

# 最大密度投影、双容积及双容积动态成像 对硬脊膜动静脉瘘诊治的研究

秦 杰 杨 铭 潘 力 蔡明俊 刘 鹏 杨 柳 安学峰 马廉亭

**【摘要】目的** 探讨最大密度投影、3D-DSA/Dyna-CT 双容积及双容积动态成像对硬脊膜动静脉瘘诊断及手术的应用价值。**方法** 对 8 例硬脊膜动静脉瘘患者术前均行最大密度投影、3D-DSA/Dyna-CT 双容积和双容积动态成像,协助术前诊断、判断瘘口的部位、供血动脉与椎间孔的关系、引流静脉所在椎管内的部位,然后手术灼闭瘘口。**结果** 最大密度投影冠状位、矢状位和轴位成像、3D-DSA/Dyna-CT 双容积成像、双容积动态成像可使硬脊膜动静脉瘘的供血动脉、瘘口位置、引流静脉与其毗邻的椎间孔、棘突、上下椎体的空间三维解剖关系清晰的显现,弥补了单一 3D-DSA、MRA、CTA 等影像的不足,不仅可在术前协助诊断,模拟手术入路,而且可指导手术过程的顺利进行,有效的避免并发症的发生,取得良好临床效果。**结论** 双容积与双容积动态成像,尤其是最大密度投影成像对硬脊膜动静脉瘘的诊断、治疗有较大的应用价值。

**【关键词】** 硬脊膜动静脉瘘;最大密度投影成像;双容积成像;双容积动态成像

**【文章编号】** 1009-153X(2015)05-0257-05 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 744.1; R 651.1'2

**Application of maximum intensity projection, double volume imaging and dynamic double volume imaging to diagnosis and treatment of the spinal dural arteriovenous fistulas**

*QIN Jie, YANG Ming, PAN Li, CAI Ming-jun, LIU Peng, YANG Liu, AN Xue-feng, MA Lian-ting. Department of Neurosurgery, Wuhan General Hospital, Guangzhou Command, PLA, Wuhan 430070, China*

**【Abstract】 Objective** To explore the value of maximum intensity projection, 3D-DSA/Dyna-CT double volume imaging and dynamic double volume imaging to diagnosis and treatment of the spinal dural arteriovenous fistulas (SDAVF). **Methods** The maximum intensity projection imaging, 3D-DSA/Dyna-CT double volume imaging and dynamic double volume imaging were performed before the surgery in 8 patients with SDAVF in order that SDAVF were definitely diagnosed as, and the fistula site, the relationship between the feeding arteries and intervertebral foramen and the intravertebral position of the draining veins were clarified. **Results** The SDAVF feeding arteries, fistula sites and draining veins, and the anatomical relationship among the intervertebral foramina, spinous processes and vertebral bodies were clearly shown by the maximum density projection coronal, sagittal and axial imaging, 3D-DSA/Dyna-CT double volume imaging and dynamic double volume imaging, which made up the deficiency of the informations provided by a single 3D-DSA, or MRA, or CTA, or other imaging. The fistulas were successfully closed and there were not any operative complications in all the patients. **Conclusion** The double volume imaging and double volume dynamic imaging, especially the maximum intensity projection imaging are of the great value to diagnosis and treatment of SDAVF.

**【Key words】** Spinal dural arteriovenous fistula; Maximum density projection imaging; Double volume imaging; Dynamic double volume imaging

硬脊膜动静脉瘘(spinal dural arteriovenous fistula, SDAVF)是指供应硬脊膜或神经根的根动脉在椎间孔处穿过硬脊膜上的瘘口,与脊髓引流静脉间形成直接交通,是脊髓血管畸形中最常见的一种类型,约占所有脊髓血管畸形的70%~80%<sup>[1,2]</sup>。由于其发病率低、临床表现没有特异性,容易漏诊或误

诊、延误治疗甚至导致残疾。其治疗的关键是明确动静脉瘘血管构筑特点并选择安全有效的治疗方式。对于SDAVF的供血动脉、瘘口形态及位置、引流静脉与其毗邻的骨性结构的认识是术前诊断、术前评估及手术成功的前提。尽管3D-DSA是目前诊断脑脊髓血管病的“金标准”,但单一影像无法提供SDAVF的供血动脉、瘘口位置、引流静脉与其毗邻的骨性结构的认识。为进一步明确SDAVF的病变特点,从而提高诊断水平及治疗的安全有效性,最近,我们利用西门子公司研发的最大密度投影(maximal intensity projection, MIP)

