

论 著

应用3D-DESS序列评估膝关节骨性关节炎软骨损伤的可行性及可重复性

1. 中山大学附属第五医院放射科

(广东 珠海 519000)

2. 广东省珠海市人民医院肿瘤科

(广东 珠海 519000)

占颖莺¹ 张 怡^{1,2} 秦培鑫¹姜云萍¹ 方义杰¹ 李文娟¹潘洁琳¹ 蔡叶生¹ 洪国斌¹

【摘要】目的 探讨应用T₂加权三维双回波稳态进动序列(3D-DESS)显示膝关节骨性关节炎软骨损伤的可行性和可重复性。**方法** 前瞻性收集膝关节骨性关节炎患者106例,分别采用PDWI-FS、SE-T₁WI和3D-DESS序列扫描膝关节。2名放射科医生分别对图像质量进行主观评分并比较一致性;分别测量不同序列软骨SNR、关节液信号SNR和软骨/关节滑液CNR,比较其对膝关节软骨的显示效果;2名放射科医生分别对三个序列图像进行半定量诊断并比较一致性。**结果** 3D-DESS序列主观评分一致性最好(Kappa值为0.879, P<0.05)。客观测量结果显示,3D-DESS序列的关节液SNR、软骨SNR、软骨/关节滑液CNR分别为(15.09±3.67)、(9.43±2.57)、(5.65±2.34),均高于常规序列,且P<0.05;3D-DESS序列的半定量诊断评分一致性最好(Kappa值为0.851, P>0.05)。**结论** 3D-DESS序列较常规序列能更好地显示膝关节骨性关节炎软骨损伤,且具有较好的观察者间一致性。

【关键词】 膝关节; 关节软骨; 磁共振成像; 三维双回波稳态序列

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.03.038

通讯作者: 洪国斌

Feasibility and Repeatability of 3D-DESS Sequence for Evaluation Cartilage Injury in Knee Osteoarthritis

ZHAN Ying-ying, ZHANG Yi, QIN Pei-xin, et al., Department of Radiology, Fifth Affiliated Hospital, SUN Yat-Sen University, Zhuhai 519000, Guangdong Province, China

[Abstract] Objective To explore the feasibility and repeatability of T₂-weighted three-dimensional double-echo steady-state (3D-DESS) sequence in knee articular cartilage. **Methods** 106 suspected knee osteoarthritis patients who met inclusion criteria and exclusion criteria with contiguous selection were included prospectively in this study. All subjects underwent MRI examinations of the knee scanned by Germany's Siemens Aera 1.5T superconducting MRI scanner, consisting of PDWI-FS sequence, SE-T₁WI sequence and 3D-DESS sequence. Firstly, two radiologists scored the quality of images of PDWI-FS, SE-T₁WI, 3D-DESS independently, then the consistencies of subjective scoring were assessed. Secondly, the SNR of cartilage, the SNR of the joint fluid, and the CNR of cartilage/arthritis for different sequences were measured to compare the abilities of different imaging sequences in displaying knee articular cartilage. Lastly, the same radiologists diagnosed the images of all of the three sequences by semi-quantitative method, and the consistencies of diagnoses in all of the sequences were assessed respectively. **Results** The consistency of 3D-DESS was the best (the Kappa values was 0.879, P<0.05). The results of objective measurements demonstrated that the SNR of the joint fluid and cartilage on DESS sequence were (15.09±3.67), (9.43±2.57) respectively, and the CNR of cartilage/joint fluid on DESS sequence was (5.65±2.34), which were all higher than the conventional sequences, and the difference was statistically significant (P<0.05). The results of a semi-quantitative diagnostic consistency in the 3D-DESS sequence was the best (the Kappa value was 0.851, P>0.05). **Conclusion** The 3D-DESS sequence is better than the conventional ones to show the cartilage injury of osteoarthritis of the knee, and has preferable inter-observer consistency.

[Key words] Knee Joint; Articular Cartilage; Magnetic Resonance Imaging; 3D-DESS Sequence

膝关节软骨损伤的发生率高,磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)具有多方位、多参数成像和软组织分辨率高的优点,是评估膝关节软骨损伤的最佳影像学检查技术,然而常规序列对表面关节软骨损伤显示效果欠佳^[1]。3D-DESS是梯度毁损稳态序列,空间分辨率高、关节软骨和液体对比良好,已被用于显示各种解剖结构如乳房、前列腺^[3-4]和肌骨系统^[5]等,但3D-DESS序列观察者间一致性的相关报道极为少见。本文就3D-DESS序列应用于膝关节骨性关节炎软骨损伤的可行性和可重复性进行初步探讨。

