

论 著

磁共振增强3D STIR SPACE序列在腰骶神经根中的应用价值

何荣兴* 赖志芬

广东省中山大学附属第一医院东院放射科
(广东广州 510700)

【摘要】目的 分析磁共振三维快速自旋回波短时翻转恢复序列成像(3D STIR SPACE)增强序列在腰骶神经根评估中应用价值。方法 选取本院2019年2月至2022年2月因腰椎间盘突出入院者51例,最终纳入存在腰骶神经根压迫者42例。42例患者均进行MRI平扫+增强检查,在注射GD-DTPA对比剂前、后均进行1次冠状位3D STIR SPACE序列扫描。由两名诊断医师采用“双盲法”阅片,使用4等级法评估3D STIR SPACE序列平扫及增强的图像质量,于同一断层内测量2组图像神经根信号强度(SI神经根)、腰大肌信号强度(SI肌肉)、肾脏信号强度(SI肾脏),并计算神经根/腰大肌信号强度比(SI神经/肌肉)。通过SPSS 20.0软件分析获取的数据,使用独立样本t检验评估2组神经根形态显示及背景抑制情况,应用Kappa检验评价两种方法的一致性。结果 3D STIR SPACE序列扫描的图像质量评分中,3D STIR SPACE增强序列神经根显示、背景抑制得分均明显高于3D STIR SPACE平扫序列,差异有统计学意义($P<0.05$)。3D STIR SPACE增强序列SI神经根、SI神经/肌肉比值信号均明显低于3D STIR SPACE平扫序列,SI肌肉、SI肾脏信号强度高于3D STIR SPACE平扫序列,差异有统计学意义($P<0.05$)。3D STIR SPACE增强序列对腰骶神经根压迫检出情况与手术检查一致性一般(Kappa值=0.655, $P<0.001$),灵敏度为88.10%(37/42)、特异度为88.89%(8/9)3D STIR SPACE平扫序列对腰骶神经根压迫检出情况与手术检查一致性较差(Kappa值=0.249, $P<0.05$),灵敏度为69.05%(29/42)、特异度为66.67%(6/9)。结论 磁共振3D SPACE STIR 增强序列可清楚显示腰骶神经根形态及与周围组织关系,在显示神经根走势、受压中有显著优势。

【关键词】磁共振;增强;三维快速自旋回波短时翻转恢复序列;腰骶神经根

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.07.051

Application Value of Magnetic Resonance Enhanced 3D STIR SPACE Sequence in Lumbosacral Nerve Root

HE Rong-xing*, LAI Zhi-fen.

Department of Radiology, The Eastern Hospital of First Affiliated Hospital, Sun Yat Sen University, Guangzhou 510700, Guangdong Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the application value of magnetic resonance-enhanced three-dimensional fast spin echo short-time inversion recovery sequence imaging (3D STIR SPACE) sequence in the evaluation of lumbosacral nerve roots. **Methods** A total of 51 patients who were admitted to our hospital due to lumbar spine pain from February 2019 to February 2022 were selected, and 42 patients with lumbosacral nerve root compression were finally included. All 42 patients underwent routine MRI scan and enhanced examination. Before and after the injection of GD-DTPA contrast agent, a coronal 3D STIR SPACE sequence scan was performed respectively. Two diagnostic physicians were used to assess the image quality of 3D STIR SPACE sequences in both flat and enhanced images using a 4-grade method, and to measure the signal intensity of two groups of nerve roots (SI nerve roots), psoas major muscle (SI muscle), and kidney (SI kidney) within the same tomography, and to calculate the nerve root/psoas major muscle signal intensity ratio (SI nerve/muscle). The data obtained were analysed by SPSS 20.0 software, and the morphological display and background inhibition of the nerve roots in the 2 groups were assessed using the independent samples t-test, and the Kappa test was applied to evaluate the consistency of the two methods. **Results** In the image quality score of 3D STIR SPACE sequence scanning, 3D STIR SPACE enhanced sequence showed nerve root display and background suppression scores were significantly higher than 3D STIR SPACE plain scan sequence, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). The signals of SI nerve root and SI nerve/muscle ratio of the 3D STIR SPACE enhanced sequence were significantly lower than those of the 3D STIR SPACE sequence, and the signal intensities of the SI muscle and SI kidney were higher than those of the 3D STIR SPACE sequence, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). The detection of lumbosacral nerve root compression by 3D STIR SPACE enhanced sequence was generally consistent with the surgical examination (Kappa value=0.655, $P<0.001$), with a sensitivity of 88.10%(37/42) and a specificity of 88.89%(8/9). The 3D STIR SPACE unenhanced scan sequence had poor consistency between the detection of lumbosacral nerve root compression and the surgical examination (Kappa value=0.249, $P<0.05$), with a sensitivity of 69.05% (29/42) and a specificity of 66.67%(6/9). **Conclusion** The 3D SPACE STIR enhancement sequence of magnetic resonance can clearly show the morphology of the lumbosacral nerve roots and their relationship with the surrounding tissues, and has significant advantages in showing nerve root alignment and compression.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Three-Dimensional Fast Spin Echo Short-time Inversion Recovery Sequence; Lumbosacral Nerve Root

