

Imaging effect of 3D-nerve sequence on brachial plexus in neonates

ZHAO Leilei, ZHAO Jianshe*, MA Changyou, LU Yi

(Department of Radiology, Jinan Children's Hospital, Jinan 250022, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the imaging effect of 3D-nerve on brachial plexus in neonates compared with DWI with background body signal suppression (DWIBS), 3D-short T1 inversion recovery (3D-STIR). **Methods** A total of 15 neonates with brachial plexus injury were recruited and underwent MR scan with sequences including 3D-nerve, DWIBS, 3D-STIR. Images were evaluated for pulsation artifact, heterogeneous fat saturation, brachial plexus branches, nerve-fat ratio, nerve-muscle ratio. **Results** The brachial plexus showed poor results in DWIBS sequence images, which could not be observed. Pulsation artifact and heterogeneous fat saturation had no statistical significance between 3D-nerve and 3D-STIR (both $P > 0.05$). 3D-nerve and 3D-STIR showed 100% (15/15) of the brachial plexus roots and brachial plexus trunks. Brachial plexus bundles, brachial plexus branches were seen in 100% (15/15), 66.67% (10/15) on 3D nerve and 93.33% (14/15), 53.33% (8/15) on 3D-STIR, the differences were not statistically significant ($P = 1.00, 0.71$). 3D-nerve performed better nerve-to-fat ratio and neuro-to-muscle ratio compared with 3D-STIR (both $P < 0.05$). **Conclusion** The 3D-nerve performed better for neonatal brachial plexus injury than DWIBS and 3D-STIR.

[Keywords] brachial plexus; infant, newborn, magnetic resonance imaging

DOI:10.13929/j.1003-3289.201901141

3D-nerve 序列对新生儿臂丛神经的成像效果

赵磊磊, 赵建设*, 马常友, 鲁毅

(济南市儿童医院放射科, 山东 济南 250022)

[摘要] **目的** 与背景抑制 DWI(DWIBS)、基于 3D 短 T1 反转恢复(3D-STIR)序列对比,探讨 3D-nerve 序列对新生儿臂丛神经的成像效果。**方法** 对 15 例臂丛神经损伤的新生儿行 MR 扫描,扫描序列包括 3D-nerve、DWIBS、3D-STIR,评估每个序列图像的血管搏动伪影、脂肪抑制均匀性及臂丛神经分支的显示效果,并测量神经-脂肪比,神经-肌肉比。**结果** 臂丛神经在 DWIBS 序列图像上显示效果差,无法观察;3D-nerve 血管搏动伪影和脂肪抑制不均匀与 3D-STIR 比较差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。3D-nerve、3D-STIR 对新生儿臂丛神经根、神经干的显示率均为 100%(15/15);3D nerve 对神经束、神经支的显示率为 100%(15/15)和 66.67%(10/15),3D-STIR 对神经束、神经支的显示率为 93.33%(14/15)和 53.33%(8/15),差异无统计学意义($P=1.00,0.71$)。3D-nerve 序列神经-脂肪比和神经-肌肉比优于 3D-STIR 序列,差异有统计学意义(P 均 <0.05)。**结论** 3D-nerve 序列在新生儿臂丛神经损伤中的成像效果明显优于 DWIBS 及 3D-STIR 序列。

[关键词] 臂丛神经;婴儿,新生;磁共振成像

[中图分类号] R748; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2019)11-1733-04

