

论 著

3D-DESS序列与常规SE序列对血友病性关节病骨软骨病变显示的对比*

深圳市儿童医院放射科

(广东 深圳 518038)

曾伟彬 曾洪武 方佃刚
曹卫国 干芸根

【摘要】目的 探讨3D-DESS序列与常规SE序列T₂WI-TSE-FS序列、PDWI-TSE-FS序列评估血友病性关节病骨软骨病变的价值。**方法** 采用西门子SKYRA 3.0T MRI对27个关节(膝、踝和肘)行磁共振扫描, MRI序列包括三维双回波稳态成像(three dimensional dual-echo steady state, 3D-DESS)、T₂加权像快速自旋回波脂肪抑制(T₂WI-TSE-FS)、质子加权脂肪抑制快速自旋回波(PDWI-TSE-FS)。应用国际血友病预防治疗研究组(International Prophylaxis Study Group, IPSP)评分表, 分别对关节软骨损伤、骨表面侵蚀、小囊变进行评分, 比较这三个序列的评分在评估血友病性关节病骨软骨病变的结果的差异, $P < 0.05$ 具有统计学意义。**结果** 3D-DESS、T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS序列显示关节软骨病变的IPSP评分分别为 (2.00 ± 1.24) 、 (0.48 ± 0.75) 、 (0.74 ± 0.94) , 3D-DESS序列关节软骨病变IPSP评分明显高于常规SE序列, 差异具有统计学意义; 3D-DESS、T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS序列骨表面侵蚀的IPSP评分分别为 (0.89 ± 0.75) 、 (1.37 ± 0.69) 、 (1.33 ± 0.68) , 常规SE序列的骨表面侵蚀IPSP评分明显高于3D-DESS序列, 差异具有统计学意义; 三个序列的小囊变IPSP评分差异不具有统计学意义。**结论** 3D-DESS序列较T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS显示关节软骨更清晰, 是显示关节软骨病变的最佳扫描序列之一, 对于诊断血友病性关节病的关节软骨病变有较高的临床应用价值。

【关键词】 双回波稳态; 血友病性关节病; 磁共振成像

【中图分类号】 R554

【文献标识码】 A

【基金项目】 深圳市医疗卫生三名工程项目资助(SZSM202011005)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.12.046

通讯作者: 曾洪武

Comparison of 3D-DESS Sequences and Conventional SE Sequences on Bone Cartilage Lesions of Hemophiliac Arthropathy*

ZENG Wei-bin, ZENG Hong-wu, FANG Dian-gang, et al. Department of Radiology, Shenzhen Children's Hospital, Shenzhen 518038, Guangdong Province, China

[Abstract] **Objective** To evaluate the value of 3D-DESS sequence and conventional SE sequence T₂WI-TSE-FS sequence and PDWI-TSE-FS sequence in evaluating bone cartilage lesions of hemophiliac arthropathy. **Methods** Scanned 27 joints (knee, ankle and elbow) with Siemens SKYRA 3.0T MRI 3D-DESS, T₂WI-TSE-FS, PDWI-TSE-FS sequences. Application of the International Prophylaxis Study Group (IPSP) score sheet, cartilage degradation, surface erosions involving subchondral cortex or joint margins and subchondral cysts were scored respectively. Comparing the scores of these three sequences in evaluating osteochondral lesions in hemophiliac arthropathy, $P < 0.05$ is statistically significant. **Result** The IPSP scores of 3D-DESS, T₂WI-TSE-FS and PDWI-TSE-FS articular cartilage lesions were (2.00 ± 1.24) , (0.48 ± 0.75) and (0.74 ± 0.94) , respectively. The IPSP score of 3D-DESS sequence articular cartilage lesions was significantly higher than that of conventional sequences, and the difference was statistically significant. The IPSP scores of 3D-DESS, T₂WI-TSE-FS and PDWI-TSE-FS sequences of bone surface erosion were (0.89 ± 0.75) , (1.37 ± 0.69) , (1.33 ± 0.68) , respectively. The IPSP score of bone surface erosion in conventional SE sequences was significantly higher than that of 3D-DESS sequence, and the difference was statistically significant. There was no significant difference in IPSP scores among three sequences of subchondral cysts. **Conclusion** The 3D-DESS sequence shows clearer articular cartilage than T₂WI-TSE-FS and PDWI-TSE-FS, and is one of the best scanning sequences for articular cartilage lesions. It has high clinical value in the diagnosis of articular cartilage lesions in hemophiliac arthropathy.

