

# 剪切波弹性成像在慢性肾脏疾病诊断中的初步研究

洪柳 张丹 郑毅 郑少萍 王静

**摘要** 目的 探讨剪切波弹性成像技术在慢性肾脏疾病早期诊断中的应用价值。方法 应用剪切波弹性成像技术测量并比较 30 例经左肾穿刺活检确诊为慢性肾脏疾病患者(病例组)和 30 例正常健康成人(正常对照组)的左肾皮质部、髓质部及肾窦部杨氏模量最大值( $E_{max}$ )和平均值( $E_{mean}$ )。绘制受试者工作特征(ROC)曲线并计算曲线下面积以评价各部位杨氏模量值诊断慢性肾脏疾病的效能。结果 正常对照组左肾皮质部  $E_{max}$  和  $E_{mean}$  分别为  $(3.47 \pm 0.54)$  kPa、 $(1.87 \pm 0.68)$  kPa, 髓质部  $E_{max}$  和  $E_{mean}$  分别  $(2.45 \pm 1.09)$  kPa、 $(1.08 \pm 0.68)$  kPa, 肾窦部  $E_{max}$  和  $E_{mean}$  分别  $(9.01 \pm 3.74)$  kPa、 $(7.49 \pm 2.77)$  kPa, 3 个部位  $E_{max}$  和  $E_{mean}$  值比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.01$ )。病例组左肾皮质部  $E_{max}$  和  $E_{mean}$  分别为  $(4.12 \pm 1.71)$  kPa、 $(2.76 \pm 1.06)$  kPa, 髓质部  $E_{max}$  和  $E_{mean}$  分别为  $(2.57 \pm 1.07)$  kPa、 $(1.27 \pm 0.68)$  kPa, 肾窦部  $E_{max}$  和  $E_{mean}$  分别为  $(8.76 \pm 2.45)$  kPa、 $(6.78 \pm 2.57)$  kPa, 3 个部位  $E_{max}$ 、 $E_{mean}$  比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。两组肾皮质部  $E_{max}$ 、 $E_{mean}$  比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。皮质部杨氏模量值诊断慢性肾脏疾病的 ROC 曲线下面积为 0.758, 当截断值为 3.15 kPa 时, 其诊断准确率和特异性分别为 56.7%、63.3%。结论 慢性肾脏疾病肾脏皮质部硬度变化与病变部位及程度密切相关, 剪切波弹性成像可定量评价肾脏不同部位的杨氏模量值, 为临床肾脏疾病诊断提供更丰富诊断信息。

**关键词** 超声检查; 剪切波弹性成像; 肾皮质

[中图分类号] R692; R445.1

[文献标识码] A

## Preliminary study on shear wave elastography in diagnosis of chronic kidney disease

HONG Liu, ZHANG Dan, ZHENG Yi, ZHENG Shaoping, WANG Jing

Department of Ultrasound, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China

**ABSTRACT Objective** To assess the application value of shear wave elastography(SWE) in early diagnosis of chronic kidney disease(CKD). **Methods** SWE was performed on 30 patients with CKD confirmed by biopsy (patient group) and 30 healthy subjects(control group). The quantitative elasticity value(Young's modulus) by SWE in the left kidney cortex, medullary and sinus were obtained and compared. **Results** The comparison of elasticity value: ① In the control group, the  $E_{max}$  and  $E_{mean}$  of cortex were  $(3.47 \pm 0.54)$  kPa and  $(1.87 \pm 0.68)$  kPa, the  $E_{max}$  and  $E_{mean}$  of medullary were  $(2.45 \pm 1.09)$  kPa and  $(1.08 \pm 0.68)$  kPa, the  $E_{max}$  and  $E_{mean}$  of sinus were  $(9.01 \pm 3.74)$  kPa and  $(7.49 \pm 2.77)$  kPa, there were significant difference (all  $P < 0.01$ ). In the patient group, the  $E_{max}$  and  $E_{mean}$  of cortex were  $(4.12 \pm 1.71)$  kPa and  $(2.76 \pm 1.06)$  kPa, the  $E_{max}$  and  $E_{mean}$  of medullary were  $(2.57 \pm 1.07)$  kPa and  $(1.27 \pm 0.68)$  kPa, the  $E_{max}$  and  $E_{mean}$  of sinus were  $(8.76 \pm 2.45)$  kPa and  $(6.78 \pm 2.57)$  kPa, there were significant difference (all  $P < 0.05$ ). ② Comparison the data between the control group and the patient group, the data of  $E_{max}$  and  $E_{mean}$  in patient group were significantly higher than those in control group (all  $P < 0.05$ ). Evaluation the reliability of the elasticity value(Young's modulus) in diagnosis of CKD by ROC curve: the area under ROC curve was 0.758, when cut-off value was 3.15 kPa, the accuracy and specificity were 56.7% and 63.3%, respectively. **Conclusion** SWE can provide quantitative elasticity value of the different part of the kidney, and closely related to the lesion position and degree. SWE with quantitative value could provide more assistance in evaluation kidney elasticity for clinical diagnosis in CKD.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Shear wave elastography; Kidney cortex