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2015.05.001  
作者单位:430070 武汉,广州军区武汉总医院神经外科(秦 杰、杨铭、潘 力、蔡明俊、刘 鹏、杨 柳、安学峰、马廉亭)  
通讯作者:马廉亭, E-mail: mlt1937@163.com

及双容积成像(double volume imaging, DVI)技术在工作站进行了最大密度投影成像(maximal intensity projection imaging, MIPI)、DVI与双容积动态成像(dynamic double volume imaging, DDVI)探索SDAVF的MIP冠状位、矢状位与轴位成像,3D-DSA/Dyna-CT DVI与DDVI,分别从静态三维影像与动态三维影像上观察SDAVF的供血动脉、瘘口位置、引流静脉与其周围骨性结构的三维解剖关系,可清晰地显现供血动脉进入椎间孔的部位,瘘口的位置,引流静脉在椎管内前后、左右的具体位置,弥补了单一3D-DSA、MRA、CTA等影像的不足。我院最近收治的8例SDAVF病例均行了MIPI、3D-DSA/Dyna-CT DVI及DDVI,现将应用情况及经验总结如下。

## 1 临床资料

1.1 一般资料 2014年9月到2015年4月收治SDAVF患者8例,其中男7例,女1例;年龄34~61岁,平均46岁;病程23 d~12个月,平均4.5个月。

1.2 临床表现 本组患者多起病缓慢,以进行性脊髓静脉高压综合征所致脊髓横贯损害表现为主。其临床症状有:①感觉障碍7例,表现为感觉障碍平面以下躯体及下肢麻木,其中感觉障碍平面与SDAVF瘘口位置不相符6例。②运动障碍3例,表现为双下肢进行性加重无力,其中1例双下肢肌力Ⅰ级,肌张力增高;1例左下肢肌力Ⅳ级,右下肢Ⅲ级,肌张力轻度增高;1例右下肢肌力Ⅳ级,左侧正常,肌张力正常。③括约肌功能障碍3例,排尿困难1例,尚无需尿管;便秘3例,长期借助通便剂。④背部及双下肢自发性疼痛3例,疼痛呈针刺样或电击样。

1.3 影像学检查 3例患者入院前行MRI及320-CTA检查(图1)可见SAVDF的供血动脉及引流静脉;7例术前行全脊髓MRI(图2)可见脊髓引流静脉流空影;MRA(图3)可见脊髓表面迂曲、增粗、扩张的引流静脉;1例行磁共振水成像(图4),可见脊髓表面迂曲静脉流空影;8例均行2D-DSA与3D-DSA(图5)确诊,可见供血的根动脉、瘘口的位置与引流静脉;7例为单一根动脉供血及瘘口,1例左右双侧根动脉供血,单一瘘口。

1.4 MIPI、DVI及DDVI 8例患者的3D-DSA影像数据资料均在Siemens Artis Zee Biplane双大平板DSA机的System Syngo X-WP三维后处理工作站上进行MIP冠状位、矢状位与轴位成像(图6),清晰地显示供血动脉、瘘口在椎间孔的位置及引流静脉,

3D-DSA/Dyna-CT DVI(图7)。进一步将DVI转变成DDVI,可以从前到后、从后到前、从左到右、从右到左静态及动态连续观察SDAVF的供血动脉、瘘口位置、引流静脉与其毗邻的脊椎骨性结构的三维空间关系。

1.5 治疗 本组8例患者均在术前透视下标定好瘘口的部位,然后在全麻下经后正中入路半或全椎板切除,切开硬脊膜前找到供血动脉、瘘口,先电灼而后切开硬脊膜找到瘘向脊髓表面横向走行的引流静脉,于硬脊膜内进一步电灼硬脊膜内瘘口,并离断横行引流静脉手术即告结束,此时脊髓背面原本鲜红色、高张力、迂曲扩张的软膜静脉变成暗红色并萎缩,切记脊髓表面软膜引流静脉不可损伤。

## 2 结果

8例患者均接受显微手术灼闭瘘口,术中均确认电凝切断供血动脉与硬脊膜内外层的瘘口,完整保留脊髓表面引流静脉,无手术操作相关并发症。术后7例患者感觉异常平面均有不同程度下降,其中4例感觉平面消失;运动功能均有不同程度的改善,3例术前运动障碍者完全恢复2例,另1例入院双下肢肌力Ⅰ级、肌张力增高患者术后恢复至右下肢肌力Ⅳ级、左下肢Ⅲ级、肌张力稍增强;大小便功能均明显好转,疼痛症状消失。门诊随访1~6个月,未见有症状复发及加重,其中3例再入院行脊髓选择性DSA造影并行DVI与MIP冠状位、矢状位与轴位成像见瘘口已消失。

