

论 著

探讨CDFI、CT、MRI
诊断睾丸扭转的价值与
病理学一致性分析*

周 丽 王 晖* 胡 剑

恩施土家族苗族自治州中心医院超声
影像科 (湖北 恩施 445000)

【摘要】目的 探讨彩色多普勒血流显像(CDFI)、CT、磁共振成像(MRI)诊断睾丸扭转的价值,并将诊断结果与病理学诊断结果进行一致性分析。方法 选取2020年6月~2022年5月在我院诊治的疑似睾丸扭转患者230例,以术后病理学诊断作为金标准,所有患者均行CDFI、CT、MRI检查,比较CDFI、CT、MRI三种检查方法的诊断价值。结果 经术后病理学诊断185例确诊为睾丸扭转,CDFI检查结果显示,真阳性164例,假阳性14例,假阴性21例,真阴性31例;CT检查结果显示,真阳性175例,假阳性6例,假阴性10例,真阴性39例;MRI检查结果显示,真阳性180例,假阳性4例,假阴性5例,真阴性41例,CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的Kappa值分别为0.543、0.786、0.877。ROC曲线分析显示,CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的AUC分别为0.788、0.906、0.942。CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的敏感度、特异度、准确率比较,均有统计学意义($P<0.05$);CT诊断睾丸扭转的敏感度、特异度、准确率分别为94.59%、86.67%、93.04%,MRI的分别为97.30%、91.11%、96.09%,明显高于CDFI的88.65%、68.89%、84.78%($P<0.05$)。结论 与CDFI检查比较,CT、MRI诊断睾丸扭转的与病理学结果一致性较好,诊断价值更高。

【关键词】彩色多普勒血流显像; CT;

磁共振成像; 睾丸扭转; 病理学诊断

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】恩施州科技计划研究与开发项目
(D20140024)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.03.046

The Value of CDFI, CT and MRI in Diagnosis
of Testicular Torsion*

ZHOU Li, WANG Hui*, HU Jian.

Ultrasound Imaging Department, The Central Hospital of Enshi Tujia and Miao Autonomous
Prefecture, Enshi 445000, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the value of color Doppler flow imaging (CDFI), CT, and magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis of testicular torsion, and to analyze the consistency between the diagnosis results and pathological diagnosis results. **Methods** 230 patients with suspected testicular torsion diagnosed and treated in our hospital from June 2020 to May 2022 were selected. With postoperative pathological diagnosis as the gold standard, all patients were examined by CDFI, CT and MRI. The diagnostic value of CDFI, CT and MRI was compared. **Results** 185 cases were diagnosed as testicular torsion by pathological diagnosis after operation. CDFI showed that 164 cases were true positive, 14 false positive, 21 false negative and 31 true negative; CT examination showed that 175 cases were true positive, 6 false positive, 10 false negative and 39 true negative; MRI results showed that 180 cases were true positive, 4 false positive, 5 false negative, and 41 true negative. Kappa values of CDFI, CT, and MRI in diagnosing testicular torsion were 0.543, 0.786, and 0.877, respectively. ROC curve analysis showed that AUC of CDFI, CT and MRI in diagnosis of testicular torsion were 0.788, 0.906 and 0.942 respectively. The sensitivity, specificity and accuracy of CDFI, CT and MRI in the diagnosis of testicular torsion were statistically significant ($P<0.05$); The sensitivity, specificity and accuracy of CT in the diagnosis of testicular torsion were 94.59%, 86.67% and 93.04%, respectively, and MRI was 97.30%, 91.11% and 96.09%, respectively, which were significantly higher than CDFI's 88.65%, 68.89% and 84.78% ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with CDFI, CT and MRI have better consistency with pathological findings in the diagnosis of testicular torsion, and have higher diagnostic value.

Keywords: Color Doppler Blood Flow Imaging; CT; Magnetic Resonance Imaging; Testicular Torsion; Pathological Diagnosis

睾丸扭转又称之为精索扭转,是指睾丸及其附睾等在精索扭转后血液循环发生障碍而导致的生理以及病理改变,可发生于新生儿至老年人,其中儿童和20~25岁是睾丸扭转的高发人群^[1-2]。睾丸扭转的疼痛时间超过8h仍然没有进行手术治疗,则具有较高的睾丸缺血坏死几率,会导致患者睾丸切除,因此保留睾丸的关键是时间,及早发现并给予治疗。超声是临床常用睾丸扭转的诊断方法,但早期睾丸扭转患者血流信号正常时,可能会造成误诊^[3]。在超声诊断不明确时,可考虑CT、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)检查。为提高睾丸扭转早期诊断价值,本文比较彩色多普勒血流显像(color Doppler flow imaging, CDFI)、CT、MRI诊断睾丸扭转与病理结果的一致性,以期临床睾丸扭转的诊断提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年6月至2022年5月在我院诊治的睾丸扭转患者230例。

