

✧ 骨骼肌肉影像学

Comparative analysis of detection of spinal metastases with contrast-enhanced MRI T1 high resolution isotropic volume excitation and TSE T1WI sequence

BAI Zhiqiang¹, SHI Jie², SHEN Jun^{1*}

(1. Department of Radiology, 2. Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510120, China)

[Abstract] **Objective** To compare the usefulness of contrast-enhanced T1 high resolution isotropic volume excitation (THRIVE) sequence and fat-saturated TSE sequence in detection of spinal metastases. **Methods** Thirty-one consecutive patients with spinal metastases were recruited. All patients received post-contrast TSE T1WI followed by a fat-suppressed THRIVE sequence. The number of lesions, SNR and CNR for both sequences, and the scoring of image quality concerning motion-artifact and tumor conspicuity were compared. **Results** Acquisition time of the post-contrast TSE T1W sequence and the THRIVE sequence was 2 min 55 s and 33 s, respectively. No significant difference was found in the number of lesions detected between the two sequences ($Z = -0.816$, $P = 0.414$). The SNR (432.54 ± 271.60) and CNR (233.27 ± 197.65) of the THRIVE sequence were significantly lower than the SNR (674.32 ± 375.79) and CNR (312.38 ± 207.49) of the TSE T1W sequence respectively ($t = -4.366$, -2.660 , $P < 0.001$, 0.012). Tumor conspicuity of the post-contrast TSE sequence was better than that of THRIVE sequence ($Z = -4.082$, $P < 0.001$), while the motion-artifact in TSE sequence was more severe ($Z = 2.291$, $P = 0.022$). **Conclusion** The post-contrast THRIVE sequence is capable of decreasing acquisition time and motion-artifact. Besides, its detected efficacy is equal to that of TSE sequence. There is practical possibility to replace the conventional post-contrast TSE T1WI sequence with the THRIVE sequence in the imaging of spinal metastases.

[Key words] Spine; Neoplasm metastasis; Magnetic resonance imaging; Sequence

DOI: 10.13929/j.1003-3289.201612105

MRI 增强 T1 高分辨力各同性容积激发序列与 TSE T1W 序列检出椎体转移瘤的对比分析

白志强¹, 史洁², 沈君^{1*}

(1. 中山大学附属第二医院放射科, 2. 超声科, 广东 广州 510120)

[摘要] **目的** 比较增强 MRI 快速 T1 高分辨力各向同性容积激发 (THRIVE) 序列和 TSE 序列 T1W 检出椎体转移瘤的价值。 **方法** 对 31 例经穿刺活检病理证实的椎体转移瘤患者行 MR 增强检查, 增强后先后行常规矢状位 TSE T1W 序列和矢状位 THRIVE 序列扫描。比较 2 个序列显示转移瘤病灶的数目、SNR、CNR 和病灶边缘清晰度、运动伪影评分。 **结果** TSE T1W 序列和 THRIVE 序列扫描时间分别为 2 min 55 s 和 33 s。增强后 THRIVE 序列显示病灶的数量与 TSE T1W 序列差异无统计学意义 ($Z = -0.816$, $P = 0.414$)。增强后 THRIVE 序列的 SNR (432.54 ± 271.60)、CNR (233.27 ± 197.65) 均低于 TSE T1W 序列的 SNR (674.32 ± 375.79)、CNR (312.38 ± 207.49), 差异均有统计学意义 ($t = -$

[第一作者] 白志强 (1989—), 男, 四川达州人, 在读硕士。研究方向: 磁共振技术。E-mail: beihailuohai@163.com

[通信作者] 沈君, 中山大学附属第二医院放射科, 510120。E-mail: shenjun@mail.sysu.edu.cn

[收稿日期] 2016-12-27 **[修回日期]** 2017-07-05

4.366、-2.660, $P < 0.001, 0.012$)。TSE T1W 序列显示病灶边缘较 THRIVE 序列清晰 ($Z = -4.082, P < 0.001$), 但运动伪影较 THRIVE 序列明显 ($Z = 2.291, P = 0.022$)。结论 增强扫描 THRIVE 序列扫描时间短, 运动伪影少, 椎体转移瘤的检出数目与 TSE T1WI 序列相当, 在椎体转移瘤的检查中取代 TSE T1W 序列具有可行性。