腰骶神经根压迫可引起腰痛和下肢反射性疼痛,腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症是引起腰骶神经根压迫的主要疾病类型,评估患者腰部神经根压迫的程度并发现病因,有利于临床诊断和治疗^[1]。以往磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)检查中矢状位T₁WI、矢状位T₂WI、横段位T₂WI等序列为评估腰骶神经状况评估的有效工具。但作为二维影像且其断层图像间间隙较大,无法完成显示出完整腰骶神经根具体走行,临床使用价值有限^[2]。也有研究显示,常规MRI检查无对神经显示对比度差,无法清楚分辨神经根与周围组织,对腰骶神经根压迫诊断的精准度低^[3]。随着三维MRI技术的临床应用, MRI对肌肉骨骼疾病、脊柱疾病诊断精准度明显提升,其中三维快速自旋回波短时翻转恢复序列成像(Three-dimensional fast spin-echo short-time flip recovery sequence imaging, 3D STIR SPACE)序列可显示连续的扫描图像,伪影少,更易观察复杂的神经根解剖情况,且可在任意曲面及切面重建神经三维成像。以往有学者在注射GD-DTPA对比剂后增加3D STIR SPACE序列扫描,发现该序列在显示椎管内外臂丛神经结构效果优越,能对臂丛神经损伤做出有效诊断^[4],目前该序列应用于腰骶神经根中的研究较少,基于此,本文旨在分析3D SPACE STIR 增强序列对腰骶神经根评估效果及临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取本院2019年2月至2022年2月收治的因腰椎间盘突出入院者51例。

纳入标准:治疗前均在我院进行MRI检查,包括3D STIR SPACE平扫及增强序列;影像学、临床资料完整,经临床确诊存在腰骶神经根压迫者;伴有下肢神经放射性疼痛者,伴单侧或双侧下肢神经根受累症状;年龄>18周岁者。排除标准:资料缺失;既往存在腰椎外伤史者;伴先天性脊柱畸形;MRI扫描禁忌症者,如幽闭空间恐惧症、植入

【第一作者】何荣兴,男,主管技师,主要研究方向: MRI技术。E-mail: herongxing1981@163.com

【通讯作者】何荣兴

心脏起搏设备者。

最终纳入存在腰骶神经根压迫者42例,男18例,女24例,年龄25~75岁,平均年龄(51.16±3.74)岁;病变类型:腰椎间盘突出所致21例,神经源性肿瘤所致11例,囊肿所致6例,炎症所致4例;腰椎病变部位:L4部位14例,L3部位13例,L5部位8例,S1-5部位7例;病程2个月~12个月,平均病程(4.15±1.09)个月。