纳入标准:均为单侧睾丸疼痛;发病至入院治疗时间在8h内;依从性较好,能够配合检查与治疗;临床资料完整,辅助检查均完善;患者和(或)家属签订知情同意书。排除标准:先天性心脏病者;幽门环状肌或者幽门梗阻狭窄者;器官功能损伤以及系统功能损伤2个及以上者;合并皮肤病者;严重出血或者感染者;肝肾功能损伤者。患者基线资料见表1。本文经医院医学伦理会批准。

表1 睾丸扭转患者基线资料(n, %)

基线资料	睾丸扭转患者(n=230)
年龄(岁)	18.88±6.23
发病至就诊时间(h)	4.57±1.32
腰腹绞痛	162(70.43)
胀痛或者放射性疼痛	68(29.57)
呕吐	41(17.83)
发热	27(11.74)
睾丸质韧	120(52.17)
患侧阴囊皮肤升温、发红	62(26.96)
精索增粗缩短	60(26.09)

【第一作者】周 丽,女,主治医师,主要研究方向:妇产科儿科超声影像学。E-mail: rangx74352@163.com

【通讯作者】王 晖,男,副主任医师,主要研究方向:妇产科儿科超声影像学。E-mail: 2248043920@qq.com

1.2 方法 以术后病理学诊断作为金标准，所有患者均行超声、CDFI、CT、MRI检查。(1)CDFI检查：仪器采用荷兰飞利浦彩色多普勒超声诊断仪(型号：CX50)，探头的频率设置为3~12MHz，采取左侧卧位和仰卧位，检查时轻轻将阴茎向上牵拉，和耻骨上腹壁贴合，将阴囊充分暴露，将探头放在阴囊上，对双侧的睾丸情况进行多切面的扫描，观察睾丸的血流频谱以及信号分布情况，然后再启动CDFI，对睾丸及其附件的血流情况进行检测。(2)CT检查：仪器采用日本东芝16层螺旋CT扫描仪(型号：Aquilion)，检查部位同超声检查，进行常规的平扫，然后进行增强后的动静脉期以及延迟期的扫描，对比剂的剂量为80mL，注射流率设置为4mL/s，FOV为512×512，层厚为5mm，层间距为5mm，进行矢状位以及冠状位的重建。(3)MRI检查：仪器采用德国西门子1.5T超导磁共振成像系统(型号：Avanto)，检查部位同超声检查，进行T₁加权成像(T₁weighted image, T₁WI)、T₂加权成像(T₂weighted image, T₂WI)等常规扫描，T₁WI的TE为20ms，TR为600ms，T₂WI的TE为80ms，TR为4000ms，矩阵为256×256，间距为3mm，层厚为5mm，对冠状面、横断面以及矢状面进行扫描。

描。睾丸扭转典型病例见图1。
1.3 观察指标 以术后病理学诊断结果作为金标准，比较CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转与病理结果的Kappa一致性、准确性、敏感度和特异度，Kappa值、准确率、灵敏度、特异度越高，则对睾丸扭转的诊断价值越高，其计算分别为：准确性=(真阳性+真阴性)/总例数，敏感度=真阳性/(真阳性+假阴性)，特异度=真阴性/(真阴性+假阳性)。
1.4 统计学方法 采用SPSS 22.0分析数据。计数资料以(n, %)表达，行 χ^2 检验；计量资料以($\bar{x} \pm s$)表达，行t检验。采用Kappa检验评估CDFI、CT、MRI与病理学诊断结果一致性，Kappa值>0.75，表明一致性较好，Kappa值在0.4~0.75时，表明一致性中等。采用受试者工作特征(receiver operator characteristic curve, ROC)曲线评估CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的价值，曲线下面积(area under curve, AUC)值在0.5~0.7时，表明评估准确性低，AUC值在0.7~0.9时，表明评估有一定准确性，AUC值>0.9时，表明评估准确性较高。采用P<0.05表明差异有统计学意义。