慢性肾脏疾病(chronic kidney disease,CKD)是由各种原因导致的慢性肾脏结构和功能障碍,其发展过程中可出现慢性肾功能不全,肾小球硬化、血管萎缩塌陷及间质纤维化等病理改变,大体解剖表现为组织变硬。不同病因所致病变累及的部位及组织弹性改变并不相同<sup>[1]</sup>。既往应用二维超声结合彩色多普勒成像技术定性检测肾脏实质病变,对肾脏疾病的诊断、治疗、随访及预后判断均有重要临床意义,但无法针对病变部位及病变程度进行定量分析诊断。剪切波弹性成像(shear-wave elasticity,SWE)技术可定量测量组织或病变的杨氏模量值,直接反映组织或病变的硬度变化,为进一步评价病变程度提供相对客观的评价指标。本研究应用 SWE 技术定量测量原发性 CKD 患者肾脏不同部位的杨氏模量值,旨在初步探讨 SWE 技术在 CKD 诊断中的应用价值。

### 资料与方法

#### 一、研究对象

选取我院 2016 年 6~8 月收治的原发性 CKD 患者 30 例为病例组,其中男 16 例,女 14 例,年龄 16~66 岁,平均(34.03±6.14)岁。依据美国国家肾脏基金会制定的肾脏疾病临床实践指南的诊断标准,血肌酐>110 μmol/L 和/或血尿素氮>7.5 mmol/L,诊断为 CKD 2~3 期。均通过左肾穿刺病理检查排除各种继发型肾病综合征,同时明确肾脏病变部分及病理类型,其中肾小球轻度系膜增生 4 例,肾小球轻度系膜增生性病伴球性硬化 4 例,肾小球轻度系膜增生性病变球门部透明滴样变 3 例,系膜增生性肾小球肾炎 3 例,膜增生性肾小球肾炎 4 例,肾小球非典型性膜性病变 4 例,慢性肾小球肾炎 3 例,局灶性节段性肾小球硬化 3 例,IgA 肾病(肾小球硬化、新月体形成及肾小管萎缩并间质纤维化)2 例。

另选取与病例组性别、年龄匹配的 30 例健康志愿者为正常对照组,其中男 18 例,女 12 例,年龄 23~57 岁,平均(30.33±3.99)岁。既往均无肾脏疾病、糖尿病、高血压病、冠状动脉粥样硬化性心脏病等,实验室检查血、尿正常。

#### 二、仪器与方法

使用法国声科 AixPlore 彩色多普勒超声诊断仪,

凸阵探头,频率 3.5~5.5 MHz,配备 SWE 定量软件,固定二维灰阶增益、彩色多普勒条件设置。患者取俯卧位,因肾脏穿刺活检均为左肾,故选取左肾进行测量研究,先行常规超声于标准左肾长轴切面进行扫查,测量左肾大小、皮质厚度,CDFI 探查其内血流情况;然后嘱受检者吸气后屏住呼吸,尽可能使声束与肾脏包膜垂直,待图像稳定后启动弹性成像模式,固定取样框直径为 5.0 mm,分别测量左肾下极包膜下肾皮质、肾髓质及肾窦部的杨氏模量值,即 Q-Box 区域内组织平均杨氏模量值(Emean)和最大杨氏模量值(Emax),同一部位测量 3 次取平均值。

