

· 专 论 Special comment ·

磁共振介入应用与前景

李成利

【摘要】 20 世纪 90 年代,开放式 MR 系统和 MR 兼容性介入设备出现,使 MR 导引介入诊疗开始应用于临床。MR 导引诊疗有诸多优点,如无电离辐射、高对比度分辨率、高空间分辨率、高时间分辨率、多平面成像能力、对流动和温度敏感性、功能成像等。随着更高场强、超高速扫描序列,MR 兼容穿刺针、消融针、室内监视器及机器人辅助装置的发展,MR 导引经皮活检、肿瘤消融治疗、冠状动脉介入治疗具有广阔的应用前景。

【关键词】 影像导引;介入放射学;磁共振导引介入;经皮穿刺;消融术

中图分类号:R445.2 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2019)-011-1017-03

The clinical application and prospect of interventional MRI LI Chengli, Department of Interventional MRI, Shandong Medical Imaging Research Institute, Affiliated to Shandong University, Jinan, Shandong Province 250021, China

Corresponding author: LI Chengli, E-mail: licheng0401@sina.com

【Abstract】 In the 1990s, open MR system and MR compatible interventional equipment came out one after another, and MR-guided interventional diagnosis and treatment technology (regarded as interventional MRI or iMRI) began to be applied in clinical practice. Interventional MRI has many advantages, such as no ionizing radiation, excellent contrast resolution, high spatial resolution, real-time display, multi-planar reconstruction imaging ability, sensitivity to flow and temperature, functional imaging, etc. With the emergence and development of higher magnetic field intensity, ultra-high speed scanning sequence, MR-compatible puncture needles and ablation probes, indoor monitor, robot-assisted devices, etc. the MR-guided transcatheter biopsy, tumor ablation and coronary intervention therapy have been widely employed in clinical practice and iMRI has a broad application prospect. (J Intervent Radiol, 2019, 28: 1017-1019)

【Key words】 imaging guidance; interventional radiology; MR-guided intervention; percutaneous biopsy; ablation

磁共振介入(interventional MRI, iMRI)是在 MR 导引下用磁兼容器械对疾病进行诊断或治疗的技术,也称为“介入性磁共振”^[1]。20 世纪 90 年代,开放式 MR 导引的经皮穿刺首次应用于临床^[2-3]。近年随着 iMRI 软硬件发展,其临床应用日益广泛。国内自 2000 年始,山东省医学影像学研究所、解放军总医院等率先开展 MR 导引下介入诊疗,成功地将 iMRI 应用于临床^[4-12]。

1 iMRI 设备和器械

iMRI 磁体系统改进、超高速扫描序列开发、MR

兼容器械设备研制,是促使 iMRI 发展的关键技术。

1.1 磁体系统

适合于 iMRI 操作的磁体系统场强为 0.064~3 T。磁体外形有完全封闭形至水平或垂直开放形。大致可分为 4 种类型:①封闭和大孔径短磁体,通常场强 1~3 T;②开放式立方体水平双平面磁体,场强 0.7~1.0 T;③开放式“C”形水平双平面磁体,场强 0.2~0.5 T;④垂直和水平通道混合式磁体,场强 0.5~1.5 T。

1.2 扫描序列

iMRI 要求成像速度快,对运动不敏感,穿刺针伪影尽可能接近真实直径,清晰显示血管及病变区域。场回波(field echo, FE 或 gradient echo, GRE)序列、完全性平衡稳态梯度回波(completely balanced steady state, CBASS 或 true-FISP)和快速自旋回波

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2019.011.002

作者单位:250021 济南 山东大学附属山东省医学影像学研究所

通信作者:李成利 E-mail: licheng0401@sina.com

(fast spine echo, FSE) 是基本的序列选择^[2,6-12]。目前, iMRI 成像速度最快可达到每秒 20 帧的实时 MR 透视效果, 使术中实时导引成为可能。由于无论在何种序列图像上穿刺针伪影均表现为黑色(低信号), 绝大多数病变在 T2 加权像呈高信号, 一般倾向于采用 T2 加权序列。根据病灶位置和穿刺途径, 肠、肾、脑或肺实质等其它解剖结构轮廓的显示也十分重要, 单一序列不可能完全满足所有要求。因此, iMRI 术中常应用 1 个以上的序列, 以便互相兼顾。

温度监测序列(MR temperature imaging, MRTI) 作为特殊序列, 是 iMRI 消融治疗的必备序列。MRTI 可实时监测治疗区域温度的三维空间分布, 描绘温度图, 既能保证治疗过程安全性, 避免损伤周围重要组织和结构, 又能在术中更加精确地确定治疗范围和“终点”, 保证治疗效果^[13]。

