

• 中枢神经影像学 •

VE-ASL MRI 评价脑动脉侧支循环——与 DSA 比较

吴冰, 王霄英, 郭佳, 莫大鹏, Eric C. Wong, 张珏, 黄一宁

【摘要】 目的:使用血管编码动脉自旋标记(VE-ASL)技术在评价颈动脉狭窄患者通过 Willis 环与软脑膜动脉形成的侧支循环中的价值。**方法:**对经超声检查诊断为单侧颈内动脉中度以上狭窄或大脑中动脉血流速度明显增加的 10 例患者,行 VE-ASL MRI 检查,测量连续 7 个脑部层面(层厚 8mm,间隔 2mm),使用红绿蓝三种伪彩色分别标记来源于右侧颈内动脉、左侧颈内动脉和后循环的血流。所有患者在 MRI 检查前后 1 周内行 DSA 检查。将狭窄侧大脑半球侧支循环情况分为 4 种类型。Ⅰ型:仅来源于对侧颈内动脉;Ⅱ型:仅来源于后循环;Ⅲ型:既来源于对侧颈内动脉,也来源于后循环;Ⅳ型:既无对侧颈内动脉供血,也无后循环的侧支供血。记录患者侧支血流中软脑膜动脉侧支的数目。计算卡帕值比较两种测量方法之间的一致性。**结果:**比较 VE-ASL 和 DSA 方法,DSA 对侧支循环的分型结果为Ⅰ型 1 例,Ⅱ型 2 例,Ⅲ型 5 例,Ⅳ型 2 例;VE-ASL 分型结果为Ⅰ型 1 例,Ⅱ型 3 例,Ⅲ型 4 例,Ⅳ型 2 例。两种检查方法的诊断一致性非常好($Kappa=0.8551, Z=4.421, P<0.0001$)10 例中观察到 6 例 8 处软脑膜侧支血流。**结论:**对颈内动脉狭窄患者,VE-ASL 可以无创地评价脑动脉通过 Willis 环及软脑膜动脉形成的侧支循环。

【关键词】 颈动脉狭窄;侧支循环;动脉自旋标记;磁共振成像

【中图分类号】 R445.2; R814.43; R543.4; R743.33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)07-0722-04

Visualizing cerebral arterial collaterals;MRI using vessel-encoded arterial spin labeling perfusion imaging compared with DSA

WU Bin, WANG Xiao-ying, GUO Jia, et al. Department of Radiology, General Hospital of Beijing Military Command, Beijing 100700, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the collateral flows via the circle of Willis (COW) and leptomeningeal anastomoses using vessel encoded arterial spin labeling (VE-ASL) perfusion imaging. **Methods:** Ten patients (9 symptomatic, 1 asymptomatic) had unilateral ICA stenosis over 70% or MCA stenosis diagnosed by ultrasonography were investigated by MRI VE-ASL. Seven continuous slices with slice thickness as 8mm and interval as 2mm were measured. Three-colored maps of the left carotid artery, right carotid artery and posterior circulation territories were performed. All patients had DSA 1 week before MRI. The pattern of collaterals on the side of the stenosis was investigated with VE-ASL and DSA. In each patient the pattern of collateral flow via the circle of Willis or leptomeningeal anastomoses was categorized into 4 types: Type I, collateral flow coming from contralateral ICA only; Type II, from posterior circulation only; Type III, from both contralateral ICA and posterior circulation; Type IV, no collateral flow from either contralateral ICA or the posterior circulation. The number of collateral flow via leptomeningeal anastomoses was recorded. The results were compared in cross table, and kappa coefficient was calculated to determine the agreement between VE-ASL and DSA. **Results:** Based on DSA findings, there were Type I, (1 patient); Type II, (2 patients); Type III, (5 patients); and Type IV, (2 patients). Based on VE-ASL findings, there were Type I (1 patient), Type II (3 patients), Type III (4 patients) and Type IV (2 patients). The Kappa value between VE-ASL and DSA was 0.855, which were agreeable statistically ($Z=4.421, P<0.0001$). The collateral flows via leptomeningeal anastomoses were found in 6 patients (8 brain areas). **Conclusion:** VE-ASL could show the collateral flow via COW and leptomeningeal anastomoses non-invasively.

