

The Application Value of 3D STIR SPACE Sequence in Sciatic Nerve Imaging

Li Yi-jun, Li Lei-lei, LIN Gang, CHAI Na, HOU Guo-rui, Li Chen, ZHENG Jian-min*.
Department of Radiology, Air Force Military Medical University Xijing Hospital, Xian 710032, Shanxi Province, China

论 著

3D STIR SPACE序列在坐骨神经成像中的价值研究

李奕均 李磊磊 林 港
柴 娜 侯国瑞 李 陈
郑建民*

空军军医大学西京医院放射诊断科
(陕西 西安 710032)

【摘要】目的 探讨钆对比剂增强三维反转恢复快速自旋回波(3D STIR SPACE)序列在坐骨神经成像中的可行性与应用价值。**方法** 收集30例患者使用3D STIR SPACE 序列同时行平扫和增强扫描进行坐骨神经成像。所有图像进行最大密度投影MIP重建,且由两位高年资放射医师对MIP图进行神经显示评分和背景抑制效果评分,并在原始图中测量坐骨神经的信噪比SNR和神经与肌肉的对比噪声比CNR。坐骨神经显示评分及背景抑制评分采取 Wilcoxon 秩和检验,同时对增强和平扫图像的信噪比、对比噪声比进行独立样本t检验。**结果** 平扫图像中坐骨神经显示评价评分为 0.77 ± 0.58 分,背景抑制效果评价评分为 1.26 ± 0.45 分;增强图像坐骨神经显示评分为 1.86 ± 0.36 分,背景抑制评分为 2.79 ± 0.39 分,增强序列的背景抑制效果明显好于平扫序列($P < 0.01$)。平扫与增强图像中神经与肌肉CNR分别为 23.61 ± 8.10 和 37.38 ± 12.49 ,SNR分别为 42.16 ± 10.38 和 49.02 ± 11.96 ,增强序列提高了神经对肌肉的对比噪声比($P < 0.01$)但整体SNR提高并不明显($P = 0.051$)。**结论** 增强3D STIR SPACE序列呈现出了较好的背景抑制效果,可以很好的显示坐骨神经走行及远端分支。

【关键词】 磁共振成像; 坐骨神经;
磁共振神经造影; 钆DTPA

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.048

ABSTRACT

Objective To investigate the feasibility and application value of gadolinium enhanced 3D SPACE STIR sequence in sciatic nerve imaging. **Methods** 30 patients both underwent sciatic nerve imaging using plain and enhanced 3D SPACE STIR sequences. All images were reconstructed by maximum intensity projection MIP. Two senior radiologists scored neural display and background suppression effect on the MIP images. The sciatic nerve signal to noise ratio (SNR) and contrast noise ratio (CNR) between sciatic nerve and muscle were measured in the original images. The visibility score of sciatic nerve and background suppression score were compared by Wilcoxon Rank Sum Test. The CNR and SNR result of subjects received both enhanced and plain imaging were compared with independent-samples T test. **Results** On plain scan, the evaluation score of sciatic nerve display was 0.77 ± 0.58 , and the evaluation score of background inhibition was 1.26 ± 0.45 . The sciatic nerve display score of enhanced image was 1.86 ± 0.36 , and the background inhibition score was 2.79 ± 0.39 . The background inhibition effect of enhanced sequence was significantly better than that of plain scan sequence ($P < 0.01$). The CNR of nerve and muscle was 23.61 ± 8.10 and 37.38 ± 12.49 , and SNR was 42.16 ± 10.38 and 49.02 ± 11.96 in plain and enhanced images. The contrast to noise ratio of nerve and muscle was improved by enhanced sequence ($P < 0.01$), but the overall SNR was not significantly improved ($P = 0.051$). **Conclusion** Compared with plain scanning, enhanced 3D SPACE STIR shows better background suppression and can display sciatic nerve progression and distal branches more clearly.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Sciatic Nerve; MR Neurography; Gadolinium DTPA

坐骨神经由L4S3神经根的腹侧支组成,他们连接形成胫神经、腓总神经和大腿后皮神经,神经通过坐骨大孔离开骨盆^[1]多种疾病可累及坐骨神经。坐骨神经的影像学检查目前主要依赖于超声、常规MR及CT^[2-3]。可变翻转角的三维快速自旋回波结合短时翻转恢复序列(3D STIR SPACE)是一种重T2结合脂肪抑制的3D序列利用神经内膜中的水分子进行神经成像,近年来在周围神经的成像中有较为广泛的应用^[4-6]。但坐骨神经通常与周围的静脉邻近,在重T2的序列中高信号的静脉、淋巴等结构会干扰对神经的观察^[7]。本文拟探讨增强后的3D STIR SPACE序列是否可以增加血管、背景信号的抑制,提高坐骨神经的可见性。