新生儿臂丛神经损伤是造成肢体功能障碍的主要原因,我国发病率约为 5.9%~17.0%^[1]。神经损伤

前 3 个月为其恢复的黄金期,轻度臂丛神经损伤经保守治疗后肢体功能障碍及畸形较轻微,而肢体功能恢

[第一作者] 赵磊磊(1985—),女,山东泰安人,硕士,医师。研究方向:儿科影像诊断。E-mail:1643830304@qq.com

[通信作者] 赵建设,济南市儿童医院放射科,250022。E-mail:564457261@qq.com

[收稿日期] 2019-01-22 **[修回日期]** 2019-09-09

复不佳及严重臂丛神经损伤者需手术并进行长期康复治疗。MRI 具有较高的软组织分辨率,可多方位、多参数成像,能更好地显示神经的形态、连续性,基于 3D 短 T1 反转恢复(3D-short T1 inversion recovery, 3D-STIR)序列、背景抑制 DWI(DWI with background body signal suppression, DWIBS)序列具有良好的脂肪抑制效果,且对神经可显示为高信号,可满足对成人的临床诊断要求,但神经信噪比较低,新生儿臂丛神经的解剖特点异于成人,故成像效果不理想。近年来,有报道^[2-3]三维神经鞘信号增高并背景抑制弛豫增强的快速采集成像(three-dimensional nerve-sheath signal increased with inked rest-tissue rapid acquisition of relaxation imaging, 3D-SHINKEI)序列应用于成人神经成像并取得了良好的效果,但鲜见用于新生儿的报道。3D-nerve 序列是基于 3D-SHINKEI 技术的神经成像的序列,本研究通过与 DWIBS、3D-STIR 序列对比,评价 3D-nerve 序列用于新生儿臂丛神经损伤的成像效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2018 年 1—12 月为进一步协助诊断和治疗,于我科行 MR 检查的臂丛神经损伤新生儿 15 例,男 6 例,女 9 例,出生时间 4~27 天,平均(15.8±7.5)天。本研究经本院伦理委员会批准;家属均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 Philips Ingenia 3.0T 超导 MR 扫描仪,数字头颈线圈。于患儿熟睡或水合氯醛 0.5~1.0 ml/kg 体质量灌肠镇静后进行扫描。将患儿取仰卧位,头先进,肩部摆正,双臂下拉固定;扫描范围 C1~T8,FOV 220 mm×220 mm~250 mm×250 mm。扫描序列及参数:3D-nerve 序列,TR 2 200 ms,TE 76 ms,层间距 0,半采集因子 0.85,回波链长 20,加速因子 3,良运动敏感驱动平衡(improved motion-sensitized driven equilibrium, iMSDE)时间 40 ms,全身比吸收率<25%,总扫描时间 5 min 8 s;3D-STIR 序列,TR 2 200 ms,TE 76 ms,层厚 1 mm,层间距 0,半采集因子 0.85,回波链长 20,加速因子 3;DWIBS 序列,TR 7 500 ms,TE 80 ms,b 值 200 s/mm²,层厚 2.3 mm,层间距 0,加速因子 2.5。

1.3 图像分析 采用 Philips EWS 工作站,以 MIP 多方位重建双侧臂丛神经。由 2 名主治医师分别分析图像,意见不同时经协商达成一致。观察患侧臂丛神经损伤情况,并评估双侧血管搏动伪影、脂肪抑制均匀性,计算臂丛神经的神经根、神经干、神经束、神经支显

示率(可显示病例数/总病例数×100%)。选择臂丛神经三干汇合层面的健侧、信号最清晰的神经干,勾画 ROI(面积约 10 mm²),测量神经及邻近肌肉、脂肪信号强度,测量 3 次,取平均值,计算神经-脂肪比、神经-肌肉比。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,经正态分布检验,不同序列间的神经-脂肪比、神经-肌肉比的差异采用独立样本 *t* 检验;不同序列间血管搏动伪影及脂肪抑制均匀性的差异采用 χ^2 检验;不同序列神经分支显示率的差异采用 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

DWIBS 序列图像上臂丛神经显示较差,仅见断续线条状高信号,无法区分神经与血管信号(图 1)。3D-nerve、3D-STIR 序列均可显示臂丛神经损伤(图 2、3),但 3D-nerve 序列显示 C4~6 神经干增粗,呈长 T2 信号,边界模糊,神经间分界尚清,3D-STIR 序列显示 C4~6 神经干区见片状长 T2 信号,边界模糊,神经间分界不清。

3D-nerve、3D-STIR 序列中出现血管搏动伪影(图 4)分别 1 例、5 例,差异无统计学意义($\chi^2 = 3.33, P > 0.05$);3D-nerve、3D-STIR 序列脂肪抑制不均匀(图 5)分别有 3 例、7 例,差异无统计学意义($\chi^2 = 2.40, P > 0.05$)。3D-nerve、3D-STIR 对新生儿臂丛神经根、神经干的显示率均为 100%(15/15);3D-nerve 对神经束、神经支的显示率为 100%(15/15)和 66.67%(10/15),3D-STIR 对神经束、神经支的显示率为 93.33%(14/15)和 53.33%(8/15)。两序列对神经束和神经支的显示率差异无统计学意义($P = 1.00, 0.71$)。

