・影像技术学・ 腰椎间盘突出症脊神经节三维 MR-PROSET 影像观测

冉鹏程,柴晓明,李松柏,李琳

【摘要】目的:测量腰椎间盘突出时相应水平脊神经节(DRG)面积的变化,了解它的临床意义。方法:采用 3D MR-PROSET 序列扫描 30 例健康志愿者及 52 例腰椎间盘突出患者,所得原始图像均行 3D MIP 后处理。测量健康志愿者组 $L_1 \sim S_1$ 水平及病例组椎间盘突出受累水平的双侧 DRG 面积。结果:健康志愿者组的 $L_1 \sim S_1$ 水平 DRG 面积逐渐增大,为 (16.80±4.52)~(90.99±14.02) mm²。病例组共发现 97 个突出椎间盘,后正中型 39 个、(后)外侧型 58 个(分别为 $L_{3\cdot4}$ 水平 9、11 个, $L_{4\cdot5}$ 水平 13、20 个, $L_5 \sim S_1$ 水平 17、27 个),所有突出椎间盘均累及下位神经根。后正中型突出组 $L_4 \sim S_1$ 水平 DRG 面积均较志愿者组增大,为(63.64±13.29)~(99.89±16.12) mm²,差异有显著性意义($t = -6.960 \sim -2.650$, P < 0.05)。(后)外侧型组突出侧的 $L_4 \sim S_1$ 水平 DRG 面积为(70.90±14.21)~(127.33±19.92) mm²,较对侧增大,差异 有显著性意义($t = 2.840 \sim 5.490$, P < 0.05)。而对侧的 $L_4 \sim S_1$ 水平 DRG 面积的有增大,但两者之间无统计学差异($t = -1.190 \sim -0.690$, P > 0.05)。结论:3D MR-PROSET 序列能够清晰显示腰椎间盘突出时 DRG 的面积变化,将有助于患者治疗方法的选择和疗效评价。

【关键词】 椎间盘移位;神经节,脊;面积;成像,三维;磁共振成像

【中图分类号】R445.2; R681.5 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2011)10-1100-04

Study of the imaging of spinal nerve ganglion in herniation of neucleus pulposus using 3-dimensional MRI with PROSET sequence RAN Peng-cheng, CHAI Xiao-ming, LI Song-bai, et al. Department of Radiology, the Second Affiliated Clinical Hospital of Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510120, P. R. China

[Abstract] Objective: To measure the change of the area of dorsal root ganglion (DRG) in patients with herniation of nucleus pulposus (HNP), and to learn its clinical significance. Methods: 3-dimensional (3D) MRI using PROSET sequence was performed on the lumbosacral nerve roots of 30 healthy volunteers and 52 patients with lumbar disc herniation. The original data were post-processed by 3D maximum intensity projection (3D MIP) technique. Bilateral areas of DRG at the level of L_1 - S_1 of the volunteers and bilateral DRG areas at the level of HNP of the patients were measured. **Results**: The DRG areas of volunteers gradually increased from the level of L_1 (16. 80±4.52) mm² to S_1 (90. 99±14.02) mm². Of the 97 herniated discs found in the HNP patients, there were 39 posterio-central types (9 at the level of L_{3-4} , 13 at the level of L_{4-5} , 17 at the level of L_5-S_1) and 58 posterio-lateral types (11 at the level of L_{3-4} , 20 at the level of L_{4-5} , 27 at the level of L_5-S_1). All of the herniated discs involved the inferior nerve roots. The DRG areas of $L_4 \sim S_1$ of the patients with posterio-central type HNP was $(63.64 \pm 13.29) \sim (99.89 \pm 16.12)$ mm², which were bigger than that of the volunteers, with a significant statistical difference ($t = -6.960 \sim -2.650$, P < 0.05). The areas of involved DRG of the $L_1 \sim S_1$ of patients with posterio-lateral type HNP were $(70.90\pm14.21) \sim (127.33\pm19.92)$ mm², they were significantly bigger than the areas of the contralateral of the involved DRG (64.46 \pm 13.52) ~ (103.47 \pm 16.68) mm², with significant statistical difference ($t=2.840 \sim 5.490$, P < 0.05). The areas of the contralateral DRG of the patients with posterio-lateral type HNP were slightly bigger than that of patients with posterio-central type HNP and with no statistical significance ($t = -1.190 \sim -0.690$, P > 0.05). Conclusional contrast of the two statistical significance ($t = -1.190 \sim -0.690$, P > 0.05). sion. The change of the area of DRG could be clearly displayed on 3D MRI with PROSET sequence, which is helpful in the choice of treatment and evaluation of therapeutic effect.

