

• 骨骼肌肉影像学 •

ZTE 成像技术评估神经根型颈椎病椎间孔骨性狭窄的价值

王聪, 鲁毅, 欧阳治强, 凌冰冰, 曾一真, 孙学进

【摘要】 目的:探讨 MR 零回波时间(ZTE)成像技术在评估神经根型颈椎病椎间孔骨性狭窄中的应用价值。**方法:**临床诊断为神经根型颈椎病的患者,除常规颈椎 MR 和 CT 检查,还同时行 T₁WI、T₂WI 双斜矢状面和 ZTE 序列扫描,评估椎间孔骨性狭窄情况。以 CT 作为参照标准,计算各 MR 序列评估椎间孔骨性狭窄的敏感度和特异度。采用 Kappa 检验评估各 MR 序列与 CT 对椎间孔骨性狭窄评估结果的一致性,以及评价者之间对椎间孔狭窄评估结果的一致性。采用配对 χ^2 检验比较 ZTE 与常规 MR 序列敏感度和特异度的差异。采用 Wilcoxon 符号秩和检验,将 CT 的严重程度评分与各 MR 序列进行比较。**结果:**29 例患者(348 个椎间孔)中,CT 共检出 68 个椎间孔存在骨性狭窄,ZTE 检出 60 个,斜位 T₂WI 检出 40 个,斜位 T₁WI 检出 35 个,常规 T₂WI、T₁WI 分别检出 21 个和 18 个,ZTE 较常规 T₁WI、T₂WI 序列具有更高的敏感度,ZTE 对椎间孔骨性狭窄的评估与 CT 具有很好的一致性(Kappa 值=0.85)。对于 ZTE 序列不同评价者间一致性好(kappa 值=0.78)。对于狭窄严重程度评分 ZTE 序列与 CT 无显著差异($Z=0, P=1$),常规 T₁WI、T₂WI 均有低估椎间孔狭窄程度的趋势。**结论:**与常规 T₁WI、T₂WI 序列相比,ZTE 序列能够更可靠地评估神经根型颈椎病椎间孔骨性狭窄。

【关键词】 磁共振成像; 零回波时间; 神经根型颈椎病

【中图分类号】 R445.2; R681.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)11-1424-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.11.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Evaluation of osseous cervical foraminal stenosis in spinal radiculopathy using ZTE imaging technique

WANG Cong, LU Yi, OU-YANG Zhi-qiang, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650000, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to explore the application value of osseous foraminal stenosis of the cervical spine using zero echo time technique of magnetic resonance imaging (MRI). **Methods:** In addition to conventional MR and CT scan, the oblique MR sagittal scan with T₁WI, T₂WI and ZTE sequences was needed in patients with cervical spondylotic radiculopathy, to evaluate the bony stenosis of intervertebral foramina. The detection sensitivity and specificity of the above each MR sequence in osseous foraminal stenosis were calculated respectively with CT scan as reference. Kappa coefficient was used to evaluate the detection consistency in osseous stenosis of intervertebral foramen among different MR and CT sequences and among different readers. And Paired χ^2 -test was used to compare the sensitivity and specificity of different sequences. Besides, the Wilcoxon signed rank test was used to compare the severity score of each MR sequences with CT sequence. **Results:** A total of 68 osseous foraminal stenosis were detected by CT, 60 by ZTE, 40 by oblique T₂WI, 35 by oblique T₁WI, 21 by conventional T₂WI and 18 by T₁WI. ZTE was of higher sensitivity than conventional T₁WI and T₂WI sequences. The evaluation of bony stenosis of intervertebral foramen by ZTE was in good agreement with that of CT (Kappa value=0.85). The inter-observer agreement of ZTE was good (Kappa value=0.78). There was no statistically significant difference between ZTE and CT ($Z=0, P=1$). Conventional T₁WI and T₂WI sequences underestimated the degree of foraminal stenosis. **Conclusion:** ZTE sequence can more reliably detect foraminal stenosis in cervical spondylotic radiculopathy with a higher sensitivity compared with conventional T₁WI and T₂WI sequences.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Zero echo time; Cervical spondylotic radiculopathy