【Key words】 Carotid stenosis; Collateral circulation; Arterial spin labeling; Magnetic resonance imaging

侧支循环有助于缓解动脉狭窄带来的血供减少,对脑动脉侧支循环的评价有助于决定颈动脉狭窄患者是否需要接受外科或介入治疗^[1]。以往评价脑动脉侧支循环的无创方法主要有超声、CT 和 MRI,评价 Willis 环形成的侧支血流结果与 DSA 接近,但是对于软

脑膜动脉的侧支血流评价还是需要通过 DSA 进行评价。大脑前、中、后动脉之间通过软脑膜形成的侧支循环非常重要^[2]。本文旨在探讨血管编码动脉自旋标记(vessel encoded arterial spin labelling, VE-ASL)技术是否可以评价大脑前循环动脉狭窄患者的软脑膜动脉侧支循环。

材料与方法

10 例患者纳入本研究,其中男 6 例,女 4 例,年龄 49~85 岁,平均 64.4 岁。所有患者经过超声及经颅

作者单位: 100700 北京,北京军区总医院放射诊断科(吴冰); 100871 北京,北京大学前沿交叉学科研究院 功能成像研究中心(王霄英、郭佳、张珏); 100034 北京,北京大学第一医院神经外科(莫大鹏),神经内科(黄一宁); Center for Functional Magnetic Resonance Imaging and Department of Radiology, University of California, San Diego, La Jolla, California, USA (Eric C. Wong)

作者简介: 吴冰(1977—),男,新疆乌鲁木齐人,博士,住院医师,主要从事磁共振新技术临床应用研究工作。

多普勒超声 (transcranial doppler ultrasonography, TCD) 检查确定存在颈内动脉或大脑中动脉狭窄, 且颈内动脉患者的狭窄率在 70% 以上。医院伦理委员会审查并通过了本研究方案, 并得到入组患者的知情同意。9 例患者在行 MRI 检查前 1 个月内有短暂脑缺血发作或轻微的偏瘫症状; 1 例无症状患者系体检发现血管狭窄。

使用 GE HD 3T 全身 MR 扫描系统, 使用 8 通道线圈。血管编码动脉自旋标记使用选择性灌注成像序列, 为了标记所有兴趣血管, 对伪连续性动脉自旋标记脉冲序列进行了改良^[3]。横轴面成像, 从下至上采集, 延迟时间为 1000 ms, TR 3000 ms, TE 3.4 ms, 层厚 8 mm, 层间隔 2 mm, 视野 24 cm × 24 cm, 矩阵 128 × 128, 扫描 8 层, 扫描时间共 6 min。

数据处理使用 Matlab 完成。脑 CBF 图通过标记状态与无标记状态的差值计算。为了定量分析 CBF, ASL 信号使用 Wong^[4] 的公式, 具体的常数包括 α

(0.7) 和 T1(1664 ms)。灌注信息与血管标记分布彩图合并成高信噪比的 3 色 CBF 图像^[5]。使用 VE-ASL 测量脑部连续 7 个横轴面的供血区 (层厚 8 mm, 间隔 2 mm), 使用红绿蓝三种伪彩色分别标记来源于右侧颈内动脉、左侧颈内动脉和后循环的血流。

对狭窄侧大脑半球侧支循环分类^[2,6]: ①只来源于对侧颈内动脉 (图 1); ②只来源于后循环 (图 2); ③既没有对侧颈内动脉供血, 也没有后循环的侧支血供 (图 3); ④既来源于对侧颈内动脉, 也来源于后循环 (图 4)。

所有患者在 MRI 检查前 1 周内接受 DSA 检查, 由一位有经验的、不了解患者其它临床资料的神经放射学专家阅片分析。对颈内动脉或大脑中动脉狭窄程度大于 70% 侧的大脑前、中动脉分布区远端血管的情况进行记录。单独记录患者侧支血流中软脑膜动脉侧支的数目。为了显示侧支循环的路径, 需要前后位和左右位投照, 有时需要加侧位投照。

