

脑动静脉畸形影像诊断新技术进展

肖艳 综述 吕发金 审校

【摘要】 脑动静脉畸形(AVM)是常见的血管性疾病,出血风险高,具有较高的致残率和病死率,目前该病的诊断主要依靠影像学检查。近年来发展的一些影像学新技术有助于提高脑动静脉畸形的诊断符合率,包括 4D-DSA、4D-CTA、4D-MRA、动脉自旋标记(ASL)和磁敏感加权成像(SWI)。四维影像技术不仅可以清晰显示脑 AVM 的供血动脉、瘤巢、引流静脉,还能显示血管从动脉早期到平衡期的完整的动态充盈过程;ASL 通过选择性标记血管,能够准确识别供血动脉;SWI 对引流静脉高度敏感。各种新技术在脑 AVM 的诊断中具有独特的价值。本文对各种新技术的研究进展进行综述。

【关键词】 脑动静脉畸形; 体层摄影术, X 线计算机; 磁共振成像; 血管造影术; 动脉自旋标记

【中图分类号】 R743.4; R814.42; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2016)05-0456-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2016.05.017

脑动静脉畸形(arteriovenous malformation, AVM)是先天性脑血管发育障碍引起的脑局部血管数量和结构异常。脑 AVM 常表现为非特异性的脑出血,每年出血发生率为 2.3%~3.7%^[1],致残率和病死率较高。近年来,随着神经影像学及神经介入学的发展,脑 AVM 的影像学检查逐渐倾向于解剖、血管结构特征及功能的综合诊断。为提高脑 AVM 的诊断水平,多种相应的影像学新技术应运而生,包括四维数字减影血管造影(4D-digital subtraction angiography, 4D-DSA)、四维 CT 血管成像(4D-CT angiography, 4D-CTA)、四维 MR 血管成像(4D-MR angiography, 4D-MRA)、动脉自旋标记(arterial spin labeling, ASL)、磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)等。本文将对这些新技术在脑 AVM 诊断中的应用研究进展进行综述。

1. 四维数字减影血管造影

常规 DSA 最早由 Moniz 于 1932 年首次提出,通过经皮股动脉插管对脑血管进行造影,是目前公认的脑血管疾病诊断的“金标准”。经对比剂充盈的脑 AVM 表现为供血动脉影、瘤巢及引流静脉影,最典型特征为引流静脉提前显影^[2]。常规 DSA 因血液的快速充盈和血管重叠的影响,对复杂及微小病变的诊断仍有困难。3D-DSA 是经常规 DSA 重建后的图像,可任意平面、任意角度观察脑 AVM,能部分避免血管重叠的影响。4D-DSA 通过 4D 模型软件将常规图像与 3D 图像进行融合,除具有 3D-DSA 的上述优点外,还具有可任意时间观察病灶的优点,时间和空间分辨力优于目前的 CTA 和 MRA^[3]。Sandoval-Garcia 等^[4]分别采用 2D-DSA、3D-DSA、4D-DSA 对犬模型中的正常血管进行分析,结果表明 4D-DSA 对正常血管的显示更优,同时预言 4D-DSA 的主要优势将体现在显示异常小血管方面,尤其在有血管重叠的区域。Yuki 等^[5]对 4 例 AVM 患者进行 4D-DSA 检查,结果表明 4D-DSA 可以在延迟时间为 12 s 的情况下同时获得动脉和静脉的解剖信息,并且能够更加清晰地描述引流静脉的狭窄程度,有助于 AVM 患者治疗方案的制定。

4D-DSA 不仅可以清晰地显示各级脑血管的结构,还能反映脑血管血流动力学特点。Sandoval-Garcia 等^[6]采用前瞻性研究对 6 例脑 AVM 患者行 4D-DSA 检查,结果表明 4D-DSA 能够准确地可视化显示复杂脑 AVM 的血管结构特征,如瘤巢内动脉瘤、供血动脉瘤、高流量动静脉瘘、静脉阻塞等,可有效避免血管重叠,有利于仔细观察瘤巢内结构。

然而,4D-DSA 存在常规 DSA 的不足,如电离辐射、价格昂贵、操作技术要求较高、围手术期风险大、周围结构显示差等,致使 4D-DSA 在脑 AVM 诊断中的应用受限。相关研究认为,4D-DSA 有望减少辐射剂量^[3,6],在可替代常规 DSA 作为诊断的金标准之前,4D-DSA 将主要应用于复杂脑 AVM 的诊断。