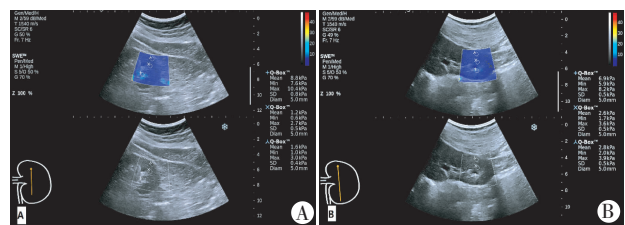
#### 三、统计学处理

应用 SPSS 20.0 统计软件,正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,多组间比较行非参数检验,两组间比较行独立样本 *t* 检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评价各部位杨氏模量值对 CKD 的诊断效能。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

### 结 果

#### 一、两组 SWE 测值比较

正常对照组左肾髓质、皮质及肾窦部 Emax、Emean 依次增大,两两比较差异均有统计学意义(均 *P*<0.01)。病例组左肾髓质、皮质及肾窦部 Emax、Emean 变化趋势与正常对照组相同。病例组各部位 Emax、Emean 均大于正常对照组,但仅肾皮质部 Emax、Emean 比较差异有统计学意义(*P*<0.05)。见图 1 和表 1。



A: 正常对照组; B: 病例组。

图 1 SWE 技术测量杨氏模量值声像图

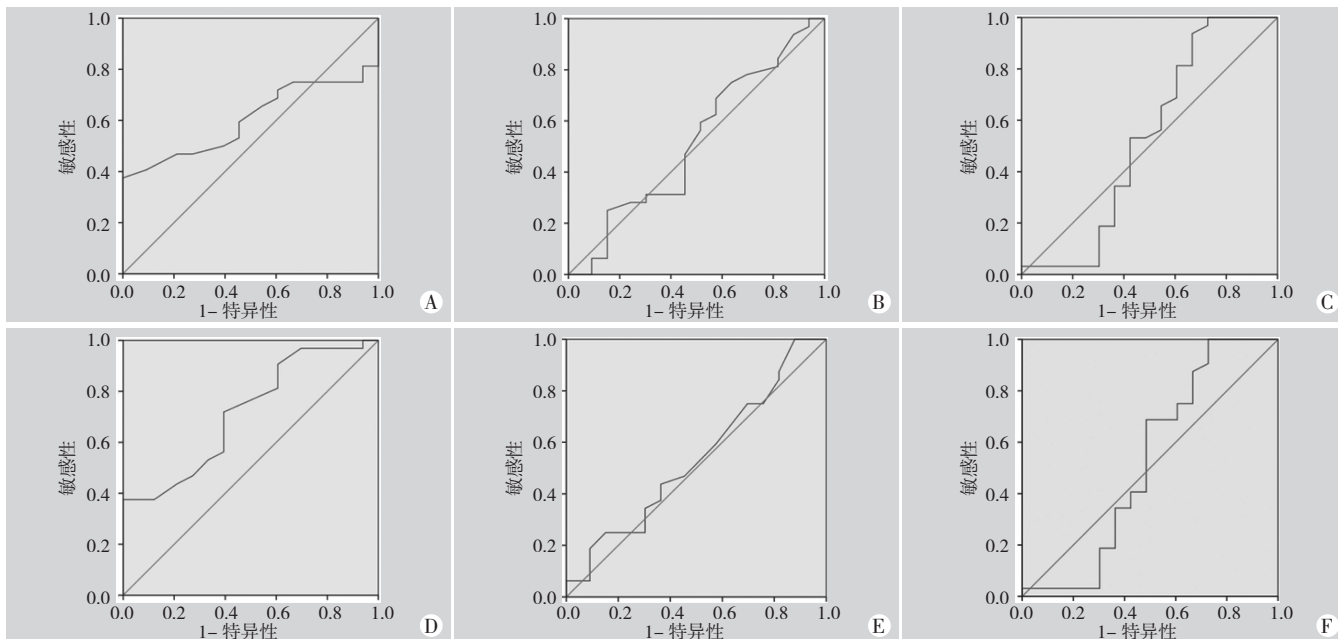
#### 二、杨氏模量值对 CKD 的诊断效能

对杨氏模量值诊断 CKD 2~3 期患者绘制各部位 ROC 曲线,见图 2。肾脏髓质 Emean、窦部 Emean、皮质

表 1 两组肾脏皮质、髓质及肾窦部杨氏模量值比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	皮质部		髓质部		肾窦部		kPa
	Emax	Emean	Emax	Emean	Emax	Emean	
正常对照组	3.47±0.54	1.87±0.68	2.45±1.09	1.08±0.68	9.01±3.74	7.49±2.77	
病例组	4.21±1.71	2.76±1.06	2.57±1.07	1.27±0.68	8.76±2.45	6.78±2.57	
<i>P</i> 值	0.045	0.004	0.945	0.400	0.860	0.607	