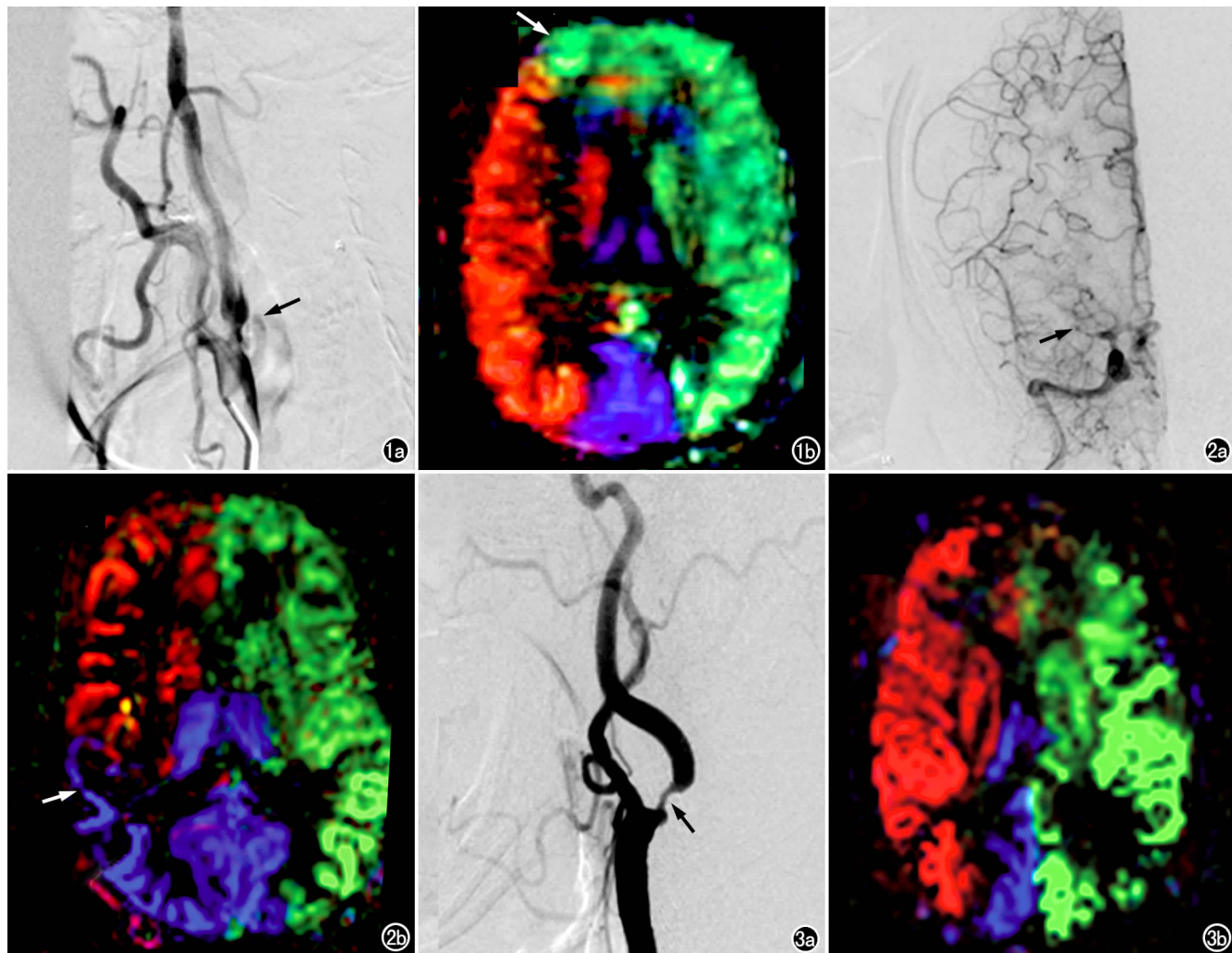


图 1 右侧颈内动脉狭窄。a) 右侧颈总动脉 (侧位) DSA 示右侧颈内动脉狭窄 (箭); b) VE-ASL 图像显示仅有来源于对侧颈内动脉的侧支血流 (箭)。图 2 右侧大脑中动脉重度狭窄。a) DSA (前后位) 示右侧大脑中动脉重度狭窄、闭塞 (箭); b) VE-ASL 图像显示仅有来源于后循环的侧支血流 (箭)。图 3 左侧颈内动脉狭窄。a) 左侧颈总动脉 DSA (侧位) 示左侧颈内动脉起始段显著狭窄 (箭); b) VE-ASL 图显示既无对侧颈内动脉供血, 也无后循环的侧支供血。