2. 四维 CT 血管成像

宽探测器 CT 的发展为 4D-CTA 的应用奠定了基础。自 Klingebiel 等^[7]报道 4D-CTA 在脑血管疾病中的应用以来,4D-CTA 已逐渐成为脑 AVM 诊断研究的热点。4D-CTA 是在 3D-CTA 的基础上增加一个时间维度,衍生出具有时间分辨的 3D-CTA。国内外相关研究表明,4D-CTA 对主要供血动脉、引流静脉、瘤巢大小的判断能力与 DSA 基本一致,甚至更优^[8-11]。李爱静等^[9]报道,4D-CTA 和 DSA 对主要供血动脉的诊断符合率为 95%,而在判断脑 AVM 的引流静脉及瘤巢大小方面,两者诊断符合率达 100%。Wang 等^[10]评估了 4D-CTA 对脑 AVM 的诊断价值,发现 4D-CTA 能够检出所有经 DSA 证实的引流静脉,对位于大脑前后循环的病灶、引流静脉的显示较 DSA 清晰,但该研究样本量较少。Willems 等^[8]通过对照研究,对 17 例脑 AVM 中的 5 例微小脑 AVM(直径<1 cm),DSA 仅能检出 1 例,而 4D-CTA 能够全部检出。4D-CTA 可以通过宽探测器 CT 一次扫描同时获得全脑灌注成像,提供微循环灌注信息,促进对盗血机制的认识^[8,12]。Kim 等^[13]对 18 例脑 AVM 患者行全脑 CT 灌注扫描,发现症状不同的患者灌注模式不同,不同灌注模式与动脉盗血间有一定联系。4D-CTA 和全脑灌注成像分别提供了脑 AVM 的形态和功能图像,两者结合能够提高诊断符合率^[7]。另外,重组的 4D-CTA 图像能够在不同时相、多角度、多方位观察病变,对脑 AVM 的术前诊断可达到与 DSA 类似的效果^[14],为临床术前评估提供准确、直观、全面的影像学信息。

作者单位:400016 重庆,重庆医科大学附属第一医院放射科

作者简介:肖艳(1989—),女,重庆璧山人,硕士研究生,主要从事脑血管疾病诊断工作。

通讯作者:吕发金, E-mail: fajinlv@163.com

基金项目:国家临床重点专科建设项目(国卫办医[2013]544 号)

4D-CTA 能够提供血流信息,有效区分缓慢和高流速血流^[8],在对脑 AVM 作出诊断的同时,对其合并的动静脉瘘(arteriovenous fistula,AVF)也可作出相应诊断,但对血流缓慢的 AVF 的诊断仍不及 DSA^[13]。D'orazio 等^[15]的研究认为,4D-CTA 能够提供与 AVF 治疗相关的全部重要信息,这与 Brouwer 等^[16]的观点一致。

然而,4D-CTA 仍存在一定的局限性。首先,非选择性的造影可能会导致血管重叠,影响血管与病变关系的判断^[8];其次,4D-CTA 的时间分辨力尚不及 DSA,且峰值时间跨度大,对部分小血管可能出现误判,对小型血管畸形显示的准确性仍欠佳^[11]。由于目前技术的不完善和相关研究存在的不足,4D-CTA 仅能作为常规无创诊断技术的补充^[10,17]。

尽管存在一些局限,但 4D-CTA 具有无创、方便、快捷、价格低廉等优点,用于脑 AVM 的诊断可降低 DSA 带来的风险,尤其适用于危重症、儿童及老年人。另外,4D-CTA 不仅能清晰显示病变,还能提供病变邻近的非血管性结构信息,对脑 AVM 合并出血、脑积水等的显示亦十分敏感。4D-CTA 结合全脑灌注成像可间接反映病变局部的功能改变,在脑 AVM 的诊断中具有重要价值。