1 资料与方法

1.1 临床资料 纳入实验标准: 怀疑坐骨神经病变的患者同时行坐骨神经平扫和增强的MRI检查,排除标准: 身体状况较差、幽闭恐惧症等无法配合长时间磁共振检查的患者; 存在任何磁共振检查的禁忌症。最终入组患者共30例,其中男性12例,女性18例。

1.2 检查方法 采用Siemens AERA 1.5T超导型磁共振成像仪,线圈选择8通道体部线圈和脊柱矩阵线圈,患者仰卧位头先进,扫描前嘱咐患者保持静止。每位患者先行腰椎、髋关节常规序列扫描,再行3D STIR SPACE序列,TR/TE/TI分别为4000ms/219ms/180ms,层厚1mm,层间距0,视野(FOV)320×320mm,激励次数1.6,并行采集因子(ipAT)3,采集时间8min41s。平扫完成后注射对比剂钆喷酸葡胺(Gd-DTPA),剂量0.1mmol/kg,注射速率2ml/s,延迟两分钟后行增强扫描,增强后3D space序列参数、位置与平扫一致。

1.3 图像评价

1.3.1 坐骨神经显示评价 收集到所有图像在后处理工作站(syngo MultiModality Workplace VE40C)中对原始数据进行最大强度投影(MIP)重建,重建层厚10mm。由两位富有经验的影像科医生在MIP图像上使用双盲法对图像中的坐骨神经显示情况进行评分,坐骨神经可以显示评1分反之则为0分,在坐骨神经可以显示的情况下,神经边缘清晰可见且远端分支显示较清晰为1分,神经边缘模糊,远端分支显示不清则为0分。

1.3.2 背景抑制评价 同时由上述两位医师对MIP图像中的背景骨骼肌肉、脂肪、静脉抑制情况采取三分制进行评价: 背景抑制效果极佳,神经周围软组织几乎不显示,静脉信号明显低信号,清楚显示神经形态为3分;背景抑制效果一般,周围软组织呈现低信号为2分;背景抑制效果较差,肌肉、静脉等显示较高信号,与神经信号相似为1分。

1.3.3 图像质量评价 在原始图像中选取左、右两侧坐骨神经出坐骨大孔处 0.1cm^2 的兴趣区域(ROI)共6个,测量坐骨神经的信号强度,每侧取三个ROI信号强度的平均值。同时在坐骨神经周围软组织选取相同面积的ROI测量信号强度,每侧取三个ROI的平均值。取患者体部周围背景处三个 0.1cm^2 ROI中标准差的平均值作为背景噪声,见图1A-B。对比噪声比(CNR)和信噪比(SNR)的计算公式如下:

【第一作者】 李奕均,男,初级技师,主要研究方向: 磁共振神经成像。E-mail: 841879714@qq.com

【通讯作者】 郑建民,男,主管技师,主要研究方向: 磁共振神经、心血管成像。E-mail: jmzheng1986@126.com

$CNR = (\text{神经信号强度} - \text{周围软组织信号强度}) / \text{背景噪声}$
 $SNR = \text{神经信号强度} / \text{背景噪声}$

1.4 统计学处理 所得数据采用SPSS 22.0统计软件进行统计学分析。坐骨神经的显示和背景抑制评分采用独立样本的非参数检验(Wilcoxon 秩和检验), 平扫和增强的神经与肌肉对比信噪比(CNR)和信噪比(SNR)采用独立样本t检验, $P < 0.05$ 认为有统计学意义。

2 结果

2.1 坐骨神经主观评价 坐骨神经平扫和增强的平均评价得分分别为 (0.77 ± 0.58) 、 (1.86 ± 0.36) , 平扫与增强序列所得的图像有差异, 具有统计学意义($P < 0.01$)。增强后的坐骨神经与平扫相比, 神经呈现更高的信号其走行更加清楚, 连续性完整且远端的分支显示较好, 平扫因坐骨神经伴随静脉及周围软组织信号的干扰, 盆腔段显示不清, 不易观察神经的情况, 见表1、图2A-B。