[Key words] Intervertebral disk displacement; Ganglia, spinal; Area; Imaging, three-dimensional; Magnetic resonance imaging

近年来,大量的动物实验研究表明脊神经节(dorsal root ganglion,DRG)的水肿是腰椎间盘突出时根 性神经痛产生的基础^[1-7],在下腰痛及坐骨神经痛中起 着重要作用。但有关椎间盘突出时人体 DRG 面积的 变化却鲜有报道。本文拟对椎间盘突出时 DRG 面积 的变化做初步探讨。

材料与方法

健康志愿者:选择无腰腿痛症状的健康志愿者 30 例,其中男 14 例,女 16 例,年龄 21~51 岁,平均 33.7 岁。病例组:搜集腰椎间盘突出患者 52 例,其中男 32 例,女 20 例,年龄 17~80 岁,平均 47.2 岁;病史 1

作者单位:510120 广州,广州中医药大学第二临床医学院放射科 (冉鹏程);361003 厦门,福建医科大学附属厦门第一医院放射科(柴 晓明);110001 沈阳,中国医科大学第一附属医院放射科(李松柏); 200070 上海,飞利浦医疗大中华区 MR 市场部(李琳)

作者简介:冉鹏程(1979-),男,重庆人,硕士,主治医师,主要从事 MR影像诊断工作。

通讯作者:李松柏, E-mail. songbai001@163. com

天~13年。

扫描设备为 Philips New Intera 1.5T 超导 MR 扫描仪,应用 Synergy Spine 相控阵线圈,图像后处理 应用随机标配工作站(Vwview 4.0 & Unisight)。对 健康志愿者及所有患者行腰骶部 MR 常规矢状面及 横断面(含 $L_1 \sim S_1$ 水平椎间盘)扫描后,使用正中矢状 面图像与横断面图像定位,行冠状面 3D 磁共振选择 性水激励脂肪抑制技术(magnetic resonance principle of selective excitation technique, MR-PROSET)序列 扫描。所得 PROSET 序列原始图像均经工作站行 3D MIP 重建,使用 360°放射状的层面排列,每层间隔 12°,共获得 15 层图像(表 1)。

表1 腰骶部扫描参数表

扫描序列	$T_2 W/SAG$	$T_1 W\!/S\!AG$	$T_2 W / TRA$	PROSET
TR(ms)	3500	400	2500	28
TE(ms)	120	11	120	18
视野(mm)	325	325	225	250
NSA	4	4	6	3
层厚(mm)	4.0	4.0	4.0	2.0
间距(mm)	512	512	512	512
扫描矩阵	0.4	0.4	0.4	-1.0
重建矩阵	234	276	195	224
扫描时间(s)	384	384	352	256

腰椎间盘突出的分型及图像分析:根据横断面图 像上突出的方向将椎间盘突出分为后正中型、后外侧 型、椎间孔内外侧型、椎间孔外外侧型^[8]4型。结合横 断面图像及冠状面 PROSET 图像确定神经根受累水 平。

DRG 面积的测量:测量志愿者组 L₁~S₁ 水平双 侧 DRG 的面积;测量病例组突出间盘累及水平的双 侧 DRG 面积;所有的测量均在冠状面 MIP 图像上完 成,以此测得 DRG 最大面积。

应用配对 T 检验比较志愿者组 $L_1 \sim S_1$ 水平以及 病例组受累水平双侧 DRG 的面积大小;应用独立样 本 t 检验比较后正中型突出组累及水平 DRG 的面积 与志愿者组以及后外侧型、外侧型病例组突出对侧的 DRG 面积大小情况。检验水准为 P < 0.05。统计软 件为 SSPS 13.0。

结果

1. 志愿者组 DRG 面积的观测

除 2 例女性患者因节育环伪影而导致图像质量欠 佳外,其余均获优良图像。PROSET 图像中椎体及椎 管内脂肪、腹部脂肪均被抑制,而硬膜囊、神经根鞘、 DRG 及节外段脊神经则呈高信号;L₁~S₁ 水平 DRG 几乎均能清晰显示(图 1)。经配对 *t* 检验证实相同水 平左右侧 DRG 面积的差异无统计学意义(*P*>0.05), 故两侧合并分析。L₁~S₁ 水平 DRG 面积分别为 (16.80±4.52)、(28.03±8.83)、(47.27±10.86)、 (57.84±12.98)、(64.89±13.29)和(90.99± 14.02) mm²。

2. 病例组 DRG 面积的观测

52 例椎间盘突出患者均获优良图像,共发现 97 个突出椎间盘(表 2)。经横轴面图像及 PROSET 冠 状面图像分析,突出间盘均累及下位神经根。因外侧 型椎间盘突出例数较少,仅为 3 例,故将其与后外侧型 椎间盘突出合并分析。

