

论著

剪切波弹性成像与磁共振在儿童梗阻性肾脏疾病肾实质损害评估中的对比分析*

中南大学附属海口市人民医院
超声影像科 (海南 海口 570208)

蒋映丰

【摘要】目的 分析超声剪切波弹性成像(SWE)结合磁共振技术在评估儿童梗阻性肾脏疾病发生肾实质损害中的应用价值。
方法 选择2016年01月至2018年01月入我院诊断先天性肾积水患儿共40例, 其中梗阻型15例, 非梗阻型25例, 另选择30例健康儿童。均接受SWE检测双侧肾脏中部肾皮质与髓质的杨氏模量值, 磁共振尿路成像(MRU)和弥散加权成像(DWI)检测尿路狭窄和表观弥散系数(ADC), 血清肌酐计算肾小球滤过率(GFR)。结果 肾积水组患侧肾皮质与髓质的杨氏模量值均明显高于健侧和健康组, 校正ADC值和GFR值降低, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。高度肾积水组患侧与轻中度肾积水组患侧、梗阻型积水组患侧与非梗阻型积水组患侧相比, 肾皮质与髓质的杨氏模量值升高, 校正ADC值和GFR值降低, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson检验得出, 肾皮质和髓质的杨氏模量值与GFR值呈负相关($P < 0.05$), 校正ADC值与GFR值呈正相关($P < 0.05$)。结论 SWE结合磁共振技术在评估儿童梗阻性肾脏疾病发生肾实质损害中有较好的应用价值。

【关键词】 剪切波弹性成像; 磁共振尿路成像; 弥散加权成像; 梗阻性肾脏疾病; 肾实质; 表观弥散系数; 肾小球滤过率

【中图分类号】 R445.1; R726.9

【文献标识码】 A

【基金项目】 海南省医药卫生科研项目
(编号: 15A200067)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.07.029

通讯作者: 蒋映丰

Analysis of Shear Wave Elastography and Magnetic Resonance for Renal Parenchymal Damage Assessment in Children with Obstructive Kidney Disease*

JIANG Ying-feng. Department of Ultrasound Imaging. Haikou People's Hospital of Central South University, Haikou 570208, Hainan Province, China

[Abstract] **Objective** To study the values of shear wave elastography (SWE) combined with magnetic resonance for renal parenchymal damage assessment in children with obstructive kidney disease. **Methods** A total of 40 children as congenital hydronephrosis from January 2016 to January 2018, 15 of obstructive type, other 25 of non-obstructive type, 30 healthy children were enrolled. They all received SWE for Young's modulus of cortex and medulla by magnetic resonance urography (MRU) and diffusion weighted imaging (DWI), glomerular filtration rate (GFR) calculated with serum creatinine. **Results** The Young's modulus values of cortex and medulla in affected kidneys in hydronephrosis group were significantly higher than non-affected side and healthy group, corrected ADC and GFR values lower, too ($P < 0.05$). They were the same to affected kidneys in high hydronephrosis group than mild to moderate hydronephrosis group, affected kidneys in obstructive group than non-obstructive group ($P < 0.05$). It was negative correlation between Young's modulus of cortex and medulla and GFR ($P < 0.05$), positive correlation between corrected ADC and GFR values ($P < 0.05$) by Pearson text. **Conclusion** It can bring applied value of SWE combined with magnetic resonance for renal parenchymal damage assessment in children with obstructive kidney disease.

[Key words] Shear Wave Elastography; Magnetic Resonance Urography; Diffusion Weighted Imaging; Obstructive Kidney Disease; Renal Parenchyma; Apparent Diffusion Coefficient; Glomerular Filtration Rate