2.2 背景抑制情况评价 平扫和增强序列的背景抑制评分分别为 (1.26 ± 0.45) 、 (2.79 ± 0.39) , 两种扫描方法的分析结果存在统计学意义($P < 0.01$)。平扫图像静脉、淋巴呈高信号, 在MIP图中与神经的信号重叠, 造成神经显示不清, 这一情况在盆腔段的神经显示中表现的更显著, 而增强后的图像静脉信号较低, 神经显示更完整, 见表1、图3A-B。

2.3 平扫与增强的客观图像质量评价 平扫与增强所得图像的CNR、SNR分别为 (23.61 ± 8.10) 和 (37.38 ± 12.49) 、 (42.16 ± 10.38) 和 (49.02 ± 11.96) , CNR存在明显差异, 具有统计学意义($P < 0.01$), 但SNR没有明显差异($P = 0.051$), 见表2。在相同扫描方式下左侧和右侧坐骨神经的CNR、SNR差异不大, 两侧坐骨神经图像质量并无明显差异, 见表3。由上述可得增强序列可以降低周围组织信号, 使得神经显示的更清晰。

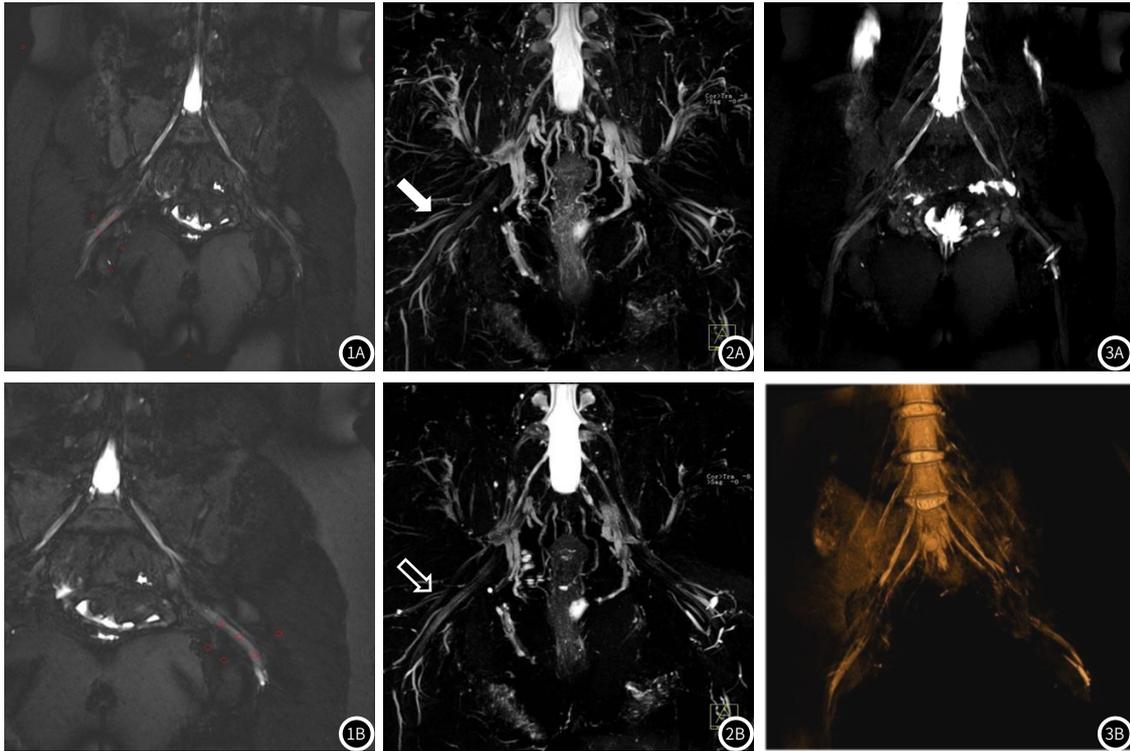


图1A-图1B 右侧坐骨神经选取三个 0.1cm^2 的兴趣区域(ROI)测量信号强度, 同时在周围组织选取相同面积的ROI测量信号强度, 取患者体部周围背景处三个相同面积的ROI中标准差的平均值作为背景噪声。左侧神经和周围组织信号强度取值方法与右侧相同。

图2A-图2B 为同一患者增强前和增强后10mm层厚的MIP图像, 增强前盆腔内、坐骨神经邻近的静脉信号较高(实心箭头), 造成坐骨神经显示不清, 增强后静脉信号降低(空心箭头), 坐骨神经显示较好。

图3A-图3B 同一患者增强后STIR SPACE序列进行MIP和VR重建后的图像, 坐骨神经显示清晰。

表1 坐骨神经显示评分及背景抑制评分

方法	神经评价	背景抑制评价
平扫	0.77 ± 0.58	1.26 ± 0.45
增强	1.86 ± 0.36	2.79 ± 0.39
Z值	4.866	4.768
P值	< 0.01	< 0.01