[关键词] 椎体; 肿瘤转移; 磁共振成像; 序列

[中图分类号] R730.4; R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2017)09-1397-04

椎体是恶性肿瘤转移的常见部位, MRI 是目前检测椎体转移瘤的常用手段。TSE 序列可提供较好的 CNR 和解剖细节^[1], 是目前检测椎体转移瘤的常用序列。但 TSE 序列扫描时间相对较长(约 3 min), 椎体转移瘤患者因腰背部剧烈疼痛而难以耐受较长时间的 MR 检查。此外, 呼吸运动及主动脉搏动所产生的运动伪影会影响图像质量。因此, 寻求快速且对运动伪影不敏感的序列有助于提高椎体转移瘤患者的检查成功率和改善图像质量。T1 高分辨力各向同性容积激发(T1 high resolution isotropic volume excitation, THRIVE)序列在一次屏气的时间内即可完成较大范围的扫描, 对运动伪影不敏感, 其在腹部的应用广泛^[2], 在其他部位的应用也有较多报道^[3-6]。但目前国内外鲜见将其应用于椎体转移瘤的报道。本研究通过对比增强 TSE 序列及 THRIVE 序列检出病灶的能力、图像质量等, 探讨 THRIVE 序列用于椎体转移瘤的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2015 年 3 月—2016 年 11 月我院确诊为椎体转移瘤的患者 31 例, 均经椎体穿刺活检病理证实, 男 18 例, 女 13 例, 年龄 26~84 岁, 中位年龄 47 岁。原发病灶为肺癌 13 例, 乳腺癌 6 例, 鼻咽癌 5 例, 肝癌 3 例, 前列腺癌和结肠癌各 2 例。腰椎转移 13 例, 胸椎转移 8 例, 椎体广泛转移 10 例。本研究经医院伦理委员会的批准和患者知情同意。

1.2 仪器与方法 采用 Philips Achieva 1.5T TX 超导型 MR 扫描仪, 15 通道脊柱专用线圈。对所有患者均行 TSE 序列平扫, 包括矢状位 T2WI (TR 2 292 ms, TE 120 ms, FOV 270 mm×324 mm, 矩阵 320×283, 层数 9 层, 层厚 4 mm, 无层间隔, 重复激励次数 3 次, 扫描时间 1 min 57 s), 矢状位脂肪抑制 T2WI (TR 3 000 ms, TE 60 ms, FOV 180 mm×319 mm, 矩阵 164×204, 层数 9 层, 层厚 4 mm, 无层间隔, 重复激励次数 2 次, 扫描时间 2 min 30 s), 矢状位 T1WI (TR 400 ms, TE 11 ms, FOV 270 mm×324 mm, 矩阵 320×286, 层数 9 层, 层厚 4 mm, 无层间隔, 重复激励次数 3 次, 扫描时间 2 min 55 s)。增强扫描时经肘静脉注

射钆对比剂(马根维显), 剂量为 0.2 mmol/kg 体质量, 流速 1 ml/s, 注射后依次行矢状位脂肪抑制 TSE T1WI (TR 400 ms, TE 11 ms, FOV 270 mm×324 mm, 矩阵 320×286, 层数 9 层, 层厚 4 mm, 无层间隔, 相位编码方向为头足方向, 翻转角 90°, 重复激励次数 3 次, 扫描时间 2 min 55 s) 和 THRIVE 序列扫描 (TR 4.1 ms, TE 1.98 ms, FOV 75 mm×297 mm, 矩阵 188×148, 层数 113 层, 层厚 1 mm, 无层间隔, 相位编码方向为前后方向, 翻转角 10°, 重复激励次数 1 次, 扫描时间 33 s, 自由呼吸下采集)。