使用交叉表及卡帕值比较 DSA 与 VE-ASL 对脑动脉侧支循环形成判断的一致性。

结 果

10 例中 9 例为颈动脉狭窄(图 1、3),1 例大脑中动脉狭窄(图 2)。VE-ASL 和 DSA 对 10 例患者侧支循环类型的诊断结果见表 1。经统计学分析,Kappa 值=0.8551,Z=4.421,双侧概率 $P<0.0001$,说明两种诊断方法诊断结果的一致性具有统计学意义。

表 1 DSA 及 VE-ASL 对脑动脉侧支循环分型诊断结果 (例)

VE-ASL 诊断结果	DSA 诊断结果				合计
	I	II	III	IV	
I	1	0	0	0	1
II	0	2	1	0	3
III	0	0	4	0	4
IV	0	0	0	2	2
合计	1	2	5	2	10

注: I 只来源于对侧颈内动脉; II 只来源于后循环; III 既来源于对侧颈内动脉,也来源于后循环; IV 既没有对侧颈内动脉供血,也没有后循环的侧支血供。

10 例患者中,DSA 显示 1 例患者仅有对侧颈内动脉的侧支血管,2 例患者仅有后循环的侧支血管,5 例患者有来自对侧颈内动脉和后循环的血供,2 例患者既无对侧颈内动脉也无后循环的侧支。VE-ASL 显示 1 例患者仅有对侧颈内动脉的侧支血管(图 1b);3 例患者仅有后循环的侧支血管(图 2b);4 例患者有来自对侧颈内动脉和后循环的血供(图 4);2 例患者既没有对侧颈内动脉也没有后循环的侧支血管(图 3b)。除 1 例患者因为来源于对侧颈内动脉侧支血流过于缓慢、血流量比较少,出现了侧支颈内动脉侧支循环的漏判以外,其余 9 例 VE-ASL 与 DSA 对于脑部侧支循环血流的判断结果一致。VE-ASL 可以很好地显示对侧颈内动脉和/或后循环来源的侧支血流,并与 DSA 有很好的一致性。

10 例中观察到 6 例患者的 8 处软脑膜侧支血流,其中 3 处为对侧大脑前动脉来源的软脑膜动脉,5 处为后循环对前循环的软脑膜动脉供血。另外,大脑中动脉狭窄患者可见同侧大脑前动脉软脑膜动脉的侧支

