

## 超声实时剪切波弹性成像对健康成人进餐前后肝脏的杨氏模量值变化

方彦鹏, 陈霞, 焦俊, 段庆红, 胡小丽, 彭孝春

方彦鹏, 陈霞, 胡小丽, 彭孝春, 贵阳医学院附属医院放射科 贵州省贵阳市 550000

焦俊, 段庆红, 贵阳医学院附属医院影像科 贵州省贵阳市 550000

方彦鹏, 主治医师, 主要从事腹部消化影像研究.

作者贡献分布: 方彦鹏负责论文写作与数据分析; 陈霞负责课题设计; 焦俊、段庆红、胡小丽及彭孝春负责研究过程与试剂的提供.

通讯作者: 陈霞, 主任医师, 550000, 贵州省贵阳市贵医街28号, 贵阳医学院附属医院放射科. chenxia001@126.com

电话: 0851-86855119

收稿日期: 2015-03-06 修回日期: 2015-03-31

接受日期: 2015-04-24 在线出版日期: 2015-09-08

### Shear wave elasticity imaging for measuring hepatic Young's modulus values in healthy adults before and after meals

Yan-Peng Fang, Xia Chen, Jun Jiao, Qing-Hong Duan, Xiao-Li Hu, Xiao-Chun Peng

Yan-Peng Fang, Xia Chen, Xiao-Li Hu, Xiao-Chun Peng, Department of Radiology, Affiliated Hospital of Guiyang Medical College, Guiyang 550000, Guizhou Province, China  
Jun Jiao, Qing-Hong Duan, Department of Medical Imaging, Affiliated Hospital of Guiyang Medical College, Guiyang 550000, Guizhou Province, China

Correspondence to: Xia Chen, Chief Physician, Department of Radiology, Affiliated Hospital of Guiyang Medical College, 28 Guiyi Street, Guiyang 550000, Guizhou Province, China. chenxia001@126.com

Received: 2015-03-06 Revised: 2015-03-31

Accepted: 2015-04-24 Published online: 2015-09-08

### Abstract

**AIM:** To explore the effect of meals on hepatic Young's modulus by shear wave elasticity imaging.

**METHODS:** The Young's modulus values of 158 healthy volunteer were measured at fasting (over 8 h), 1 h and 2 h after meals using real-time shear wave elastography to analyze the effect of meals on hepatic modulus values. All subjects were measured in the same conditions.

**RESULTS:** The measurements were successful in 154 of 158 (97.5%) subjects. The modulus before meals was  $5.89 \text{ kPa} \pm 0.92 \text{ kPa}$  [95% confidence interval (CI): 4.88-7.21 kPa]; the values at 1 h and 2 h after meals were  $6.09 \text{ kPa} \pm 1.05 \text{ kPa}$  (95% CI: 5.00-7.55 kPa) and  $5.95 \text{ kPa} \pm 1.10 \text{ kPa}$  (95% CI: 4.75-7.48 kPa), respectively. Statistical analysis showed that the change in hepatic modulus values before and after meals had no statistical significance ( $P > 0.05$ ), although statistical significance was noted in the maximum value between 2 h and 1 h after meals and the minimum value between before meals and 2 h after meals ( $P < 0.05$ ).

**CONCLUSION:** Meals have no influence on modulus values in healthy adults.

© 2015 Baishideng Publishing Group Inc. All rights reserved.

**Key Words:** Ultrasonic; Shear wave elasticity imaging; Meals; Liver

Fang YP, Chen X, Jiao J, Duan QH, Hu XL, Peng XC. Shear wave elasticity imaging for measuring hepatic Young's modulus values in healthy adults before and after meals. *Shijie Huaren Xiaohua Zazhi* 2015; 23(25): 4089-4093 URL: <http://www.wjgnet.com>

### ■背景资料

弹性成像技术的开展丰富了影像检查内容, 在疾病的无创性诊断方面获得较大进展. 弹性成像技术作为一种新型超声诊断技术, 可利用物质的形变测量受压前后回声信号移动的声像, 从而判断组织的变化情况对疾病进行诊断.