1.2 方法

1.2.1 MRI检查 检查前准备:去除患者身上金属性质物品,如手机、手表、卡、戒指等,仔细询问患者病史,安抚患者等待检查。仪器:采用西门子3.0T Prisma MRI扫描仪进行腰骶丛神经扫描,体部相控阵线圈联合脊柱线圈,检查部位:腰骶部,髂骨嵴上2cm处对准表面线圈中心,检查中患者选取仰卧位,在常规腰椎扫描后从T12椎体上缘扫描至盆腔下缘,在完成常规序列扫描后,使用3D STIR SPACE序列行冠状位腰骶部神经根扫描,使用矢状定位图定位,扫描范围从椎体前到腰椎的棘突。主要技术参数为:FOV(成像视野)400mm×400mm,矩阵320×320,TR(重复时间)2500ms,TE(激励时间)210ms,TI210ms,层厚1.10mm,间隔0mm,使用1个层块,层数70~80层,NSX(激励次数)=2,相位编码方向为RL,SNR为1.00。在平扫完成后手动静脉推注对比剂GD-DTPA,用量为0.2ml/kg,速率:2ml/s,注射完毕后约4分钟进行增强扫描,参数、设置与平扫时一致。检查后完毕后告知患者多饮水、勤排尿。

1.2.2 图像评估及具体方法 扫描完成后由仪器自带工作站对图像进行处理,使用最大信号强度投影(Maximal intensity projection, MIP)和多平面重建(Multi-plane reconstruction, MPR)重组冠状位图像,获得腰骶丛斜冠状位和曲面图像。MIP的层厚为3-5mm;重建间隔1mm。在分析窗口选取3D STIR SPACE平扫与增强原始图像,联动选择定位到同一层面,并选择感兴趣区域(ROI)在L5神经根、腰大肌和肾脏,平扫复制增强图像选择的ROI设置,使两者可保持对称抑制,测量神经根、肌肉、肾脏的信号强度情况进行分析。由两名医师(副主任、主管技师)使用双盲法阅片,使用4等级法评估图像质量^[5]:评分主要根据神经根

的显示情况及背景抑制情况,若出现较大分歧,最终分数由两名医师协商后进行判定。详情见表1。

将使用平扫序列扫描得出的图像作为对照组,而增强扫描得到的图像作为实验组,扫描完成后在原始图像中分别在同一断层内测量增强前后3D STIR序列中的神经根信号强度(SI神经根),腰大肌信号强度(SI肌肉),肾脏信号强度(SI肾脏),并计算出神经根/腰大肌信号强度比(SI神经/肌肉)。

1.3 观察指标 对比3D STIR SPACE平扫与增强序列图像质量评分,对照3D STIR SPACE平扫与增强时信号资料,统计不同检查对腰骶神经根压迫的检出情况。

1.4 统计学方法 采用SPSS 20.0软件分析,计量资料采用平均数±标准差($\bar{x} \pm s$)描述,使用独立样本t检验;采用Kappa检验评价两种方法的一致性(Kappa ≥ 0.75时两者的一致性较好;0.4 ≤ Kappa < 0.75时两者的一致性一般,Kappa < 0.4时两者的一致性较差),以P < 0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 对比3D STIR SPACE平扫与增强序列的图像质量评分 3D STIR SPACE增强序列扫描的图像质量评分中,神经根显示、背景抑制得分均明显高于3D STIR SPACE平扫序列,比较差异存在统计学意义(P < 0.05),见表2。

2.2 对比3D STIR SPACE平扫与增强序列图像信号资料 3D STIR SPACE增强序列SI神经根、SI神经/肌肉比值信号均明显低于3D STIR SPACE平扫序列,SI肌肉、SI肾脏信号强度高于3D STIR SPACE平扫序列,比较差异存在统计学意义(P < 0.05),见表3。

2.3 不同检查对腰骶神经根压迫检出情况比较 3D STIR SPACE增强序列对腰骶神经根压迫检出情况与手术检查一致性一般(Kappa=0.655, P < 0.001),灵敏度为88.10%(37/42)、特异度为88.89%(8/9)3D STIR SPACE平扫序列对腰骶神经根压迫检出情况与手术检查一致性较差(Kappa=0.249, P < 0.05),灵敏度为69.05%(29/42)、特异度为66.67%(6/9),详情见表4。

