

# 超声造影及超声弹性成像技术在睾丸疾病诊断中的应用进展

陈彪 李国杰 朱向明

**【摘要】 目的** 探讨超声造影及超声弹性成像技术在睾丸疾病诊断中的应用进展。**方法** 查阅近年来超声造影及超声弹性成像技术应用于睾丸疾病诊断的相关文献,进行归纳总结。**结果** 在二维高频灰阶超声、彩色多普勒超声检查基础上,超声造影可提高睾丸扭转、表皮样囊肿、梗死和脓肿等睾丸疾病诊断的敏感性和特异性。超声弹性成像能反映组织的相对软硬度,对良恶性病变具有一定的鉴别价值。**结论** 超声造影及超声弹性成像技术可以提高睾丸疾病诊断的符合率,并能进一步提高睾丸良恶性病变诊断的准确性。

**【关键词】** 睾丸疾病; 超声造影; 弹性成像; 超声显像

**Progress of CEUS and elastography in the diagnosis of testicle diseases** Chen Biao, Li Guojie, Zhu Xiangming. Department of Ultrasound, Yijishan Hospital of Wannan Medical College, Wuhu 241001, China Corresponding author: Li Guojie, Email: ligjwuhu@gmail.com

**【Abstract】 Objective** To discuss the progress of contrast-enhanced ultrasonography (CEUS) and elastography in the diagnosis of testicle diseases. **Methods** To review the relevant literatures concerning of testicle diseases diagnosed by contrast-enhanced ultrasonography and Elastography. **Results** On the basis of high-frequency two-dimensional gray-scale ultrasound and color Doppler ultrasound, the use of CEUS improves the diagnostic sensitivity and specificity of testicular lesions, such as testicular torsion, epidermoid cysts, infarctions and abscesses. Elastography, an ultrasound measure of the stiffness of tissue, can identify malignant lesions and benign lesions to a certain extent. **Conclusions** CEUS and Elastography can improve the diagnosis of testicular compliance rate, and can further enhance the accuracy of the diagnosis of testicular benign and malignant lesions.

**【Key words】** Testicle diseases; Contrast-enhanced ultrasonography; Ultrasonic elastography; Ultrasonic imaging

随着现代超声新技术的出现,以及仪器质量不断地提高,超声检查在睾丸疾病诊断中的应用已从二维高频灰阶超声、彩色多普勒超声、能量多普勒成像,发展到近年来的超声造影以及超声弹性成像技术<sup>[1]</sup>。本文就超声造影(contrast-enhanced ultrasound, CEUS)以及超声弹性成像(ultrasound elastography, UE)技术在部分睾丸疾病诊断中的应用进展综述如下。

## 1 基础概述

CEUS 经周围静脉注射后,能够顺利通过体肺循环抵达全身组织器官,以显示造影剂微泡的运动、分布的方式,了解感兴趣区域的血流灌注状态及血流动力学变化,是目前能够较准确地反映正常和病变组织内部结构及血流灌注情况的新技术<sup>[2-3]</sup>。彩色多普勒超声可以显示血管血流并对其进行分析,但其对微小血管和极低血流的显示较为困难;而 CEUS 技术在此基础上通过造影剂增强了血流的背向散射回

声,极易显示细小血管和慢速血流,有效增强组织二维灰阶超声和彩色多普勒信号<sup>[2]</sup>,这使得 CEUS 如同对甲状腺、乳腺及浅表淋巴结一样<sup>[4-5]</sup>,也能更准确地探测及评价正常睾丸和睾丸病变组织的血管分布及其内部的血流情况。

UE 是一种新的判断睾丸病变良恶性的超声技术。通过施加一个标准的外力后测量睾丸组织的硬度,计算超声波的变形程度。与良性病变比较,恶性病变通常质地较硬。弹性成像是一种比较客观的评价病变坚硬度的方法,该技术最大的优越性是可以用来评估所选择的感兴趣区域的不同组织的相对硬度。UE 声像图以彩色编码来表示不同组织弹性大小,较硬的区域显示为蓝色,较软的区域显示为红色,而绿色则表示一个中等水平的弹性。病灶硬度以 1~5 分表示组织由软到硬。1 分:受检的病变区与周围组织完全为绿色覆盖;2 分:病变区蓝绿混杂,以绿色为主;3 分:病变区以蓝色为主,周边见部分绿色;4 分:病变区完全为蓝色覆盖;5 分:病变区完全为蓝色覆盖,且病变周围亦可见少许组织为蓝色<sup>[5]</sup>。如果病灶评分为 1~3 分则多为良性,如果评分为 4 分或者 5 分则恶性可能性大<sup>[6]</sup>。