### ■同行评议者

白松, 主任医师, 昆明医科大学第一附属医院

## ■ 研究前沿

实时剪切波弹性成像(real-time shear wave elastography, SWE)技术可以根据需要对组织弹性分布进行定性、定量的评估, 较瞬时弹性成像(transient elastography, TE)和声脉冲辐射力弹性成像(acoustic radiation force impulse, ARFI)获得更多的声像信息, 为组织弥漫性病变提供有效诊断信息。

com/1009-3079/23/4089.asp DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wcjd.v23.i25.4089>

## 摘要

**目的:** 通过超声实时剪切波评估正常成人肝杨氏模量值是否受进餐的影响。

**方法:** 利用超声实时剪切波弹性成像(real-time shear wave elastography, SWE)技术分别测量158例健康志愿者空腹(8 h以上)、餐后1 h、餐后2 h肝脏杨氏模量值, 分析进餐对肝杨氏模量值的影响。所有受检者均在同一条件下接受3次测量并求平均值进行统计学分析。

**结果:** 158例受检者中有154例获得成功, 成功率为97.5%。餐前正常肝杨氏模量均值为 $5.89 \text{ kPa} \pm 0.92 \text{ kPa}$ , 95%可信区间(95% confidence interval, 95%CI)为4.88-7.21 kPa; 餐后1 h肝脏杨氏模量均值为 $6.09 \text{ kPa} \pm 1.05 \text{ kPa}$ , 95%CI为5.00-7.55 kPa; 餐后2 h肝杨氏模量均值为 $5.95 \text{ kPa} \pm 1.10 \text{ kPa}$ , 95%CI为4.75-7.48 kPa。经统计学分析, 患者在进餐前后的肝脏杨氏模量均值变化均无统计学意义( $P > 0.05$ ), 而餐后2 h与餐后1 h最大值及餐后2 h与餐前最小值比较有统计学意义( $P < 0.05$ )。

**结论:** 通过SWE技术对正常人进食前后肝杨氏模量值进行测量的结果说明其弹性变化不受进餐影响, 可进行稳定重复。

© 2015年版权归百世登出版集团有限公司所有。

**关键词:** 超声; 剪切波弹性成像; 进餐; 肝脏

**核心提示:** 利用超声实时剪切波弹性成像(real-time shear wave elastography, SWE)技术分别测量158例健康志愿者空腹(8 h以上)、餐后1 h、餐后2 h肝脏杨氏模量值, 分析进餐对肝杨氏模量值的影响。所有受检者均在同一条件下接受3次测量并求平均值进行统计学分析。通过SWE技术对正常人进食前后肝杨氏模量值进行测量的结果说明其弹性变化不受进餐影响, 可进行稳定重复。

方彦鹏, 陈霞, 焦俊, 段庆红, 胡小丽, 彭孝春. 超声实时剪切波弹性成像对健康成人进餐前后肝脏的杨氏模量值变化. 世界华人消化杂志 2015; 23(25): 4089-4093 URL: <http://www.wjgnet.com/1009-3079/23/4089.asp> DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wcjd.v23.i25.4089>

## 0 引言

弹性成像技术的开展丰富了影像检查内容, 在疾病的无创性诊断方面获得较大进展。弹性成像技术作为一种新型超声诊断技术, 可利用物质的形变测量受压前后回声信号移动的声像, 从而判断组织的变化情况对疾病进行诊断。实时剪切波弹性成像(real-time shear wave elastography, SWE)技术可以根据需要对组织弹性分布进行定性、定量的评估, 较瞬时弹性成像(transient elastography, TE)和声脉冲辐射力弹性成像(acoustic radiation force impulse, ARFI)获得更多的声像信息, 为组织弥漫性病变提供有效诊断信息。欧洲肝病研究学会研究发现, SWE具有超高速成像技术, 能够实时得到弹性图像, 其准确性高、重复性好的特点临床无创诊断肝纤维化提供的新的方法。李杰等<sup>[1]</sup>、何进等<sup>[2]</sup>研究证实进餐影响肝脏血流量, 而关于进餐对肝硬度是否有影响目前还没有相关报道。本研究应用SWE技术检测健康成人进餐前后肝杨氏模量值变化情况, 分析进餐对肝脏弹性检测是否有影响, 以及其重复性如何, 将其作为拓展SWE使用范围的基础研究。

