

论 著

磁共振3D-DESS序列
在小儿多指(趾)畸形术
前评估中的应用李晶灵¹ 张航² 刘莹^{1,*}

1.空军军医大学西京医院放射科

(陕西 西安 710032)

2.空军军医大学西京医院骨科

(陕西 西安 710032)

【摘要】目的 探讨MRI三维双重回波稳态成像(3D-DESS)序列在小儿多指(趾)畸形术前评估中的应用价值。方法 前瞻性选择2021年5月至2022年4月期间我院骨科收治的多指(趾)畸形患儿18例为研究对象,术前对患儿进行MRI 3D-DESS序列扫描,由两名高年资医生采用双盲3分制法分析图像质量;且以手术探查结果为金标准,分析图像结果与术中探查结果的一致性。结果 18例患儿均扫描成功,图像能清晰显示软骨骨骺、肌腱及骨组织,所有图像质量均满足诊断要求,其中16例(88.9%)评分为3分,平均为2.6±0.3,两位医生对图像质量的评估ICC值为0.8579(95% CI: 0.7253-0.9658)。所有病例图像诊断结果与术中探查结果完全一致。结论 无创无辐射的MRI 3D-DESS序列可提供患儿畸形指(趾)的软骨骨骺、肌腱及骨组织生长发育情况,对于小儿多指(趾)畸形术前的评估及手术方案的制定具有较高的临床诊断价值。

【关键词】磁共振;多指(趾)畸形;骨骺;
三维双重回波稳态成像

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.06.052

The Value of MRI 3D-DESS Technique in
Preoperative Evaluation of Polydactyly in
ChildrenLi Jing-ling¹, ZHANG Hang², LIU Ying^{1,*}

1.Department of Radiology, Xijing Hospital of Air Force Military Medical University, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China

2.Department of Orthopaedics, Xijing Hospital of Air Force Military Medical University, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of magnetic resonance (MR) 3 Dimensions-Double echo steady state(3D-DESS)technique in preoperative evaluation of polydactyly in children. **Methods** 18 children were prospectively enrolled in this study, who were clinically diagnosed as polydactyly in the Department of Orthopaedics of our hospital from May 2021 to April 2022. Preoperative MRI 3D-DESS scan was performed. Image quality was analyzed by two senior radiologists using a double-blinded 3-point scale, and the intraoperative results were used as the "gold standard" to analyze the consistency of image results and intraoperative results. **Results** All the 18 children performed MRI scanning successfully. The epiphysis, tendon and bone tissue were clearly showed. All the image quality met the diagnostic requirements, of which the score of 16 cases (88.9%)was 3 point, with an average score of 2.6±0.3. ICC value of two doctors' assessments of image quality was 0.8579(95% CI: 0.7253-0.9658). The image results of all the cases were consistent with intraoperative findings. **Conclusion** Non-invasive and radiation-free MR 3D-DESS technique can provide the growth and development information of cartilage epiphysis, tendon and bone tissue of polydactyly in children before surgery, which has high value for preoperative evaluation and preparation of surgical treatment.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Polydactyly; Epiphysis; 3D-DESS

多指(趾)畸形发病原因较复杂,可能跟遗传、环境、营养等多种因素有关,常常表现为单个或多个手指(足趾)的畸形,是小儿骨科中比较常见的一种疾病^[1]。对于多指(趾)畸形的患儿,手术过程中的对于骨骺的处理方法有明显的侧重点和差异,若术中骨骺部位处理不当,可能会导致患儿手指(足趾)的畸形生长^[2-3](图1),甚至生长停滞。一般情况下,患儿手术时年龄较小,常规术前行X线检查,可以清楚的显示骨骼,但是对于软骨骨骺、肌腱等软组织难以区分,无法直接辨别共享骨骺或单独骨骺的情况^[2,4](图2)。且由于患儿年龄较小,组织结构小,磁共振(MRI)常规扫描序列层厚较厚(最小3mm),并不能十分满意显示畸形指(趾)骨骺等结构^[5]。本研究通过利用MRI 3D-DESS序列扫描小儿多指(趾)畸形,并且对比图像诊断结果与术中探查结果的一致性,以期评价MRI 3D-DESS序列在小儿多指(趾)畸形术前评估及治疗方案制定中的临床价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入18例经骨科评估均需手术的多指(趾)畸形患儿,年龄8月~2.5岁,平均(1.2±0.8岁),所有入组患者均经过伦理委员会批准,并与家长签署知情同意书。