## 3 讨论

3.1 发病机制 临床上SDAVF相对少见,年发病率为(5~10)/1 000 000人<sup>[1-4]</sup>;但占脊髓血管疾病的70%~80%<sup>[1-4]</sup>。其病理基础是硬脊膜动脉与脊髓引流静脉之间的直接交通,中间没有毛细血管丛,瘘口位于硬脊膜上,供血动脉可有一条或多条根动脉。瘘盗血导致脊髓静脉高压是硬脊膜动静脉瘘的主要病理机制<sup>[5]</sup>,由于引流静脉与脊髓冠状静脉丛交通,动脉压力可以传递到冠状静脉丛,导致脊髓内血管扩张和髓内小静脉压升高,脊髓动静脉压力梯度差降低,造成脊髓慢性缺血缺氧,早期缺血缺氧,水肿,淤血,晚期发生脊髓梗死;早期表现为肌力减退,而肌张力增高,晚期表现为肌力进一步下降变为软瘫,造成不可逆的脊髓实质损害,临床表现主要为自下而上缓慢进展的运动和感觉障碍,大小便功能以及性功能障碍,一旦脊髓静脉血栓形成导致脊髓梗死,症状突然恶化,完全截瘫,称为Foix-Alajouanine综合征<sup>[6]</sup>,患