## 1 材料和方法

**1.1 材料** 2014-11-29, 2014-12-06两天检查158例健康志愿者, 男性92例, 女性66例, 年龄20-25岁, 平均 $22.5 \text{ 岁} \pm 1.4 \text{ 岁}$ 。身高154-176 cm, 体质量指数 $19-27 \text{ kg/m}^2$ 。所有健康志愿者接受检查前均告知并得到其本人同意, 纳入标准: 体质量指数 $19-31 \text{ kg/m}^2$ , 无慢性肝炎、肝硬化等肝病病史, 常规超声检查肝脏无异常发现, 实验室检查肝功能正常范围。采用Supersonic Imagine Aixplorer型SWE超声诊断仪, SC6-1凸阵探头, 频率1-6 MHz。

## 1.2 方法

**1.2.1 饮食方案:** 牛奶(200 mL)+鸡蛋(1个)+面包(1个)。

**1.2.2 检查:** 所有受检者充分暴露腹部呈仰卧位, 将两上肢上举至与身体相平, 探头置于肋间探测右半肝S5段, 定位于避开大血管切面的肝包膜下2-4 cm。开启SWE模型, 嘱患者稳定呼吸后屏住3-5 s, 观察图像稳定后冻结图像并输出。利用Q-BOX软件对符合要求区域图像进行肝脏杨氏模量值进行测量。设定Q-BOX为10 mm,

## ■ 相关报道

李杰等、何进等研究证实进餐影响肝脏血流量, 而关于进餐对肝硬度是否有影响目前还没有相关报道。本研究应用SWE技术检测健康成人进餐前后肝杨氏模量值变化情况, 分析进餐对肝脏弹性检测是否有影响, 以及其重复性如何, 将其作为拓展SWE使用范围的基础研究。

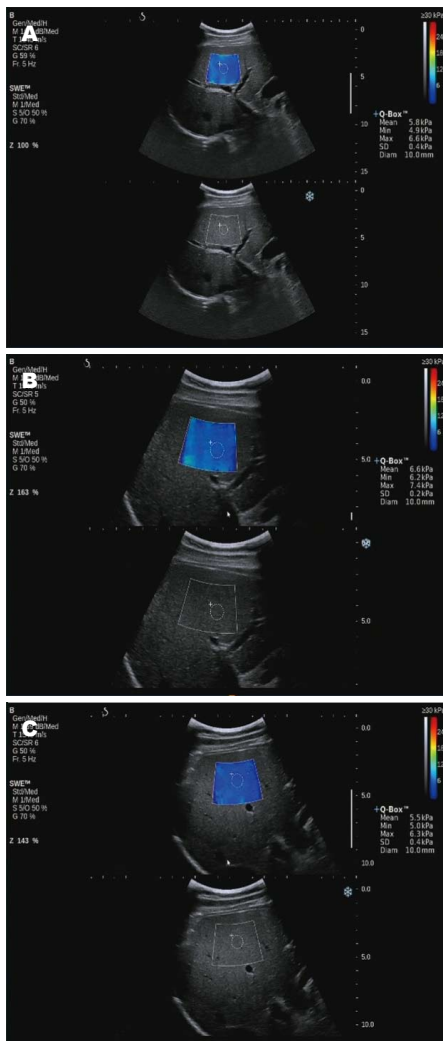


图 1 健康成人进餐前后肝SWE值的变化. A: 餐前, 肝脏杨氏模量均值为5.8 kPa; B: 餐后1 h, 肝脏杨氏模量均值为6.6 kPa; C: 餐后2 h, 肝脏杨氏模量均值为5.5 kPa. SWE: 实时剪切波弹性成像.

系统自动计算出餐前和餐后1、2 h的杨氏模量值并计算最大值( $E_{\max}$ )、最小值( $E_{\min}$ )和平均值( $E_{\text{mean}}$ ). 对每个受检者在相同条件下测量3次, 取平均值.

1.2.3 图像质量成功率分析: 以启动弹性模式区域内充满分布均质一致的颜色视为成功, 以出现测量区域内颜色充填不足、无颜色、颜色分布不均均为失败.

**统计学处理** 应用SPSS18.0统计学分析软件进行分析, 158健康志愿者肝杨氏模量值资料均服从正态分布, 采用 $\text{mean} \pm \text{SD}$ , 餐前后比较采用单因素方差分析(ANOVA), 组间两两比较使用LSD- $t$ 法,  $P < 0.05$ 为差异有统计学意义.