[Key word] Dual-echo Steady State (DESS); Hemophiliac Arthropathy; Magnetic Resonance Imaging

近年来,随着磁共振成像(MRI)技术的发展, MRI在关节的应用已由常规的二维序列扫描向三维形态成像、功能成像发展。目前对软骨显示较好的序列主要有三维双回波稳态成像(three dimensional dual-echo steady state, 3D-DESS)、三维扰相梯度回波(three dimensional spoiled gradient-recalled, 3D-FLASH)、多回波数据联合成像(multi echo data image combination, MEDIC)以及真实稳态快速梯度回波(true fast imaging with steady precession TrueFISP)序列, 3D-FLASH序列在软骨信噪比及软骨与关节液对比信噪比均高于3D-DESS, 3D-FLASH和TrueFISP序列成像时间比较长, 易出现运动伪影, 图像质量易影响, 且对磁场不均匀比较敏感, 容易出现伪影。MEDIC序列具有高对比度, 能减轻磁敏感伪影同时保持较高的空间分辨率, 缺点是成像时间较长。3D-DESS序列对关节软骨病损敏感性也较高, 有研究表明其对软骨病损的诊断率与3D-FLASH序列无显著差异且成像时间明显缩短^[1]。综合比较后, DESS序列是相对较为优化的软骨磁共振序列^[2], 能较好地兼顾扫描时间和成像质量。选择合适的序列进行检查对病变的准确显示起关键作用。本研究通过3.0T MRI的3D-DESS序列与常规SE序列T₂WI-TSE-FS序列、PDWI-TSE-FS序列矢状

位比较分析适合于血友病性关节炎病变显示的最佳序列，并运用目前国际血友病预防治疗研究组最新的评分系统(International prophylaxis study group ,IPSG)^[3]作为评估。

1 材料与方法

1.1 研究对象 收集2014年8月至2018年5月我院就诊的18例经临床实验室检查确诊为血友病甲患儿的27个关节的MRI图像。

患儿年龄3~17岁，平均年龄9.8岁，临床确诊均为血友病甲的18例，血友病是X染色体隐性遗传，大部分为男性发病，本病例组均为男性患儿，其中膝关节8个、踝关节16个，肘关节3个。所有受检儿童的家属均同意参加此项研究并签署知情同意书。

1.2 MRI检查方法 采用德国

西门子MAGNETOM Skyra 3.0T磁共振扫描仪，不能配合的儿童扫描前口服或直肠给10%水合氯醛溶液镇静，剂量为0.5mL/kg，总量不超过10mL，待其熟睡后扫描。扫描序列包括T₁WI-TSE、T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS以及3D-DESS，各扫描序列主要参数详见表1。

1.3 MRI评分系统 MRI评分应用世界血友病联盟国际血友病预防治疗研究组(IPSG)影像评估组织于2012年制定的评分系统(表2)。IPSG主要分为两大类评分：关节软组织关节积液/积血、滑膜增厚、含铁血黄素沉积，骨软骨病变的骨表面侵蚀、关节面下骨囊肿、关节软骨缺损方面分别对关节病变严重程度进行全面评估及量化，本次我们应用的是骨软骨病变部分评分0~8分，0分为正常，分数越高，则病变越严重。

1.4 统计学分析 由两名经

过IPSG评分培训的高年资影像科医师双盲法对图像进行评估。运用SPSS22.0软件进行统计分析。统计学方法：3D-DESS、T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS各组内等级资料的比较采用Wilcoxon比较，P<0.05具有统计学意义。

2 结果

2.1 骨关节面侵蚀3D-DESS分别与T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS比较 差异有统计学意义，T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS评分均高于3D-DESS(P<0.05)。见表3

2.2 小囊变3D-DESS分别与T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS比较 差异无统计学意义(P>0.05)。见表4。

2.3 关节软骨损伤3D-DESS分别与T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS比较 差异有统计学意义，T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS评分均低于3D-DESS(P<0.05)。见表5。

3 讨论

血友病是X性染色体隐性遗传出血性疾病，大部分由母亲传给下一代男孩。根据缺乏凝血因子的不同，分为血友病甲(第Ⅷ因子)、血友病乙(第Ⅸ因子)两型。

表1 膝关节MRI各成像序列参数比较

参数	T ₂ WI-TSE-FS	PDWI-TSE-FS	3D-DESS
TR(毫秒)	3600	3400	14
TE(毫秒)	72	33	5
FA(度)	150	150	60
FOV	190	190	150
矩阵	384×268	320×224	256×240
激励次数	1	1	1
层厚(mm)	3	3	0.6
层距(mm)	0.3	0.3	0.12