1.3 图像分析

1.3.1 病灶数量 由 2 名高年资影像诊断医师首先观察除 THRIVE 外的所有序列图像, 记录增强扫描 TSE 序列所显示的椎体及附件转移灶的数目。2 周后, 上述 2 名医师共同观察除增强扫描 TSE 序列外的所有序列, 记录增强扫描 THRIVE 序列所显示的椎体及附件转移灶的数目。意见不同时协商达成一致。转移灶数目定义为: 将每个椎体和其对应附件视为一个单元, 计数阳性单元的总和。

1.3.2 病灶边缘清晰度 2 名医师分别观察增强扫描 TSE 序列和 THRIVE 序列图像, 对两序列显示最大病灶的边缘清晰度进行评分, 意见不同时经协商达成一致。评分标准为^[4]: 1 分, 边界不可辨别; 2 分, 大部分边界模糊; 3 分, 一半左右边界模糊; 4 分, 大部分边界清晰; 5 分, 边界十分清晰。

1.3.3 运动相关伪影 评价方法同病灶边缘清晰度, 评价内容为两序列的运动伪影。评分标准^[4]: 1 分, 伪影严重, 无法诊断; 2 分, 伪影有 2 处或以上, 较难作出准确诊断; 3 分, 伪影有 2 处或以上, 可做出明确诊断; 4 分, 有且仅有 1 处伪影, 可做出明确诊断; 5 分: 无伪影。

1.3.4 SNR 和 CNR 由 1 名高年资技师于工作站 (extended workspace 2.6.3.1) 取两序列最大病灶层面设置 ROI, ROI 尽量避开坏死区且面积 $\geq 0.5 \text{ cm}^2$, 测量病灶信号强度 (signal intensity, SI); 将测量噪声 (SD) 的 ROI 置于无伪影的背景区域, 测量椎体信号 ($SI_{\text{椎体}}$) 的 ROI 置于病变相邻正常信号的椎体。计算

公 式: $SNR = SI_{\text{病灶}} / SD_{\text{噪声}}$;

$CNR = (SI_{\text{病灶}} - SI_{\text{椎体}}) / SD_{\text{噪声}}$ 。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 13.0 统计分析软件。CNR 和 SNR 等计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 2 组间比较采用配对 t 检验。2 组间病灶数量、病灶边缘清晰度和运动相关伪影评分的比较采用 Wilcoxon 符号秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

31 例患者中, 增强扫描的 THRIVE 序列和 TSE T1W 序列平均检出病灶数目的中位数均为 2, 差异无统计学意义 ($Z = -0.816, P = 0.414$)。增强扫描的 THRIVE 序列和 TSE T1WI 序列的 SNR 分别为 432.54 ± 271.60 和 674.32 ± 375.79 , 差异有统计学意义 ($t = -4.366, P < 0.001$)。两序列的 CNR 分别为 233.27 ± 197.65 和 312.38 ± 207.49 , 差异有统计学意义 ($t = -2.660, P = 0.012$)。

增强扫描的 THRIVE 序列和 TSE T1W 序列病灶边界清晰度的评分(表 1)中位数分别为 4 和 5, 前者评分高于后者 1 例(1/31, 3.23%), 评分低于后者 20 例(20/31, 64.52%), 两者评分相同 10 例(10/31, 32.26%), 差异有统计学意义 ($Z = -4.082, P < 0.001$)。增强扫描 THRIVE 序列和 TSE T1W 序列运动相关伪影评分(表 2)中位数均为 4, 前者评分高于后者 18 例(18/31, 58.06%), 低于后者 8 例(8/31, 25.81%), 两者评分相同 5 例(5/31, 16.13%), 差异有统计学意义 ($Z = 2.291, P = 0.022$)。见图 1。

表 1 增强扫描 THRIVE 序列和 TSE T1W 序列病灶边界清晰度评分情况(例)

序列	1 分	2 分	3 分	4 分	5 分
THRIVE 序列	0	0	7	15	9
TSE T1W 序列	0	0	0	9	22

表 2 增强扫描 THRIVE 序列和 TSE T1W 序列伪影评分情况(例)