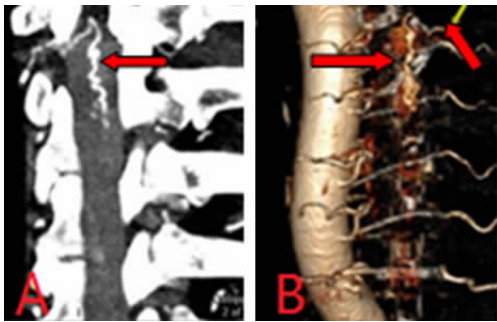


图1 SDAVF术前MRI和320-CTA影像  
A. 术前MRI冠状位, ↑示脊髓表面引流静脉;B. 术前320-CTA, ↑示供血动脉与脊髓表面引流静脉

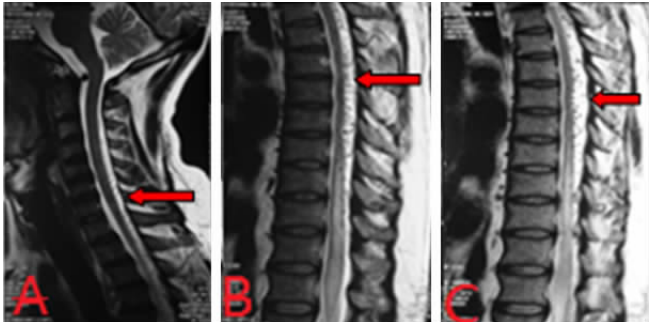


图2 SDAVF术前MRI影像  
A. ↑示颈段脊髓后表面点状流空影;B、C. ↑示胸段脊髓后表面虫蚀样流空影

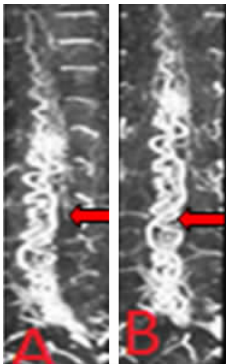


图3 SDAVF术前顺  
磁性脊髓血管造影  
↑示脊髓表面增粗、扩  
张、迂曲的引流静脉

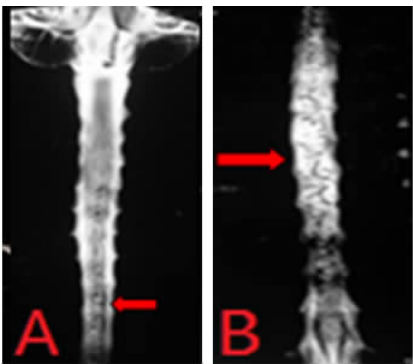


图4 SDAVF术前磁共振水成像  
↑示脊髓表面增粗、扩张、迂曲的引流静脉

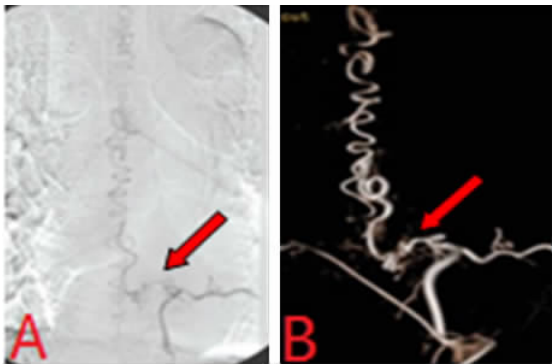


图5 SDAVF术前DSA  
A. 2D-DSA, ↑示瘘口;B. 3D-DSA, ↑示瘘口

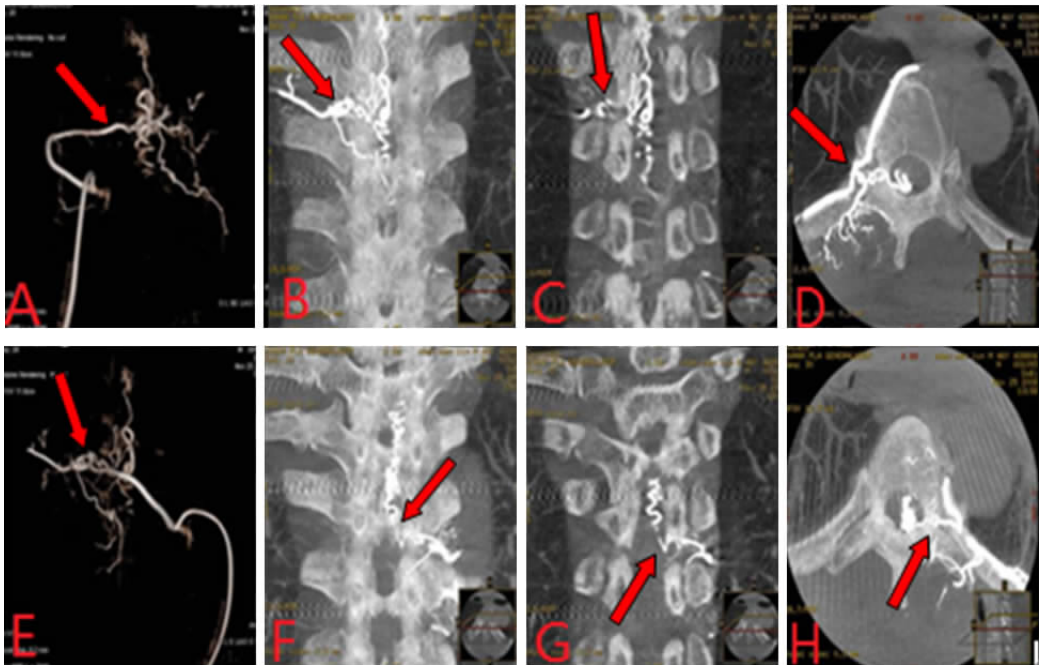


图6 左右双侧T10供血SDAVF的3D-DSA与最大密度投影成像  
A. 右侧T10供血SDAVF3D-DSA, ↑示供血动脉;B. 右侧T10供血SDAVF最大密度投影冠状位成像, ↑示供血动脉;C. 右侧T10供血SDAVF最大密度投影矢状位成像, ↑示供血动脉;D. 右侧T10供血SDAVF最大密度投影轴位成像, ↑示供血动脉;E. 左侧T10供血SDAVF3D-DSA, ↑示瘘口;F. 左侧T10供血SDAVF最大密度投影冠状位成像, ↑示瘘口;G. 左侧T10供血SDAVF最大密度投影矢状位成像, ↑示瘘口;H. 左侧T10供血SDAVF最大密度投影轴位成像, ↑示瘘口