## 2 CEUS 及 UE 技术在睾丸检查中的应用

### 2.1 正常睾丸 CEUS 及 UE 声像图表现

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-7041.2014.01.020

作者单位:241001 安徽省芜湖市,皖南医学院弋矶山医院超声医学科

通信作者:李国杰,Email: ligjwuhu@gmail.com

2.1.1 正常睾丸 CEUS 表现:造影剂经外周静脉注入 16 ~ 22 s 后,睾丸周边及实质血管开始显影并迅速达到最强高回声,内部回声均匀一致,周边清晰,持续 30 ~ 40 s 后逐渐消退<sup>[7]</sup>。

2.1.2 正常睾丸 UE 表现:UE 可以计算感兴趣区与周边组织的应变率比值,进而判定感兴趣区的相对硬度。邱少东等<sup>[8]</sup>对 50 例健康受检者行睾丸 UE 检查,其声像图特征如下。(1)正常睾丸实质中心区域以绿色为主,而边缘区域则以蓝色为主,并且在睾丸实质周边可见红色周边带;(2)双侧睾丸的应变率未见明显差异;(3)睾丸中心区域表现为绿色可能与睾丸实质为中等水平弹性有关,而边缘蓝色的原因可能与睾丸实质靠近鞘膜,边缘张力增高有关。

## 2.2 睾丸扭转 CEUS 及 UE 声像图表现

在彩色多普勒超声检查的基础上,再加做 CEUS 检查,可明显提高睾丸扭转诊断的敏感性和特异性<sup>[9]</sup>。李颖嘉等<sup>[7]</sup>对 8 例确诊为睾丸扭转者的研究表明,睾丸扭转 CEUS 声像图特征为两类:(1)造影后睾丸实质内无造影剂充填,其中 1 例睾丸周边见粗大环状强回声包绕;(2)造影后睾丸实质内见局部造影剂缺损区,其中 2 例造影前二维高频灰阶超声未发现回声异常。刘振华等<sup>[10]</sup>应用 CEUS 检查睾丸扭转时,发现部分扭转睾丸的声像图特征为周边可显示出粗大环状增强回声包绕。为了探讨这一环状增强的机制,他们把 18 只雄性新西兰家兔随机分为对照组、鞘膜外扭转组及鞘膜内扭转组(后两组分别于鞘膜层内及鞘膜层外注入适量耦合剂制作成鞘膜外扭转和鞘膜内扭转动物模型),分别进行 CEUS 检查,其声像图特征为:鞘膜外扭转组和鞘膜内扭转组均显示环状增强,而对照组无环状增强;鞘膜内扭转组的鞘膜层环状增强明显强于阴囊皮肤肌肉层;鞘膜外扭转组阴囊皮肤肌肉层显示较弱环状增强,而鞘膜层未见增强。该实验证实了睾丸扭转环状增强主要来源于睾丸鞘膜层,少量来源于阴囊皮肤肌肉层。由于实验发现鞘膜内扭转环状增强明显强于鞘膜外扭转,因此环状增强的强弱有助于鉴别鞘膜内或鞘膜外睾丸扭转。睾丸扭转依据其缺血程度可分为完全扭转与不全扭转两种类型。李世岩等<sup>[11]</sup>对 24 例睾丸扭转患者进行研究,其中 5 例完全扭转者睾丸超声造影声像图特征为增强不明显,患侧睾丸时间-强度曲线为与时间轴相平行的无增强直线;19 例不全扭转者声像图特征为患者正常侧睾丸到达时间、达峰时间分别为(17.09 ± 2.80)s、(22.11 ± 4.50)s,而患侧睾丸到达时间、达峰时间分别为(22.53 ± 2.32)s、(30.92 ± 3.52)s,到达时间及达峰时间患侧均比正常侧明显延长( $P < 0.001$ );增强强度及峰值强度与正常侧比较均明显减低( $P < 0.05$ )。该研究作者同时还认为 CEUS 不受操作者手法等因素的影响,具有较好的重复性,弥补了彩色多普勒对低速血流检测敏感性的不足。此外,其研究结果还进一步显示 CEUS 诊断不全扭转的准确率由二维高频灰阶超声及彩色多普勒超声的 68.4% 提高到 100% ( $\chi^2 = 4.762, P < 0.05$ )。唐敏等<sup>[12]</sup>对 7 只犬睾丸不完全扭转模型进行 CEUS 检查,其声像图特征为:扭转侧睾丸造影剂显影时间、达峰时间较对照组延长,峰值强度较对照组减低( $P < 0.05$ )。CEUS、彩色多普勒成像、能量多普勒成像对本实验睾丸不全扭转同一时间点的总阳性检出率分别为 100%、60%、60%。