Emax:最大杨氏模量值;Emean:平均杨氏模量值。



A-F 依次为皮质 Emax、髓质 Emax、窦部 Emax、皮质 Emean、髓质 Emean、窦部 Emean 诊断 CKD 的 ROC 曲线。

图 2 肾脏各部位杨氏模量值诊断 CKD 的 ROC 曲线图

Emax、髓质 Emax、窦部 Emax 诊断 CKD 的 ROC 曲线下面积分别为 0.553、0.532、0.617、0.541、0.539 ( $P=0.483$ 、0.688、0.119、0.589、0.605)。皮质部 Emean 的 ROC 曲线下面积为 0.758 ( $P=0.026$ ), 当截断值为 3.15 kPa 时, 其诊断准确率为 56.7%, 特异性为 63.3%。

### 讨 论

超声弹性成像测量组织弹性这一基本力学信息, 最早由 Ophir 等<sup>[2]</sup>于 1991 年提出, 近年来超声弹性成像技术已较广泛地应用于浅表器官及肝脏等实质性器官的检查。既往传统弹性成像技术通过评估组织的弹性变化, 以灰阶或彩色编码成像显示不同组织的硬度或硬度比来协助诊断, 对病变的硬度采取主观定性判断, 无法获得组织弹性指标的绝对值进行定量分析<sup>[3-4]</sup>。SWE 技术通过控制声波辐射脉冲在组织中传播, 可测得组织内剪切波传播速度及组织的杨氏模量值<sup>[5]</sup>, 具有实时成像、定量测量、不受操作者影响及重复性好等特点, 可定量评价病理生理状态下的组织弹性。

研究<sup>[6]</sup>表明正常肾脏肾皮质、髓质及窦部剪切波速度逐渐减低, 提示各部位硬度存在差异。而慢性肾功能不全时肾实质组织剪切波速度增高, 肾皮质、髓质明显高于肾窦部, 可推断慢性肾功能不全时可引起肾实质弥漫性损伤、纤维化以致硬化<sup>[7-8]</sup>。本研究应用 SWE 技术定量测量肾脏组织硬化程度, 旨在探讨其对 CKD 的诊断价值。本研究结果显示, 正常对照组左肾皮质、

髓质及肾窦部 Emax 和 Emean 比较, 差异均有统计学意义 (均  $P<0.05$ ); 病例组 SWE 测值与对照组各部位变化趋势一致。这是由于肾皮质主要由肾小球毛细血管结构组成, 结构致密; 肾髓质主要由不同形态结构上皮性小管即肾小管结构组成, 内含液体; 肾窦部主要为肾脏血管、集合系统及间充质结构组成, 各部位结构组成存在明显差异, 其硬度值亦存在差异<sup>[6]</sup>。

临床上 CKD 发生发展的病理过程主要包括肾小球球性硬化、肾小管萎缩、基膜变厚直至肾间质纤维化, 这些肾脏结构上变化导致肾脏纤维化加重, 实质变硬<sup>[9]</sup>。本研究结果提示病例组皮质部 Emax 和 Emean 与正常对照组比较差异均有统计学意义 (均  $P<0.05$ ), 病例组患者均经穿刺病理结果证实为原发性肾脏弥漫性病变, 且均为 CKD 2~3 期患者, 尚处于不全失代偿期, 病理证实病变均位于皮质部肾小球及系膜水平, 故肾皮质损伤及硬度变化最为显著。本研究结果提示病例组髓质及肾窦部 Emax 及 Emean 与正常对照组比较无明显差异。分析原因, 病例组患者肾脏穿刺病理结果提示肾小管水平未发现病变, 提示病变尚未累及髓质和窦部, 本研究结果证实杨氏模量值可一定程度上反映肾脏实质的病变程度, 以及皮质部与实质硬度变化。

本研究结果提示正常对照组与病例组皮质 Emax 及 Emean 比较差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 尤其皮质 Emean 间有显著差异。ROC 曲线下面积提示以皮质部 Emean 对 CKD 的诊断效能最高, 其曲线下面积为 0.758, 可为临床早期发现实质病变提供定量评估依据。但本



研究样本量较小,其临床应用价值尚有待进一步探讨。

综上所述,剪切波弹性成像技术可快捷、简便、准确、无创地定量检测肾脏实质硬度变化,评估病变部位及程度,有望为临床慢性肾脏疾病早期诊断及病情监测提供更多有价值的诊断依据。

参考文献

[1] Luks AM, Johnson RJ, Swenson ER, et al. Chronic kidney disease at high altitude[J]. J Am Soc Nephrol, 2008, 19(12): 2262-2271.