作者单位: 650000 昆明, 昆明医科大学第一附属医院医学影像科/脑功能研究室

作者简介: 王聪(1993—), 男, 江苏东海人, 硕士研究生, 主要从事磁共振成像技术研究。

通讯作者: 孙学进, E-mail: sunxuejinkm@126.com

神经根型颈椎病是临床最常见的颈椎病类型,通常由颈椎间盘退变突出或椎间关节骨质增生累及相应节段神经根所致^[1-2]。准确的影像学诊断,对临床治疗方案的选择和患者预后至关重要。MRI 已成为评估神经根型颈椎病首选影像学检查方法,在评估椎间盘突出、椎间孔软组织狭窄和脊髓改变等软组织病变方面具有显著优势,但在显示颈椎椎间孔骨性狭窄方面存在一定的局限性。传统影像学检查需要患者行额外的 CT 扫描明确诊断,增加了患者检查流程,并且存在一定的电离辐射影响,不利于复查。零回波时间(zero echo time, ZTE)序列是一种磁共振三维短 T_2 成像技术,可实现基于 MRI 对骨性结构的检测,能够有效采集颅骨、关节、牙齿、肺等短 T_2 组织信号^[3-7]。然而,目前 ZTE 序列在颈椎骨质结构改变方面的应用仍然较少。基于 MRI 的颈椎椎间孔骨性狭窄的检测有可能简化患者检查流程,减少相关电离辐射对患者的影响。因此,本研究旨在评估 ZTE 序列对颈椎椎间孔骨性狭窄的诊断性能及临床应用价值。

材料与方法

1. 一般资料

搜集昆明医科大学第一附属医院 2020 年 5 月—12 月符合以下标准的患者。纳入标准:经临床及影像学检查综合诊断为神经根型颈椎病的患者。排除标准:①有 MRI 检查禁忌证;②无法耐受检查者;③颈椎术后者;④颈椎侧弯者。29 例神经根型颈椎病患者纳入研究,其中男 13 例,女 16 例;年龄 37~78 岁,平均 56 ± 11 岁。

2. 检查方法

采用 GE Discovery 750w 3.0T MRI 扫描仪,24 通道头颈联合线圈。颈椎 MRI 检查序列包括:矢状面 FSE T_1 WI (TR 427 ms, TE 9 ms, 回波链长度(echo train length, ETL) 3, 层厚 3 mm, 层距 0.3 mm, FOV 240 mm $\times$ 240 mm, NEX 3, 矩阵 288×224);矢状面 FSE T_2 WI (TR 2424 ms, TE 112 ms, ETL 18, 层厚 3 mm, 层距 0.3 mm, FOV 240 mm $\times$ 240 mm, NEX 4, 矩阵 320×224) 和矢状面压脂 FSE T_2 WI (TR 2500 ms, TE 98 ms,

ETL 18, 层厚 3 mm, 层距 0.3 mm, FOV 240 mm $\times$ 240 mm, NEX 2, 矩阵 288×192);横轴面 FSE T_2 WI (TR 3240 ms, TE 115 ms, ETL 18, 层厚 3 mm, 层距 0.5 mm, FOV 220 mm $\times$ 220 mm, NEX 4, 矩阵 288×224)。双斜矢状面 T_1 WI 和 T_2 WI 扫描参数与常规正矢状面 T_1 WI 和 T_2 WI 序列参数相同,其扫描定位线垂直于双侧颈神经根走行。ZTE 序列参数如下:TE 0 ms, TR 823 ms, 翻转角 1° , 接收带宽 ± 62.5 kHz, NEX 3, FOV 300 mm $\times$ 300 mm, 采集矩阵 320×320 , 层厚 1.2 mm, 扫描时间 2 min 55 s。该扫描方案的总扫描时间为 15 min 18 s。

