

论 著

## 腰骶神经MRI三维双向波稳态水激发序列成像分析

河南省平顶山市平煤神马医疗集团  
总医院放射科 (河南 平顶山 467000)

张付志

**【摘要】目的** 分析腰骶神经MRI三维双向波稳态水激发序列成像结果。**方法** 2017年4月选择健康体检者30名为研究对象。行常规MRI及三维双向波稳态水激发序列对腰骶段脊椎进行冠状位扫描。将三维双向波稳态水激发序列原始图像进行薄层最大强度投影以及多平面重组。对图像进行重建。评价左侧与右侧神经显示评分,显示神经长度,神经节长度及宽度。**结果** 所有研究对象均完成检查,未发现器质性病变。三维双向波稳态水激发序列结果中,腰骶神经,脊神经节,脑脊液为高信号,骨骼肌为中等信号,骨质,脂肪,大血管为低信号。左侧与右侧神经显示评分、神经长度、神经节长度及宽度比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。L5神经长度最长,其次为S1, L4, S2。从T12到S2,神经节宽度呈逐渐增加的趋势,自T12-S1神经节呈长度呈增加趋势,S2有所下降。**结论** MRI三维双向波稳态水激发序列用于腰骶神经检查能清晰显示神经主干、神经节等情况。

**【关键词】** MRI; 三维双向波稳态水激发序列; 腰骶神经

**【中图分类号】** R323.4+3

**【文献标识码】** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.03.041

通讯作者: 张付志

## Analysis of 3D Double-echo Steady-state with Water Excitation MRI in Lumbosacral Nerves

ZHANG Fu-zhi. Department of Radiology, General Hospital of Shenma Shenma Medical Group, Pingdingshan 467000, Henan Province, China

**[Abstract] Objective** To analyze 3D double-echo steady-state with water excitation MRI in lumbosacral nerves. **Methods** 30 cases for physical examination in April 2017 were selected as subjects. All cases received 3D double-echo steady-state with water excitation MRI in lumbosacral nerves. The maximum intensity projection of the thin layer and the multiplanar reconstruction of the original image of the two-dimensional bi-directional steady state water excitation sequence are carried out. Image was reconstructed. The left and right nerve display scores, the nerve length, length and width of the ganglion were evaluated. **Results** All the subjects were examined and no organic lesions were found. 3D double-echo steady-state with water excitation MRI showed that the lumbosacral nerves, spinal ganglia, and cerebrospinal fluid are high signals, skeletal muscle is medium signal, and bone, fat, and large vessels are low signals. The score of nerve, length of nerve, length and width of nerve between the right and the left nerve were not statistically different( $P > 0.05$ ). The length of L5 nerve was the longest, followed by S1, L4 and S2. From T12 to S2, the ganglion width showed a gradually increasing trend, and from T12 to S1, the ganglion length showed a gradually increasing trend, and S2 has declined. **Conclusion** 3D double-echo steady-state with water excitation MRI in lumbosacral nerves can clearly show the nerve trunk, ganglia and so on.

**[Key words]** MRI; 3D Double-echo Steady-state with Water Excitation; Lumbosacral Nerves

腰骶神经的腰丛由第12胸神经前支的一部分,第1-3腰神经前支和第4腰神经前支的一部分组成,骶丛由腰骶干及全部骶神经与尾神经前支组成。腰骶神经根自上而下斜向走行,其周边结构复杂,常规MRI与CT均很难对其完整清晰显示。目前临床上常用的成像技术有稳态自由进动序列以及MR神经成像序列,但均需要结合抑制脂肪技术,加强神经与周围组织对比。水激发与扩散加权是主要的抑脂技术。选择性激励原则属于水激发抑脂方法,选择性激励水或者脂肪质子产生信号,获得脂肪或者水高对比度的清晰图像。双回波稳态序列是一种特殊的稳态自由进动序列,信号由三维稳态进动快速成像序列与其时间反转序列合并为一副图像,既突出长T2液体信号,也突出显示解剖结构。既往主要用于软骨成像,有学者将其用于面神经成像,取得了较好的效果,我们将该成像技术用于腰骶神经成像,现将结果报道如下。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 2017年4月选择健康体检者30名为研究对象。其中男14名,女16名,年龄20~60岁,平均(49.1±11.3)岁。纳入标准:年龄20~60岁;无腰骶神经根病,腰骶椎肿瘤、外伤、炎症病史;磁共振检查无腰骶部疾病,同意参加本次研究。排除不符合纳入标准者以及不愿意参加本次研究者。本次研究经过医院医学伦理委员会同意。