## 2 结果

### 2.1 肝脏SWE检测成功率 158例健康志愿者4

表 1 进餐前后肝脏硬度值变化 ( $n = 96$ ,  $\text{mean} \pm \text{SD}$ , kPa)

时间	平均值 $E_{\text{mean}}$	最大值 $E_{\text{max}}$	最小值 $E_{\text{min}}$
餐前	$5.89 \pm 0.92$	$7.21 \pm 1.44$	$4.43 \pm 1.31$
餐后1 h	$6.09 \pm 1.05$	$7.56 \pm 1.33$	$4.71 \pm 1.41$
餐后2 h	$5.95 \pm 1.10$	$6.92 \pm 1.40^a$	$5.01 \pm 1.22^c$

<sup>a</sup> $P < 0.05$  vs 餐后1 h; <sup>c</sup> $P < 0.05$  vs 餐前.

例SWE不成功, 154例获得满意的图像, 成功率: 97.5%, 不成功原因是1例因为肋间隙过窄, 超声速不能穿过肋间隙; 另3例是因为肥胖, 体质量指数超标, 超声波的穿透深度受限而失败.

2.2 进餐前后肝SWE值分布情况 餐前正常肝杨氏模量均值为 $5.89 \text{ kPa} \pm 0.92 \text{ kPa}$ , 95%可信区间(95% confidence interval, 95%CI)为 $4.88\text{--}7.21 \text{ kPa}$ (典型图像如图1A); 餐后1 h肝脏杨氏模量均值为 $6.09 \text{ kPa} \pm 1.05 \text{ kPa}$ , 95%CI为 $5.00\text{--}7.55 \text{ kPa}$ (典型图像如图1B); 餐后2 h肝杨氏模量均值为 $5.95 \text{ kPa} \pm 1.10 \text{ kPa}$ , 95%CI为 $4.75\text{--}7.48 \text{ kPa}$ (典型图像如图1C). 经统计学分析, 患者在进餐前后的肝脏杨氏模量均值变化差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ), 而餐后2 h与餐后1 h最大值、餐后2 h与餐前最小值比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )(表1).

## 3 讨论

近年来, 有创的肝脏活检数量在减少, 尤其是在一些欧洲国家, 如法国、意大利、罗马尼亚<sup>[3]</sup>, 医学领域一直在探索肝纤维化无创性诊断的方法; 肝脏无创性诊断方法有血清学检查、影像检查, 而影像检查中的弹性成像检查方法成为研究的热点<sup>[4,5]</sup>.

生物组织弹性特点对于疾病诊断具有重要参考价值, 其成像是生物学与医学工程领域的前沿课题. 弹性超声弥补了常规超声的不足, 更加实时准确的显示病变的位置和性质, 常称为E型超声模式, 而利用剪切波弹性成像方式已经取得重要进展. 目前剪切波弹性成像的方式有3种: TE、ARFI和SWE. TE是一维瞬时弹性成像技术, 目前得到广泛应用, 其准确性高, 欧洲肝病协会(European Association for the Study of the Liver, EASL)推荐使用TE来诊断丙型肝炎<sup>[6]</sup>, 但是该技术存在一些不足, TE是一维检查, 测量时难以避开大血管、胆囊等

## 应用要点

SWE作为新型的超声诊断技术, 在肝脏疾病方面的研究处在初级阶段. 很多人腹部超声检查都是空腹时做, 肝杨氏模量值大多是空腹情况下所得. 李杰等、何进等人研究发现进餐前后肝脏静脉内径增宽, 血流速度明显增快而致血流量增加. 肝脏的血供系统除门静脉还有肝动脉供血系统, 进餐后肝右动脉的血流信号减少, 血流速减慢, 从而验证了正常人在进餐后肝动脉和门静脉血流量之间相互适应, 共同调节血流量使肝脏血流达到动态平衡的状态.