3D-nerve 序列、3D-STIR 序列神经-脂肪比分别约为 12.08±0.00、11.82±0.01,差异有统计学意义($t = 3.97, P < 0.05$);3D-nerve 序列、3D-STIR 序列神经-肌肉比分别约为 2.75±0.00、1.68±0.02,差异有统计学意义($t = 16.83, P < 0.05$)。

3 讨论

新生儿臂丛神经损伤主要因出生时外力所致,大部分为神经水肿的轻度损伤,少部分为撕裂、断裂等重度损伤,严重者为神经根撕脱伤,早期为患侧上肢运动、感觉障碍,后期则会出现继发性肌肉挛缩及拮抗肌短缩,进而导致肩、肘及腕关节畸形,影响患儿肢体功能^[4-5]。臂丛神经损伤新生儿均有孕妇难产或胎儿肩部娩出困难史,临床伴臂丛神经损伤的表现,结合彩色多普勒超声、MRI、肌电图即可明确诊断,早期准确评

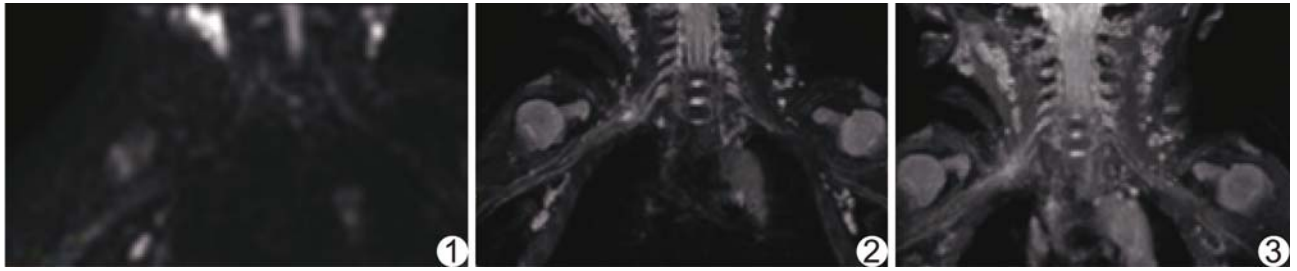


图 1 患儿女, 出生 19 天, DWIBS 臂丛神经走行区见断续条状高信号, 无法区分神经、血管信号 图 2 患儿女, 出生 19 天, 3D-nerve MIP C4~6 神经干增粗, 局部欠连续, 呈长 T2 信号, 边界模糊, 神经间分界尚清 图 3 患儿女, 出生 19 天, 3D-STIR MIP C4~6 神经干区见片状长 T2 信号, 边界模糊, 神经间分界不清

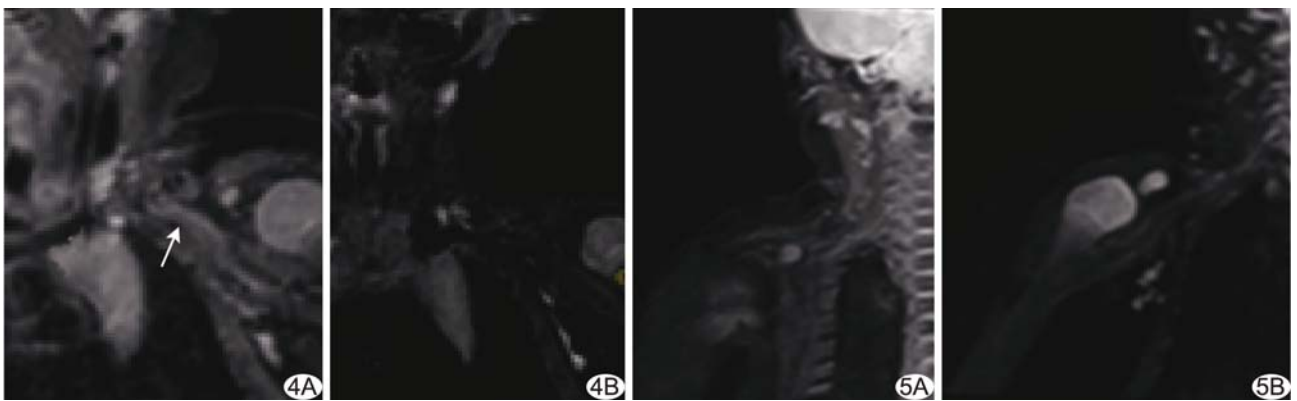


图 4 患儿男, 出生 26 天 A. 3D-STIR 可见血管周围线状血管波动伪影(箭); B. 3D-nerve 可见血管周围无波动伪影 图 5 患儿男, 出生 23 天 A. 3D-STIR 脂肪抑制不均匀; B. 3D-nerve 可见脂肪抑制均匀