表 2 97 个 椎间盘突出的类型及分布

水平	后正中型	后外侧型	外侧型	Ν
L ₃₋₄	9	11	0	20
L ₄₋₅	13	19	1	33
$L_{5}-S_{1}$	17	25	2	44
Ν	39	55	3	97

后正中型椎间盘突出组中受累水平双侧 DRG 面积大小的差异无统计学意义(P>0.05),但均较志愿者组相应水平 DRG 面积增大,且差异具有显著性意义(P<0.05,图 2)。(后)外侧型椎间盘突出组中突出侧的 DRG 面积较对侧明显增大,两者之间的差异具有显著统计学意义(P<0.05,图 3~5);其对侧 DRG 的面积较后正中型椎间盘突出组相应水平 DRG 的面积稍有增大,但两者之间的差异无统计学意义(P>0.05)。

讨 论

1. DRG 与腰腿痛

DRG 有独特的解剖和生理结构特点:①神经外膜 不发达,缓解外部压力的作用差;②血-神经屏障同周 围神经相比,仅有阴离子屏障,相对较薄弱;③DRG 血 供丰富,几乎每一神经元周围都有毛细血管网,较易受 压迫和炎症刺激的破坏,出现内膜下水肿;④DRG 具 有疼痛激发特性,轻微压迫即可刺激神经节细胞发生 电位变化^[9]。

自 Mixter 和 Barr 发现突出的椎间盘与神经根性 疼痛之间的关系以来,国内外学者经过大量的动物试 验研究,逐渐认识到突出椎间盘对腰骶神经根(节)的 机械性压迫(压迫性因素)和髓核突出物质(nucleus pulposus,NP)的致炎作用(非压迫性因素)是导致椎 间盘源性神经根性疼痛的主要原因^[1-7]。DRG 因其独 特的解剖和生理结构特点,在腰腿痛的发生中具有重 要作用。突出椎间盘对神经根(节)可产生直接的机械 效应和通过损害神经根(节)血液供应而产生间接效 应,影响 DRG 的营养,从而导致 DRG 水肿。另外, NP 中包含多种细胞成分,如软骨细胞、纤维细胞、卫 星细胞等,能分泌多种物质;包括基质金属蛋白酶、磷 脂酶 A2、一氧化氮、白细胞介素-1、肿瘤坏死因子-a、 前列腺素 E2 等。上述物质可导致神经节的无菌性炎



症,破坏 DRG 血-神经屏障,导致神经内膜水肿,内膜 下液压增加,引起间室综合征的发生;间室综合征又可 引起 DRG 的血供下降,限制静脉回流,使内膜下液压 进一步增加,以此形成恶性循环。由此可见,突出椎间 盘的机械性压迫及 NP 的致炎作用均可导致 DRG 的 神经内膜水肿,而神经内膜水肿被认为是引起疼痛的 主要原因^[10]。

2. 腰椎间盘突出症 DRG 3D MR-PROSET 影像 观测

Yohichi Aota 等^[11] 曾采用冠状面压脂 MRM 图 像来观察双侧 DRG,并以受累侧与对侧 DRG 宽径的 比值来评价椎间盘突出时 DRG 的形态变化。Yohichi Aota 等^[11]发现外侧型椎间盘突出组的 DRG 宽径比 值较中央型椎间盘突出组明显增高;当宽径比值>1.2 时,患者则会出现放射痛等症状,并且疼痛的严重程度 和比值的大小呈正相关。经过手术或保守治疗后, DRG 宽径比值较治疗前明显降低。由于 DRG 斜行走 行于椎间孔的上外侧,常规横断或冠状面的断层图像 均不能在单个层面上显示其整体形态,因此难以全面 评价其形态变化。

PROSET 序列为一种崭新的 MR 成像序列,其基 于二项式原理,利用水和脂肪中的质子在相同磁场条 件下共振频率的不同,通过对水的选择性激发来达到 同时抑制脂肪的目的。3D PROSET 序列采用冠状面 采集,能够完整地包括 L₁~S₁ 水平 DRG,并且采用选 择性激励技术抑制周边脂肪信号,使得神经节清晰显 影,从而能够全面观察腰骶神经根(节)的形态变化并 测量其大小^[12]。



图 4 a) 常规 MR 横断面 T_2 WI 示 $L_5 \sim S_1$ 椎间盘向左后突出; b) PROSET MIP 图像示左侧 S_1 DRG 受压变形,但其面积较对 侧明显增大(箭)。 图 5 L_{4-5} 水平左侧椎间孔内外侧型椎间盘突出,压迫 L_5 DRG,左侧 L_5 DRG 面积较对侧明显增大(箭)。 a) PROSET 序列原始冠状面图像; b) MIP 图像。