2.4 不同病例3D-SPACE-STIR序列影像学表现 见图1~图4。

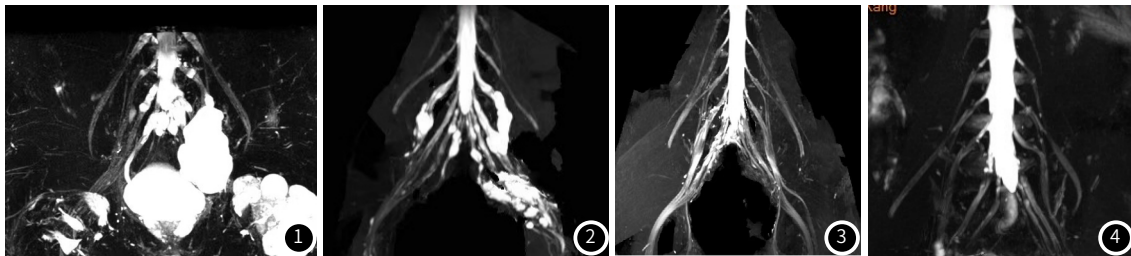


图1 3D-SPACE-STIR序列MIP图像示:盆腔左侧部左臀部-左大腿上段病变,考虑来源于左侧腰5-骶2神经根及坐骨神经的神经源性肿瘤。**图2** 3D-SPACE-STIR序列MIP图像示:左侧臀部深部团块肿物,双侧腰5/骶1、骶1-骶3神经根及双侧坐骨神经多发结节灶,丛状神经纤维瘤复发。**图3** 3D-SPACE-STIR序列MIP图像示:双侧骶丛神经、坐骨神经上段轻度增粗,考虑炎症可能。**图4** 3D-SPACE-STIR序列MIP图像示:腰5/骶1椎间盘突出压迫左侧神经根。

表1 图像质量评估

分值	评分详情
0分	未见神经根/背景干扰大导致图像无法观察
1分	可见/显示部分神经根,但由于信号不强或背景抑制导致神经根对比度不理想
2分	神经根基本可显现,背景基本抑制,图像可达到诊断标准
3分	神经根完整显示,图像清晰,背景抑制及压脂效果理想,无干扰诊断因素存在

表2 对比3D STIR SPACE平扫与增强序列的图像质量评分

组别	例数	神经根显示	背景抑制
平扫	42	1.83±0.21	1.59±0.26
增强	42	2.30±0.49	2.21±0.43
t	-	-5.061	-6.026
P	-	<0.001	<0.001

表3 对比3D STIR SPACE平扫与增强序列图像信号资料

组别	例数	SI肌肉	SI神经根	SI肾脏	SI神经/肌肉
平扫	42	1515.42±360.91	271.82±47.73	512.93±69.22	7.25±1.47
增强	42	2234.45±205.40	170.21±43.10	113.70±22.26	14.70±1.45
t	-	-7.282	-6.939	-7.792	-7.793
P	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表4 不同检查对腰骶神经根压迫检出情况比较

检查方法		手术检查	
		神经根压迫	神经根无压迫
平扫	神经根压迫	29	3
	神经根无压迫	13	6
增强	神经根无压迫	37	1
	神经根压迫	5	8

3 讨论

3.1 腰骶丛神经根在人体解剖中的特点 腰骶部位神经结构复杂,走形迂曲,T12神经前支、L1-L3神经前支、L4神经前支组成了腰丛,L4与L5神经前支又组成腰骶干,腰骶干及全部的骶尾神经前支组成了骶丛,腰丛与腰大肌的关系密切,腰大肌后部附着于横突,其前侧则附着于椎体上下唇、椎间盘及椎体上下唇部所形成腱弓上,腰丛的各神经根位于两者之间,与椎间孔形成一通道,外层则包裹者硬膜囊^[6]。腰骶丛在不同的椎间盘平面上有不同的前突角度,其周围也存在许多细小分支,与周围的组织边界并无固定的解剖结构,因此,腰骶神经MRI常规成像有一定的难度^[7]。