采用联影 uCT 760 64 排 128 层螺旋 CT 扫描仪,采用标准颈椎扫描方案,获取具有各向同性的扫描数据,矩阵 512×512 ,层厚 1 mm,螺距 0.975,管电压 100 kV,管电流采用自动管电流调制技术,标准重建算法,骨算法(Bone)。

3. 图像后处理

为了增强 ZTE 序列图像中(图 1a)骨组织的显著性,产生具有类 CT 对比度的图像,在基于 MATLAB 平台上对其原始图像进行后处理。首先,采用 N4 偏差校正算法^[8]来校正由于接近或远离线圈而产生的信



图 1 零回波时间图像的后处理。a)原始图像;b)强度校正;c)负对数变换;d)背景分割。

号强度不均匀(图 1b);然后,对图像的对比度进行反对数变换(图 1c),使骨组织具有正对比度;最后,应用基于直方图的阈值法去除图像背景(图 1d),获得类似于 CT 对比度的图像。

4. 图像分析

由 2 名具有丰富经验的放射科医师在不知晓患者临床资料的情况下,在 GE AW4.6 后处理工作站上,对所有 MRI 和 CT 图像进行独立评估,范围包括 C2/3 至 C7/T1 双侧椎间孔。MRI 图像的评估在 CT 图像评估前 1 周完成。作为参考标准,在 CT 矢状面上根据椎间孔的形状确定是否存在骨性狭窄。正常椎间孔为光滑的椭圆形,当椎间盘或小关节退变所致骨质增生向椎间孔内凸起时,认为椎间孔存在骨性狭窄。在 CT 和 ZTE 图像上通过调节窗宽窗位,以显示神经根、神经周围脂肪和骨质增生。根据椎间孔狭窄程度、神经根周围脂肪情况和神经根的形态改变对椎间孔的狭窄程度进行评分,评分标准参照 Park 等^[9]制定的评价标准,标准如下:0 级,正常,无神经周围脂肪闭塞;1 级,轻度狭窄,轻度神经周围脂肪闭塞($<50\%$ 神经根周围),无神经根塌陷;2 级,中度狭窄,中度神经周围脂

肪闭塞($>50\%$ 神经根周围),无神经根塌陷;3 级,重度狭窄,重度神经周围脂肪闭塞($>50\%$ 神经根周围),伴神经根塌陷。意见不一致时,由两位医师协商达成一致。

在 ZTE 序列中,根据椎间孔的形状对狭窄进行评价。骨赘在 ZTE 后处理图像上显示为高信号,并且与椎体的皮质和髓质相连续,椎间盘和周围脂肪组织呈低信号,以此区分骨赘和周围软组织(图 2、3)。

5. 统计学分析

采用 SPSS 23.0 进行统计学分析。以 CT 作为参照标准,计算各序列检测椎间孔狭窄的敏感度和特异度。采用 Kappa 分析法评估各 MRI 序列与 CT 对椎间孔骨性狭窄评估结果的一致性,以及 2 名评价者之间的一致性,Kappa 值 ≤ 0.40 ,一致性差; $0.41 \leq \text{Kappa 值} \leq 0.75$,一致性较好;Kappa 值 ≥ 0.76 ,一致性好。采用配对 χ^2 检验比较 ZTE 与常规 MRI 序列敏感度和特异度的差异。采用 Wilcoxon 符号秩和检验将各 MRI 序列的狭窄严重程度评分与 CT 进行比较,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