1 材料与方法

1.1 临床资料 前瞻性搜集2017年11月-2018年3月间临床诊断膝关节炎患者106例(男41例,女65例),年龄最大87岁、最小18岁(47±17.17岁)。

纳入标准:临床怀疑或确诊为膝关节骨性关节炎患者。自愿参加本研究,无涉及经济补偿。排除标准:怀孕、心脏起搏器、幽闭恐惧症及体内有金属物等MRI检查禁忌者。本研究符合中山大学伦理学规

范,对所有患者均事先详细告知研究目的和注意事项,并取得本人知情同意。

1.2 MRI设备与检查方法 采用SIMENS1.5T Aera型磁共振扫描仪,选择15通道膝关节表面线圈,扫描序列为PDWI-FS、SE-T₁WI及3D-DESS序列。患者仰卧位、足先进,膝关节屈曲10°~15°,使前交叉韧带处于拉直状态,定位中心对准线圈中心及髌骨下缘^[7]。各序列详细扫描参数见表1。

1.3 影像分析

1.3.1 图像质量主观评分:两名肌骨影像专科医师(观察者1从事本专业12年、观察者2从事本专业20年),通过盲法用三分法分

别对图像质量进行主观评分,意见不统一时由第3位更高年资医师确定。

评分标准:0级-较差;1级-一般;2级-优良。

质量评估标准:图像是否模糊,组织与邻近结构是否容易区分,信号均匀性和是否伴部分容积效应,韧带结构能否追踪到起止点。

1.3.2 软骨损伤半定量诊断评分:观察者1与观察者2通过盲法根据Noyes系统分别对软骨表面损伤情况进行分级,I-II A级为轻度OA组(标记为“0”),II B-III B级为重度OA组(标记为“1”)^[8]。

1.3.3 软骨SNR、关节液

SNR、软骨-关节炎CNR:参照Moriya S^[2]等方法,在髌软骨和关节液最厚处测量其信号值,各测量3次取平均值,测出关节液信号强度SI1和关节软骨信号强度SI2,测量背景噪声信号值SD_{空气},计算关节液SNR、软骨组织SNR、软骨-关节液CNR。所用公式如下:

$$SNR=SI/SD_{空气}$$

$$CNR=(SI1-SI2)/SD_{空气}$$

1.4 统计学方法 采用SPSS 17.0进行分析与处理,本研究平均值相关的计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示;差异比较采用多个相关样本的秩和检验, $P<0.05$ 可认为差异显著;主观评分及半定量诊断评分一致性采用Kappa分析, $0.41<k<0.6$ 具有中等一致性、 $0.61<k<0.8$ 具有高度一致性、 $0.81<k<1$ 几乎完全一致。

2 结果

2.1 一般结果 各序列对膝关节的显示如图1-6所示,关节软骨在PDWI-FS及3D-DESS序列呈稍高信号,在SE-T₁WI中呈等信号。

2.2 主观评分结果 主观评分与一致性结果见表2及图7,观察者1与观察者2对DESS序列主观评分一致性最高,差异具有统计学意义($P=0.005$)。

2.3 软骨信号SNR、关节液SNR、软骨与关节液CNR结果 见表3及图8,结果显示软骨SNR分别为PDWI-FS(2.81 ± 0.83)、SE-T₁WI(0.57 ± 0.79)、3D-DESS(9.43 ± 2.57)。关节液SNR分别为PDWI-FS(6.97 ± 2.72)、SE-T₁WI(0.40 ± 0.73)、3D-DESS(15.09 ± 3.67)。软骨/关节液值CNR分别为PDWI-FS(4.15 ± 2.59)、SE-T₁WI(0.17 ± 0.97)、3D-

表1 各序列详细扫描参数

参数	PDWI-FS	SE-T ₁ WI	DESS
TR	3310	876	21.1
TE	32	12	7.85
矩阵	160×224	160×256	150×304
层厚(mm)	3	3	1.5
层距(mm)	0.6	0.6	0.3
FA	150°	150°	25°
扫描时间(min)	02:37	01:49	05:00

表2 图像评分结果

主观评分	观察者1			观察者2			Kappa值
	0	1	2	0	1	2	
PDWI-FS	0	12	94	0	4	102	0.756
SE-T ₁ WI	0	7	99	0	5	101	0.823
3D-DESS	0	11	95	0	7	99	0.879

表3 客观测量结果($\bar{x} \pm s$)

扫描序列	关节液SNR	CNR关节软骨/关节液值	软骨SNR
PDWI-FS	6.97 ± 2.72	4.15 ± 2.59	2.81 ± 0.83
SE-T ₁ WI	0.40 ± 0.73	0.17 ± 0.97	0.57 ± 0.79
3D-DESS	15.09 ± 3.67	5.65 ± 2.34	9.43 ± 2.57
P	<0.001	<0.001	<0.001