### 1.2 检查方法

1.2.1 磁共振检查: 采用西门子磁共振扫描仪进行扫描。脊柱相控阵线圈。(1) 先进行常规MRI扫描, 排除局部器质性病变。扫描序列: 矢状位T2加权序列, T1加权序列, 短时反转恢复序列。参数: 矢状位T2加权序列: TR4000ms, TE120ms; T1加权序列: TR550ms, TE12ms; 短时反转恢复序列: TR4500ms, TE60ms, TI150ms。层厚4mm, FOV300×300mm, 矩阵256×256, 激励1次。(2) 采用三维双向波稳态水激发序列对腰骶段脊椎进行冠状位扫描。参数: TR26ms, TE9ms, 反转角40°, FOV325×325mm, 矩阵256×256, 层块厚96mm, 3D层块数目=64, 有效间距1.5mm, 采集1次。

1.2.2 图像处理: 将三维双向波稳态水激发序列原始图像进行薄层最大强度投影以及多平面重组。对图像进行重建。参照解剖图谱, 采用0-2分对相关神经的显示情况进行评价: 无法确定为0分, 可基本确定腰骶神经为1分, 可明确确定腰骶神经为2分。冠状位MIP重建图像上测量腰骶神经主干长度, 为神经进入椎间孔位置至脊神经不能延续显示为止的直线距离; 脊神经节大小的测量主要测量神经节的长度及宽度, 长度为沿神经长轴方向脊神经节近端至远端距离, 宽度为神经节重点垂直长轴的距离。

1.3 质量控制 所有操作均由本科室高年资医师两人完成。阅片由本科室两位高年资医师共同进行, 神经节评分及测量由两者共同商量结果。

1.4 分析方法 比较左侧与右侧不同层面神经显示评分; 比较左侧与右侧不同层面神经显示长度; 比较左侧与右侧不同层面神经节长度与宽度。

1.5 统计学分析 采用SPSS15.0统计学软件对数据进行分析, 计数资料采用 $\chi^2$ 检验, 计量资料采用均数加减标准差表示, 采用F检验及t检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 MRI检查结果描述 所有研究对象均完成检查, 未发现器质性病变。三维双向波稳态水激发序列结果中, 腰骶神经, 脊神经节, 脑脊液为高信号, 骨骼肌为中等信号, 骨质, 脂肪, 大血管为低信号。

2.2 两侧腰骶神经显示评分比较 左侧与右侧神经显示评分比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表1。

2.3 侧腰骶神经长度测量结果比较 左侧与右侧神经长度测量结果比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。可见L5神经长度最长, 其次为S1, L4、S2。见表2, 见图1。

2.4 两侧骶神经节宽度结果比较 左侧与右侧神经节宽度比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); 从T12到S2, 神经节宽度呈逐渐增加的趋势, 未获得S3神经节数据。见表3。

2.5 两侧骶神经节长度结果比较 左侧与右侧神经节长度比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。自T12-S1神经节呈长度呈增加趋势, S2有所下降, 未获得S3神经节数据, 见表4。

## 3 讨论

脊神经由前根与后根在椎间孔处会合而成, 每条脊神经根在椎管内走形的防线和长短均不同, 腰、骶、尾神经根则较长,

在椎管内行程近乎和垂直, 它们在通过相应的椎间孔之前, 围绕终丝在椎管内向下行走一段较长的距离, 共同行形成马尾。腰骶神经根是脊髓与脊神经连接部分, 脊神经干很短, 在出椎间孔后立即分为前支、后支、脊膜支以及交通支, 交叉会合在神经节远侧, 脊神经走形迂曲复杂, 在单一平面内不能完整显示其全貌。当神经根、神经节受压或者损伤时可出现腰腿痛等神经症状, 神经节对机械性压迫极为敏感, 神经根感觉异常进而导致腰腿痛与机械性压迫密切相关。腰丛有底2胸神经前支的一部分, 第1-3腰神经前支及第4腰神经前支的一部分组成, 位于腰大肌深面腰椎横突前方, 分布在髂腰肌、腰方肌、腹股沟区以及大腿前内侧部。骶丛由第4腰神经前支余部和第5腰神经前支合成的腰骶干及全部骶神经和尾神经前支组成, 位于盆腔内, 骶骨和梨状肌之间, 髂血管后方。腰骶神经由脊髓的三层被膜包被, 形成神经根袖, 与蛛网膜下腔相通。通过影像学全面显示神经根、神经节的及剖特点以及受到的压迫情况、损伤情况对临床诊断及治疗具有重要的意义。常规的MR技术只能显示神经根的局部结构而无法显示全貌。