肾积水是儿童泌尿外科的常见疾病之一, 多数为先天性肾盂积水, 约25~50%患儿尿路存在梗阻, 以肾盂输尿管连接部狭窄(congenital ureteropelvic junction obstruction, CUJO)最常见, 保守治疗效果差, 需要手术治疗^[1]。准确评估肾脏积水程度、梗阻部位以及肾功能对选择恰当的治疗方案和手术时机, 评估术后残余肾功能及并发症具有十分重要的意义。目前, 临床中评估肾实质损害的影像学方法主要有超声、静脉尿路造影(IVU)、核素肾图、CT以及MRI, 常规超声主要通过积水肾脏的形态(肾实质厚度)间接评估肾功能^[2], 弹性成像主要反映组织的弹性信息, 弹性信息作为生物组织的力学属性, 对判断疾病性质具有重要的价值。剪切波弹性成像(Shear wave elastography, SWE)是一种全新的超声弹性成像技术, 定量测量组织硬度, 获得弹性模量的绝对值, 即杨氏模量。杨氏模量值越大表明剪切波速度越快, 生物组织硬度越大^[3]。SWE具有实时、动态、无创及重复性好等优点, 剪切波在不同组织中的传播速度不同, 在乳腺^[4]、甲状腺^[5]、肝脏^[6]、肾脏^[7]、前列腺^[8]及血管^[9]等疾病诊断中有较多的应用。

此外, 磁共振尿路成像(Magnetic resonance urography, MRU)可清晰显示尿路形态, 准确评估梗阻性质和部位^[10], 且多种后处理技术, 尤其弥散加权成像(Diffusion weighted imaging, DWI)可定量检测表观弥散系数(Apparent diffusion coefficient, ADC)可反映肾实

质损害和肾功能^[11]。因此,该研究旨在分析SWE结合磁共振技术在评估儿童梗阻性肾脏疾病发生肾实质损害中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 对象资料 选择2016年01月至2018年01月入我院诊断先天性肾积水患儿共40例,其中梗阻型15例,非梗阻型25例,另选择30例健康儿童。纳入标准:①先天性肾积水经超声、IVU或MRU确诊,均为单侧患病;②梗阻型肾积水符合CUJO诊断;③所有儿童均完成SWE和MRI检查;④取得儿童家属的知情同意。排除标准:①肾囊肿、孤立肾、先天肾发育异常、弥漫性肾脏病变、肾功能衰竭;②尿路感染、尿路畸形;③配合性差。

梗阻型患儿中男孩8例,女孩7例,年龄1~5岁,平均

(3.3±1.2)岁;非梗阻型患儿中男孩13例,女孩12例,年龄1.5~6.5岁,平均(3.5±1.3)岁;健康儿童中男孩16例,女孩14例,年龄2~5.5岁,平均(3.4±1.2)岁。组间儿童的性别和年龄具有可比性($P>0.05$)。

1.2 研究方法 所有儿童均接受SWE检测双侧肾脏中部肾皮质与髓质的杨氏模量值,MRU和DWI检测尿路狭窄和ADC,血清肌酐计算肾小球滤过率(GFR)。

1.2.1 SWE主要步骤: 超声仪器为法国Supersonic Imagine公司诊断仪,4~9MHz高频线阵探头和3.5MHz腹部探头。取侧卧位,首先行常规超声检查,记录双肾大小、皮质厚度,频谱多普勒检测肾动脉血流速度。随后嘱患儿吸气后屏住呼吸,常规超声纵切面使声束与肾脏被膜垂直,待图像稳定后启动SWE模式,测量双肾中部肾皮质和髓质的杨氏模

量值,结果以mm/s表示。尽量减少干扰因素,将弹性成像方形框即感兴趣区同时覆盖肾皮质和髓质区域,然后放置Q-Box(直径设置为5mm×6mm)获取局部组织弹性值。Q-Box是AixPlore独特对感兴趣区内组织弹性进行定量测量工具,测量区域呈椭圆形,直径大小可调。每次检查由2名十年以上经验的超声医师共同完成,同一位置3次取样,并取平均值。

根据Onen's肾盂积水等级系统评估积水程度,分为0~4级;其中0级为无肾积水,1级仅肾盂扩张,2级合并肾盏扩张,3级肾实质损伤<50%,4级肾实质损伤>50%;1级为轻度肾积水,2级为中度,3级和4级为高度。

1.2.2 MRI主要步骤: 禁食6h,禁水4h,水合氯醛镇静,3M耳塞保护听力,熟睡后进行检查。采用Siemens 1.5T Avant MR扫描仪,8通道体部线圈,呼吸门

表1 肾积水组与健康组的结果比较

	例数	肾皮质(mm/s)	髓质(mm/s)	校正ADC值(10^{-3} s/mm 2)	GFR(mg/dl)
肾积水组患侧	40	3.42±0.76 [#]	2.06±0.84 [#]	2.03±0.38 [#]	65.82±15.63 [#]
肾积水组健侧	40	2.81±0.63	1.74±0.63	2.86±0.47	
健康组	30	2.67±0.44	1.69±0.52	2.95±0.54	95.68±12.34
F		7.625	6.539	6.847	16.523
P		0.006	0.015	0.003	0.000