表4 序列半定量诊断一致性结果

半定量诊断评分	观察者(1)		观察者(2)		Kappa值
	0(轻度OA)	1(重度OA)	0(轻度OA)	1(重度OA)	
PDWI-FS	41	65	46	60	0.805
SE-T ₁ WI	71	35	75	31	0.736
3D-DESS	81	25	77	29	0.851

DESS (5.65 ± 2.34)。差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.4 软骨损伤半定量诊断评分 半定量诊断评分与一致性结果见表4及图9, 观察者1与观察者2对3D-DESS序列一致性最高。差异无统计学意义 ($P = 0.684$)。

3 讨论

T_2 加权三维双回波稳态进动(3D-DESS)序列是水激发的薄层3D梯度序列, 能显示高信号的滑液和较低信号的软骨, 两者的信号差异使软骨表面损伤易于检测^[9]。该序列同时采集稳态进动快速成像(FISP)和稳态自由进动反转成像(PSIF)信号, 两者融合获得较高SNR且 T_2 权重较重的图像, 关节液与软骨信号之间对比良好, 有助于准确分析膝关节软骨形态。但3D-DESS序列观察者间一致性的相关报道极为少见。

本研究采用1.5T磁共振扫描仪, TR、TE时间较长(分别为21.1ms、7.85ms), 层厚1.5mm, 膝关节软骨SNR、关节液SNR和软骨/关节滑液CNR均高于常规序列, 且对软骨表面损伤显示较常规序列清晰, 这与Moriya S等^[11]的研究结果相似。然而, Ruehm等^[6]及Schaefer等^[10]的研究表明, 3D-DESS序列显示软骨表面损伤能力不佳。分析其原因, SNR与主磁场的强度及TR时间成正比、与TE时间成反比。Ruehm等^[6]采用Siemens 1.0T磁共振扫描仪, TR 16.3ms, TE 4.7ms, 层厚2.7 mm, 主磁场场强较低、TR时间较短; Schaefer等^[10]采用Siemens Avanto 1.5T磁共振扫描仪, TR 17ms, TE 4.7ms, 层厚1mm, TR时间较短、层厚较小。而Moriya S等^[11]分别采用Siemens Avanto 1.5T及Siemens Skyra 3.0T磁共振扫

描仪, TR26ms, TE 9ms, 层厚1.91mm, 主磁场场强较高, 且TR时间较长。

本研究采用PDWI-FS、SE-T₁WI与3D-DESS序列进行对比, 重点观察3D-DESS序列对软骨表面损伤的显示能力及观察者评分的一致性情况。本研究图像所见, 3D-DESS序列解剖结构显示清晰, 软骨显示较PDWI-FS序列厚、边界清晰, 对表面轻微损伤情况显示较PDWI-FS、SE-T₁WI更佳, 且图像质量评分及半定量诊断评分一致性较好。主观评分较低的图像分别有11例及7例, 主要是由于患者年龄较大、扫描时间较长。

本研究不足: (1) 样本量相对不足, 为临床诊断或临床随访证实。(2) 扫描时间长达5分钟, 有的患者不能忍受较长时间的制动, 产生运动伪影, 影像图像质量。(3) 未能对比优化序列, 扫描参数需进一步优化。

综上所述, 3D-DESS序列较常规序列能更好地显示膝关节骨性关节炎软骨损伤, 且具有较好的观察者间一致性, 值得进一步研究和应用。

参考文献

- [1] 柯祺, 朱乐发, 秦红卫. 3D-DESS序列MRI成像参数优化及其在膝关节软骨损伤影像诊断中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2013, 29(9): 1467-1471.
- [2] Sveinsson B, Chaudhari AS, Gold GE, et al. A simple analytic method for estimating T2 in the knee from DESS[J]. Magn Reson Imaging, 2017(38): 63-70.
- [3] Ikonen S, Krkkinen P, Kivisaari L, et al. Endorectal magnetic resonance imaging of prostatic cancer: comparison between fat-suppressed T2-weighted fast spin echo and three-dimensional dual-echo, steady-state sequences[J]. Eur