表2 IPSG MRI量表：血友病性关节炎病评估

骨软骨病变		评分
软骨下骨表面或关节边缘表面的骨侵蚀	任何骨表面出现骨侵蚀	1
	至少1块骨出现关节表面一半或大于一半的骨侵蚀	1
小囊肿	至少1处关节面下囊肿	1
	至少2块骨中出现软骨下囊肿，或至少1块骨累及三分之一或以上关节表面下囊肿	1
关节软骨损伤	出现软骨破坏	1
	至少1块骨的软骨厚度达到一半或以上	1
	至少1块骨某一区域软骨完全缺失	1
	关节软骨全层缺失，包括至少1块骨的软骨缺失达到关节面的一半或以上	1
	最大8分	
骨软骨病变评分		

表3 三个序列骨关节面侵蚀部分IPSG评分

3D-DESS	T2WI-FSE-FS	PDWI-TSE-FS	Z	P
0.89 ± 0.75	1.37 ± 0.69		-2.667	0.008
0.89 ± 0.75		1.33 ± 0.68	-2.652	0.008

表4 三个序列小囊变部分IPSG评分

3D-DESS	T2WI-TSE-FS	PDWI-TSE-FS	Z	P
0.52 ± 0.80	0.67 ± 0.83		-1.414	0.157
0.52 ± 0.80		0.63 ± 0.79	-1.134	0.257

表5 三个序列关节软骨损伤部分IPSG评分

3D-DESS	T2WI-TSE-FS	PDWI-TSE-FS	Z	P
2.00 ± 1.24	0.48 ± 0.75		-4.166	0.001
2.00 ± 1.24		0.74 ± 0.94	-3.886	0.001

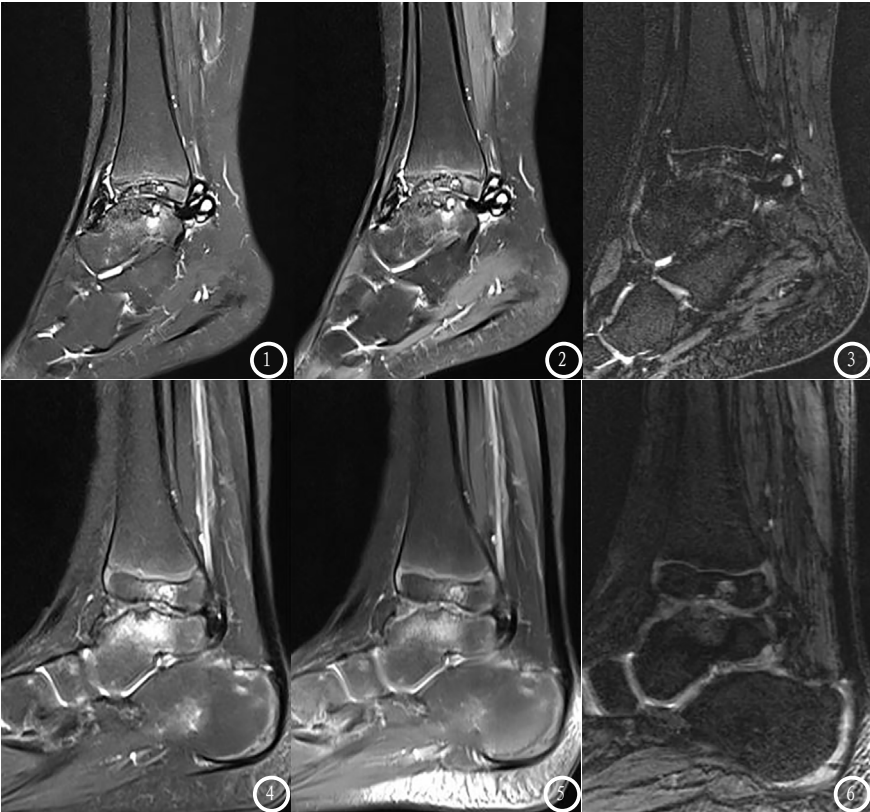


图1-3 男，15岁，血友病甲。图1 T₂WI-FSE-FS；图2 PDWI-FSE-FS显示胫骨、距骨关节面下骨质可见大片高信号影，提示骨关节面侵蚀，伴小囊形成，胫距关节间隙变窄，骨关节面侵蚀、小囊变及软骨退变评分均为2分；图3 3D-DESS序列显示骨关节面侵蚀、小囊变不如T₂WI-FSE-FS、PDWI-FSE-FS序列清晰，但关节软骨显示较T₂WI-FSE-FS、PDWI-FSE-FS清晰，软骨不均匀变薄，骨关节面侵蚀、小囊变评分均2分，软骨退变评分4分。图4-5 男，8岁，血友病甲。图4 T₂WI-FSE-FS、图5 PDWI-FSE-FS序列显示骨关节面侵蚀、骨髓水肿较图6：3D-DESS序列清晰，病变信号较高，范围较大，骨关节面侵蚀、小囊变评分均为2分，软骨退变评分1分。图6 3D-DESS序列显示关节软骨呈中高信号，厚薄不均，提示部分软骨缺失，其内可见斑点状高信号影，提示损伤，骨关节面侵蚀评分2分，小囊变评分1分，软骨退变评分3分；T₂WI-FSE-FS、PDWI-FSE-FS、3D-DESS序列均可显示胫骨远端骨骺小囊变。

关节出血是血友病的特征之一，长期反复大量的出血可导致滑膜、关节软骨以及软骨下骨质的一系列病理改变，晚期甚至可出现关节强直、畸形，给患者造成很大的痛苦及较高的致残率。

血友病性关节病的特点是关

节内自发性或外伤出血铁沉积的刺激产生滑膜炎，伴随细胞因子的释放，反复的滑膜炎可导致软骨和软骨下骨的破坏^[4]。最常见的靶关节为膝、踝、肘关节^[5]，因此本研究将患儿的膝、踝、肘关节纳入受检关节。