3. 四维 MR 血管成像

4D-MRA 是一种没有电离辐射的成像技术,它主要采用对比增强(contrast-enhanced,CE)和非对比增强(non-contrast-enhanced,NCE)两种技术成像,并四维展示脑 AVM 的瘤巢,同时可观察供血动脉、引流静脉。与 CE 技术相比,NCE 4D-MRA 通过动脉自旋标记血液成像,无需使用对比剂,成像不受对比剂首过时间短暂的限制,避免了时间分辨力和空间分辨力相互制约的不足,更易于重复进行,在脑 AVM 诊断中的应用前景更广阔。Xu 等^[18]的研究表明,NCE 4D-MRA 对脑 AVM 的检出率为 100%,但漏诊了 1 条微小供血动脉和 2 个瘤巢,考虑为瘤巢内有栓塞或出血、瘤巢内的血流缓慢所致。李永丽等^[19]对 15 例脑 AVM 进行 NCE 4D-MRA 和 DSA 检查,结果表明 NCE 4D-MRA 能够准确诊断 14 例患者的供血动脉,与 DSA 的诊断一致性较好。Yu 等^[20]比较了 NCE 4D-MRA 和 3D TOF-MRA 对 19 例脑 AVM 的诊断价值,以 DSA 为标准,结果显示两者对供血动脉的检出率分别为 75.8%、89.7%,而对引流静脉的检出率分别仅为 20%、28%,两者结合可增加引流静脉的检出率(32%),但对供血动脉的检出率并无提高(89.7%)。上述研究表明,尽管 NCE 4D-MRA 对供血动脉、引流静脉的显示不及 3D TOF-MRA,但时间分辨力高,可观察血流速度、分流程度、动静脉瘘等更多信息。Illies 等^[21]运用 CE 4D-MRA 结合 3D TOF-MRA 探讨对瘤巢内血流模式观察的价值,发现瘤巢内有三种血流模式,即单向均质(瘤巢仅有 1 条供血动脉和 1 条引流静脉)、单向不均质(1 条供血动脉和 2 条引流静脉或 2 条供血动脉和 1 条引流静脉)和多向不均质(多条供血动脉和引流静脉),表明 CE 4D-MRA 可区分不同的血流模式,但该研究未发现不同血流模式与出血间的联系,有待进一步深入研究。

脑 AVM 术后需多次行 DSA 检查观察残余瘤巢内的血流状态,以明确其是否完全栓塞。4D-MRA 价格相对较低,且无创、无辐射,可为随访提供另一种替代检查方式,特别是对于年轻患者。NCE 4D-MRA 成像主要依赖于未反转血液质子的流入,使得血液流速较慢的区域所需的触发时间较长,且成像效

果易受影响,故多采用 CE 4D-MRA 进行残余瘤巢的随访。Hadizadeh 等^[22]的对照研究发现,CE 4D-MRA 对残余瘤巢的显示与 DSA 完全一致。Soize 等^[23]分别采用 CE 4D-MRA 和 DSA 对 37 例脑 AVM 术后患者进行检查,发现 CE 4D-MRA 对残余瘤巢的诊断具有极高的特异度和阳性预测值(均为 100%),但其灵敏度仅为 73.7%。由于目前 4D-MRA 的时间及空间分辨力尚不及 DSA,阴性患者仍需 DSA 证实其是否完全栓塞。Taschner 等^[24]建议,当术后 CE 4D-MRA 随访 1 年未观察到瘤巢时,可采用 DSA 证实其治愈情况。

4D-MRA 与 DSA 相比虽然有一定的优势,如无创、无辐射、能够描述瘤巢内的血流模式等,但时间分辨力仍不及 DSA,且对引流静脉的检出率不高^[18,20],而部分出血来自高血流压力的引流静脉,致其诊断价值受限。较 4D-CTA 而言,4D-MRA 对判断血肿分期更有帮助,但成像时间较长,对运动伪影高度敏感且易致图像模糊、禁忌症多,一定程度上限制了其在临床中的应用。CE 4D-MRA 对残余瘤巢的诊断价值较高,是脑 AVM 治疗后随访的首选检查方法。