注: [#], 肾积水组患侧与健侧或健康组比较, $P<0.05$ 。

表2 轻中度与高度积水组患侧的结果比较

	例数	肾皮质(mm/s)	髓质(mm/s)	校正ADC值(10^{-3} s/mm 2)	GFR(mg/dl)
轻中度肾积水组	28	3.03±0.71	1.88±0.73	2.33±0.37	76.59±14.62
高度肾积水组	12	3.86±0.94 [#]	2.54±0.95 [#]	1.76±0.34 [#]	53.62±13.34 [#]
t		6.325	5.857	5.652	13.254
P		0.013	0.017	0.019	0.000

注: [#], 高度肾积水组患侧与轻中度肾积水组患侧比较, $P<0.05$ 。

表3 梗阻型与非梗阻型积水组的结果比较

	例数	肾皮质(mm/s)	髓质(mm/s)	校正ADC值(10^{-3} s/mm 2)	GFR(mg/dl)
非梗阻型积水组	28	3.12±0.76	1.94±0.68	2.26±0.38	71.62±13.34
梗阻型积水组	12	3.67±0.88 [#]	2.43±0.76 [#]	1.89±0.36 [#]	59.84±12.65 [#]
t		6.125	5.648	5.325	10.528
P		0.020	0.024	0.028	0.000

注: [#], 高度肾积水组患侧与轻中度肾积水组患侧比较, $P<0.05$ 。

控技术。仰卧位，扫描范围以剑突至耻骨联合中点为中心定位，包括双肾至膀胱。常规采集T₁WI、T₂WI、3D MRU序列和DWI，其中DWI采用单次激发SE-EPI序列，轴位和冠位扫描，TR=5500ms，TE=70ms，层厚4mm，层间距1mm，FOV=250mm，矩阵256×256，带宽1532Hz，1次，b值选取0和500s/mm²。图像传输至AW 4.2工作站进行后处理，如最大密度投影、容积再现等重建3D MRU图像，显示肾、输尿管和膀胱全貌，常规取冠状位像，不同角度旋转显示梗阻、狭窄部位。测量ADC值：分别于肾脏上极、肾门、下极水平选取相同大小ROI并取平均值，采用体素累加法测量肾脏体积，经体积校正ADC值=ADC值×肾脏体积。

1.3 观察指标 比较肾积水组与健康组、轻中度与高度积水组、梗阻型与非梗阻型积水组双侧肾脏中部肾皮质与髓质的杨氏模量值，校正ADC值和GFR值；分析杨氏模量值、校正ADC值与GFR值的相关性。

1.4 统计学方法 采用SPSS20.0软件进行统计分析，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，两组间比较采用独立样本t检验，多组间比较采用单因素ANOVA分析，两两比较采用LSD-t法检验；计数资料以例数或(%)表示，组间比较用 χ^2 检验；杨氏模量值、校正ADC值与GFR值的相关性采用Pearson检验；P<0.05认为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 肾积水组与健康组的结果比较 肾积水组患侧肾皮质与髓质的杨氏模量值均明显高于健侧和健康组，校正ADC值和GFR值降低，差异有统计学意义(P<0.05)。见表1。

<0.05)。见表1。

2.2 轻中度与高度积水组的结果比较 高度肾积水组患侧肾皮质与髓质的杨氏模量值均明显高于轻中度肾积水组患侧，校正ADC值和GFR值降低，差异有统计学意义(P<0.05)。见表2。

2.3 梗阻型与非梗阻型积水组的结果比较 梗阻型积水组患侧肾皮质与髓质的杨氏模量值均明显高于非梗阻型积水组患侧，校正ADC值和GFR值降低，差异有统计学意义(P<0.05)。见表3。

2.4 杨氏模量值、校正ADC值与GFR值的相关性 经Pearson检验得出，肾皮质和髓质的杨氏模量值与GFR值呈负相关($r=-0.653$, $P=0.015$; $r=-0.587$, $P=0.021$)；校正ADC值与GFR值呈正相关($r=0.712$, $P=0.009$)。见图1-4。