## ■名词解释

SWE技术: 可以根据需要对组织弹性分布进行定性、定量的评估, 较TE和ARFI获得更多的声像信息, 为组织弥漫性病变提供有效诊断信息。

组织的影响, 且在肝硬化腹水患者的检查中受限, 因此其成功率不能被保证. ARFI能够利用聚焦超声波束在组织内产生剪切波, 然而被特定电子系统采集进而对组织的杨氏模量进行估计. 可避免大血管及胆囊等因素的干扰, 有腹水的患者也可进行检查, 其成功率较TE高, 诊断的准确性与TE相当<sup>[7]</sup>, 但ARFI取样容积及深度有限, 同时对局部声辐射能量较高, 对正常组织存在损害可能. SWE技术属于振动性弹性成像的一种, 由于“马赫锥”原理, 该系统通过发射脉冲在不同深度的组织中连续聚焦而高效振动该部分的组织粒子, 粒子产生的横向剪切波被超高速成像技术接收获得实时的弹性声像图, 并通过计算机分析弹出杨氏模量值. SWE技术是目前最新的定量检测组织硬度的方法, 具有无创、无痛、实时二维成像同步引导、成像快速、操作简单等优点<sup>[8,9]</sup>. Ferraioli等<sup>[10]</sup>应用SWE与TE对丙型肝炎患者进行了对比研究, 结果发现SWE的检测效能以及准确性、安全性上优于TE以及ARFI检查。

SWE作为新型的超声诊断技术, 在肝脏疾病方面的研究处在初级阶段. 很多人腹部超声检查都是空腹时做, 肝杨氏模量值大多是空腹情况下所得. 李杰等<sup>[1]</sup>、何进等<sup>[2]</sup>研究发现进餐前后肝脏静脉内径增宽, 血流速度明显增快而致血流量增加. 肝脏的血供系统除门静脉还有肝动脉供血系统, 进餐后肝右动脉的血流信号减少, 血流速减慢, 从而验证了正常人在进餐后肝动脉和门静脉血流量之间相互适应, 共同调节血流量使肝脏血流达到动态平衡的状态. Lautt<sup>[11]</sup>称这种肝脏通过门静脉和肝动脉共同调节血流动力而保持肝脏动态平衡的关系称为“肝动脉的缓冲效应”. 罗俊生<sup>[12]</sup>、郝光洛等<sup>[13]</sup>从进餐后肝功能方面研究证实进餐后抽血检查对肝功能没有明显影响. 关于进餐是否对肝脏弹性值有影响的报道很少, 为了探索此项检查在临床中使用稳定性, 我们采用98例健康志愿者进行进餐前后对照肝脏杨氏模量值研究, 检查成功率较高, 达到97.9%, 只有2例没有成功, 1例因为肋间隙过窄, 另1例因为体质量指数超标而没有得到满意的弹性图。

黄泽萍等<sup>[14,15]</sup>、杨道玲等<sup>[16]</sup>研究证实肝脏S5、S6段检测的成功率最高, 同时证实了

不同体位、不同深度检查对肝弹性值有影响. 本研究对健康志愿者进行SWE检查, 为了得到较为可靠的值, 我们采用固定仰卧位、固定肝S5段, 同样的感兴趣区(region of interest, ROI)进行餐前、餐后测量. 餐前SWE均值为5.89 kPa±0.92 kPa, 95%CI为4.88-7.21 kPa; 餐后1 h SWE均值为6.09 kPa±1.05 kPa, 95%CI为5.00-7.55 kPa; 餐后2 h后SWE均值为5.95 kPa±1.10 kPa, 95%CI为4.75-7.48 kPa. 与黄泽萍等<sup>[14]</sup>得到的肝SWE均值与杨氏模量均值5.023 kPa±0.966 kPa接近. 本研究从单一的角度分析进餐前后正常健康志愿者肝实时剪切波杨氏模量值是否有变化, 结果发现患者在进餐前后的肝脏杨氏模量均值无显著变化, 这说明SWE技术对进餐前后肝硬度方面无明显影响, 具有很好的可重复性及稳定性. 而餐后2 h与餐后1 h最大值、餐后2 h与餐前最小值比较有明显差异, 这可能是由于其他因素造成的, 具体原因有待进一步研究. 总之, 本研究说明SWE技术对进餐前后肝硬度方面无明显影响, 具有可靠的稳定性. 而本研究不足之处在于, 采用的只是一个年龄组, 在同组中采用样本量偏少, 还有许多因素没有参与综合考虑, 希望在今后的研究中加入更多因素、更大样本的分析, 能够得到一个更为准确的值, 为肝脏疾病的基础研究提供更有价值的依据。