4. 动脉自旋标记

ASL 是一种新的磁共振灌注成像技术,通过标记血分流失生的强烈信号评价动静脉畸形。ASL 对脑 AVM 供血动脉识别的准确度达 94%^[25],通过计算各标记血管的供血分数,从而判定主要的供血动脉(供血分数>15.17%),为脑 AVM 术前手术方案的制定提供重要信息^[26]。Le 等^[27]的研究发现 ASL 对脑 AVM 诊断的敏感度和特异度分别为 78%、85%,通过标记静脉信号强度,可提高微小脑 AVM 和 AVF 的诊断符合率,同时发现静脉信号强度对 DSA 上的阳性结果有一定的预测作用,ASL 上静脉信号异常对 DSA 准确诊断 AVM 或 AVF 的预测概率约为 17.3%。ASL 通过标记血管,能够提高 4D-MRA 的诊断准确度。Kukuk 等^[25]通过比较 ASL 结合 4D-MRA 与 DSA 对 16 例脑 AVM 诊断效能的差异,发现 ASL 可将 4D-MRA 的诊断符合率由 93%提高至 96%。另外,ASL 通过观察分流血,亦可用于评价动静脉瘘治疗前后的血流动力学变化,反映栓塞的治疗效果^[28,29]。

尽管 ASL 具有无创、无辐射、可重复性、能够评估供血动脉等优点,但不能准确显示瘤巢的大小,不利于 Spetzler-Martin 分级^[30],并不作为脑 AVM 诊断的常规检查。目前 ASL 假定的标记效率和延迟时间来自于正常人群研究,且尚未系统性评估心动周期对标记结果的影响^[25],尚需进一步深入研究。

5. 磁敏感加权成像

SWI 以 T_2^* 加权梯度回波序列为基础,根据组织间磁敏感度差异和 BOLD 效应成像,具有三维、高分辨力、高信噪比等优点。SWI 通过识别图像上的静脉信号提示脑 AVM,绝大部分引流静脉表现为高信号,仅少数表现为混合信号^[31,32]。Miyasaka 等^[31]比较了 SWI 和 TOF 诊断 14 例脑 AVM 引流静脉的差异,其检出率分别为 70.4%(19/27)、77.8%(21/27),但对于 TOF 漏诊的 6 条引流静脉,SWI 能够观察到其中 4 条,显示出 SWI 对引流静脉诊断的高效性。刘鹏等^[33]对 AVM 在 SWI 中表现多样性的分析结果表明,SWI 对部分累及脉络丛且合并出血病变的显示优于常规 MRI。George 等^[34]回顾性分析 SWI 对 14 例脑 AVM 的诊断价值,发现 SWI 能够在出血的剩余瘤巢中区分出血和钙化。然而 SWI 对供血动脉的显示较差,有时

难以显示病灶的实际大小,对脑 AVM 的综合诊断价值有限,不作为脑 AVM 的推荐检查。SWI 可用于无创性评价引流静脉结构,有时也可用于辅助术后残余瘤巢的随访^[35]。

6. 不同影像学新技术的选择

3D-DSA 仍是目前诊断脑 AVM 的金标准,4D-DSA 目前拥有着其他检查均无法比拟的高时间和空间分辨力,但因其为有创性检查,现主要应用于复杂脑 AVM 的诊断。而 MSCT 的应用,使 4D-CTA 与灌注成像相结合,同时获得解剖和功能图像,提高了脑 AVM 的诊断符合率,尤其适用于危重症、儿童及老年脑 AVM 患者;4D-CTA 在微小脑 AVM 的诊断中显示出比常规 DSA 更高的价值,而 4D-DSA 和 4D-MRA 间的诊断价值差异,目前尚无相关的研究报道。NCE 4D-MRA 可作为诊断性血管成像的补充,同时 CE 4D-MRA 有望取代 DSA 作为术后残余瘤巢随访的首选检查方法。ASL 技术的应用,使得对供血动脉的评估更准确,有利于临床制定手术方案,在术前评估中具有很大的应用潜力。SWI 主要适用于需准确评价引流静脉结构的患者。

总之,上述新技术在脑动静脉畸形的诊断中体现出特殊的价值,具有广阔的应用前景。然而目前各种技术还不够完善,相关的应用还不成熟,成像设备和参数不统一,研究样本量小,与目前常用的诊断方法缺乏对比研究,这都需要深入研究来改进和推动。随着对脑 AVM 认识的不断加深和影像技术的不断发展,各种新技术在脑 AVM 诊断中的应用将会越来越广泛。

参考文献:

- [1] Gross BA, Du R. Natural history of cerebral arteriovenous malformations; a meta-analysis; clinical article[J]. J Neurosurgery, 2013, 118(2):437-443.
- [2] Mokin M, Dumont TM, Levy EI. Novel multimodality imaging techniques for diagnosis and evaluation of arteriovenous malformations[J]. Neurologic Clinics, 2014, 32(1):225-236.
- [3] Davis B, Royalty K, Kowarschik M, et al. 4D digital subtraction angiography: implementation and demonstration of feasibility[J]. Am J Neuroradiology, 2013, 34(10):1914-1921.
- [4] Sandoval-Garcia C, Royalty K, Aagaard-Kienitz B, et al. A comparison of 4D DSA with 2D and 3D DSA in the Analysis of normal vascular structures in a canine model[J]. Am J Neuroradiology, 2015, 36(10):1959-1963.
- [5] Yuki I, Ishibashi T, Ikemura A, et al. 4D digital subtraction angiography: the advantages and limitations in the evaluation of brain arteriovenous malformation and brain aneurysms[J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7(Suppl 1):A10.
- [6] Sandoval-Garcia C, Royalty K, Yang P, et al. 4D DSA a new technique for arteriovenous malformation evaluation; a feasibility study[J]. J Neurointerv Surg, 2016, 8(3):300-304.
- [7] Klingebiel R, Siebert E, Diekmann S, et al. 4-D Imaging in cerebrovascular disorders by using 320-slice CT: feasibility and preliminary clinical experience[J]. Academic Radiology, 2009, 16(2):123-129.
- [8] Willems PW, Taeshineetanakul P, Schenk B, et al. The use of 4D-CTA in the diagnostic work-up of brain arteriovenous malformations[J]. Neuroradiology, 2012, 54(2):123-131.
- [9] 李爱静, 杨光钊, 潘宇宁. 4D-CTA 在脑动静脉畸形诊断中的价值[J]. 临床放射学杂志, 2013, 32(4):460-463.
- [10] Wang H, Ye X, Gao X, et al. The diagnosis of arteriovenous malformations by 4D-CTA: a clinical study[J]. J Neuroradiology, 2014, 41(2):117-123.
- [11] 张英俊, 出良钊, 余晖, 等. 四维 CT 血管造影在脑动静脉畸形诊断中的应用[J]. 中华神经外科杂志, 2014, 30(9):880-883.
- [12] Orrison W, Snyder K, Hopkins L, et al. Whole-brain dynamic CT angiography and perfusion imaging[J]. Clinical Radiology, 2011, 66(6):566-574.
- [13] Kim D, Krings T. Whole-brain perfusion CT patterns of brain arteriovenous malformations; a pilot study in 18 patients[J]. Am J Neuroradiology, 2011, 32(11):2061-2066.
- [14] 程少容, 王鹰, 阳显恒, 等. 4D-CTA 技术在脑动静脉畸形诊断中的应用价值[J]. 功能与分子医学影像学(电子版), 2012, 1(1):49-51.
- [15] D'Orazio F, Splendiani A, Gallucci M. 320-row detector dynamic 4D-CTA for the assessment of brain and spinal cord vascular shunting malformations a technical note[J]. Neuroradiology J, 2014, 27(6):710-717.
- [16] Brouwer P, Bosman T, Van Walderveen M, et al. Dynamic 320-section CT angiography in cranial arteriovenous shunting lesions[J]. Am J Neuroradiology, 2010, 31(4):767-770.
- [17] Willems P, Brouwer P, Barfett J, et al. Detection and classification of cranial dural arteriovenous fistulas using 4D-CT angiography: initial experience[J]. Am J Neuroradiology, 2011, 32(1):49-53.
- [18] Xu J, Shi D, Chen C, et al. Noncontrast-enhanced four-dimensional MR angiography for the evaluation of cerebral arteriovenous malformation; a preliminary trial[J]. J Magnetic Resonance Imaging, 2011, 34(5):1199-1205.
- [19] 李永丽, 闫峰山, 窦社伟, 等. 非对比增强四维 MR 血管成像评价脑动静脉畸形[J]. 中国医学影像技术, 2013, 29(5):701-705.
- [20] Yu S, Yan L, Yao Y, et al. Noncontrast dynamic MRA in intracranial arteriovenous malformation (AVM): comparison with time of flight (TOF) and digital subtraction angiography (DSA)[J]. Magn Reson Imaging, 2012, 30(6):869-877.
- [21] Illies T, Forkert N, Ries T, et al. Classification of cerebral arteriovenous malformations and intranidal flow patterns by color-encoded 4D-hybrid-MRA[J]. Am J Neuroradiology, 2013, 34(1):46-53.
- [22] Hadizadeh D, Kukuk G, Steck D, et al. Noninvasive evaluation of cerebral arteriovenous malformations by 4D-MRA for preoperative planning and postoperative follow-up in 56 patients: comparison with DSA and intraoperative findings[J]. Am J Neuroradiology, 2012, 33(6):1095-1101.
- [23] Soize S, Bouquigny F, Kadziolka K, et al. Value of 4D MR angiography at 3T compared with DSA for the follow-up of treated brain arteriovenous malformation[J]. Am J Neuroradiology, 2014, 35(10):1903-1909.
- [24] Taschner CA, Gieseke J, Le Thuc V, et al. Intracranial arteriovenous malformation: time-resolved contrast-enhanced MR angiography with combination of parallel Imaging, keyhole acquisition, and k-space sampling techniques at 1.5T[J]. Radiology, 2008, 246(3):871-879.
- [25] Kukuk GM, Hadizadeh DR, Boström A, et al. Cerebral arteriovenous malformations at 3.0T: intraindividual comparative study of