1.2 检查方法 检查前去除陪伴家属及患儿身上所有金属物品,由于患儿较小,无法自主配合磁共振检查,因此患儿扫描前口服或直肠给10%水合氯醛溶液镇静,用量:0.5 mL/kg,待患儿熟睡后采用西门子AERA 1.5T超导MRI成像设备进行扫描。均采用Normal模式(SAR值<2.0W/kg),分别行冠状位3D-DESS、冠状位T₁和轴位T₂序列扫描,各扫描序列主要参数详见表1。

进行多指畸形扫描时使用硬质纸板固定于手掌,使手指伸直,掌心向下,使用8通道柔软线圈覆盖于患儿手部,并用沙袋固定,患儿身体向健侧移位,尽量使被检测手指处于线圈及主磁体中心以保证图像质量,患儿采用仰卧位,头先进的体位进行扫描。

进行多趾畸形扫描时足底固定硬质纸板,使足垂直于扫描床,使用踝关节8通道相控阵专用线圈,患儿采用仰卧位,足先进的体位进行扫描。

表1 扫描参数对照

	TR(ms)	TE(ms)	层厚(mm)	层间距(mm)	矩阵	FOV(mm)	扫描时间(s)
冠状位3D-DESS	20	7.42	0.8	0.2	190×256	120	150
冠状位T ₁	836	7.8	3	0.3	190×256	120	132
轴位T ₂	4120	11	3	0.3	162×256	120	117

1.3 图像分析 所有MRI图像均由两名高年资影像诊断医生采用双盲3分制法对扫描图像进行独立评分,意见不统一时由第3位更高年资医师确定。图像标准参考相关文献制定^[6]:骨骺和相关手指显示不清,卷积或运动伪影严重,记1分;骨骺或相关手指显示欠佳,轻

【第一作者】李晶灵,女,主管技师,主要研究方向: MRI技术。E-mail: lijingling1218@163.com

【通讯作者】刘莹,女,副主任医师,主要研究方向: MRI诊断。E-mail: yingyinglyly@126.com

微卷积或运动伪影，记2分；骨骺和相关手指均清晰显示，无卷积或运动伪影，记3分。1分无法满足诊断要求，2分以上满足诊断要求，3分为图像优良。用SPSS 22.0统计两名医生盲法评分的一致性ICC值，最后对有分歧的分值两人协商决定。

2 结果

18例多指(趾)畸形患儿均扫描成功(100%)(如图3-图5)。图像质量评分：16例(88.9%)在3分，平均分 2.6 ± 0.3 ，所有图像均能满足诊断，两位医生的盲法评分ICC值为0.8579(95%CI: 0.7253-0.9658)。MRI结果显示2例为多趾畸形，16例为多指畸形(其中1例为蹼状指畸形，3例为Wassel III型，10例为Wassel IV型，2例为Wassel V型，表2)，MRI检查诊断结果与术中探查结果一致性为100%。

表2 图像评分和结果对照

性别	年龄	MRI诊断	图像评分	与术中结果比较
女	1岁3月	右手第一近节指骨分化完全，有共同的骨骺与掌骨相关节(Wassel IV型)	3	相符
女	1岁1月	右手第一近节指骨分化完全，有共同的骨骺与掌骨相关节(Wassel IV型)	3	相符
男	1岁5月	左手第一近节指骨分化不完全，与掌骨形成正常的关节(Wassel III型)	3	相符
男	1岁3月	左手第一近节指骨分化完全，有共同的骨骺与掌骨相关节(Wassel IV型)	3	相符
男	8月	右手第一近节指骨分化完全，有独立的骨骺与掌骨相关节(Wassel IV型)	3	相符
男	1岁6月	左手第一近节指骨分化完全，有共同的骨骺与掌骨相关节(Wassel IV型)	2	相符
女	1岁1月	左手第3、4掌骨间肌肉较薄，呈蹼状，远端骨软骨间隙窄，部分融合，且近节指骨近端骨骺呈一块远端手指分离	3	相符
女	1岁2月	左手第一掌骨分化不完全，与有独立骨骺的近节指骨分别形成关节(Wassel V型)	3	相符
男	1岁1月	左足第五近节指骨分化完全，有共同的骨骺与跖骨相关节	3	相符
女	11月	右手第一近节指骨分化完全，有独立的骨骺与掌骨相关节(Wassel IV型)	3	相符
女	1岁	左手第一近节指骨分化完全，有共同的骨骺与掌骨相关节(Wassel IV型)	2	相符
男	1岁2月	右手第一掌骨分化不完全，与有独立骨骺的近节指骨分别形成关节(Wassel V型)	3	相符
女	1岁3月	左手第一近节指骨分化不完全，与掌骨形成正常的关节(Wassel III型)	3	相符
男	1岁6月	右手第一近节指骨分化完全，有独立的骨骺与掌骨相关节(Wassel IV型)	3	相符
男	2岁5月	右足第五近节指骨分化完全，有独立的骨骺与掌骨相关节，远端可见第5、6跖骨，第6趾骨肌腱显示不清。	3	相符
男	1岁11月	左手第一近节指骨分化完全，有独立的骨骺与掌骨相关节(Wassel IV型)	3	相符
女	1岁4月	右手第一近节指骨分化完全，有独立的骨骺与掌骨相关节(Wassel IV型)	3	相符
女	1岁6月	左手第一近节指骨分化不完全，与掌骨形成正常的关节(Wassel III型)	3	相符