## 4 参考文献

- 1 李杰, 李传福. 彩色多普勒对入肝血管餐前、后血流动力学的研究. 中国超声医学杂志 2001; 17: 376-369
- 2 何进, 戴丽明, 梁如馨, 邓享雄, 卢健. 超声检查进餐前后肝脏血供改变及其意义. 中国超声诊断杂志 2005; 11: 824-826
- 3 Sporea I, Popescu A, Gheorghe L, Cijevschi Prelipcean C, Spârchez Z, Voiosu R. "Quo vadis" liver biopsy? A multi-centre Romanian study regarding the number of liver biopsies performed for chronic viral hepatitis. *J Gastrointest Liver Dis* 2012; 21: 326 [PMID: 23012678]
- 4 Bamber J, Cosgrove D, Dietrich CF, Fromageau J, Bojunga J, Calliada F, Cantisani V, Correias JM, D'Onofrio M, Drakonaki EE, Fink M, Friedrich-Rust M, Gilja OH, Havre RF, Jenssen C, Klausner AS, Ohlinger R, Saftoiu A, Schaefer F, Sporea I, Piscaglia F. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology. *Ultraschall Med* 2013; 34: 169-184 [PMID: 23558397 DOI: 10.1055/s-0033-1335205]
- 5 Cosgrove D, Piscaglia F, Bamber J, Bojunga J, Correias JM, Gilja OH, Klausner AS, Sporea I, Calliada

- F, Cantisani V, D'Onofrio M, Drakonaki EE, Fink M, Friedrich-Rust M, Fromageau J, Havre RF, Jenssen C, Ohllinger R, Săftoiu A, Schaefer F, Dietrich CF. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications. *Ultraschall Med* 2013; 34: 238-253 [PMID: 23605169 DOI: 10.1055/s-0033-1335375]
- 6 European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines: management of hepatitis C virus infection. *J Hepatol* 2011; 55: 245-264 [PMID: 21371579 DOI: 10.1016/j.jhep.2011.02.023]
- 7 Potthoff A, Attia D, Pischke S, Kirschner J, Mederacke I, Wedemeyer H, Manns MP, Gebel MJ, Rifai K. Influence of different frequencies and insertion depths on the diagnostic accuracy of liver elastography by acoustic radiation force impulse imaging (ARFI). *Eur J Radiol* 2013; 82: 1207-1212 [PMID: 23523513 DOI: 10.1016/j.ejrad.2013.02.011]
- 8 Bercoff J, Tanter M, Fink M. Supersonic shear imaging: a new technique for soft tissue elasticity mapping. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control* 2004; 51: 396-409 [PMID: 15139541]
- 9 Muller M, Gennisson JL, Deffieux T, Tanter M, Fink M. Quantitative viscoelasticity mapping of human liver using supersonic shear imaging: preliminary in vivo feasibility study. *Ultrasound Med Biol* 2009; 35: 219-229 [PMID: 19081665 DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2008.08.018]
- 10 Ferraioli G, Tinelli C, Dal Bello B, Zicchetti M, Filice G, Filice C. Accuracy of real-time shear wave elastography for assessing liver fibrosis in chronic hepatitis C: a pilot study. *Hepatology* 2012; 56: 2125-2133 [PMID: 22767302 DOI: 10.1002/hep.25936]
- 11 Lautt WW. Relationship between hepatic blood flow and overall metabolism: the hepatic arterial buffer response. *Fed Proc* 1983; 42: 1662-1666 [PMID: 6832383]
- 12 罗俊生. 餐后采血对肝功能8项指标的影响. *医学理论与实践* 2002; 15: 81
- 13 郝光洛, 李文生. 餐前餐后采血对肝功能试验结果影响的初步探讨. *中原医刊* 1991; 5: 17-18
- 14 黄泽萍, 郑剑, 郑荣琴, 曾婕, 贺需旗, 吴涛. 实时剪切波弹性成像检测正常人肝的影响因素探讨. *中华超声影像学杂志* 2013; 22: 362-363
- 15 黄泽萍, 曾婕, 郑荣琴, 郑剑, 吴涛, 曾庆劲. 实时剪切波弹性成像检测正常成人肝弹性模量正常值的研究. *中华超声影像学杂志* 2013; 22: 508-511
- 16 杨道玲, 韦嘉, 张勇, 汤跃跃, 钱聘, 陆永萍. 实时剪切波超声弹性成像对健康成人肝组织硬度定量分析研究. *中国超声医学杂志* 2014; 30: 411-414

#### 同行评价

本研究选题新颖, 设计合理, 结果可靠, 有较好的学术价值.

编辑: 韦元涛 电编: 都珍珍