- 4D-MRA in combination with selective arterial spin labeling and digital subtraction angiography[J]. Invest Radiol, 2010, 45(3): 126-132.
- [26] Yu S, Wang R, Wang S, et al. Accuracy of vessel-encoded pseudo-continuous arterial spin-labeling in identification of feeding arteries in patients with intracranial arteriovenous malformations[J]. Am J Neuroradiology, 2014, 35(1): 65-71.
- [27] Le T, Fischbein N, Andre J, et al. Identification of venous signal on arterial spin labeling improves diagnosis of dural arteriovenous fistulas and small arteriovenous malformations[J]. Am J Neuroradiology, 2012, 33(1): 61-68.
- [28] Noguchi T, Irie H, Takase Y, et al. Hemodynamic studies of intracranial dural arteriovenous fistulas using arterial spin-labeling MR imaging[J]. Interv Neuroradiol, 2010, 16(4): 409-419.
- [29] Suazo L, Foerster B, Fermin R, et al. Measurement of blood flow in arteriovenous malformations before and after embolization using arterial spin labeling [J]. Interventional Neuroradiology, 2012, 18(1): 42-48.
- [30] Spetzler RF, Martin NA. A proposed grading system for arteriovenous malformations[J]. J Neurosurgery, 1986, 65(4): 476-483.
- [31] Miyasaka T, Taoka T, Nakagawa H, et al. Application of susceptibility weighted imaging (SWI) for evaluation of draining veins of arteriovenous malformation; utility of magnitude images[J]. Neuroradiology, 2012, 54(11): 1221-1227.
- [32] Mossa-Basha M, Chen J, Gandhi D. Imaging of cerebral arteriovenous malformations and dural arteriovenous fistulas[J]. Neurosurg Clin N Am, 2012, 23(1): 27-42.
- [33] 刘鹏, 刘建滨, 谢安, 等. 脑血管畸形在 3.0T MR 磁敏感加权成像中表现多样性分析[J]. 放射学实践, 2011, 26(2): 143-146.
- [34] George U, Jolappa M, Kesavadas C, et al. Susceptibility-weighted imaging in the evaluation of brain arteriovenous malformations[J]. Neurology India, 2010, 58(4): 608-614.
- [35] Noguchi K, Kuwayama N, Kubo M, et al. Intracranial dural arteriovenous fistula with retrograde cortical venous drainage; use of susceptibility-weighted imaging in combination with dynamic susceptibility contrast imaging[J]. Am J Neuroradiology, 2010, 31(10): 1903-1910.

(收稿日期: 2015-07-07 修回日期: 2015-10-12)

欢迎订阅 2016 年《放射学实践》

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学学术期刊, 创刊至今已 31 周年。2015 年 6 月, 《放射学实践》杂志入选北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。这是继 1999, 2008 年之后的第 3 次入选临床医学/特种医学类核心期刊。

本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊, 在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中, 被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

主要栏目: 论著、继续教育园地、专家荐稿、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、传染病影像学、影像技术学、外刊摘要、学术动态、请您诊断、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊, 每册 15 元, 全年定价 180 元。

国内统一刊号: ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号: 38-122

电话: (027) 83662875 传真: (027) 83662887

E-mail: fsxsjzz@163.com 网址: <http://www.fsxsj.net>

编辑部地址: 430030 武汉市解放大道 1095 号 同济医院《放射学实践》编辑部