[2] Ophir J, Alam SK, Garra B, et al. Elastography: Imaging the elastic properties of soft tissues with ultrasound[J]. J Med Ultrasonics, 2002, 29(4): 155-171.

[3] Barr RG. Sonographic breast elastography: a primer[J]. J Ultrasound Med, 2012, 31(5): 773-783.

[4] Youk JH, Son EJ, Gweon HM, et al. Comparison of strain and shear wave elastography for the differentiation of benign from malignant

breast lesions, combined with B-mode ultrasonography: qualitative and quantitative assessments[J]. Ultrasound Med Biol, 2014, 40(10): 2336-2344.

[5] 徐建红, 刘智惠, 孙雷, 等. 剪切波定量超声弹性成像技术在肾脏中应用的初步研究[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2011, 8(5): 1048-1052.

[6] 姚春晓, 傅宁华, 杨斌, 等. 声触诊组织定量分析在慢性肾病中应用的初步探讨[J]. 中国超声医学杂志, 2009, 25(12): 1169-1172.

[7] 王文伟, 王睿丽, 马桂英, 等. 声脉冲辐射力成像评价慢性肾功能不全价值[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2011, 9(25): 863-864.

[8] Pareek G, Wilkinson ER, Bharat S, et al. Elastographic measurements of in-vivo radiofrequency ablation lesions of the kidney [J]. J Endourol, 2006, 20(11): 959-964.

[9] 李深福, 胡华, 黎晋宇, 等. 早期慢性肾脏病肾皮质声触诊阻滞定量剪切波速度参考值的初步研究[J]. 临床肾脏病杂志, 2017, 17(2): 80-84.

(收稿日期: 2017-08-04)

· 病例报道 ·

## Ultrasonic manifestations of aberrant origin of the right subclavian artery from the right pulmonary artery: a case report

### 右锁骨下动脉异常起源右肺动脉超声表现 1 例

陶子瑜

[中图法分类号] R543.2; R540.45

[文献标识码] B

患儿男, 2 岁 1 个月, 因发现心前区杂音来我院就诊。体格检查: 心率 115 次/min, 胸骨偏左缘二、三肋间闻及Ⅲ级连续性杂音。右上肢较左上肢细小, 皮肤温度较左上肢低, 右侧桡动脉搏动较弱, 右食指经皮血氧饱和度 90%, 左食指经皮血氧饱和度 100%。右桡动脉有创血压 40/30 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa), 左桡动脉有创血压 90/60 mm Hg。超声心动图检查: 房间隔缺损 0.30 cm, 右肺动脉发出异常血管, 内径 0.43 cm, 左向右分流

(图 1), CDFI 提示双向分流(图 2), 左侧动脉导管未闭 3 mm。超声诊断: 房间隔缺损, 双侧动脉导管可能, 肺动脉高压。进一步行心脏大血管 CTA 检查, 结果提示右锁骨下动脉起源于右肺动脉起始部(图 3), 房间隔缺损 0.50 cm, 动脉导管未闭 3 mm。行气管全身麻醉, 体外循环心脏不停跳下手术, 术中见右锁骨下动脉从肺动脉近右肺动脉发出(图 4), 游离右锁骨下动脉并离断, 近心端结扎, 远端与主动脉弓行端侧吻合, 房间隔缺损 4 mm 连



图 1 超声示右锁骨下动脉起源于右肺动脉起始部, 内径 0.43 cm

图 2 CDFI 示右锁骨下动脉双向血流

图 3 CTA 示右锁骨下动脉起源于右肺动脉起始部

图 4 术中探及右锁骨下动脉起源于右肺动脉起始部

(下转第 747 页)

基金项目: 上海市卫生和计划生育委员会青年科研项目(20134Y020)

作者单位: 200062 上海市儿童医院 上海交通大学附属儿童医院心超室