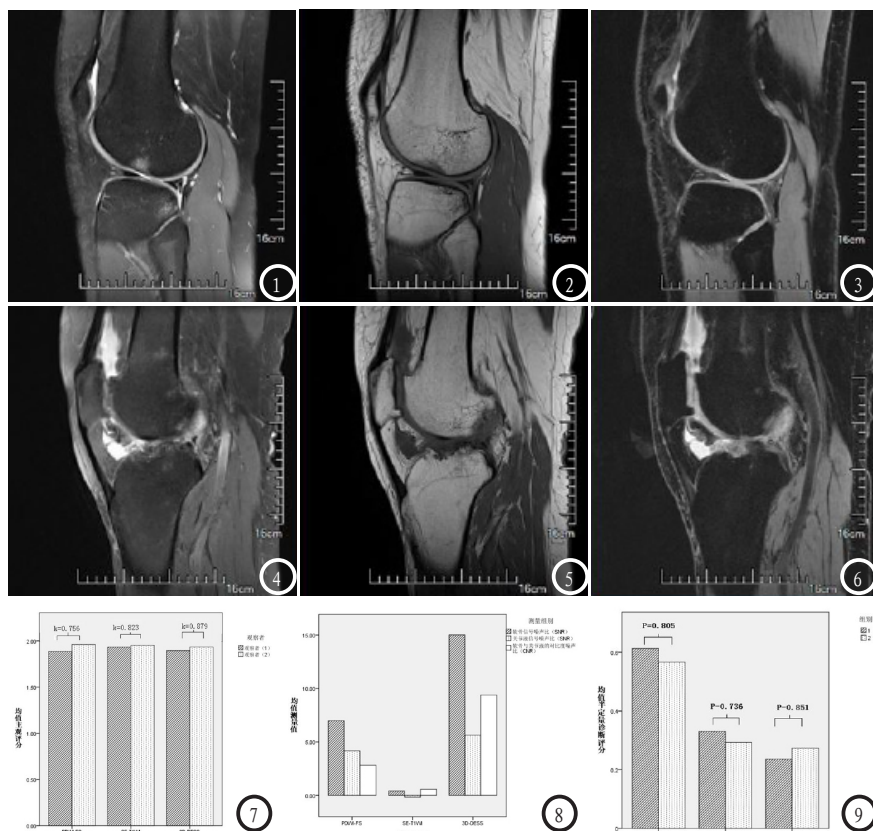


图1-3 女性OA患者, 35岁; 图4-6 男性OA患者, 67岁。图1、图3为PDWI-FS序列; 图2、图4为SE-T₁WI序列; 图3、图6为3D-DESS序列。图1-3所示软骨缺损累及全层<50%, 归为轻度OA组; 图4所示软骨缺损累及全层>50%, 归为重度OA组, 图4及图6所示软骨缺损累及全层>50%, 归为重度OA组。图7 主观评分一致性; 图8 客观测量结果; 图9 序列半定量诊断一致性

- Radiol, 2011, 11 (2): 236-241.
- [4] Dregely I, Margolis DAJ, Sung K, et al. Rapid quantitative T2 mapping of the prostate using three-dimensional dual echo steady state MRI at 3T [J]. Magn Reson Med, 2016, 76: 1720-1729.
- [5] Peterfy CG, Schneider E, Nevitt M. The osteoarthritis initiative: report on the design rationale for the magnetic resonance imaging protocol for the knee [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2008, 16 (12): 1433-1441.
- [6] Ruehm S, Zanetti M, Romero J, et al. MRI of patellar articular cartilage: evaluation of an optimized gradient echo sequence (3D-DESS) [J]. Journal of magnetic resonance imaging: JMRI, 1998, 8: 1246-1251.
- [7] 中华医学会影像技术分会. MRI检查技术专家共识 [J]. 中华放射学杂志, 2016, 50 (10): 724-739.
- [8] 陈玲, 梁文, 全显跃, 等. MRI T1ρ成像技术早期诊断膝骨性关节炎早期软骨损伤 [J]. 中国医学影像技术, 2015, 31 (2): 290-293.
- [9] Moriya S, Miki Y, Kanagaki M, Matsuno Y, Miyati T. 90°-flip-angle three-dimensional double-echo steady-state (3D-DESS) magnetic resonance imaging of the knee: Isovoxel cartilage imaging at 3 Tesla [J]. European Journal of Radiology, 2014, 4: 034.
- [10] Schaefer FK, Kurz B, Schaefer PJ, et al. H. Accuracy and precision in the detection of articular cartilage lesions using magnetic resonance imaging at 1.5 Tesla in an in vitro study with orthopedic and histopathologic correlation [J]. Acta radiologica, 2007, 48 (10): 1131-1137.
- [11] Moriya S, Miki Y, Matsuno Y, et al. Three-dimensional double-echo steady-state (3D-DESS) magnetic resonance imaging of the knee: establishment of flip angles for evaluation of cartilage at 1.5T and 3.0T [J]. Acta radiologica, 2012, 53 (7): 790-794.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2018-11-12