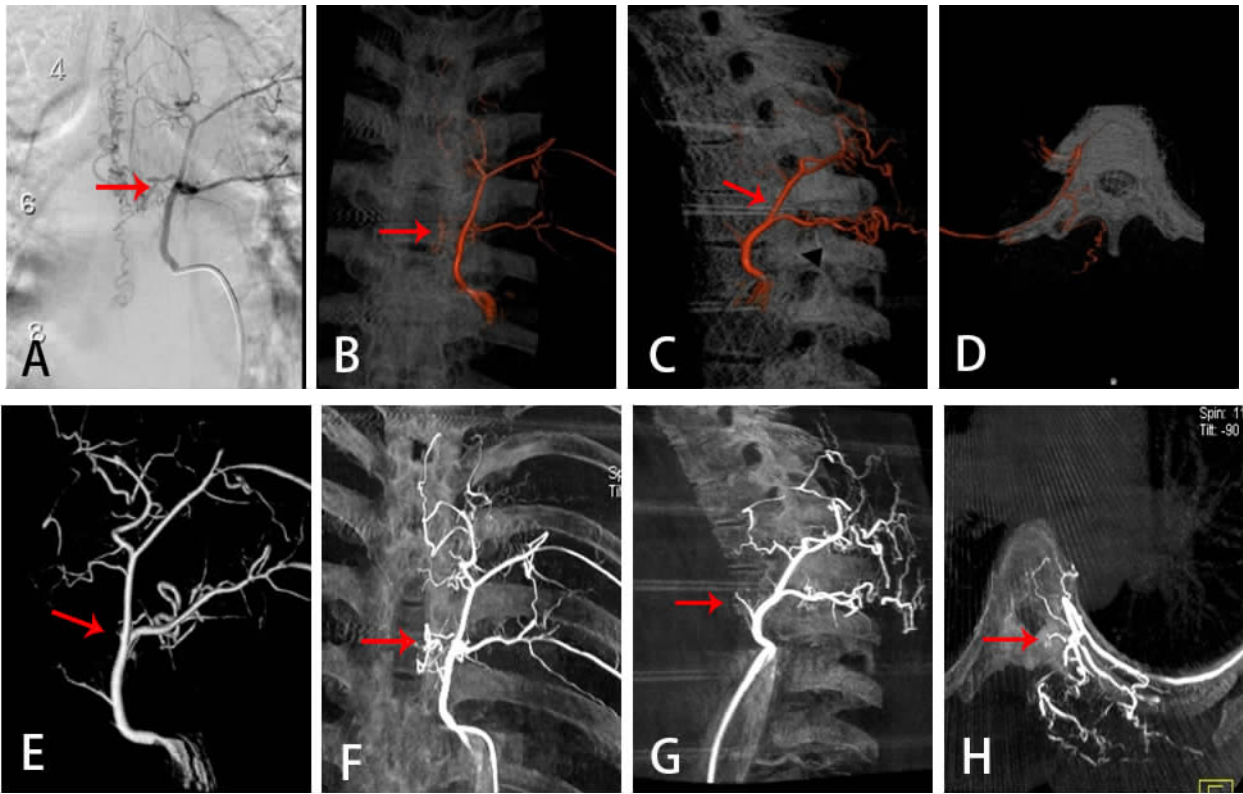


图7 左T6供血的SDAVF手术前2D-DSA与术后3D-DSA双容积成像  
A. 术前2D-DSA, ↑示瘘口;B~D. 术后双容积成像冠状位、矢状位与轴位(从头端向尾端观察), ↑示供血动脉残端;E. 术后3D-DSA, ↑示瘘口边界;F~H. 术后最大密度投影成像冠状位、矢状位与轴位(从尾端向头端观察), ↑示供血动脉残端

者可在数日至1个月内完全截瘫。

3.2 MIPI、DVI及DDVI对SDAVF的诊断、治疗价值  
由于SDAVF临床症状不具有特异性,易与“椎间盘突出”、“脊髓脱髓鞘病”、“脊髓炎”等疾病相混淆,导致漏诊、误诊甚至错误的手术。其确诊依靠影像学,主要为MRI、CTA和DSA。MRI对SDAVF有较大参考价值,尤其是矢状位全脊柱成像,在脊髓后方软脊膜上可见点状、串珠状或虫蚀样流空影,虽可见脊髓水肿但髓内无畸形血管团影。顺磁性磁共振脊髓血管造影可显示供血动脉、瘘口、引流静脉。磁共振水成像在冠状位上可见脊髓表面虫蚀样流空。CTA尤其是320-CTA对SDAVF也有诊断价值,有的可显示出供血动脉和引流静脉。而DSA对供血动脉、瘘口、引流静脉等的显示已有较高的准确性,3D-DSA仍是目前诊断脊髓血管病的“金标准”。随着现代医学设备及各种图像处理技术的不断开发及应用,各种三维融合重建技术已在脑脊髓血管病的诊断及治疗中发挥了极其重要的作用<sup>[7-9]</sup>,我院利用西门子公司研发的最大密度投影技术及3D-DSA/Dyna-CT DVI/DDVI技术对SDAVF的血管和毗邻脊椎结构进行影