该结果显示 CEUS 对早期不完全扭转的诊断准确率优于彩色多普勒成像及能量多普勒成像。吴庆梅<sup>[13]</sup>研究表明,睾丸扭转圈数与造影剂到达时间呈正相关,与造影剂增强强度呈负相关。近年来,有些学者对单侧睾丸扭转后的对侧睾丸进行了研究,发现单侧睾丸的扭转会对对侧睾丸产生损伤性作用。为此,陈林等<sup>[14]</sup>将 28 只新西兰雄性家兔随机分为对照组、3 h 复位组、6 h 复位组、24 h 复位组、不复位组,对照组 8 只,其它组每组 5 只,分别进行 CEUS 检查,结果显示扭转组(即除对照组之外的其余 4 组)扭转后与扭转前比较,其声像图特征为:对侧睾丸灌注增加,主要表现为峰值强度增高( $P < 0.05$ );单侧睾丸扭转时间越长,对侧睾丸灌注增加越明显。

然而,在上述睾丸扭转中,其 UE 声像图特征尚未见相关报道<sup>[9-14]</sup>。

## 2.3 睾丸肿瘤的 CEUS 及 UE 声像图表现

Huang 等<sup>[1]</sup>对精原细胞瘤、胚胎瘤、睾丸间质瘤以及来源于前列腺的转移灶,在二维高频灰阶超声、CEUS 及 UE 上的不同表现分别进行了描述,其声像图特征为:(1)精原细胞瘤常表现为均匀性的低回声肿块,肿块内部可见血流信号;CEUS 表现为病灶早期增强、快速充盈,病灶失去正常的线性血管形态而呈交错状,且持续时间长;UE 声像图表现较硬,即病变区完全为蓝色覆盖(4 分),或病变区完全为蓝色覆盖,且病变周围亦可见少许组织为蓝色(5 分)。(2)胚胎瘤常表现为回声不均匀,肿块内可见高回声区、钙化和囊肿形成,血流信号可丰富或不丰富,不丰富的病灶可能会被误认为如节段性梗死局灶性瘢痕这样的良性病灶;但是 CEUS 检查病灶内可见造影剂微泡呈无规则的运动,这有别于良性病变;病灶在 UE 声像图上亦表现较硬,病变区完全为蓝色覆盖(4 分以上)。(3)睾丸间质瘤常表现为边界清晰的低回声病灶,病灶血流信号较丰富;CEUS 检查显示,与正常睾丸组织比,病灶早期增强且持续时间长;UE 声像图也表现病变区完全为蓝色覆盖(4 分以上)。(4)来源于前列腺的转移灶:多灶性的低回声肿块内可见血流信号;行 CEUS 后,病灶整体增强,且病灶周边可见环状增强;病灶 UE 声像图也表现较硬,病变区完全为蓝色覆盖(4 分以上)。

一般情况下,睾丸恶性肿瘤的 CEUS 常表现为高增强回声型<sup>[1,15]</sup>。为了评估 CEUS 对睾丸肿块诊断的可行性,Lock 等<sup>[16]</sup>对 51 例患者(51 个睾丸肿块)行 CEUS 检查,39 个高增强型肿块中 38 个手术病理诊断为恶性肿瘤;若以高增强回声型作为睾丸恶性肿瘤的诊断标准,其阳性预测值为 97.4% (95% 可信区间 84.9% ~ 99.9%),其中仅 1 例高增强回声型的肿块病理证实为化脓性附睾炎累及睾丸。作者还发现 CEUS 无法鉴别血流丰富的睾丸肿瘤和局灶性的睾丸炎。该研究中 51 个睾丸肿块中有 43 个病理证实为肿瘤,其中 38 例造影为高增强回声、2 例为回声不增强、3 例为回声低增强。作者发现 5 例非高增强的病灶均有合理的原因来解释:2 例精原细胞瘤存在大面积坏死,1 例混合瘤由于阴囊外伤形成瘤内血肿,1 例精原细胞瘤较小且病变睾丸呈萎缩性改变,1 例双侧睾丸实质造影剂充盈均欠佳。曾少明等<sup>[17]</sup>选择泌尿外科疑似睾丸肿瘤患者 12 例,静脉注射超声造影后观察分析其彩色能量图及脉冲多普勒频谱表现,发现 12 例均