估神经损伤的情况, 选择合理的治疗方法, 对患儿肢体功能恢复至关重要。

超声及肌电图检查虽能诊断臂丛神经损伤, 但均无法直观显示臂丛神经损伤的位置、累及神经数量、程度, 且超声对锁骨区神经损伤显示较差, 仅能提示锁骨上区神经回声减弱, 无法准确判断神经损伤情况, 而肌电图根据神经传导速度、波幅等间接提示臂丛神经损伤, 无法准确判断损伤的位置及情况; MRI 既能直观显示臂丛神经形态、连续性, 还能显示损伤部位、数量、类型, 因此 MR 检查对临床早期选择合理的治疗方案和晚期评估损伤恢复情况尤为重要。由于新生儿臂丛神经纤细, 含水量少, 周围组织结构对比性差, 且邻近血管搏动伪影明显, 应用 MRI 显示儿童臂丛神经效果欠佳。本研究主要对 3D-nerve、DWIBS 及 3D-STIR 序列对新生儿臂丛神经的显示效果进行分析。

3D-STIR 序列包含重 T2 序列及 STIR 技术, 前者利用神经内膜内含低蛋白的水分子而呈现高信号, 能敏感地显示神经束的液体含量变化, 进而显示神经束的病变, 且磁场不均匀性对该序其影响较小, 后者能充分抑制神经周围的脂肪信号凸显神经信号^[6-7]。DWIBS 序

列是 STIR 技术与 DWI 的结合, DWI 技术主要利用水分子在垂直于神经纤维方向上的弥散运动受神经细胞膜及髓鞘的限制而呈高信号, 并采用敏感编码技术进行无间隔薄层扫描, 能有效抑制血管、肌肉等背景信号, 进而显示连续的神经高信号^[8-9]。3D-nerve 序列是基于 3D-SHINKEI 技术的神经成像序列, 是联合波谱绝热的反转恢复脂肪抑制和 iMSDE 预脉冲技术的新序列, iMSDE 预脉冲时间是该序列最重要的部分, 受磁敏感影响较小, 扫描时间短, 通过适当的 b 值联合 iMSDE 预脉冲时间能够有效抑制血管和肌肉的信号, 尤其对于血流复杂的血管抑制效果更佳^[3,10]。

本研究发现, DWIBS 显示新生儿臂丛神经效果较差, 仅可见断续线条状高信号显示, 且无法区别神经与血管, 是由于新生儿神经较细, 含水量少, 神经周围水分子弥散受限信号较弱, 臂丛神经高信号显示效果差, 且由于神经与血管间隔较近, 血管伪影影响较明显, 因此新生儿臂丛神经 DWIBS 成像效果差, 无法满足诊断要求。本研究发现 3D-nerve、3D-STIR 有较好的脂肪、血管抑制及神经凸显效果, 两者均可显示新生儿臂丛神经根、干及大部分臂丛神经束、神经支, 3D-nerve 效果