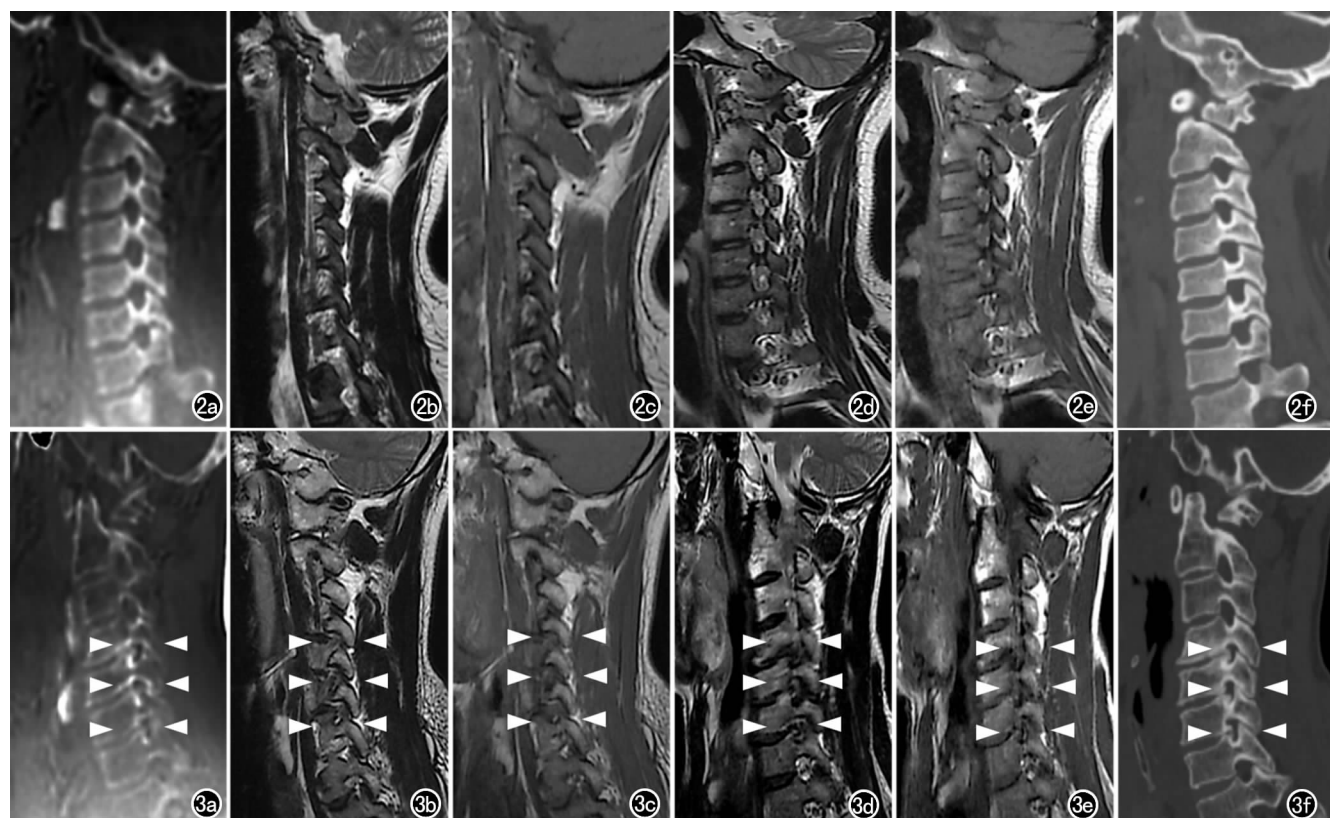


图 2 女,38 岁,颈部疼痛 3 年余。影像学检查未发现椎间孔骨性狭窄。a)ZTE;b)T₂WI;c)T₁WI;d)斜矢状面 T₂WI;e)斜矢状面 T₁WI;f)CT。在 ZTE 图像上可以清楚的显示椎间孔骨质边缘。在 T₁WI 和 T₂WI 像上,椎间孔的骨质边缘较模糊。图 3 男,47 岁,颈部放射性疼痛,双侧上肢麻木。中、重度椎间孔骨性狭窄累及右侧 C₄ 至 C₇ 椎间孔,影像学表现与临床症状一致。a)ZTE;b)T₂WI;c)T₁WI;d)斜矢状面 T₂WI;e)斜矢状面 T₁WI;f)CT。白色箭头所指为狭窄的椎间孔。