3 讨 论

GFR是评估肾脏功能的“金标准”，而超声是检测肾积水的主要影像学方法，但普通超声结果存在较大的主观性，超声弹性成像可客观、准确反映不同生物组织的弹性信息，SWE定量测量组织硬度，获得弹性模量的绝对值，值越大代表生物组织硬度越大，生理和病理状态，以及不同病情程度下的组织硬度均不同^[12]，从而诊断疾病。

通过该研究得出：肾积水组患侧肾皮质与髓质的杨氏模量值均明显高于健侧和健康组，校正ADC值和GFR值降低，差异有统计学意义(P<0.05)。离断性肾盂输尿管成形术、腹腔镜下选择性Anderson-Hynes术是矫治CUJO的重要选择，术前准确评估肾实质损害程度对手术切除范围和评估术后并发症具有重要意义^[13]。IVU

能显示肾盂扩张，部分程度反映肾脏功能，但肾功能较差时不能显影；且静脉注射造影药物有潜在风险。核素肾图可准确显示肾脏排泌功能，区分是否梗阻，但不能显示梗阻位置，且操作较复杂。超声提示实质厚度小于2mm时，多无肾小球和肾小管结构，需要切除；但同时发现患肾功能小于10%时，经术中释放积水，肾实质回缩厚度2mm以上者仍可保留，术后患肾恢复几率较大^[14]。积水肾功能与肾实质厚度的相关性较差^[15]。经SWE检测正常肾脏皮质、髓质及肾窦的剪切波传播速度发现，其硬度逐渐减小。蔡莹莹等^[16]研究表明，SWE检测肾弥漫性病变组织硬度显著高于健康对照组。

进一步研究发现，高度肾积水组患侧与轻中度肾积水组患侧、梗阻型积水组患侧与非梗阻型积水组患侧相比，肾皮质与髓质的杨氏模量值升高，校正ADC值和GFR值降低，差异有统计学意义(P<0.05)。梗阻性肾盂积水周围组织纤维增生和肾单位逐渐丧失，最终导致肾功能衰竭。Pearson检验得出，肾皮质和髓质的杨氏模量值与GFR值呈负相关，校正ADC值与GFR值呈正相关。李姝等^[17]研究指出，患侧ADC值小于健侧和对照组，对评估婴幼儿梗阻性肾积水肾功能有一定的临床价值。随着肾积水的加重，肾盂压力逐渐高，导致肾脏功能下降，肾脏皮质和髓质弹性下降，硬度增加。DWI结合常规MRI技术可清楚显示泌尿系统的形态结构，准确评估分肾功能，重复性好^[18]。

综上所述，SWE结合磁共振技术在评估儿童梗阻性肾脏疾病发生肾实质损害中有较好的应用价

(下转第 103 页)