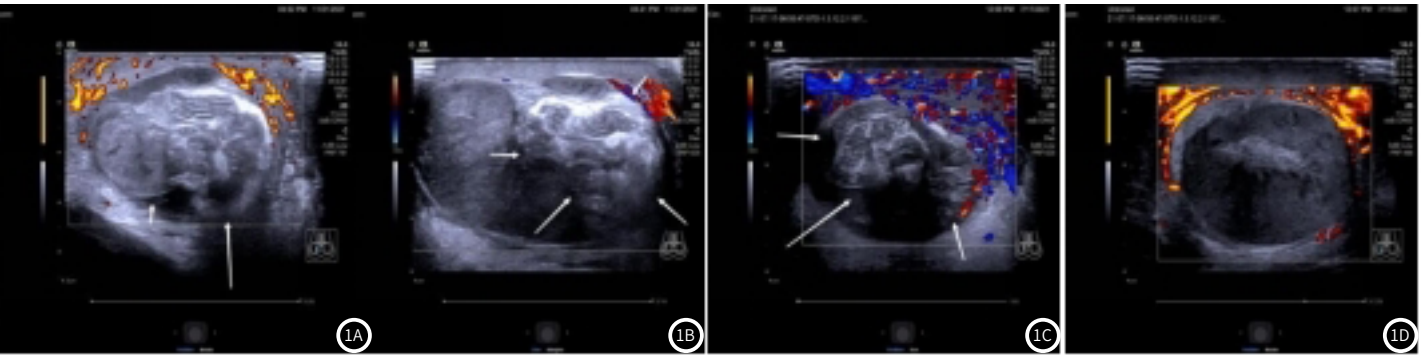


图1A-图1D 睾丸扭转典型病例(图1A 睾丸扭转形成扭转结，短箭头为左侧卵巢，长箭头为扭转结；图1B 扭转结内未采集血流信号，同侧睾丸内未采集血流信号；图1C 睾丸扭转形成的扭转结矢状切面；图1D 左侧睾丸内未采集血流信号)

2 结果

2.1 CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转与病理结果比较 230例疑似睾丸扭转患者经术后病理学诊断，有185例确诊为睾丸扭转。CDFI检查结果显示，真阳性164例，假阳性14例，假阴性21例，真阴性31例；CT检查结果显示，真阳性175例，假阳性6例，假阴性10例，真阴性39例；MRI检查结果显示，真阳性180例，假阳性4例，假阴性5例，真阴性41例，见表2。经Kappa分析，CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的Kappa值分别为0.543、0.786、0.877，CT、MRI诊断睾丸扭转的一致性较好。CDFI检查确诊的睾丸扭转164例，其中109例阴囊壁、精索、增厚，睾丸轻度肿大，回声减低，鞘膜腔内可见少许的液性区，87例呈横位、睾丸上移。77例内部回声均匀，32例内部回声不均匀减轻或回声均匀。77例患侧睾丸以及附睾内可见点状的血流信号，相对对侧减少，收缩期的峰值流速减低，44例睾丸内没有血流信号。CT检查确诊的睾丸扭转175例，其中100例患侧睾丸轻度肿大，75例轻度缩小；175例均位置上抬；睾丸密度不均，75例出血呈高密

度，75例呈混杂密度；50例阴囊壁水肿增厚；50例精索增粗；75例少量鞘膜腔积液。MRI检查确诊的180例睾丸扭转，患侧睾丸轻度肿大，信号欠均匀，位置上抬，患侧血流灌注较检测变少，患侧的睾丸血管扭曲、变细。
2.2 CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的价值分析 ROC曲线分析显示，CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的AUC分别为0.788、0.906、0.942，CT、MRI诊断睾丸扭转的诊断价值高，见表3、图2。CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的敏感度、特异度、准确率比较，均有统计学意义(P<0.05)；CT诊断睾丸扭转的敏感度、特异度、准确率分别为94.59%(164/185)、86.67%(39/45)、93.04%(214/230)，MRI的分别为97.30%(180/185)、91.11%(41/45)、96.09%(221/230)，与CDFI的88.65%(164/185)、68.89%(31/45)、84.78%(195/230)比较明显较高(P<0.05)，见表4。

表2 CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转与病理结果比较(n)				
检测方法		病理诊断		
		阳性	阴性	
CDFI	阳性	164	14	
	阴性	21	31	
CT	阳性	175	6	
	阴性	10	39	
MRI	阳性	180	4	
	阴性	5	41	

表3 CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的AUC比较					
检验项目	AUC	标准误	渐近显著性水平	95%置信区间	
				下限值	上限值
CDFI	0.788	0.043	<0.001	0.703	0.872
CT	0.906	0.031	<0.001	0.845	0.967
MRI	0.942	0.026	<0.001	0.892	0.992