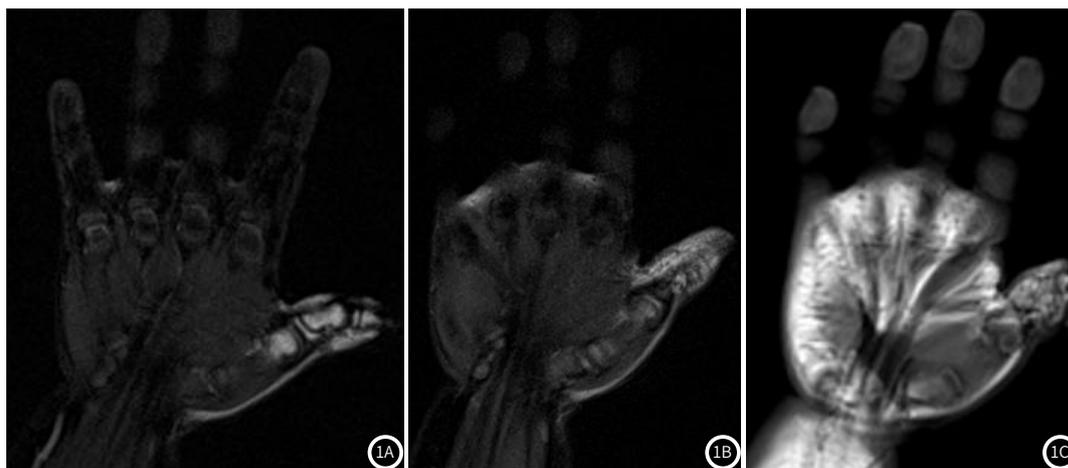


图1A-图1C 男，2岁，右手拇指畸形术后半年。MRI显示右手拇指皮下肿胀，近端指骨稍增粗，骨干扭曲，略后倾(箭头)。

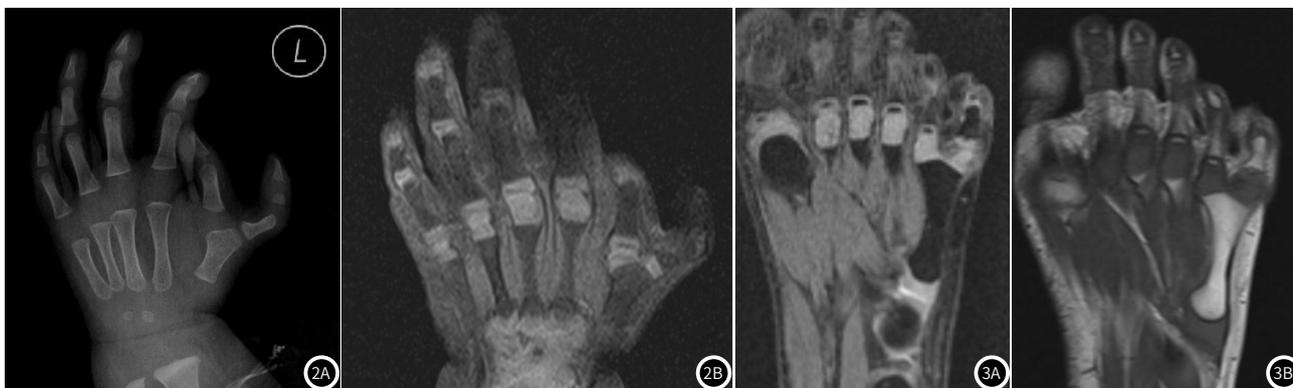


图2A-图2B 男，1岁11个月，左手拇指多指畸形。X线平片可清楚显示骨骼，但无法直接区分共享骨骺或单独骨骺(图2A箭头)。MRI则可清晰显示出共享骨骺或单独骨骺的情况(图2B箭头)。