结 果

以 CT 为参照标准,在 348 个颈椎椎间孔中,共检测出 68 个椎间孔存在骨性狭窄(图 2、3)。在本研究人群中,椎间孔骨性狭窄的总体患病率为 86%(4 名受试者在 CT 上未检测到骨性狭窄)。ZTE 检出 60 个,斜矢状面 T₂WI 序列检出 40 个,斜矢状面 T₁WI 序列检出 35 个,T₂WI 序列检出 21 个,T₁WI 序列检出 18 个(表 1)。

表 1 各序列评估椎间孔骨性狭窄的诊断效能

检查方法	参照标准 CT		总计	敏感度	特异度
	狭窄 (n=68)	正常 (n=280)			
ZTE				88.2%	97.1%
狭窄	60	8	68		
正常	8	272	280		
斜位 T ₂ WI				58.9%	94.3%
狭窄	40	16	56		
正常	28	264	292		
斜位 T ₁ WI				51.5%	97.9%
狭窄	35	6	41		
正常	33	274	307		
T ₂ WI				30.9%	93.9%
狭窄	21	17	38		
正常	47	263	310		
T ₁ WI				26.5%	96.8%
狭窄	18	9	27		
正常	50	271	321		

ZTE 与 CT 对椎间孔骨性狭窄的评估结果有很好的-一致性,Kappa 值为 0.85。斜矢状面 T₁WI 和 T₂WI 与 CT 的一致性较好,Kappa 值分别为 0.58 和 0.57。正矢状面 T₁WI 和 T₂WI 与 CT 的一致性差,Kappa 值均为 0.30。与常规的 T₁WI 和 T₂WI 序列相比,ZTE 的敏感度显著提高(P 均 <0.001),特异度差异无统计学意义(P 均 >0.05)。

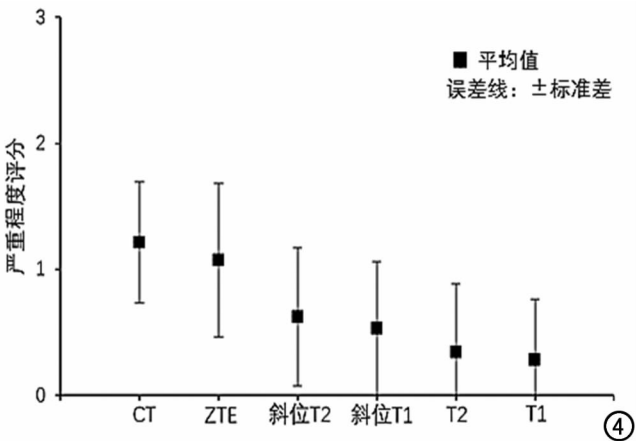


图 4 不同成像技术对椎间孔狭窄的严重程度评分。ZTE 对严重程度的评分与 CT 差异无统计学意义($P>0.05$)。斜位 T₁WI、斜位 T₂WI 和 T₁WI、T₂WI 序列评分与 CT 差异均有统计学意义(P 均 <0.001)。

ZTE 与 CT 的严重程度评分间无显著差异($Z=0, P=1$),见图 4。正矢状面 T₁WI、T₂WI 和斜矢状面 T₁WI、T₂WI 序列的评分与 CT 相比有显著差异(Z 值分别为 -5.652 、 -4.268 、 -5.342 、 $-3.099, P$ 均 <0.001)。多数狭窄椎间孔被评为轻度(1 级),少数被评为中度或重度($n=12$)。中、重度狭窄在常规 T₁WI 和 T₂WI 序列上有被低估的趋势,在正矢状面 T₁WI 和 T₂WI 序列各发现 1 个中度狭窄,在斜矢状面 T₁WI 和 T₂WI 序列上分别发现 1 个和 2 个中度狭窄。相比之下,ZTE 序列正确识别了 10 个中、重度椎间孔狭窄,将 2 个中度狭窄低估为轻度狭窄。