表4 CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的敏感度、特异度、准确性比较比较(%)

检测方法	敏感度	特异度	准确率
CDFI	88.65	68.89	84.78
CT	94.59 ^a	86.67 ^a	93.04 ^a
MRI	97.30 ^a	91.11 ^a	96.09 ^a
Z值	10.404	6.803	18.222
P值	0.001	0.009	<0.001

注：与CDFI比较，^aP<0.05。

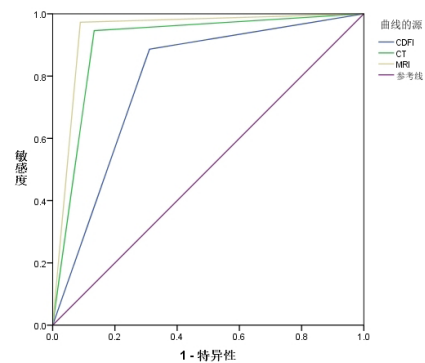


图2 CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的ROC曲线分析

3 讨论

数据资料显示，睾丸扭转约占睾丸疾病的30%，其发生率约为1/4000^[4]。睾丸扭转的发生和发育异常或者解剖畸形有关，扭转的最大程度可达到540°，扭转后会导致静脉的回流受到阻碍，使睾丸发生淤血肿胀，动脉血流发生中断，最终导致睾丸组织发生缺血坏死^[5]。在发生睾丸扭转6~8h内，可采取睾丸复位术，当睾丸扭转时间超过12h时，睾丸组织受到严重损伤，会发生不可逆的坏死^[6]。再加上睾丸扭转的高发人群是儿童和20~25岁的青年，多数没有生育过，因此，及早诊断睾丸扭转并给予积极有效的治疗，对于保障患者生育能力具有重要意义。

超声是常用的阴囊急诊检查方法，是临床诊断睾丸扭转的首选方案，具有价格低廉、操作方便、快速等特点，可对双侧睾丸的形态、大小、血流灌注以及内部回声等进行评估^[7-8]。当发生睾丸扭转时，超声检查能够发现患侧的睾丸体积增大、血流消失或者明显减少、内部的回声不均匀、血流信号增多以及阴囊壁增厚。CDFI又称之为二维多普勒，将获取的血流信息经过一系列处理后以彩色显示，能够直观显示血流，既能够检测脏器本身的血供情况，也能够显示异常团块内部及其周围的血流情况^[9-10]。睾丸扭转>360°的CDFI表现为睾丸有不同程度的肿大，呈现低回声且分布不均匀，部分睾丸的周围还显示血块，呈现为高回声且不均匀，但CDFI不能够探及到睾丸的实质血流信号。睾丸扭转<360°的CDFI表现为睾丸大小未出现明显异常，且内部回声也没有出现明显异常，CDFI能够探及到患侧的血流信号，但是血流信号和健侧睾丸相比较少。早期睾丸扭转患者的静脉回流受到阻碍，但仍然存在动脉血流，只有随着血肿的加重，睾丸的血流信号才会逐渐减少，因此早期睾丸扭转可能会表现出睾丸血流信号呈现正常，导致误诊。

CT诊断睾丸扭转会因病理变化而有不同表现，当发生精索扭转时，睾丸的位置会上移，精索内睾丸的动脉血流会受到阻断，静脉的回流也会受到阻碍，导致静脉发生淤血，致使睾丸组织发生缺氧缺血，使得睾丸发生坏死，睾丸内的血管发生破裂，呈现为弥漫性出血^[11]。CT增强后能够更好显示双侧的睾丸形态和血管，以及睾丸的血供、附件，并且进行双侧睾丸的对比，呈现患侧睾丸体积增大，血管扭曲、变细，以及血供减少^[12]。MRI常规采取T₁WI、T₂WI序列，对冠状面、横断面以及矢状面等方位进行扫描，以观察病变的部位、形态、大小、信号情况及其与周围的关系^[13]。早期睾丸扭转的MRI表现为患侧睾丸位置上抬、轻度肿大、信号欠均匀，以及患侧睾丸的血流关注和检测的相比较较少。MRI的软组织分辨率极高，能够从任意方位，并且可多参数成像，能够清晰显示病变部位和周围组织的关系、器官的血流灌注情况，且定位准确，能够全面直观的观察组织病变^[14]。