核磁共振成像技术简称MRI(Magnetic resonance imaging)是利用核磁共振对人体采集信号并给予二维或者三维的重建图像, 在临床医学诊断上有独特优点, 是继CT后医学影像学又一重大进步。MRI对比度高于XCT, 而空间分辨率一般来说低于新型XCT, 但对于中枢神经系统诊断, MRI无论在空间分辨率和对比度都超过XCT。其基本原理是生物体组织能被电磁波谱中的短波

表1 两侧腰骶神经显示评分比较

| 项目 | T12     | L1      | L2      | L3      | L4      | L5       | S1       | S2      |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|
| 左侧 | 5.0±1.1 | 4.9±0.9 | 6.6±1.2 | 8.2±1.4 | 9.3±1.3 | 10.2±1.5 | 12.0±2.0 | 9.8±2.3 |
| 右侧 | 5.1±1.0 | 4.8±1.1 | 6.5±1.0 | 8.3±1.5 | 9.2±1.4 | 10.1±1.3 | 11.9±2.1 | 9.7±2.2 |
| t  | 0.368   | 0.385   | 0.351   | 0.267   | 0.287   | 0.276    | 0.189    | 0.172   |
| P  | >0.05   | >0.05   | >0.05   | >0.05   | >0.05   | >0.05    | >0.05    | >0.05   |

表2 两侧腰骶神经长度测量结果比较 (mm)

| 项目 | T12      | L1       | L2       | L3       | L4        | L5        | S1        | S2       | S3       |
|----|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 左侧 | 13.5±3.1 | 15.4±3.8 | 19.3±4.6 | 26.9±6.7 | 34.1±11.1 | 55.6±14.1 | 49.8±12.8 | 35.1±9.2 | 23.1±6.7 |
| 右侧 | 13.8±3.5 | 15.5±3.7 | 19.5±4.4 | 27.3±6.9 | 35.0±12.3 | 56.7±15.3 | 50.1±13.5 | 35.3±8.1 | 23.5±7.1 |
| t  | 0.351    | 0.103    | 0.172    | 0.228    | 0.298     | 0.290     | 0.013     | 0.089    | 0.224    |
| P  | >0.05    | >0.05    | >0.05    | >0.05    | >0.05     | >0.05     | >0.05     | >0.05    | >0.05    |

表3 两侧腰骶神经节宽度结果比较 (mm)

| 项目 | T12     | L1      | L2      | L3      | L4      | L5      | S1      | S2      |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 左侧 | 3.6±0.8 | 4.0±1.1 | 4.9±1.2 | 5.5±1.3 | 5.6±1.1 | 5.7±1.0 | 5.9±1.3 | 5.8±1.5 |
| 右侧 | 3.7±0.7 | 4.1±1.2 | 5.1±1.3 | 5.8±1.5 | 5.8±1.3 | 5.9±1.3 | 6.1±1.5 | 5.6±1.3 |
| t  | 0.515   | 0.337   | 0.619   | 0.828   | 0.643   | 0.668   | 0.552   | 0.552   |
| P  | >0.05   | >0.05   | >0.05   | >0.05   | >0.05   | >0.05   | >0.05   | >0.05   |

表4 两侧骶神经节长度结果比较 (mm)

| 项目 | T12     | L1      | L2      | L3      | L4      | L5       | S1       | S2      |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|
| 左侧 | 5.0±1.1 | 4.9±1.2 | 6.4±1.2 | 8.2±1.5 | 9.3±1.2 | 10.5±1.3 | 12.0±2.0 | 9.6±2.0 |
| 右侧 | 5.2±1.3 | 5.2±1.3 | 6.7±1.5 | 8.4±1.3 | 9.6±1.1 | 10.2±1.2 | 12.1±2.1 | 9.7±1.8 |
| t  | 0.643   | 0.929   | 0.855   | 0.552   | 1.009   | 0.929    | 0.189    | 0.204   |
| P  | >0.05   | >0.05   | >0.05   | >0.05   | >0.05   | >0.05    | >0.05    | >0.05   |