值。研究不足是样本量较小,还需要更大样本数据进行验证。

参考文献

- [1] 刘芳, 杨文忠, 袁先宏, 等. MRI与超声对胎儿中重度肾积水的诊断价值对照[J]. 放射学实践, 2018, 33(2): 202-205.
- [2] 王慧芬, 张周龙, 李新. 声脉冲辐射力弹性成像技术测量肾脏不同部位的结果分析[J]. 中国当代医药, 2016, 23(21): 100-102.
- [3] 支欣, 钱林学, 耿慧英, 等. 剪切波弹性成像技术临床应用进展[J]. 中国医学装备, 2016, 13(12): 66-70.
- [4] 姚萌, 陈圆圆, 李智贤, 等. 实时剪切波弹性成像技术定量评价正常乳腺组织[J]. 中国超声医学杂志, 2014, 30(12): 1074-1076.
- [5] 卢超政. 剪切波弹性成像在甲状腺弥漫性病变中的应用价值[J]. 中国实用医药, 2017, 12(13): 59-60.
- [6] 王红卫, 史华宁. 肝脏剪切波弹性成像影响因素的研究进展[J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(9): 1452-1456.
- [7] Samir AE, Allegretti AS, Zhu Q, et al. Shear wave elastography in chronic kidney disease: a pilot experience in native kidneys[J]. BMC Nephrol, 2015, 16(1): 119-127.
- [8] Correas JM, Tissier AM, Khairoune A, et al. Ultrasound elastography of the prostate: state of the art[J]. Diagn Interv Imaging, 2013, 94(5): 551-560.
- [9] 段依恋, 项飞翔, 曹海燕, 等. 剪切波弹性成像检测脑梗死患者颈动脉粥样斑块的易损性[J]. 临床超声医学杂志, 2017, 19(9): 614-616.
- [10] 戈明媚, 刘志钦, 王秋良, 等. 磁共振尿路成像技术在诊断新生儿先天性肾盂输尿管连接部梗阻中的应用[J]. 中国新生儿科杂志, 2012, 27(6): 373-376.
- [11] Attariwala R, Picker W. Whole body MRI: improved lesion detection and characterization with diffusion weighted techniques[J]. Magn Reson Imaging, 2013, 38(6): 253.
- [12] Kim I, Kim EK, Yoon JH, et al. Diagnostic role of conventional ultrasonography and shearwave elastography in asymptomatic patients with diffuse thyroid disease: initial experience with 57 patients[J]. Yonsei Med J, 2014, 55(1): 247-253.
- [13] 郭海燕, 张瑞芳, 崔可飞, 等. 剪切波弹性成像技术在慢性肾病诊断中的应用价值[J]. 山东医药, 2013, 53(11): 74-76.
- [14] 叶建美, 李明星. ARFI-VTQ技术评估肾脏弹性变化的研究进展[J]. 中国临床医学影像杂志, 2018, 29(4): 287-290.
- [15] 张蓝, 吴长君. 剪切波弹性成像技术诊断肾脏弥漫性病变的价值[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2017, 12(10): 33-38.
- [16] 蔡莹莹, 余小琴, 刘滨月. 剪切波弹性成像检测技术对肾弥漫性病变诊断价值研究[J]. 中国实用医药, 2018, 13(13): 54-55.
- [17] 李姝, 张新荣, 郭斌, 等. 磁共振弥散加权成像结合体积测量在婴幼儿梗阻性肾积水肾功能评估中的应用[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2016, 22(6): 555-559.
- [18] 张岚, 程敬亮. 磁共振扩散加权成像与动态增强磁共振成像在小儿肾积水肾功能评价中的应用[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2013, 28: 1357-1358.

(本文图片见封三)

(本文编辑: 汪兵)

【收稿日期】 2019-02-05

剪切波弹性成像与磁共振在儿童梗阻性肾脏疾病肾实质损害评估中的对比分析*

(图片正文见第 91 页)

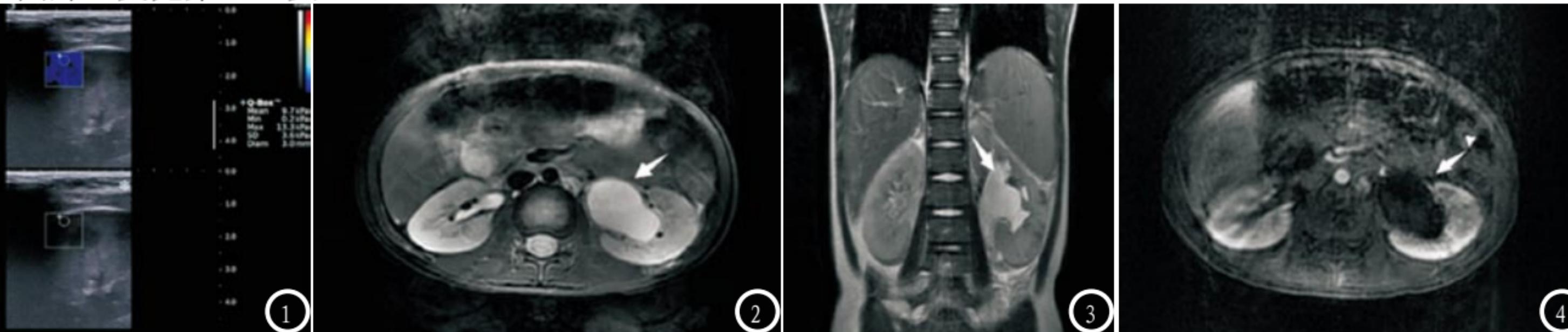


图1-4 男性患儿，3岁，左侧输尿管上段狭窄。图1 为超声测量左侧肾实质的杨氏模量测值。图2、图3 分别为横断面T₁WI序列、冠状面T₁WI序列显示左侧肾盂中度积水，图4 为T₂WI+增强扫描显示左侧肾盂中度积水。