表2 坐骨神经平扫和增强图像质量评价

	神经信号强度	周围组织信号强度	信噪比(SNR)	对比噪声比(CNR)
平扫	29.38 ± 6.58	12.96 ± 2.38	42.16 ± 10.38	23.61 ± 8.10
增强	32.57 ± 5.96	7.75 ± 1.12	49.02 ± 11.96	37.38 ± 12.49
t值	2.122	-10.649	1.991	4.01
P值	$P = 0.038$	$P < 0.01$	$P = 0.051$	$P < 0.01$

表3 左右两侧坐骨神经平扫和增强图像质量评价

	平扫		增强	
	SNR	CNR	SNR	CNR
左侧	36.89 ± 8.24	20.17 ± 6.16	43.77 ± 9.586	32.90 ± 8.64
右侧	43.17 ± 10.27	23.25 ± 7.963	49.79 ± 8.786	37.17 ± 8.06
t值	-1.651	-1.058	-1.39	-1.251
P值	$P = 0.113$	$P = 0.301$	$P = 0.178$	$P = 0.224$

3 讨论

在目前的磁共振周围神经成像技术(MRN)中,如何提高周围神经和其伴随肌肉以及血管的对比度,增强背景的抑制是MRN成像的关键问题。在既往的非对比增强神经成像中,主要使用重T2权重的序列,而颈部、盆腔的慢速静脉血流在T2序列中亦呈现高信号,对于神经的显示造成了较大的影响^[6-8],同时这也是周围神经成像的难点。通过静脉注射钆对比剂,可以有效缩短神经周围肌肉组织和静脉血管的T2值,而神经因血脑屏障的存在其T2值不会缩短^[9]。本文的研究结果显示,与平扫相比,增强后的3D STIR SPACE序列显示坐骨神经时有更高的对比噪声比(CNR),同时3D STIR SPACE序列使用了短时翻转恢复技术,在大FOV成像、低场强的磁共振仪中具有均匀的脂肪抑制效果,表现出了出色的背景抑制效果且对神经远端分支显示更佳。

在目前的周围神经成像技术中,结合后处理的MSCT成像亦可以显示坐骨神经走行或对病变部位进行多方位成像^[3-10]但其软组织对比度不及MR,且存在较高的辐射剂量。超声对于深层的解剖结构显示较差,但其最大的优势在于引导介入治疗或进行神经阻滞^[11-13]。MR因其具有较高的软组织分辨率,且可以进行多个方向、多个参数成像,所以对周围神经成像有明显的优势,目前使用3D成像序列进行盆腔神经的三维重建可以可视化盆腔的神经走行和周围器官关系,避免的手术对盆腔神经的损伤^[14]。本研究采用3D序列对盆腔至股骨的坐骨神经进行显示,通过施加体表定位标识和后处理重建技术,笔者认为使用3D STIR SPACE序列的磁共振周围神经成像技术在引导外科手术治疗坐骨神经病变或在术中避免坐骨神经损伤方面具有潜在价值。

既往的研究显示,通过静脉注射钆对比剂后进行3D STIR SPACE序列的磁共振周围神经成像技术可以在头颈部颅神经及臂丛神经的显示中表现出出色的血管信号抑制及均匀的脂肪抑制^[15-17],使用曲面重建(CPR)等后处理技术可以将迂曲的神经走行完整显示^[16],本文的研究结果与之前的神经成像研究有较高的一致性。静脉注射钆虽相对具有侵袭性、一定的过敏及肾纤维化风险,但在目前的实践中,当以临床推荐剂量给药时,钆对比剂被认为是安全的^[18]李友等人的研究指出,使用双翻转SPACE序列在半剂量对比剂的情况下与全剂量对比剂显示神经的效果并无明显差异^[19],说明通过进一步优化扫描序列,可以减少对比剂量的使用,降低患者的风险,来达到相同的临床目的。

本研究尚存在的不足:临床数据样本量较少且缺乏病理状态下神经的显示,此外,本研究缺乏多种对比剂、以及对对比剂延迟时间对坐骨神经显示的影响,未来需进一步拓展更多病例纳入研究。

综上所述,与常规平扫序列相比,增强后的3D STIR SPACE序列从主观评价和客观测量来看,在坐骨神经的成像方面表现出了较好的静脉信号、脂肪信号及其他背景信号的抑制,较为突出的显示了坐骨神经的走行及远端分支。通过结合体表定位、曲面重建等技术,在引导外科手术治疗方面具有潜在价值。

