 pAVF 治疗的主要手段, 特别是对于那些手术风险极大或者位于深部、手术无法到达的 pAVF 更为适合。血管内治疗目的与外科断流术相同, 即在瘘口处阻断供血动脉的血流及闭塞瘘口, 尽可能保存脑的静脉回流。目前较多采取经动脉入路的血管内栓塞治疗。

常采用的栓塞材料的选择包括 Scepter 带球囊微导管、带纤毛的弹簧圈或 GDC 铂金圈直接闭塞瘘口与瘘腔, 也可以采用高浓度的液体栓塞剂闭塞瘘口与瘘腔, 或先用弹簧圈大部分填塞瘘腔。待血流变慢后, 再注入 18% ONYX 胶或手术线段充填弹簧圈间的间隙联合应用。pAVF 具体的治疗方法应该结合术者对何种手术掌握的熟练程度及根据患者具体情况和病变的部位、性质、大小等因素决定, 以达到良好的结果。本组 5 例患者采用血管内栓塞治疗, 均应用 Scepter 带球囊微导管暂时闭塞瘘口或供血动脉接近瘘口血管, 并行降血压情况下动脉球囊闭塞试验, 以了解有无局部缺血表现; 其中 3 例患者在 Scepter 球囊尽量阻断供血动脉血流的情况下, 经微导管送入弹簧圈, 然后缓慢逐渐泄掉球囊确认弹簧圈是否稳定, 待血流速度减慢后, 再经微导管注入 ONYX 胶; 2 例患者永久闭塞患者颈内动脉与大脑中动脉 M2 段上干。术后即刻行 2D-DSA、3D-DSA 检查均显示 pAVF 消失, 未发生并发症, 无神经功能缺失表现。Scepter 带球囊微导管在治疗高流量 pAVF 时充分显示了其优点: 应用同一根微导管既可以完成临时阻断供血动脉减慢血流, 又能同时经其填塞弹簧圈、胶或其他栓塞材料如手术线段填充弹簧圈间的间隙, 以达到闭塞瘘口的目的。术后常规给予抗凝、抗血小板聚集, 以预防因术后血流量减少、流速减慢致扩张静脉或窦内过快血栓形成。

由于 pAVF 是一种罕见的疾病, 其自然病程尚无定论, 且与 AVM、DAVF 的病理改变和治疗方法不同, 除必须通过造影检查明确外, 相关的三维影像融合在诊断和治疗上有很高的应用价值。当然, 临床上具体的治疗方法应结合患者具体情况和 pAVF 的部位、性质、大小以及瘘口所在的部位等因素决定, 以达到最安全、有效的结果。

【参考文献】

[1] Sugimoto T, Park YS, Nakagawa I, *et al.* Effectiveness of intraoperative indocyanine green videoangiography in direct surgical treatment of pediatric intracranial pial arteriovenous fistula [J]. J Neurosurg Pediatr, 2015, 15(1): 55-59.

[2] 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.

[3] 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[J]. 中国临床神经外科杂志, 2014, 19(2): 77-79.

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

[5] Luo CB, Guo WY, Teng MM, *et al.* Fistula components of brain arteriovenous malformations: angioarchitecture analysis and embolization prior to gamma-knife surgery [J]. J Chin Med Assoc, 2013, 76(5): 277-281.

[6] Paramasivam S, Toma N, Niimi Y, *et al.* Development, clinical presentation and endovascular management of congenital intracranial pial arteriovenous fistulas [J]. J Neurointerv Surg, 2013, 5(2): 184-190.

[7] 向伟楚,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]. 中国临床神经外科外科杂志, 2015, 20(1): 1-4.

[8] 向伟楚,杨 铭,李 俊,等. 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[J]. 中国临床神经外科外科杂志, 2015, 20(2): 65-70.

(2015-03-02 收稿)



. 消 息 .

《神经介入“兵器谱”》第二届研讨会通知

由中国人民解放军神经外科研究所、广州军区武汉总医院神经外科举办的《神经介入“兵器谱”》第二届研讨会将于 2015 年 8 月份在武汉举行。

众所周知,神经介入近年来突飞猛进的发展,其中重要原因之一是神经介入材料与设备的快速发展。医生对这些新材料与设备的了解程度会直接影响临床疗效和安全性。如此众多的、不断推陈出新的新材料和设备,试图把它们完全掌握是一件困难但有意义的事情。

《神经介入“兵器谱”》第一届研讨会于 2014 年 8 月 23 日在武汉胜利召开,会议内容共分五个部分:①通路产品;②微弹簧圈;③颅内动脉支架;④DSA 系统;⑤其他产品(胶、球囊等)。会议邀请国内主流神经介入材料和设备厂家的“产品经理”(“兵器”的生产者)介绍各自产品的特点和优势,同时有使用经验的手术医师(“兵器”的使用者)现场介绍自己的心得体会,并与与会者一起就有关问题进行讨论。会议议程紧凑、讨论热烈。最紧张有趣的是医生针对产品使用中的问题向产品经理提问,而后者现场回答。在讨论、问答中与会医生不仅仅了解了众多神经介入材料与设备的特性,还充分交流了自己使用的经验和教训。

会议今后将在每年的 8 月举办 1 次。