CT 的评价者间一致性最好,Kappa 值为 0.80。ZTE 序列的评价者间一致性好 Kappa 值为 0.78。斜位 T₁WI 和 T₂WI 序列的评价者间一致性表现较好(Kappa 值分别为 0.44、0.48)。正矢状面 T₁WI 和 T₂WI 序列的评价者间一致性较差(Kappa 值分别为 0.26、0.18)。

讨 论

神经根型颈椎病是临床最常见的颈椎病类型,其致病原因大致有两种,椎间盘退变突出以及椎体骨质增生导致的椎间孔狭窄。准确的影像学评估对临床治疗方案的选择及患者的预后尤为重要^[9]。目前的影像学检查主要包括普通 X 线、CT 和 MRI。斜位 X 线^[10]和 CT 检查^[11]能够对椎间孔的骨性狭窄情况进行评估,已在临床广泛应用,但是对于椎间盘、椎旁韧带、神经根和脊髓等软组织的辨别能力有限。MRI 检查具有良好的软组织分辨率和任意层面成像等特点,通常是评估椎间盘退变、椎间孔软组织狭窄和脊髓改变的首选检查方法,并且无电离辐射。然而,MRI 检查在对骨组织等短 T₂ 组织成像方面存在一定的局限性。

受回波时间的限制,常规序列无法有效采集短 T₂ 组织信号。常规 MRI 序列的信号采集,首先需要对自旋质子进行脉冲激发,而后通过相位重聚脉冲或梯度场的切换产生信号,再利用梯度场对产生的信号进行编码和采集。该过程使常规序列的回波时间较长(>2 ms),大于骨皮质(约为 390 μ s)等短 T₂ 组织信号的衰减时间^[12],所以常规序列无法有效采集短 T₂ 组织信号。因此,目前 MRI 的临床应用主要集中在中、长 T₂ 信号,对于短 T₂ 信号的应用受到一定的限制,造成部分组织信号的缺失^[13]。

ZTE 序列是近年来开发的一种快速、稳定、低噪声的三维短 T₂ 成像序列^[14-15]。该序列创造性的运用先编码后激发的信号采集模式,即在激发脉冲前开启梯度场,激发脉冲施加后直接采集自由感应衰减(free induction decay, FID)信号,突破了常规 MRI 序列在

回波时间方面的限制,使回波时间接近于零。同时,采用纯频率编码的径向 K 空间填充方式对信号进行采集,实现了最大 K 空间填充速度,减小了信号采集时间的延迟。所以,ZTE 序列能够在短 T_2 组织信号完全衰减前对其进行信号采集,实现了短 T_2 组织的显像。有研究报道,ZTE 技术在显示骨肿瘤性骨质破坏方面可以提供与 CT 相类似的骨质细节^[16]。此外,多项研究证实了骨关节 ZTE 序列扫描的临床应用价值。Breighner 等^[3-4]探讨了 ZTE 序列在评价肩关节和髋关节病变及其形态学中的应用,结果显示 ZTE 序列与 CT 结果有显著的一致性,提示 ZTE 序列可作为 CT 的替代检查。