1.3 手术器械和术中导航系统

iMRI 手术器械应符合国家标准《GB 15982-2012》《GB/T 16886.5-2003》相关规定^[4-5], 既能达到诊疗目的, 又要保证术中患者安全。大批 MR 兼容的穿刺针、消融(射频消融、微波消融、冷冻消融)探针、术中监护设备及磁兼容机器人等设备相继出现, 如 Olympus Celon POWER 射频消融系统, 美国 RITA 1 500X 射频消融肿瘤治疗系统, Medrad Veris 8600、Maglife C Plus 术后监护设备等, 促使 iMRI 临床应用日益广泛。

术中导航系统, 如 Ipath200 光学导航系统、EndoScout MRI 定位系统、da Vinci 系统和 ZEUS 手术机器人等出现, 使手术更安全、精准^[6-11]。配有先进的器械定位和用户界面的光学导航系统, 使 iMRI 手术设备和器械能精确到达手术部位, 确保手术成功。

2 临床应用

2.1 穿刺活检术

iMRI 穿刺活检目前已成功地应用于很多部位病变, 如前列腺^[14-18]、骨骼肌肉系统^[8,13]、乳腺^[19]、脑^[6]、肺^[11-12]、肝脏^[9]、胰腺^[7,10]等经皮活检。iMRI 通常与自由手(free-hand)技术配合, 采用单层快速序列扫描(1~3 s), 快速确定体表进针位点并设计进针路径。进针过程中光学导引示踪以穿刺针针尖为中心, 沿针长轴的交互垂直平面, 在 MR 透视近实时(near real-time)监控下, 可始终保持穿刺针正确方向, 直至准确到达靶定病变。国外应用 iMRI 对前

列腺、骨骼肌肉系统和乳腺病变进行穿刺活检较广泛^[20], 经直肠多部位盲穿刺目前已基本由 iMRI/iMRI 联合超声导引所替代, DWI 等 MRI 功能成像也开始用于术中定位; iMRI 对超声和 X 线等其它影像无法显示的乳腺病变进行穿刺活检及导丝定位已应用 10 余年; 良好的软组织分辨率及对血管神经的显示, 使得 iMRI 在骨骼肌肉系统病变活检中取得比其它影像导引方式更安全和有效的结果。国内相继采用 iMRI 对脑、肺、肝脏膈顶病变、胰腺等进行穿刺活检^[6-12], 并取得了较好的临床效果。

2.2 消融治疗

基于温度的物理消融技术是通过极端温度作用致使肿瘤细胞坏死, 是目前最为常用的肿瘤消融方法, 根据消融温度又分为热消融和冷消融^[21]。iMRI 特有的温度敏感序列, 在术中能实时监测和调控手术区域及其周围组织温度和治疗范围, 使其在物理消融方面具有 CT、超声等其它影像导引方式无可比拟的优势。国外前列腺癌、骨肿瘤、硬膜外肿瘤、Morton 神经瘤、股骨头坏死等消融治疗中应用 iMRI 的报道较多^[13-15,17], 国内也相继开展脑肿瘤、肝脏等肿瘤消融治疗中应用 iMRI, 取得了初步成功。

3 现状与发展前景

虽然 iMRI 目前已成功应用于临床多个系统病变的诊断和治疗领域, 但由于受到医疗条件, 如相关器材国内尚不能生产且进口价格昂贵, MR 介入手术操作对冷冻、激光和射频、微波治疗设备的要求比超声或 CT 导引治疗更高的限制, 该技术在国内外普及相对较困难。随着 iMRI 临床应用与科研工作开展, 国内越来越多专家学者认识到 MR 导引下介入操作的优势。2019 年 3 月 24 日国内举办了首届中国磁共振介入论坛, 涉及介入科、神经外科、肿瘤科、疼痛科、胸外科、先进制造、医工交叉等多个领域, 对 iMRI 在国内推广应用起到了很大的作用。

近年还出现了 MR 兼容机器人, 虽尚处于早期阶段, 但其在前列腺和乳腺病变中的应用已取得较好效果^[2,22]。另外, 高场强 MRI 高分辨率快速成像及软件革新, 使 iMRI 血管内介入得以实现^[23-25]; MR 导引血管内介入, 如周围动脉、右心导管植入、心内膜穿刺等已见报道; 磁兼容冠状动脉导管导丝进一步应用, 使 MR 导引冠状动脉介入成为可能^[23]。

总之, iMRI 具有无电离辐射, 良好的软组织对比, 高空间时间分辨力, 多平面成像能力, 对流动和温度敏感性, 弥散、灌注等功能性成像等优势。随着

MR 软件与硬件发展,术中导航系统及磁兼容设备进一步研究开发,iMRI 在血管内和血管外介入诊疗中均具有广阔的应用前景。

[参 考 文 献]