国际血友病预防治疗研究组（IPSG）影像评估组于2012年制定的MRI评分系统，分别从关节软组织（关节积液/积血、滑膜增厚、含铁血黄素沉积）及骨软骨病变（骨表面侵蚀、关节面下骨囊肿、关节软骨缺失）两方面对关节病变严重程度进行量化评估，通过细化关节软组织及软骨改变可早期发现细小病灶，可对血友病性关节病的治疗疗效进行评估。IPSG评分可作为早期、中期的血友病性关节病的预后和血友病的治疗做出评估^[3]。

IPSG分别从关节软组织及骨软骨两方面评价关节病情况，T₂WI-FSE-FS、PDWI-FSE-FS显示小囊变，骨髓水肿、关节腔积液比较敏感且清晰，但常规SE序列层厚较厚，关节软骨病变的显示敏感性不高，3D-DESS序列较T₂WI、PDWI序列具有连续薄层扫描、多平面重建图像的优点，对于其他3D序列具有扫描时间短、图像分辨率高等优势，是目前对关节软骨较为敏感的成像序列之一^[6]。3D-DESS序列在采集稳态进动快速成像（fast imaging with steady-state precession, FISP）信号的同时，也采集反转稳态进动快速成像（time reversal of FISP, PSIF）的信号，2个回波信号叠加，增加了FISP的T₂WI信号强度，获得高信噪比且T₂权重较重的图像，可更好地显示关节积液、关节软骨。3D-DESS图像上骨质、脂肪显示为低信号，关节积液显示为高信号，关节软骨显示为中高信号，在骨关节成像时有良好的软骨与液体的对比度^[7]，有利于膝、踝、肘关节软骨变性、缺损等病变的显示。

Eckstein等^[8]的研究表明3D-DESS序列在关节软骨成像方面，比其他常规序列具有更好的信噪比，能准确显示关节软骨

病变。李洁等^[9]的研究通过一组膝关节病例进行3D-DESS序列扫描,并与关节镜结果对比,发现该序列对软骨的损伤具有高特异度和高敏感度。本研究结果显示3D-DESS序列与T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS比较发现,3D-DESS序列显示血友病性关节病软骨损伤较常规SE序列更清晰,差异具有统计学意义($P < 0.05$),但显示血友病性关节炎骨表面侵蚀方面,T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS序列比3D-DESS序列显示病变更多,差异具有统计学意义($P < 0.05$),原因与3D-DESS序列本身的T₂权重较重有关,对比度下降,图像上骨病变信号显示为较低信号,对软骨下骨及骨髓水肿显示不如常规SE序列对比度高。3D-DESS序列与常规SE序列比较显示血友病性关节病小囊变病变,差异不具有统计学意义($P > 0.05$)。3D-DESS序列与SE常规序列相比不仅在关节软骨病变敏感性更高,而且另一优势可在较短时间内获得薄层图像,可进行MPR多平面重建,获得所需要的任意层面图像,方便和清晰地显示关节软骨,减少容积效应和漏诊,而目前常规SE序列需要进行多次扫描才能获得多方位成像,在目前病人较多情况下,3D-DESS序列可减少检查扫描时间,优化序列组合。