序列	1 分	2 分	3 分	4 分	5 分
THRIVE 序列	0	0	1	22	8
TSE T1W 序列	0	2	12	9	8



图 1 患者女, 55 岁, 乳腺癌椎体多发转移并 T12 病理骨折 A. 脂肪抑制 TSE T2WI 见多个椎体及附件呈高低混杂的片状异常信号; B. TSE T1WI 示病变呈片状低信号; C、D. 增强后 TSE T1W(C)及 THRIVE 序列(D)见病灶呈不同程度强化, 后者运动伪影较少

3 讨论

TSE 序列和梯度回波序列是 MRI 最常用的两种序列。TSE 序列的 SNR 和对比度优良, 但其扫描时间相对较长, 易产生运动相关的伪影^[7-8], 尤其在增强扫描时, 运动伪影更明显。椎体转移瘤患者多伴腰背部疼痛^[9], 难以耐受扫描。此外, 呼吸运动及主动脉搏动所造成的运动伪影也较严重^[10], 即使将相位编码方向取为头足方向, 仍不能避免。

THRIVE 序列将三维梯度回波序列与并行采集技术和部分 K 空间填充技术等快速采集技术相结合^[11-12], 与二维快速梯度回波序列相比, 其 SNR 和分辨率更高, 覆盖范围更广, 容积效应更小^[11]。与 TSE 序列相比, 该序列的最大优势在于其扫描时间短, 可提高患者 MR 检查的成功率。同时, 由于其 TR 短、K 空间填充速度快, 因此对运动伪影不敏感^[7-8]。本研究 THRIVE 序列扫描时间为 33 s, TSE T1W 序列为 2 min 55 s, 且 THRIVE 序列的运动伪影评分高于 TSE T1W 序列, 表明运动伪影较少, 差异有统计学意义 ($Z = 2.291, P = 0.022$), 与 Vandevenne 等^[3-4]的研究结果一致, 提示 THRIVE 序列具有扫描时间短、运动伪影小的优势。本研究结果中 THRIVE 序列与 TSE T1W 序列检出的椎体转移瘤数目差异无统计学意义 ($Z = -0.816, P = 0.414$), 提示 THRIVE 序列亦能准确检出椎体转移瘤。本研究 THRIVE 序列病灶边缘清晰度评分低于 TSE T1W 序列 ($Z = -4.082, P < 0.001$), 分析其原因, 一方面是由于扫描仪梯度性能不理想^[13], 另一方面, 可能因该序列 SNR 和 CNR 均低于 TSE T1W 序列, 因为该序列采用了短 TR 和小翻转角。THRIVE 序列还有一个优势在于其三维采集, 可进行图像重建, Rofsky 等^[11]对原始数据进行

重组后,发现 SNR 和 CNR 均较原始图像有所提升,可在一定程度弥补其 SNR 和 CNR 较低的不足。

目前,将快速 THRIVE 序列应用于胸腹以外的报道鲜见。Kataoka 等^[4]对比 THRIVE 序列与 SE 序列在头颈部肿瘤中的应用价值,指出 THRIVE 具有耗时短、伪影少的优势,与本研究结果相同。但其认为两种序列的图像质量无差异,与本研所得到的结论不同。其原因可能为两者所采用的扫描仪梯度性能及序列参数有差异,或扫描部位不同所致。近年来,为提升 THRIVE 序列的图像质量,有学者^[14]采用 K 空间辐射状填充技术,但不可避免地增加了扫描时间,较难应用于部分疼痛剧烈的椎体转移瘤患者。

综上所述,与常用的 TSE T1W 序列相比,增强后采用 THRIVE 序列可缩短椎体转移瘤扫描时间,减少运动伪影,同时可准确检测椎体转移瘤。在椎体转移瘤的扫描方案中,增强后 THRIVE 序列取代 TSE T1W 序列具有可行性。

[参考文献]