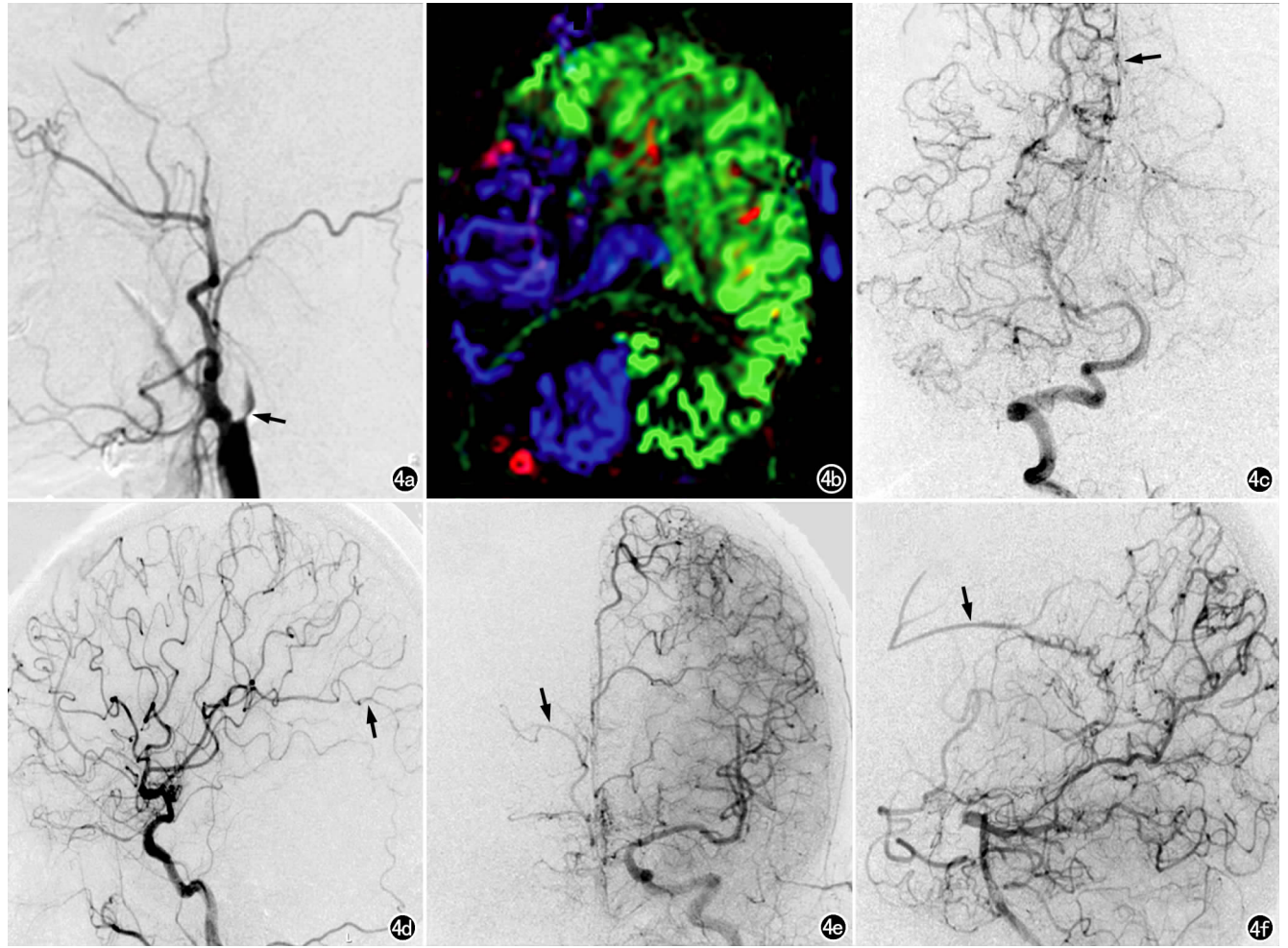


图 4 右侧颈内动脉闭塞。a) DSA(侧位)示颈动脉分叉部高度狭窄(箭); b) VE-ASL 图像,绿色和蓝色分别标记来源于对侧颈内动脉和后循环的血流; c) 右侧椎动脉 DSA 正位图像,显示后循环向前循环供血的情况(箭); d) 左侧颈内动脉 DSA 侧位图像,示左侧颈内动脉通畅,并供血至左侧后循环(箭); e) 左侧颈内动脉 DSA 正位图像,显示左侧颈内动脉向右侧供血的侧支血流(箭); f) 右侧椎动脉 DSA 侧位图像,显示后循环向前循环供血的侧支血流(箭)。

血流(图 3)。

讨 论

软脑膜动脉是很重要的脑动脉侧支通路,目前的临床实践中,只有 DSA 可以比较有效地显示软脑膜侧支血供。VE-ASL 成像可通过对不同位置血管进行标记,以区分各支血管的血流分布范围和血流量^[5]。通过显示单只血管的血流分布和局部脑血流灌注来源,VE-ASL 方法可同时反映 Willis 环和软脑膜动脉来源的侧支血流。本研究也证实了对于颈内动脉系统血管狭窄的患者,VE-ASL 可以显示 Willis 环及软脑膜动脉侧支循环的存在和来源,而且与 DSA 有很好的一致性。