3D-DESS序列激发角度与图像信噪比及对比度有很大关系,采用合适的激发角度可获得更好的图像^[10],本研究经过多次不同激发角度扫描试验,软骨与滑液的对比信噪比在激发角 $\leq 60^\circ$ 时随着角度增加而增加,但在 $> 75^\circ$ 时软骨信号降低,对比信噪比下降,比较发现DESS翻转角度为 60° 时可获得良好的信噪比,图像质量最佳^[11-12],显示关节软骨和关节积液成像好,增加两者对比度,可早期发现软骨病变。

综上所述,本研究结果表明,与常规SE序列比较,3D-DESS序列能更清晰显示关节软骨病变^[13],减少容积伪影,且能进行多平面重建,但对比骨表面侵蚀及小囊变病变显示不如常规SE序列,提示在进行血友病性关节病检查时需要同时结合常规SE序列和3D-DESS序列观察关节软骨病变,以避免漏诊。本研究存在一些不足之处,未能使用膝关节线圈,层厚太薄,信噪比降低,图像质量未能达到最佳。

3D-DESS序列具有高敏感性、关节积液对比度高、扫描时间相对不长、图像可后处理功能强大等诸多优点。3D-DESS以高空间分辨率和对关节透明软骨、韧带周围积液的优异显示能力,三维薄层成像对软骨的细微损伤较常规序列更敏感^[14],未来将应用3D-DESS检测关节软骨病变,通过T₂ mapping序列获得关节软骨T₂值,力求更早发现关节软骨损伤,并且与3D-DESS图像融合提高病变定位的准确性,在形态学改变之前更早发现病变,提高血友病性关节炎的IPSG评分的准确性。

综上所述,3D-DESS序列较T₂WI-TSE-FS、PDWI-TSE-FS显示关节软骨更清晰,是显示关节软骨病变的最佳扫描序列之一,对于诊断血友病性关节病的关节软骨病变有较高的临床应用价值。

参考文献

- [1] 宗敏,冯阳,邹月芬,等. 3.0T MR SPACE序列与传统关节软骨三维成像序列比较研究[J]. 临床放射学杂志, 2010, 29(4): 486-489.
- [2] 杨琼,郑卓肇. DESS、MEDIC、TrueFISP磁共振扫描序列对膝关节软骨成像的比较[J]. 中国医学影像技术, 2010, 26(3): 535-537.
- [3] Lundin B, Manco-Johnson ML, Ignas DM, et al. An MRI scale

for assessment of haemophilic arthropathy from the International Prophylaxis Study Group[J]. Haemophilia, 2012, 18(6): 962-970.

- [4] 刘仕林,王纓,曾伟彬,等. MRI对儿童血友病性关节病病情严重程度的评估价值及影像特点分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(9): 134-138.
- [5] 邓家栋,杨崇礼,杨天楹. 临床血液学[M]. 2001, 上海: 上海科学技术出版社, 2001: 1394-1413.
- [6] 朱乐发. 关节软骨双回波稳态序列磁共振成像研究进展[J]. 实用放射学杂志, 2012, 28(11): 1794-1796.
- [7] 杨正汉,冯逢,王霄英. 磁共振成像技术指南: 检查规范、临床策略及新技术应用[M]. 2010, 北京: 人民军医出版社, 2010: 780-781.
- [8] Eckstein F, Hudelmaier M, Wirth W, et al. Double echo steady state magnetic resonance imaging of knee articular cartilage at 3 Tesla: a pilot study for the Osteoarthritis Initiative[J]. Ann Rheum Dis, 2006, 65(4): 433-441.
- [9] 李洁,郑卓肇. MRI 3D-DESS序列在膝关节病变诊断中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2011, 27(9): 1386-1389.
- [10] Moriya S, Miki Y, Yokobayashi T, et al. Three-dimensional double-echo steady-state (3D-DESS) magnetic resonance imaging of the knee: contrast optimization by adjusting flip angle[J]. Acta Radiol. 2009, 50(5): 507-511.
- [11] 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, 1492.
- [12] 李晓燕,闫恒星,殷志杰,等. 3D-DESS序列与常规序列对膝关节软骨显示情况的比较[J]. 滨州医学院学报. 2015, (4): 282-284, 318.
- [13] 李晓芬,刘明,查婧,等. 3D-DESS序列与常规序列对腕关节软骨成像的对比研究[J]. 南昌大学学报(医学版). 2017, (6): 65-67.
- [14] 袁文昭,邓德茂,梁继军,等. 三维双回波稳态序列观察正常腕关节软骨[J]. 中国医学影像技术. 2014, (6): 918-921.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2019-06-08