- [1] 李娜. 骨转移瘤的影像学诊断进展. 中国医学影像技术, 2006, 22 (1):159-162.
- [2] Lee VS, Lavelle MT, Rofsky NM, et al. Hepatic MR imaging with a dynamic contrast-enhanced isotropic volumetric interpolated breath-hold examination: Feasibility, reproducibility, and technical quality. Radiology, 2000, 215(2):365-372.
- [3] Vandevenne JE, Vanhoenacker F, Mahachie John JM, et al. Fast MR arthrography using VIBE sequences to evaluate the rotator cuff. Skeletal Radiol, 2009, 38(7):669-674.
- [4] Kataoka M, Ueda H, Koyama T, et al. Contrast-enhanced volumetric interpolated breath-hold examination compared with spin-echo T1-weighted imaging of head and neck tumors. AJR Am J Roentgenol, 2005, 184(1):313-319.
- [5] Lee YH, Hahn S, Lim D, et al. Articular cartilage grading of the knee: Diagnostic performance of fat-suppressed 3D volume isotropic turbo spin-echo acquisition (VISTA) compared with 3D T1 high-resolution isovolumetric examination (THRIVE). Acta Radiol, 2017, 58(2):190-196.
- [6] 庄霞梅, 金科, 王海, 等. MRI 优化的三维容积内插快速扰相梯度回波序列在胎儿神经系统检查中的应用. 中国医学影像技术, 2016, 32(7):1119-1123.
- [7] Yang RK, Roth CG, Ward RJ, et al. Optimizing abdominal MR imaging: Approaches to common problems. Radiographics, 2010, 30(1):185-199.
- [8] Stark DD, Hendrick RE, Hahn PF, et al. Motion artifact reduction with fast spin-echo imaging. Radiology, 1987, 164 (1): 183-191.
- [9] Ryu S, Jin R, Jin JY, et al. Pain control by image-guided radio-surgery for solitary spinal metastasis. J Pain Symptom Manage, 2008, 35(3):292-298.
- [10] Wood ML, Henkelman RM. MR image artifacts from periodic motion. Med Phys, 1985, 12(2):143-151.
- [11] Rofsky NM, Lee VS, Laub G, et al. Abdominal MR imaging with a volumetric interpolated breath-hold examination. Radiology, 1999, 212(3):876-884.
- [12] AIObaidy M, Ramalho M, Busireddy KK, et al. High-resolution 3D-GRE imaging of the abdomen using controlled aliasing acceleration technique—a feasibility study. Eur Radiol, 2015, 25 (12):3596-3605.
- [13] Keogan MT, Edelman RR. Technologic advances in abdominal MR imaging. Radiology, 2001, 220(2):310-320.
- [14] Shin HJ, Kim MJ, Lee MJ, et al. Comparison of image quality between conventional VIBE and radial VIBE in free-breathing paediatric abdominal MRI. Clin Radiol, 2016, 71 (10): 1044-1049.

《平片 X 线摄影数字成像系统》已出版

由全军医学影像中心、全国学科排名位居前 10 位的南京军区南京总医院医学影像科(南京大学附属金陵医院)王骏主译的“平片 X 线摄影数字成像系统”出版发行。本书全面、系统地论述了平片 X 线摄影数字成像技术,从多角度反映了当今数字成像系统的实际,深层次广泛探讨了数字 X 线摄影成像系统的理论,充分体现了当今临床应用的最新成果。其内容包含数字 X 线摄影探测器、数字 X 线摄影的技术问题、数字系统的患者剂量评估、诊断放射学中的图像质量、数字 X 线摄影的实践、数字 X 线摄影图像增强、数字 X 线摄影和图像存储与传输系统(PACS)等。有助于提高放射技术人员专业技能,推广合理使用最低剂量,以达到 X 线摄影剂量个体化的理念,做到数字 X 线摄影成像链的最优化、标准化。

欲购此书者敬请将 63 元(含包装费+邮费+挂号费)寄至:南京三牌楼新门口 4 号 7 幢 402 室 王骏,邮编:210003,敬请在留言栏中注明书名及手机号。