本组数据表明后正中型椎间盘突出组的双侧 DRG 面积均较志愿者组相应水平 DRG 面积明显增 大,且双侧的面积大小无明显差异。(后)外侧型椎间 盘突出侧的 DRG 面积较对侧明显增大,而其对侧 DRG 面积较后正中型椎间盘突出组相应水平 DRG 面 积稍有增大,但两者之间的差异无统计学意义。

后正中型椎间盘突出组双侧 DRG 的面积较志愿 者组明显增大,在一定程度上说明了非压迫性因素在 腰腿痛发生中的重要作用,因为此时的腰骶神经根及 DRG 并未受到突出间盘的直接压迫,其面积的增大可 能与突出间盘所释放的 NP 导致的无菌性炎症有关。 (后)外侧椎间盘突出时对侧的 DRG 面积增大也与自 突出侧弥散而来的 NP 物质有关,其面积的增大为腰 腿痛患者中的"镜像疼痛"现象提供了影像学依据。 (后)外侧椎间盘突出时,突出椎间盘可直接压迫同侧 的腰骶神经根,甚至是直接压迫同侧的 DRG;同时, DRG 也直接暴露于 NP。因此,突出侧的 DRG 受到 机械性压迫因素及 NP 非压迫性因素的共同作用,其 面积较对侧明显增大,水肿程度也较对侧严重。

3. 本研究的展望与局限性

3D MR-PROSET 序列能够完整、清晰地显示腰 骶神经根(节),DRG 的面积测量包含了宽径和长径两 个方面的变化,能够更全面地观测 DRG 形态变化,有 助于准确评价腰椎间盘突出时相应 DRG 的受累和肿 胀情况,有利于腰椎间盘突出症所致腰腿痛的诊断和 疗效评价。

参考文献:

[1] Cornefjord M, Olmaeker K, Rydevik B, et al. Mechanical and biochemical injury of spinal nerve roots: a morphological and neurophysiological study[J]. Eur Spine J, 1996, 5(3):187-192.

- [2] Kjell Omarker, Robert R Myers. Pathogenesis of sciatic pain: role of herniated nucleus pulposus and deformation of spinal nerve root and dorsal root ganglion[J]. Pain, 1998, 78(2): 99-105.
- [3] Naoto Takahashi, Shoji Yabuki, Yoshihito Aoki, et al. Pathomechanisms of nerve root injury caused by disc herniation an experimental study of mechanical compression and chemical irritation [J]. Spine, 2003, 28(5):435-441.
- [4] Shigeru Kobayashi, Hidezo Yoshizawa, Shuuichi Yamada. Pathology of lumbar nerve root compression Part 2: morphological and immunohistochemical changes of dorsal root ganglion[J]. J Orthopaedic Resarch, 2004, 22(1):180-188.
- [5] Tamaki Igarashi, Shoji Yabuki, Shinichi Kikuchi, et al. Effect of the acute nerve root compression on endoneurial fluid pressure and blood flow in rat dorsal root ganglia[J]. J Orthopaedic Research, 2005,23(8):420-424.
- [6] Yasuaki Murata, Ulf Nannmark, Bjorn Rydevik, et al. Nucleus pulposus-induced apoptosis in dorsal root ganglion following experimental disc herniation in rats[J]. Spine, 2006, 31(4): 382-390.
- [7] Satoshi Hatashita, Miho Sekiguchi, Hideo Kobayashi, et al. Contralateral neuropathi pain and neuropathology in dorsal root ganglion and spinal cord following hemilateral nerve injury in rats[J]. Spine,2008,33(12):1344-1351.
- [8] 何志义.脊髓 MRI[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2005.68-69.
- [9] 岳寿伟. 根性神经痛[J]. 中华物理医学与康复杂志,2005,27(3): 182-183.
- [10] 张思胜,赵继荣,张绍文,等.杜仲腰痛丸对大鼠非压迫性髓核突 出脊神经节损伤的保护作用[J].兰州大学学报(医学版),2006, 32(3):51-54.
- [11] Yohichi Aota, Katsuhiro Onari, Howard S, et al. Dorsal root ganglia morphologic features in patients with herniation of the nucleus pulposus: assessment using magnetic resonance myelography and clinical correlation[J]. Spine, 2001, 26(19): 2125-2132.
- [12] 冉鹏程,柴晓明,李松柏,等. MR-PROSET 序列观察腰骶神经根 (节)解剖[J]. 中国医学影像技术,2008,24(12):1988-1991. (收稿日期:2010-06-01 修回日期:2010-11-25)