在本研究采用的侧支循环分型方法是对以往的方法进行了改进^[6],目的是对来源于 Willis 环及软脑膜动脉的侧支同时进行观察,而不仅仅评价 Willis 环的作用。本研究中 10 例患者中有 6 例可以显示明确的软脑膜侧支血流(图 4e~f),也表明了软脑膜动脉在侧支循环中是大量存在的。以往无创性方法,如 MRA、CTA,只能评价前后交通支对于脑动脉侧支循环的贡献,很难有效地评价软脑膜动脉的作用。也有人使用 CTA 的原始图像试图综合评价软脑膜动脉^[7],但是这种方法的局限性是不同观察者之间很难有比较好的一致性。所以对于那些 Willis 环发育不完善的患者,这些无创性方法很容易低估侧支循环的程度;而且 Willis 环的变异在临床上是很常见的^[2],很容易误导医生得出局部脑血流侧支可能不足的诊断。对于大脑中动脉狭窄闭塞的患者,显示软脑膜侧支血供对患者脑血流是否处于代偿期的评价就更加重要。

本研究也有一些技术上的不足,首先本组中使用的标记和成像之间延迟时间是 1s。一般而言,1s 的延迟是充分的,可以满足标记层面的血液流入成像层面,

但是对于大血管重度狭窄的患者,标记的血流进入成像层面的时间可能会大大延迟,导致对灌注量的低估。另一个问题是,本研究没有考虑颈外动脉的作用,尽管颈外动脉来源的侧支循环对于缓解颅内缺血作用仍有争议,文献表明几乎所有双侧颈内动脉闭塞的患者都会有眼动脉的后向血流^[8]。

总之,本研究通过比较 VE-ASL 与 DSA 的诊断结果,证明了对颈内动脉狭窄患者,VE-ASL 可以全面地评价狭窄侧大脑半球的动脉侧支循环。

参考文献:

- [1] Bang DY, Saver JL, Kim SJ, et al. Collateral flow predicts response to endovascular therapy for acute ischemic stroke[J]. Stroke, 2011, 42(3):693-699.
- [2] Liebeskind DS. Collateral circulation[J]. Stroke, 2003, 34(9):2279-2284.
- [3] Wong EC. Vessel-encoded arterial spin-labeling using pseudocontinuous tagging[J]. Magn Reson Med, 2007, 58(6):1086-1091.
- [4] Wong EC. Quantifying CBF with pulsed ASL: technical and pulse sequence factors[J]. J Magn Reson Imaging, 2005, 22(6):727-731.
- [5] 吴冰,王晶,郭佳,等. 血管编码动脉自旋标记 MR 脑灌注成像初步研究[J]. 中华放射学杂志, 2008, 42(11):1151-1154.
- [6] Hendrikse J, Hartkamp MJ, Hillen B, et al. Collateral ability of the circle of Willis in patients with unilateral internal carotid artery occlusion: border zone infarcts and clinical symptoms[J]. Stroke, 2001, 32(12):2768-2773.
- [7] Lima FO, Furie KL, Silva GS, et al. The pattern of leptomeningeal collaterals on CT angiography is a strong predictor of long-term functional outcome in stroke patients with large vessel intracranial occlusion[J]. Stroke, 2010, 41(10):2316-2322.
- [8] Rutgers DR, Klijn CJ, Kappelle LJ, et al. A longitudinal study of collateral flow patterns in the circle of Willis and the ophthalmic artery in patients with a symptomatic internal carotid artery occlusion[J]. Stroke, 2000, 31(8):1913-1920.

(收稿日期:2011-09-21 修回日期:2012-02-06)

第三届全国感染与传染病影像学术会议专题讲座及病例讨论征集通知

由中国性病艾滋病防治协会艾滋病影像学组主办,首都医科大学附属北京佑安医院承办的第五届国际艾滋病影像学学术会议暨第三届感染与传染病影像学术会议定于 2012 年 11 月 9 日—11 月 13 日在北京国家会议中心召开,大会设 5 个分会,《放射学实践》杂志社主持其中一个分会,主题为肺部感染(传染病、寄生虫、特异性及非特异性感染)的影像学研究(专题讲座+病例讨论形式)。欢迎全国从事传染病影像研究的专家学者积极投稿和参与,投稿截止日期为 2012 年 10 月 20 号。届时我们将会根据专题(病例)内容和质量安排专题讲座和病例讨论。

投稿邮箱:fsxsj@yahoo.cn fsxsjzz@163.com

联系电话:027-83662875 15926283035(石鹤)

传真:027-83662887