

## 述评

## Clinical application value and research progresses of 5.0T MRI

HONG Nan\*

(Department of Radiology, Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China)

[Abstract] 5.0T MR imaging system has solved technical challenges inherent in traditional ultra-high field MRI, such as uneven image signals and difficulty in whole-body imaging, hence significantly improved imaging quality. Currently, 5.0T MRI had shown great potential in nervous system, cardiovascular system, skeletal muscle system and abdominal imaging, and multiple innovative technologies had emerged and developed around this system. The clinical application value and research progresses of 5.0T MRI were briefly described in this article.

[Keywords] electromagnetic fields; magnetic resonance imaging

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2024.05.001

## 5.0T MRI 临床应用价值与研究进展

洪楠\*

(北京大学人民医院放射科, 北京 100044)

[摘要] 5.0T MR 成像平台通过创新性设计解决了传统超高场强设备存在的图像信号不均匀、全身成像难等技术问题,使图像质量得以显著提高。目前 5.0T MRI 已在神经系统、心血管系统、骨骼肌肉系统及腹部成像中展现出巨大潜力,并已衍生出多种相关创新性技术。本文就 5.0T MRI 的临床应用价值及其研究进展进行述评。

[关键词] 电磁场; 磁共振成像

[中图分类号] R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2024)05-0641-02

MRI 是基于核磁共振原理的医学影像学技术,利用强磁场和射频脉冲对人体内原子核进行激发和编码,之后采集信号并通过重建获得高分辨率、高对比度图像,具有无电离辐射、软组织对比度高及支持多参数成像等优势,现已成为医学影像学领域,尤其研究神经退行性疾病、心血管疾病、关节、腹部及盆腔等病变的不可或缺的非侵入性检查手段。

自其诞生的半个多世纪以来,物理学、工程学和医学的创新一直推动着 MRI 快速发展。历经多年发展和优化后,目前 1.5T 和 3.0T 超导全身 MR 系统已具有较高的技术成熟度,不仅能以较快的扫描速度获得较好的图像质量,还配备了各种先进成像序列和

功能,以满足不同临床场景和科研的需求。2001 年以来,分子影像学与精准医疗的发展,对于功能成像、定量成像及成像分辨率和扫描速度等提出了更高要求。为此,国际科研机构与跨国公司开始探索更高场强 MR 系统,包括 4.7T、7.0T、9.4T、11.7T,甚至 14.1T 等人体成像设备;理论上,相比 3.0T 设备,这些超高场强 MR 系统具有极大优势,包括更高的信噪比、空间分辨率、成像速度、磁敏感度和频谱分散度,有助于推动多核成像及代谢成像的发展,亦为临床理解人体病理生理过程开辟了新的途径。

然而事实上,超高场强 MRI 亦面临巨大挑战,导致其尚未能广泛用于临床:①图像信号不均匀,由于

[第一作者] 洪楠(1968—),男,辽宁大连人,博士,主任医师、教授。研究方向:精神、神经疾病的 MR 结构与功能研究。

[通信作者] 洪楠,北京大学人民医院放射科,100044。E-mail: hongnan@pkuph.edu.cn

[收稿日期] 2024-05-10 [修回日期] 2024-05-17

MRI 射频信号波长随主磁场场强升高而缩短,而在超高场强环境中,射频波长与人体主要器官的尺寸相当,导致其用于体部时图像信号明显不均匀,无法实现高质量成像;②难以实现全身成像,现有线圈技术无法在 7.0T 及以上场强 MR 磁场中实现全身均匀激发、尤其大范围成像,导致 7.0T MR 系统目前仅于头部和膝关节成像领域获得了临床注册证;③射频能量比吸收率(specific absorption rate, SAR)高,MR 射频频率与场强呈正相关,因此高场强需要更高的射频信号进行成像,但高频率射频脉冲可使扫描时的 SAR 过高、特别是应用大翻转角序列(如自旋回波序列)时,使安全隐患较大,同时亦使可用于超高场强 MR 的高级序列较少而难以发挥其高对比度等优势;④对场地的要求高,超高场强 MR 系统需保持更高场强的均匀性和稳定性,且其磁体设计体积和质量远大于常规使用的 1.5T 或 3.0T,导致安装设备和运输费用等均较高,同时,高场强所需 5 高斯线范围更大,故对扫描间的面积要求更高,一般医院需单独设立影像楼或房间,以放置超高场强 MR 设备。

5.0T MR 系统实现了 3.0T 与更高场强间工程

与技术的结合,突破了高场强 MR 设备用于临床和科研的壁垒,使其于推出后的数年内获得医学界广泛关注。例如,5.0T MR 设备的 8 通道容积发射系统的创新设计可有效缓解磁场不均匀性,极大地提升图像质量;同时,磁体的特殊设计使其 5 高斯范围缩小至与 3.0T MR 设备相当,从而可于常规 MR 扫描间进行安装和使用。目前 5.0T MRI 已在临床领域如神经系统、心血管系统、骨骼肌肉系统及腹部成像等方面展示出极大优势,也在相关技术研发领域,如设计创新型序列、开发线圈及超极化成像等方面推动着创新与发展。

综上,5.0T MR 系统用于心脏成像、血管成像及定量评估肝脏脂肪等方面已展现出巨大潜力;聚焦于新型影像学技术、调整及优化成像序列和开创性应用代谢成像等前沿领域进行分析,将有助于进一步提升其临床应用价值,包括提高诊断准确性、辅助优化治疗策略及评估疗效等。通过医学、物理学、工程学等各方面戮力进取,对 5.0T MRI 面临的难题进行更为深入的解析,将有助于进一步推动其发展及临床应用。

利益冲突:作者声明无利益冲突。

作者贡献:洪楠撰写、修改文章。