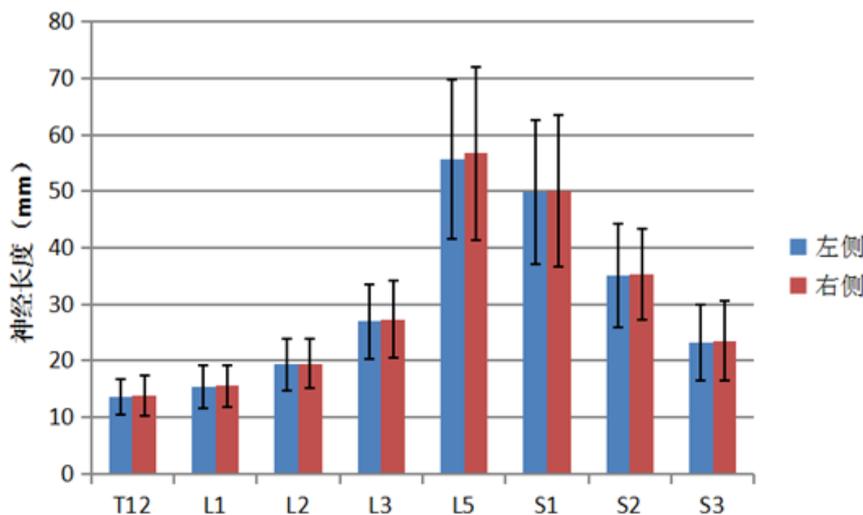


图1 两侧腰骶神经长度测量结果

中的伪影；不需要注射造影剂；无电离辐射，对机体没有不良影响。MR对检测脑内血肿、脑外血肿、脑肿瘤、颅内动脉瘤、动静脉血管畸形、脑缺血、椎管内肿瘤、脊髓空洞症和脊髓给水等颅脑常见疾病非常有效，同时对腰椎间盘突出、原发性肝癌等疾病的诊断也很有效。核磁共振成像设备包括永磁型，电磁型，超导型。超导型特点为场强、均匀性以及耗电量超过电磁型，成像分辨率高。本次研究中使用的为超导性成像设备。

传统的自旋回波序列能够获得质量较高的图像，缺点是难以区别周围血管与神经。MRI检查的常规序列包括自旋回波，快速自旋回波，梯度回波，反转恢复，脂肪抑制，水抑制；高级序列水

成分穿透，而中波成分紫外线、红外线、微波将受到阻挡。但是，人体组织能被磁共振产生的长波成分穿透，这是磁共振能用于临床的基本原理。核磁共振是一种物理现象，为了避免与核医学中放射成像混淆，又称核磁共

振成像术。MR提供的信息量不但大于医学影像学中的其他许多成像技术，而且不同于已有的成像技术，对疾病的诊断具有很大的潜在优越性。MR能够直接做出横断面、矢状面、冠状面和各种斜面的体层图像，不会产生CT检测

成像, 血管造影, 三维成像, 弥散成像。自旋回波是必扫序列, 图像清晰, 显示解剖结构, 目前只用于T1加权像。T1加权成像是突出组织T1弛豫(纵向弛豫)差别, T2加权成像突出组织T2弛豫(横向弛豫)差别。快速自旋回波是必扫序列, 成像速度快, 多用于T2加权像。梯度回波成像速度快, 对出血敏感。反转恢复水抑制抑制自由水, 梗死灶显示清晰, 能够判断病灶成分。反转恢复脂肪抑制抑制脂肪信号, 能够判断病灶成分, 其他组织显示更清晰。三维梯度回波有超高空间分辨率扫描, 任意方位重建, 窄间距重建, 能够大大提高对小器官, 小病灶的诊断能力。稳态自由进动序、扩散加权神经成像技术是常用的神经成像序列。与稳态自由进动序列以及MR神经成像技术相结合的主要的抑脂方法包括扩散与水激发。PROSET技术能选择性抑制脂肪信号, 是水激发技术的优化, 抑制脂肪信号, 使水呈高信号, 多用于神经根、神经节、关节的成像。在3D-SSFP技术中, 三维快速梯度回波序列与PROSET技术结合, 是目前主要脊神经成像的方法之一。有学者报道将三维稳态进动成像的时间反转序列结合EW抑脂技术, 能够100%显示腰骶神经与神经节。有人采用三维双回波稳态水激发序列用于面神经成像, 结果显示, 其可显示面神经全场, 尤其对于颅外段面神经, 更有显示价值。在改序列中流速较快的液体呈低信号, 流速较慢的液体呈高信号, 液体信号强度与流动方向有一定的关系。在本文中, 采用三维双向回波稳态水激发序列行腰