本文经Kappa分析，CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的Kappa值分别为0.543、0.786、0.877，说明与CDFI检查比较，CT、MRI诊断睾丸扭转的与病理诊断结果一致性较好。本文经ROC曲线分析显示，CDFI、CT、MRI诊断睾丸扭转的AUC分别为0.788、0.906、0.942，CT、MRI诊断睾丸扭转的敏感度(94.59%、97.30%vs88.65%)、特异度(86.67%、

91.11%vs68.89%)、准确率(93.04%、96.09%vs84.78%)明显高于CDFI，说明与CDFI检查比较，CT、MRI对睾丸扭转的诊断价值更高。分析原因在于，CT检查通过容积重建、多平面重组等后期图像处理功能，能够清晰显示病灶和周围结构之间的关系，反映血流情况，其分辨率与超声相比更高，且后期图像处理功能更为强大^[15]。MRI检查和超声相比具有更好的软组织分辨率，能够更好地显示睾丸内部结构，且对于小病灶也能够检测出来，因此诊断准确性更高^[16]。

综上所述，与CDFI检查比较，CT、MRI诊断睾丸扭转的与病理诊断结果一致性较好，诊断价值更高，在临床中需根据患者的实际情况选择合适的检查方法。

参考文献

- [1] 李志勇, 薛思生, 林文金, 等. 剪切波弹性成像评估睾丸扭转筋膜室减压治疗对生精功能的保护效应[J]. 中华超声影像学杂志, 2021, 30(7): 631-635.
- [2] 李慕婕, 何梦, 谢向辉, 等. 睾丸扭转患儿平均血小板体积与睾丸活性的相关性[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2022, 37(3): 191-195.
- [3] 李业钊, 苏海庆. 超声技术在睾丸扭转诊断中的研究进展[J]. 广西医科大学学报, 2020, 37(1): 145-149.
- [4] Chun B, Colaco M, Fox JA, et al. Salvage surgery rates for pediatric testicular torsion: comparison of the pre- and post-quality metrics[J]. J Urol, 2022, 208(2): 441-447.
- [5] 许小龙, 杨坡. 右美托咪定对睾丸扭转缺血再灌注损伤影响的实验研究[J]. 中华男科学杂志, 2021, 27(3): 208-212.
- [6] 刘秀祥, 朱张茜, 刘灵川. 彩色多普勒超声诊断儿童睾丸扭转96例分析[J]. 中国妇幼保健研究, 2020, 31(12): 1647-1651.
- [7] 楼飞, 杨守和. 睾丸扭转患者采用早期超声诊断联合手术疗法的效果判定[J]. 浙江创伤外科, 2019, 24(3): 482-484.
- [8] 张武, 邹玉芹, 梁其洲, 等. CT血管成像与彩色多普勒超声对精索静脉曲张诊断及其病因分析的对比研究[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(12): 1324-1328.
- [9] 魏国李. 高频超声联合CDFI在急性附睾炎诊断中的效能分析[J]. 中国性科学, 2020, 29(5): 12-15.
- [10] 胡晓莉, 明志强, 屈茜萍, 等. 超微血流成像与CDFI评估慢性肾脏病患者血流灌注的对比研究[J]. 临床超声医学杂志, 2022, 24(5): 393-396.
- [11] Stephenson GS, Langdorf MI. Testicular torsion appearance and diagnosis on computed tomography of the abdomen and pelvis: case report[J]. Clin Pract Cases Emerg Med, 2022, 6(2): 117-120.
- [12] Slaughter SA, Eitzer AD, Tolliver SE, et al. Computed tomography of testicular torsion in a juvenile dog with unilateral cryptorchidism[J]. Can Vet J, 2022, 63(5): 515-520.
- [13] 李敏, 蒋涛. 增强MRI对睾丸肿瘤及肿瘤样病变病理分型的诊断价值[J]. 首都医科大学学报, 2019, 40(2): 305-311.
- [14] 王向东, 周立霞, 王亚丽. 睾丸附睾结核的MRI和超声表现[J]. 国际医学放射学杂志, 2019, 42(6): 721-724.
- [15] 翁建辉, 李建辉, 邱淦滨. 睾丸原发肿瘤的CT表现及鉴别诊断[J]. CT理论与应用研究, 2022, 31(2): 259-267.
- [16] 张杰. 原发性睾丸肿瘤在多普勒超声、CT与MRI检查中的影像学表现及其诊断价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(12): 144-146.

(收稿日期: 2023-06-21)

(校对编辑: 韩敏求)