参考文献

- [1] Chhabra A, Chalian M, Soldatos T, et al. 3-T high-resolution MR neurography of sciatic neuropathy. *AJR Am J Roentgenol*. 2012 Apr; 198(4): W357-64.
- [2] 蹇新梅, 范光明, 宋玲玲. 梨状肌综合症的临床及相关研究进展[J]. 现代医用影像学, 2018, 27(08): 2608-2610.
- [3] 吕喆, 常天静, 杨帆, 等. CT神经重建技术在判断坐骨神经变异中的应用价值[J]. 骨科临床与研究杂志, 2020, 5(05): 264-267.
- [4] Kronlage M, Bäumer P, Pitarokoili K, et al. Large coverage MR neurography in CIDP: diagnostic accuracy and electrophysiological correlation. *J Neurol*. 2017 Jul; 264(7): 1434-1443.
- [5] Sneag DB, Daniels SP, Geannette C, et al. Post-Contrast 3D Inversion Recovery Magnetic Resonance Neurography for Evaluation of Branch Nerves of the Brachial Plexus. *Eur J Radiol*. 2020 Nov; 132: 109304.
- [6] 白玉朋, 夏春华, 王俊奇, 等. 增强3D STIR SPACE 序列在臂丛神经中的应用价值[J]. 医学影像学杂志, 2020, 30(04): 556-559.
- [7] 丁川. 3.0T MRI 3D-STIR-SPACE增强序列臂丛神经成像及对臂丛神经损伤的诊断价值[D]. 安徽医科大学, 2018.
- [8] Wang X, Harrison C, Mariappan YK, et al. MR Neurography of Brachial Plexus at 3.0 T with Robust Fat and Blood Suppression. *Radiology*. 2017 May; 283(2): 538-546.
- [9] Lee MJ, Kim MJ, Yoon CS, et al. The T2-shortening effect of gadolinium and the optimal conditions for maximizing the CNR for evaluating the biliary system: a phantom study. *Korean J Radiol*. 2011 May-Jun; 12(3): 358-64.
- [10] 吴洪, 闫晓春, 弋坤. MSCT重建技术、直肠三维超声在肛瘘临床诊治中的价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(05): 163-165.
- [11] 谢言虎, 周玲, 章敏, 等. 超声联合神经刺激仪引导腘窝坐骨神经、股神经和隐神经阻滞的临床应用[J]. 安徽医科大学学报, 2015, 50(11): 1649-1652.
- [12] 王美容, 柳垂亮, 李志鹏, 等. 超声引导下外侧入路坐骨神经阻滞在全膝关节置换术后镇痛中的应用[J]. 临床麻醉学杂志, 2018, 34(11): 1050-1054.
- [13] 汤蓓, 张玲, 张骞, 等. CT、超声引导下进行腹腔神经节阻滞的应用价值探讨[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(05): 151-153.
- [14] Li P, Liu P, Chen C, et al. The 3D reconstructions of female pelvic autonomic nerves and their related organs based on MRI: a first step towards neuronavigation during nerve-sparing radical hysterectomy. *Eur Radiol*. 2018 Nov; 28(11): 4561-4569.
- [15] Zhang Y, Kong X, Zhao Q, et al. Enhanced MR neurography of the lumbosacral plexus with robust vascular suppression and improved delineation of its small branches. *Eur J Radiol*. 2020 Aug; 129: 109128.
- [16] Wu W, Wu F, Liu D, et al. Visualization of the morphology and pathology of the peripheral branches of the cranial nerves using three-dimensional high-resolution high-contrast magnetic resonance neurography. *Eur J Radiol*. 2020 Nov; 132: 109137.
- [17] Kong C, Li XY, Sun SY, et al. The value of contrast-enhanced three-dimensional isotropic T2-weighted turbo spin-echo SPACE sequence in the diagnosis of patients with lumbosacral nerve root compression. *Eur Spine J*. 2021 Apr; 30(4): 855-864.
- [18] 中华医学会放射学分会磁共振学组, 中华医学会放射学分会质量控制与安全工作委员会. 钆对比剂临床安全性应用中国专家建议[J]. 中华放射学杂志, 2019(07): 539-544.
- [19] 李友, 张树桐, 王艳芳, 等. 半剂量对比剂增强双反转恢复序列臂丛成像研究[J]. 放射学实践, 2020, 35(06): 801-805.

(收稿日期: 2022-09-28)

(校对编辑: 姚丽娜)