骶神经成像, 图像显示, 腰骶神经, 脊神经节, 脑脊液为高信号, 骨骼肌为中等信号, 骨质, 脂肪, 大血管为低信号, 图像能清晰显示神经根、神经节以及部分根管外分支。

综上所述, 三维双向回波稳态水激发序列显示腰骶神经清晰, 能清晰显示双侧的神经根、神经节以及部分根管外分支。

### 参考文献

- [1] 乔建兰, 龚建中, 马建忠, 等. 磁共振水激发MEDIC3D序列在膝关节成像中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2011, 27(8): 1256-1259.
- [2] 姜艳丽, 田金徽, 杨克虎, 等. 磁共振不同成像序列对膝关节软骨损伤诊断价值的Meta分析[J]. 临床放射学杂志, 2012, 31(1): 101-106.
- [3] 泮智勇, 许茂盛, 丁雪委, 等. MEDIC序列在MR腰骶脊神经根成像中的临床应用[J]. 医学影像学杂志, 2012, 22(9): 1528-1530.
- [4] 许建兴, 郑建刚, 王开香, 等. 3D-SPACE序列结合三维重建在膝关节韧带显示和损伤诊断中的价值[J]. 医学影像学杂志, 2013, 23(4): 588-592.
- [5] 马春忠, 于晓坤, 刘圣源, 等. 三维快速梯度回波水激发序列评价前交叉韧带损伤后膝关节软骨的形态学改变[J]. 中国医学影像学杂志, 2014, 22(8): 620-623.
- [6] 秦毅, 张敬, 李金亭, 等. 1.5TMR三维双回波稳态水激发序列在面神经成像中的初步应用[J]. 中国医学影像技术, 2010(4): 647-650.
- [7] 王妍, 秦毅, 张敬, 等. 1.5T MR三维双回波稳态水激发序列显示腰骶神经的初步研究[J]. 实用放射学杂志, 2012, 28(4): 596-599.
- [8] 于晓坤, 刘圣源, 马春忠, 等. 3D-快速梯度回波水激发序列探讨后交叉韧带损伤后膝关节软骨形态学改变[J]. 影像诊断与介入放射学, 2016, 25(5): 410-414.
- [9] 王凡, 陈家祥. MRI脂肪抑制与水激发技术在膝关节骨挫伤中的临床应用[J]. 中外医疗, 2014, 33(19): 8-10.

- [10] 巴兆玉, 黄宇峰, 沈彬, 等. 正常成人下腰椎神经根磁共振选择性激励技术成像的特点[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(12): 973-976.
- [11] Xu Li, Hayashi D, Roemer FW, et al. Magnetic resonance imaging of subchondral bone marrow lesions in association with osteoarthritis[J]. Semin Arthritis Rheum, 2012, 42(2): 105-118.
- [12] 李玉舟, 黄文起, 孔凡之, 等. 磁共振各序列在骨挫伤及骨转移诊断中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2010, 20(4): 554-556.
- [13] 汤丽珠, 郝亮, 崔凤. MRI STIR序列在四肢关节隐匿性骨折中的诊断价值[J]. 浙江创伤外科, 2011, 16(3): 318-320.
- [14] 罗小平, 华兰娇, 丁爱民, 等. 中低磁场3D-FS-SPGR结合三维重建技术对关节软骨损伤的诊断价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2005, 16(3): 153-155.
- [15] 李杰, 陈京美, 陈钰辉, 等. 低场MR二维扰相梯度回波序列在膝关节创伤疾病诊断中的价值[J]. 医学影像学杂志, 2015, 25(1): 135-138.
- [16] Qin Y, Zhang J, Li P. 3D double-echo steady-state with water excitation MR imaging of the intraparotid facial nerve at 1.5T: a pilot study[J]. American Journal of Neuro-radiology, 2011, 32(7): 1167-1172.
- [17] 冉鹏程, 柴晓明, 李松柏, 等. PROSET序列对腰骶神经根变异的诊断价值[J]. 中国医学影像技术, 2007, 23(11): 1608-1611.

(本文编辑: 黎永滨)

【收稿日期】2017-10-20