像融合成像,通过MIP的冠状位、矢状位与轴位成像以及DVI/DDVI,使SDAVF的供血动脉、瘘口位置、引流静脉与其毗邻的椎间孔、棘突、上下椎体的空间三维解剖关系分别清晰的显示在冠状位、矢状位和轴位上,弥补单一3D-DSA、MRA、CTA等影像的不足,而且在DDVI的动态影像上能任意空间角度从脊髓前到脊髓后、从脊髓后再到脊髓前,从脊髓左侧到脊髓右侧、再从脊髓右侧到脊髓左侧动态观察病变与脊椎的关系,精确的定位瘘口,清晰而细微地显示供血动脉、瘘口位置、引流静脉与椎间孔、棘突、上下椎体的空间关系。在SDAVF治疗前能更全面地认识SDAVF的血管构筑情况,对血管内栓塞和显微手术有重要的指导作用。本组8例选择手术治疗的患

者,术前模拟手术入路,从而更直观的提示术中如何寻找供血动脉、瘘口、引流静脉的空间位置以及与周围骨质的关系,有利于术者准确定位和电凝瘘口。单一瘘口患者仅仅咬除瘘口一侧的半椎板即可极大减少手术创伤。指导治疗过程的顺利进行,避免手术并发症的发生,本组临床效果显著,显示了这些技术在SDAVF的诊疗过程中广阔的应用前景。

【参考文献】

[1] 李大磊,张鸿祺.硬脊膜动静脉瘘的临床研究进展[J].中国脑血管病杂志,2007,4:234.

[2] 黄庆,李铁林,段传志,等.硬脊膜动静脉瘘[J].临床神经病学杂志,2000,13:122.

[3] 潘力,马廉亭,余泽,等.硬脊膜动静脉瘘的诊治探讨[J].中华外科杂志,2005,43(5):339-340.

[4] 陈刚,李俊,秦尚振,等.硬脊膜动静脉瘘的手术治疗[J].中华神经外科疾病研究杂志,2008,7(2):145-148.

[5] 马廉亭,龚杰,樊光辉,等.脊髓静脉高压综合征的诊断治疗策略与方法[J].中华神经外科杂志,2010,26(11):1007-1009.

[6] 李萌,凌锋.Foix-Alajouanine 综合征[J].国外医学·脑血管病分册,1999,7:296-298.

[7] 向伟楚,李欢欢,李国栋,等.“双血管三维影像融合”对脑血管病诊治评估的价值[J].中国临床神经外科杂志,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].中国临床神经外科杂志,2015,20(2):65-70.

[9] 蔡明俊,丁建军,刘军,等.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[J].中国临床神经外科杂志,2015,20(3):129-133.

(2015-04-27 收稿)

. 消 息 .

第二届“神经介入‘兵器谱’研讨会”会讯

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。

为此,我们于 2014 年 8 月 23 日在武汉举办了第一届《神经介入“兵器谱”——神经介入材料与设备集中展示及使用心得交流》(国家级继续教育项目)。研讨会邀请目前国内主流神经介入材料和设备厂家的“产品经理”介绍各自产品的特点和优势,有使用经验的手术医师现场介绍自己的心得并讨论。目前国内神经介入领域的主流厂家均派出强大阵容到场,各位发言者不仅精辟地介绍了自家的产品,而且现场解答了医生的提问。来自湖北、北京、广东、河南、江西、湖南、福建、安徽等地的近 200 位医生参加了此次会议。

2015 年 8 月将在武汉继续举办第二届“神经介入‘兵器谱’”研讨会。会议授予国家级继续教育学分 6 分。会议免收会务费。

会议内容共四个部分:①通路产品,包括(微)导管和导丝、导引管;②微弹簧圈;③颅内支架;④其它(胶、球囊等)。公司方按照每个主题由“产品经理”轮流演讲,然后有使用产品经验的医师畅谈心得、讨论和提问,公司方“答疑”。主流的 DSA 厂家也将到场介绍各自设备的新功能。

报到时间:2015 年 8 月 21 日  
会议时间:2015 年 8 月 22 日(星期六)09:00-18:00  
地点:广州军区中南花园饭店南苑楼(暂定)

联系人:盛柳青 13659867410 李晶 15972160728 李俊 13006163722 (建议短信联系,会务组安排妥当后会短信回复您。)。外地医生需要安排住宿者务必请提前联系我们,否则宾馆房间可能难以保证。