图3A-图3B 男，2岁5个月，右足多趾畸形。MRI显示远端可见第5、6趾骨，分化完全，与跖骨有独立的骨骺相关节(箭头)。

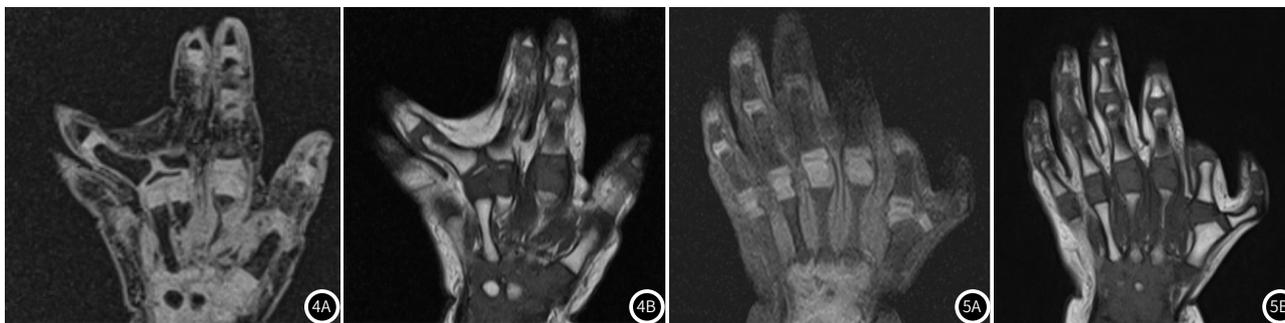


图4A-图4B 女, 1岁1个月, 左手畸形。MRI显示第3、4掌骨间肌肉较薄, 呈蹼状, 远端骨软骨间隙部分融合, 近节指骨近端骨骺融合(箭头), 远端手指分离。

图5A-图5B 男, 1岁11个月, 左手拇指多指畸形。MRI显示左手第一近节指骨分化完全, 有独立的骨骺与掌骨相关节(Wassel IV型), 内侧较大(箭头), 内侧拇指形态较外侧长。

3 讨论

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、功能成像方向发展。磁共振常规PDWI、T₂WI序列多为自旋回波或快速自旋回波序列, 扫描层厚最小为3mm, 对骨骺的显示往往不够理想^[5], 而3D-DESS序列为梯度回波序列, 可更好的显示关节积液、软骨和脂肪, 且层厚及层间距均小于1mm, 有可连续薄层扫描、图像分辨率高及多方位重建图像等优点^[7-8], 因此3D-DESS序列更适合年龄较小的患儿, 可在术前为临床医生提供患儿畸形指(趾)的软骨骨骺、肌腱及骨组织生长发育情况, 便于医生提前设计对患儿最有利的手术方案, 避免患儿术后继发性畸形及二次手术的风险, 提高患儿预后和功能恢复情况。

多指(趾)畸形是小儿骨科中最常见的一种疾病。桡侧多指畸形是手部常见的先天畸形之一, 表现为拇指分裂重复。临床上最常用的桡侧多指畸形分型系统为Wassel分型^[2-3]。即I型远节指骨分叉型、II型远节指骨复指型、III型近节指骨分叉型、IV型近节指骨复指型、V型掌骨分叉型、VI型掌骨复指型和VII型三节指骨型。本研究Wassel IV型最多(10/18, 55.56%), 与以往文献报道结果相符^[9-10]。

儿童骨骺是由骨骺的生长发育形成, 骨骺是骨骼发育中的继发骨化中心。一直以来, X线平片是诊断多指(趾)畸形的首选检查方法, 并且是判断分型的重要依据, 但一般情况下, 患儿手术时年龄较小, 骨骺未完全骨化, X线平片无法直接辨别单独骨骺或共享骨骺的情况; 关节造影因有放射性和创伤性, 虽能提高软组织诊断的准确性, 但在临床中的应用受限^[3,11]。随着磁共振技术的发展和普及, 可以清楚显示骨骺^[12], 从而为临床医生的准确诊断和手术方案的选择提供客观的依据。