3.2 MRI 3D-SPACE-STIR序列的临床应用 STIR序列为短反转时间反转恢复序列,是在快速回波序列(TSE)基础上增加108°反转预脉冲,从108°反转预脉冲到TSE序列的90°脉冲之间的时间间隔为TI,TI则是次序列中的关键参数,可决定IR序列图像中的对比及权重情况,而在人体组织中脂肪T1值最短,在经过180°脉冲后可纵向磁化矢量从最大直恢复到零点时间最短,因此选择短TI可达到抑制脂肪组织信号的目的^[8-9]。在临床也发现,STIR对B0、B1场均无敏感性,反应STIR不易受磁场干扰,对周围组织结构复杂的腰骶神经根成像具有一定优势^[10-11]。3D-SPACE-STIR序列则是近年MRI神经根成像中的一种特殊序列,属重T2脂肪抑制序列,因神经纤维内部及周围组织结构中存在差异,通过利用脂肪抑制技术抑制多余脂肪信号,从而获得神经纤维束的T2加权图像^[12]。普通2D扫描,所获的序列层厚厚、层间距大,层数也相对较少,后期给予的处理空间不足,无法满足临床成像需求^[13]。3D扫描一个扫描层面中所获图像可高达71层,在后期图像处理中可根据患者具体情况选取最佳的重建角度及层厚,从而得到更理想的图像^[14]。STIR作为快速反转恢复序列,在结合了TSE基础上有回波链存在,通过翻转角的设计解决了快速自旋回波回波链短、SAR高等缺点,实现了在一次激发中获得多个回波的方法^[15]。且在本研究中使用次扫描方法发现,序列扫描时间短,中途未出现退出检查者,对于老年患者具有一定的耐受度。

3.3 3D-SPACE-STIR增强序列的临床应用价值 腰骶部神经根周围存在有大量动静脉及淋巴组织,导致神经根和周围组织的干扰信号无法形成对比,在实际工作中还存在有繁杂的背景条件影响扫描^[16]。基于上述原理,3D-SPACE-STIR平扫序列磁场不均匀、敏感性不高,压脂效果佳,实际扫描过程,正属于重T2脂肪抑制序列的特性,引起图片成像中背景抑制不完全、神经根信号弱,图像通过后台系统传输至诊断组处,诊断医师多反馈图片易与毗邻的小淋巴结、小血管信号混淆,降低诊断准确性,二次进行补充检查,患者就医体验度低,同时增加医院医疗设备资源压力^[17]。在本研究中显示,3D-SPACE-STIR增强序列所获得图像质量更佳,且3D STIR SPACE增强序列SI神经根、SI神经/肌肉、SI肾脏信号强度高于3D STIR SPACE平扫序列,与以往研究结果类似^[18-19],提示3D-SPACE-STIR增强序列可获得的图像质量佳,更好的区分神经根与周围组织情况。分析原因如下:在经过静脉注射GD-DTPA后,细胞的外间隙有顺磁性物质存在,使质子弛豫增强,T1、T2弛豫时间则明显缩短,在GD-DTPA浓度降低后,对机体组织T1弛豫时间有明显影响,但对T2弛豫时间影响小,因此本研究中平扫与增强时所设置的参数一样,但对神经根T2几乎无影响,但获得了更好的背景信号,减少复杂背景信号影响,肌肉与肾脏的

信号强度明显低于平扫时,神经根与肌肉之间信号强度对比则增强,基本未见流速慢的小血管影^[20]。在本研究中对比平扫与增强时对腰骶部神经根受压检出情况可知,增强扫描与手术结果一致性更佳,可为临床诊疗提更为准确及清晰的神经根情况。

3.4 总结及展望 综上所述,通过实践,本研究在获取并对比3D SPACE STIR 平扫/增强序列图像质量评分、信号准确性后,证实磁共振3D SPACE STIR增强序列更可有效显示腰骶神经根形态及与周围组织关系,弥补平扫的局限性。考虑本次研究纳入样本量偏少,选取疾病仅有腰椎间盘突出、神经源性肿瘤、囊肿及炎症所致4种类型,结果可能存在一定偏倚,但3D SPACE STIR 增强序列获取的图像质量相对高,在观察神经根走势、受压情况中有显著优势,具备适用性、实用性,有一定临床意义,值得推广。另一方面,即使在3D SPACE STIR增强序列扫描中,仍一定比例患者的扫描图像质量不佳,整理、结合文献资料后推测与患者体型、膀胱排空情况、MRI增强时间掌握不佳等因素有关^[21],在今后临床实践中,通过完善患者检查前准备(包括检查中配合度)、探究参数调试、提高图像后处理技术,仍然是保障3D SPACE STIR 增强序列成像效果、提高诊断可靠性的要点。

参考文献

[1] 苏智慧,马红娜,李利召,等.镇痛管理干预对腰椎间盘突出伴神经压迫症患者术后神经功能恢复质量的影响[J].罕少疾病杂志,2023,30(05):108-110.