更佳。

3D-nerve 序列采用 iMSDE 技术,针对 MSDE 准备脉冲的涡流响应而引入双聚相脉冲,并对 B0/B1 特性进行了优化,从而形成了现有的 iMSDE 技术^[11]。iMSDE 技术通过动态调整梯度的阶矩,设置一对双极性梯度波形使血流去相位抑制血流,并对涡流响应进行了进一步改善,从而可获得血管抑制更清晰的图像^[12-13]。STIR 序列是在 SE 序列前加一个 180°反转脉冲,反转 180°脉冲中间与 90°脉冲中间的时间为 TI,而人体脂肪的 T1 值最短,选择短 TI 值,则能有效抑制脂肪信号^[14],而 3D-nerve 序列包含的高带宽 STIR 脉冲,所以脂肪抑制更均匀。本研究发现 3D-nerve 序列和 3D-STIR 序列臂丛神经分支显示率差异无统计学意义,提示 3D-nerve 序列及 3D-STIR 序列均可显示臂丛神经根、干、束,但 3D-nerve 序列的神经-脂肪比、神经-肌肉比最高,且与 3D-STIR 序列间差异有统计学意义,提示 3D-nerve 序列显示臂丛神经效果更好,是由于该序列中的 T2 准备脉冲,可提高肌肉与神经的对比,使 3D-nerve 序列显示神经高信号及损伤区边界、分界优于 3D-STIR 序列,考虑由于锁骨上区组织结构较复杂,神经周围的血管及淋巴组织较多,走行较弯曲,且神经纤维较近端更纤细,神经本身显示效果较近端差,3D-nerve 序列基于更显著的脂肪、血管抑制效果及神经凸显效果,锁骨上区神经显示优于 3D-STIR 序列。

本研究的不足:由于患儿年龄的限制,样本数较少,有待加大样本量,对臂丛神经损伤进行更精准的对比研究。

总之,3D-nerve 序列具有更好的脂肪、血管抑制效果及臂丛神经凸显效果,可为临床准确分析新生儿臂丛神经损伤提供影像学信息。

[参考文献]

[1] 陈琦. 浅谈新生儿臂丛神经损伤康复治疗进展. 继续医学教育, 2018, 32(6): 160-163.

[2] 邵赛,王珊珊,王光彬,等. MR 三维神经鞘信号增高并背景抑制弛豫增强的快速采集成像序列在节后臂丛神经显示及临床应用的初步探讨. 中华放射学杂志, 2017, 51(1): 8-12.

[3] Kasper JM, Wadhwa V, Scott KM, et al. SHINKEI—a novel 3D isotropic MR neurography technique: Technical advantages over 3D-IR-TSE-based imaging. Eur Radiol, 2015, 25(6): 1672-1677.

[4] 迟新左,刘维靖. 新生儿臂丛神经损伤的原因. 中华妇产科杂志, 2004, 39(8): 569-571.

[5] Gilbert WM, Nesbitt TS, Danielsen B. Associated factors in 1611 cases of brachial plexus injury. Obstet Gynecol, 1999, 93(4): 536-540.

[6] Thawait SK, Chaudhry V, Thawat GK, et al. High-resolution MR neurography of diffuse peripheral nerve lesions. AJNR Am J Neuroradiol, 2011, 32(8): 1365-1372.

[7] Thawait S K, Wang K, Subhawong T K, et al. Peripheral nerve surgery: The ole of high-resolution MR neurography. AJNR Am J Neuroradiol, 2012, 33(2): 203-210.

[8] Takahara T, Imai Y, Yamashita T, et al. Diffusion weighted whole body imaging with background body signal suppression (DWIBS): Technical improve using free breathing, STIR and high resolution 3D display. Radiat Med, 2004, 22(4): 275-282.

[9] Beaulieu C. The basis of anisotropic water diffusion in the nervous system a technical review. NMR Biomed, 2002, 15(7-8): 435-455.

[10] Yoneyama M, Takahara T, Kwee TC, et al. Rapid high resolution MR neurography with a diffusion-weighted pre-pulse. Magn Reson Med Sci, 2013, 12(2): 111-119.

[11] Wang J, Yarnykh VL, Yuan C. Enhanced image quality in black-blood MRI using the improved motion-sensitized driven equilibrium (iMSDE) sequence. Magn Reson Imaging, 2010, 31(5): 1256-1263.

[12] Wang J, Yarnykh VL, Hatsukami T, et al. Improved suppression of plaque-mimicking artifacts in black-blood carotid atherosclerosis imaging using a multislice motion-sensitized driven-equilibrium (MSDE) turbo spin-echo (TSE) sequence. Magn Reson Med, 2007, 58(5): 973-981.

[13] Obara M, Kuroda K, Wang J, et al. Comparison between two types of improved motion-sensitized driven-equilibrium (iMSDE) for intracranial black-blood imaging at 3.0 tesla. Magn Reson Imaging, 2014, 40(4): 824-831.

[14] 上官景俊,李玖文,徐文坚. MRI 脂肪抑制技术及临床应用进展. 山东医药, 2006, 46(8): 73-78.