- [1] 李成利. 磁共振引导微创诊疗学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- [2] Sedaghat F, Tuncali K. Enabling technology for MRI - Guided intervention[J]. Top Magn Reson Imaging, 2018, 27: 5-8.
- [3] Cazzato RL, Garnon J, Shaygi B, et al. How to perform a routine cryoablation under MRI guidance[J]. Top Magn Reson Imaging, 2018, 27: 33-38.
- [4] 中国医药教育协会介入微创治疗专业委员会, 国家肿瘤微创治疗产业技术创新战略联盟磁共振介入专业委员会. 高磁场磁共振引导经皮穿刺肺活检专家共识[J]. 中华医学杂志, 2018, 98: 3659-3660.
- [5] 中国医药教育协会介入微创治疗专业委员会, 国家肿瘤微创治疗产业技术创新战略联盟磁共振介入专业委员会. 磁共振引导颅脑病变穿刺活检专家共识[J]. 中华医学杂志, 2018, 98: 3820-3824.
- [6] He X, Liu M, Liu C, et al. Real-time MR-guided brain biopsy using 1.0-T open MRI scanner[J]. Eur Radiol, 2019, 29: 85-92.
- [7] Liu S, Fu W, Liu Z, et al. MRI-guided celiac plexus neurolysis for pancreatic cancer pain: efficacy and safety[J]. J Magn Reson Imaging, 2016, 44: 923-928.
- [8] Liu M, Sequeiros RB, Xu Y, et al. MRI-guided percutaneous transpedicular biopsy of thoracic and lumbar spine using a 0.23t scanner with optical instrument tracking[J]. J Magn Reson Imaging, 2015, 42: 1740-1746.
- [9] Wang L, Liu C, Liu J, et al. MRI-guided cryoablation of hepatic dome hepatocellular carcinomas using 1 - T open high - field - strength scanner[J]. AJR Am J Roentgenol, 2019, 12: 1-9.
- [10] Liu C, Wang LG, He X, et al. 1.0T MR-guided percutaneous coaxial cutting needle biopsy in pancreatic lesion diagnosis[J]. J Magn Reson Imaging, 2018, 48: 382-388.
- [11] Liu S, Ren R, Liu M, et al. MR imaging-guided percutaneous cryotherapy for lung tumors: initial experience[J]. J Vasc Interv Radiol, 2014, 25: 1456-1462.
- [12] Liu M, Huang J, Xu Y, et al. MR-guided percutaneous biopsy of solitary pulmonary lesions using a 1.0-T open high - field MRI scanner with respiratory gating[J]. Eur Radiol, 2017, 27: 1459-1466.
- [13] Ahrar K, Sabir SH, Yevich SM, et al. MRI-guided interventions in musculoskeletal system[J]. Top Magn Reson Imaging, 2018, 27: 129-139.
- [14] Mathew MS, Oto A. MR Imaging-guided focal therapies of prostate cancer[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2019, 27: 131-138.
- [15] Woodrum DA, Gorny KR, Mynderse LA. MR - guided prostate interventions[J]. Top Magn Reson Imaging, 2018, 27: 141-151.
- [16] Fischbach F, Wien L, Krueger S, et al. Feasibility study of MR-guided transgluteal targeted in-bore biopsy for suspicious lesions of the prostate at 3 Tesla using a freehand approach[J]. Eur Radiol, 2018, 28: 2690-2699.
- [17] Elkhoury FF, Simopoulos DN, Marks LS. MR-guided biopsy and focal therapy: new options for prostate cancer management [J]. Curr Opin Urol, 2018, 28: 93-101.
- [18] Cornud F, Bomers J, Futterer JJ, et al. MR imaging-guided prostate interventional imaging: ready for a clinical use[J]. Diagn Interv Imaging, 2018, 99: 743-753.
- [19] Gristina L, Rescinito G, Garlaschi A, et al. Freehand 3T MR-guided vacuum-assisted breast biopsy(VAB): a five-year experience[J]. Acta radiol, 2018, 59: 540-545.
- [20] Barkhausen J, Kahn T, Krombach GA, et al. White paper: interventional MRI: current status and potential for development considering economic perspectives, part 1: general application [J]. Rofo, 2017, 189: 611-623.
- [21] 肖越勇. 努力提高影像引导下个体化肿瘤介入治疗效果[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25: 371-373.
- [22] Hata N, Moreira P, Fischer G. Robotics in MRI-guided Interventions [J]. Top Magn Reson Imaging, 2018, 27: 19-23.
- [23] Heidt T, Reiss S, Krafft AJ, et al. Real-time magnetic resonance imaging-guided coronary intervention in a porcine model[J]. Sci Rep, 2019, 9 :8663.
- [24] Unterberg-Buchwald C, Ritter CO, Reupke V, et al. Targeted endomyocardial biopsy guided by real-time cardiovascular magnetic resonance[J]. J Cardiovasc Magn Reson, 2017, 19 :45.
- [25] Grothoff M, Gutberlet M, Hindricks G, et al. Magnetic resonance imaging guided transatrial electrophysiological studies in swine using active catheter tracking - experience with 14 cases[J]. Eur Radiol, 2017, 27: 1954-1962.

(收稿日期:2019-06-04)

(本文编辑:边 佶)