本研究以 CT 作为参照标准,探讨 ZTE 序列与常规 T_1 WI、 T_2 WI 序列的正矢状面和斜矢状面对神经根型颈椎病患者椎间孔骨性狭窄的检出情况。结果显示,ZTE 对椎间孔骨性狭窄的评估结果与 CT 的一致性最高(Kappa 值=0.85),检出敏感度为 88.2%,明显高于常规 T_1 WI、 T_2 WI 序列(表 1);狭窄椎间孔的严重程度评分在 ZTE 序列与 CT 间无明显差异,对 12 个中、重度狭窄椎间孔的评价中,ZTE 可准确评估其中 10 个,与 CT 结果相近。该结果提示 ZTE 序列可作为 CT 检查的替代方法,与先前类似研究结果一致^[3-4,7]。而常规 T_1 WI、 T_2 WI 序列检测椎间孔骨性狭窄的敏感度较低,并且有低估狭窄严重程度的趋势,主要是由于常规序列分辨率较低,层厚较厚,更容易受部分容积效应的影响,而且本研究中狭窄的椎间孔大部分为轻度狭窄,增加了评估的困难。对椎间孔骨性狭窄的检测结果显示,各序列的特异度均很高,这是由于正常椎间孔数量较多所致。此外,与正矢状面 T_1 WI、 T_2 WI 序列相比,斜矢状面扫描检测椎间孔骨性狭窄的敏感度较高,与 Park 等^[9,17]研究结果一致,这主要是因为颈椎间孔的走形与人体冠状面呈一定夹角,斜矢状面扫描可更加直观的显示椎间孔的完整轮廓。虽然双斜矢状面提高了检出敏感度,但仍与 ZTE 序列有较大差异,并且双斜矢状面的扫描定位较复杂,扫描时间增加了 6 分多钟,因此其通常不作为常规扫描方案。相反,由于 ZTE 序列在扫描时需预先开启梯度场,无法再进行层面选择,使该序列成为固有的三维扫描序列,其定位简单,扫描数据可进行多平面重组(multiplanar reformatting, MPR),便于观察椎间孔形态。而且 ZTE 序列结构简单,扫描时间较短,本研究中 ZTE 序列可在 3 min 内完成颈椎扫描。此外,ZTE 序列在整个扫描过程中梯度场只进行微调,降低了扫描噪声,成像性能更加稳定,在一定程度上提高了患者的舒适度^[14,18]。由此可见,ZTE 序列在一定程度上弥补了常规 MRI 检查的不足,可作为 CT 检查的潜在替代

方法,尽管目前该序列的对比度较为单一,但其与常规序列相结合,可实现仅通过 MRI 检查对患者骨质结构和软组织病变的全面评估,简化患者检查流程,同时减少相关电离辐射对患者的影响,利于患者复查。然而,由于 ZTE 序列的实现需要具备较高性能的梯度和射频系统支持,目前的设备通常难以实现,在一定程度上限制了该序列的应用。

本研究的不足之处包括样本量较小、双斜矢状面扫描定位存在一定偏差。为了减小扫描误差,在本研究中所有双斜矢状面扫描定位前,先在患者 CT 图像上利用 MPR 确定其扫描定位线,然后在 MRI 扫描时进行定位,当部分患者的椎间孔无法在同一个层面显示时,着重显示存在狭窄的椎间孔。ZTE 序列扫描中线圈覆盖的范围较定位范围稍小,造成颈椎下端信号强度较低。为了不影响图像质量,本研究中适当缩小 ZTE 序列的 FOV,减少线圈范围对图像质量的影响。

以 CT 作为参照标准,ZTE 序列能够可靠地检出神经根型颈椎病患者颈椎间孔骨性狭窄,较常规 T_1 WI 和 T_2 WI 序列具有更高的敏感度。因此,ZTE 序列有可能简化相关患者的检查流程,实现仅通过 MRI 一站式检查即可完成对颈椎的全面评估,减少相关电离辐射对患者的影响,具有一定的临床研究价值。

参考文献:

- [1] Theodore N. Degenerative cervical spondylosis[J]. N Engl J Med, 2020,383(2):159-168.
- [2] 海涌,藏磊,范宁. 神经根型颈椎病诊疗规范化的专家共识[J]. 中华外科杂志,2015,53(11):812-814.
- [3] Breighner RE,Endo Y,Konin GP,et al. Technical developments: zero echo time imaging of the shoulder:enhanced osseous detail by using mr imaging[J]. Radiology,2018,286(3):960-966.
- [4] Breighner RE,Bogner EA, Lee SC,et al. Evaluation of osseous morphology of the hip using zero echo time magnetic resonance imaging[J]. Am J Sports Med,2019,47(14):3460-3468.
- [5] Kang Y,Hua C,Wu B,et al. Investigation of zero TE MR in pre-operative planning in dentistry[J]. Magn Reson Imaging,2018,54:77-83.
- [6] 陈俊汝,凌冰冰,孙学进,等. ZTE 成像技术对肺实质结构的显示价值[J]. 放射学实践,2020,35(7):860-864.
- [7] Cho SB,Baek HJ,Ryu KH,et al. Clinical feasibility of zero TE skull MRI in patients with head trauma in comparison with CT:A single-center study[J]. AJNR,2019,40(1):109-115.
- [8] Tustison NJ,Avants BB,Cook PA,et al. N4ITK:improved N3 bias correction[J]. IEEE Trans Med Imaging,2010,29(6):1310-1320.
- [9] Park HJ,Kim SS, Lee SY,et al. A practical MRI grading system for cervical foraminal stenosis based on oblique sagittal images[J]. Br J Radiol,2013,86(1025):20120515.
- [10] Simpson AK,Sabino J,Whang P,et al. The assessment of cervical foramina with oblique radiographs:the effect of film angle on foraminal area[J]. J Spinal Disord Tech,2009,22(1):21-25.

- [11] Roberts CC, McDaniel NT, Krupinski EA, et al. Oblique reformation in cervical spine computed tomography: a new look at an old friend[J]. Spine, 2003, 28(2): 167-170.
- [12] Du J, Carl M, Bydder M, et al. Qualitative and quantitative ultra-short echo time (UTE) imaging of cortical bone[J]. J Magn Reson, 2010, 207(2): 304-311.
- [13] Mastrogiacomo S, Dou W, Jansen JA, et al. Magnetic resonance imaging of hard tissues and hard tissue engineered Bio-substitutes[J]. Mol Imaging Biol, 2019, 21(6): 1003-1019.
- [14] Weiger M, Pruessmann KP. MRI with zero echo time[M/OL]. (2012-06-15) [2021-01-01]. <https://doi.org/10.1002/9780470034590.emrstm1292>.
- [15] 周立绥, 彭涛, 牛翔科, 等. 零回波成像原理及研究进展[J]. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(5): 398-400.
- [16] 孟捷, 李念云, 王悍, 等. 零回波时间 MRI 显示骨肿瘤性骨质破坏: 与 CT 对比[J]. 影像诊断与介入放射学, 2018, 27(5): 339-342.
- [17] Park HJ, Kim SS, Han CH, et al. The clinical correlation of a new practical MRI method for grading cervical neural foraminal stenosis based on oblique sagittal images[J]. AJR, 2014, 203(2): 412-417.
- [18] Schulte RF, Buonincontri G, Costagli M, et al. Silent T2* and T2 encoding using ZTE combined with BURST[J]. Magn Reson Med, 2019, 81(4): 2277-2287.

(收稿日期: 2021-02-07 修回日期: 2021-05-27)

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕, 已于 2008 年 3 月 1 号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下: 请登录《放射学实践》网站(<http://www.fsxsj.net>) 点击进入首页 → 点击“作者投稿” → 按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息, 同时记住用户名和密码, 以便查询稿件处理进度) → 用新注册的用户名和密码登录 → 点击“作者投稿”进入稿件管理页面 → 点击“我要投稿” → 浏览文件 → 上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮, 只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作, 文章须以 WORD 格式上传, 图表粘贴在文章中) → 录入稿件标题、关键词等 → 最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(100 元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度, 不必打电话或发邮件查询, 具体步骤如下: 用注册过的用户名和密码登录 → 点击“作者查稿”进入稿件管理页面 → 点击左侧导航栏“我的稿件库” → “稿件状态”显示稿件处理进度 → 点击“查看” → 选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到, 作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿), 本刊须花费大量精力将稿件录入系统中, 部分稿件重复多次处理, 这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿, 如果通过邮箱或邮局投稿, 本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足, 网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处, 希望各位影像同仁不吝赐教, 多提宝贵意见, 予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题, 或者对本系统及网站有好的意见和建议, 请及时联系我们。

联系人: 石鹤 明桥 联系电话: 027-69378385 15926283035