磁共振成像序列较多, 选择合适的序列进行检查对病变的准确显示起关键作用。目前对软骨显示较好的序列主要有3D-DESS(three dimensional dual-echo steady state, 三维双回波稳态成像)、3D-FLASH(three dimensional spoiled gradient-recalled, 三维扰相梯度回波)、MEDIC(multi echo data imagine combination, 多回波数据联合成像)以及True FISP(true fast imaging with steady precession, 真实稳态快速梯度回波)序列^[13]。MEDIC、3D-FLASH和TrueFISP序列扫描时间比较长, 且对磁场均匀性要求较高, 容易出现各种伪影, 图像质量因而受到影响。3D-DESS序列对关节软骨病变敏感性较高, 成像时间明显缩短。因此, 3D-DESS序列是相对较为优化的磁共振软骨序列。

三维双回波稳态成像梯度回波序列即3D-DESS(3 dimensions—double echo steady state)序列, 是稳态进动快速成像(fast spin steady precession, FISP)序列与其反相位成像(PSIF)相结合形成的一个序列, 在一个重复时间内采集两种信号, 将重建后的两种回波信号进行叠加获得的图像, 这种采集方法获得的图像具有较好的信噪比及分辨率^[7-8]。此外, 该序列为三

维薄层扫描, 避免部分容积效应的影响, 并可进行任意方位的重建, 对于骨骺显示的综合效果优于PD及T₂WI序列^[6,12], 且我们的研究显示利用3D-DESS序列的图像诊断结果与术中探查结果完全一致。综上所述, 3D-DESS序列在小儿多指(趾)畸形术前评估中可为医生清晰提供畸形指(趾)软骨骨骺、肌腱等软组织信息, 以便设计出更有利于患儿的手术方案, 最大限度提高患儿预后畸形指(趾)功能恢复情况。

本研究由于入组病例较少, 未对骨骺进行定量分析, 有待进一步研究, 为临床医生提供更详尽的信息。

参考文献

- Braun T, Trost J, Pederson W. Syndactyly release[J]. *Seminars in Plastic Surgery*, 2016, 30(4): 162-170.
- 钟文耀, 田文. 桡侧多指畸形的影像学分型[J]. *中国骨与关节杂志*, 2017, 6(4): 301-304.
- Liu Q, Lei Z, Hong L, et al. Preoperative percutaneous arthrography provides detailed information for treatment of Wassel type IV thumb duplication[J]. *Journal of Plastic Reconstructive & Aesthetic Surgery*, 2018, 71(12): 1717-1722.
- Tian X, Chan P, Li A, et al. Analysis of causes for congenital ulnar deviated thumbs at the distal phalanx level in 157 thumbs[J]. *The Journal of Hand Surgery*, 2019, 44(10): 860-867.
- 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.
- 占颖莺, 张怡, 秦培鑫, 等. 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[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2020, 18(3): 124-127.
- 李胜凯, 李文, 于昭, 等. 磁共振三维双回波稳态水激发3D-DESS-WE序列在颅神经颅外段成像中的应用[J]. *实用医学杂志*, 2020, 36(19): 2709-2713.
- 袁文昭, 邓德茂, 段高雄, 等. MR 3D-DESS和3D-True FISP对类风湿关节炎腕关节软骨损伤的诊断价值[J]. *实用放射学杂志*, 2017, 33(7): 1065-1068.
- 张松, 朱学超, 刘宏君, 等. Wassel分型在小儿先天性拇指多指畸形治疗中的应用效果[J]. *实用临床医药杂志*, 2020, 24(3): 101-104.
- M Özdemir. Wassel type III polydactyly[J]. *Radiology Case Reports*, 2019, 14(2): 287-290.
- 邓捷, 颜显杰, 林杨皓. 磁共振成像对膝关节软骨及半月板损伤的诊断价值[J]. *牡丹江医学院学报*, 2018, 39(3): 52-54.
- 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 1.5 T and 3.0 T[J]. *Acta Radiologica*, 2012, 53(7): 790-794.
- 曾伟彬, 曾洪武, 方佃刚, 等. 3D-DESS序列与常规SE序列对血友病性关节炎软骨病变显示的对比[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2020, 18(12): 144-147.

(收稿日期: 2023-03-22)

(校对编辑: 韩敏求)