[2] 张永.腕关节损伤的影像学特征及CT与MRI联合诊断的准确性分析[J].罕少疾病杂志,2023,30(01):77-78.

[3] 朱爱国,张烽,朱建伟,等.腰骶丛神经根的应用解剖及临床意义[J].中国组织工程研究,2019,23(4):573-577.

[4] 郑红伟,祁佩红,薛鹏,等.3.0T MRI 3D-STIR成像序列在臂丛神经损伤诊断中的应用[J].山东医药,2012,52(34):79-81.

[5] Shao Q,Li Q,Wu Q,et al.Comparison of 3D T1-SPACE and DSA in evaluation of intracranial in-stent restenosis[J].British Journal of Radiology,2020,94(1118):20190950.

[6] 赵凌云,刘琴,谈晓飞,等.优化MRI重T23D-SPACE-STIR序列在臂丛神经扫描中的临床应用价值[J].放射学实践,2019,034(5):560-564.

[7] 冯琳,曹在民,王祺.磁共振弥散张量成像在腰骶丛神经急性损伤诊断中应用价值[J].中国临床神经外科杂志,2020,25(6):371-373.

[8] 张枢书,龚明福,白奇之,等.CT与MRI对脊髓型颈椎病和神经根型颈椎病的诊断价值分析[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(10):14-16+2.

[9] 刘文.MRI-STIR信号变化对老年骨质疏松型骨折患者延迟愈合或不愈合的评估价值[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(9):150-153.

[10] 李爽,孙峰,孙思远,等.3D MEDIC WE和3D SPACE STIR磁共振序列在腰丛神经根成像的对比研究[J].医学影像学杂志,2019,29(9):1548-1552.

[11] 孔超,鲁世保,陈海,等.3D MEDIC和3D SPACE磁共振神经根成像在腰骶丛神经根的一致性对比研究[J].首都医科大学学报,2021,42(1):131-137.

[12] 陈翠芳,韩海伟,宋玉坤,等.增强3D-SPACE-STIR序列显示外周三叉神经的价值[J].临床放射学杂志,2020,39(8):1498-1501.

[13] Rocco,Hlis,Feng,et al.Quantitative assessment of diabetic amyotrophy using magnetic resonance neurography-a case-control analysis.[J].European Radiology,2019,12(4):45-46.

[14] 赵胜祥,王钊,张希军,等.3D-T2-FFE序列与PROSET序列对腰骶丛神经显示的效果对比研究[J].影像科学与光化学,2020,38(5):924-928.

[15] Drummond P D,Natalie M,Eric V,et al.Parallels between lumbosacral radiculopathy and complex regional pain syndrome: α1-adrenoceptor upregulation,reduced dermal nerve fibre density,and hemisensory disturbances in postsurgical sciatica[J].Pain,2021,160(8):1891-1900.

[16] 徐睿,康新国,何玺,等.三维真稳态进动快速成像序列联合扩散张量神经纤维束示踪成像在腰椎间盘突出症中的应用[J].中国介入影像与治疗学,2019,16(8):469-474.

[17] 马赛,蒋雯,何达.磁共振DTI表现扩散系数,各向异性分数与腰骶丛脊神经根受压的关系[J].颈腰痛杂志,2022,43(2):168-171.

[18] Lichtenhahn V,Richter H,T Gödde,et al.Evaluation of L7log1 nerve root pathology with low-field MRI in dogs with lumbosacral foraminal stenosis[J].Veterinary Surgery,2020,55(3):15-18.

[19] 张晓光,贾健,陈文欢,等.核磁共振成像术在骶骨骨折合并腰骶神经损伤诊治中的应用价值[J].中华骨科杂志,2022,42(5):306-312.

[20] 戎冬冬,李翔宇,孔超,等.磁共振增强T2-(2)-SPACE序列在腰骶神经根压迫中的诊断及应用[J].中国骨与关节杂志,2021,10(11):840-846.

[21] 许帮彦,陈继文,李克翌,等.3D STIR SPACE序列臂丛神经成像在臂丛神经损伤中的诊断性研究[J].广东医学,2019,40(21):3016-3020.

(收稿日期: 2022-09-25)

(校对编辑: 谢婷婷)