可见血流信号,其中 11 例血流信号丰富,病灶区可见短条状、带状或树枝状血流,血管行走不规则(该 11 例均经病理确诊为恶性肿瘤);1 例显示血流较稀疏,为附睾结核累及睾丸。12 例脉冲多普勒测量结果显示:患侧收缩期最大流速( $28.2 \pm 18.5$ )cm/s,阻力指数  $0.58 \pm 0.05$ ;健侧收缩期最大流速( $12.4 \pm 9.6$ )cm/s,阻力指数  $0.56 \pm 0.55$  ( $P < 0.01$ )。

Goddi 等<sup>[6]</sup>为了评估 UE 区分恶性和良性睾丸病灶的能力,对 88 个含结节性病灶的睾丸(共 144 个病灶)进行了 UE 检查,并对研究结果进行分析,包括病灶的形状(结节状/假结节状)、大小和得分(1~5 分)。其声像图特征为:93.7% 的良性病灶与周围组织表现为完全为绿色覆盖的弹性图像(弹性评分 1 分),92.9% 的  $< 5$  mm 的良性结节和 100% 的假结节表现为较为柔软的弹性图像(评分多为 1 分),87.5% 的恶性结节呈现出较为坚硬的图像(评分多为 4~5 分)。UE 诊断良恶性病变的敏感性为 87.5%,特异性为 98.2%,阳性预测值为 93.3%,阴性预测值为 96.4%,准确率为 93.3%。作者同时指出 UE 只适用于评估睾丸小结节和假结节,对于评估较大的睾丸结节性病灶临床意义不大。

睾丸表皮样囊肿是一种良性上皮性肿瘤,约占所有睾丸肿瘤的 1%。Patel 等<sup>[18]</sup>对 3 例患者共 7 个病灶(病理证实为表皮样囊肿)同时进行了 CEUS 和 UE 检查。CEUS 声像图特征为:7 个病灶内部均未见增强,只有 3 个较大的病灶周边呈环状增强。作者认为由于表皮囊肿的质量效应,病灶周边正常睾丸组织挤压导致病灶周边血管密度增加,这可能是环状增强的机制。UE 声像图特征为:均表现较硬,其中 4 个病灶完全为蓝色覆盖,且病灶周围亦可见少许组织为蓝色(5 分),3 个病灶完全为蓝色覆盖(4 分)。

目前,CEUS 及 UE 在睾丸肿块良恶性鉴别方面的报道较少,仅能根据睾丸肿块造影的增强情况及肿块的相对硬度作出初步诊断。

#### 2.4 附睾-睾丸炎 CEUS 及 UE 声像图表现

附睾炎症可以累及睾丸引起局灶性的睾丸炎,严重的附睾-睾丸炎可能继发睾丸节段性梗死(segmental testicular infarction, STI)、静脉性梗死,最终导致睾丸实质坏死及脓肿形成。(1)急性睾丸炎 CEUS 声像图特征为患侧睾丸明显增强,利用 CEUS 对睾丸实质的增强效应,能更清晰地显示无增强的坏死液化灶,有利于准确判断炎症的严重程度<sup>[19]</sup>。(2)睾丸脓肿 CEUS 声像图特征为病灶周边的环状增强,而病灶内未见增强,有时可见病灶内的间隔增强;而 UE 检查表现为以蓝色为主的蓝绿混杂的图像。(3)静脉性梗死睾丸实质坏死 CEUS 声像图特征为病灶内无增强,病灶边界光滑、清晰且呈高增强;而 UE 检查表现为硬度较软的红绿蓝均有的混杂图像<sup>[20]</sup>。(4)STI 声像图特征为:早期二维灰阶超声显示为一个边界不清晰的类圆形等回声病灶,随着时间的推移,病灶会表现为更小更为明显的低回声,通常呈楔形。为了评估 CEUS 在 STI 诊断方面的应用价值, Bertolotto 等<sup>[21]</sup>对 16 个睾丸梗死病灶分别在 24 h 内、2~17 d、1 个月后进行 CEUS 检查,早期(24 h 内)声像图特征为:14 个病灶呈圆形、2 个病灶呈楔形,病灶无造影剂充盈,15 个病灶周边未见环状增强;2~17 d 表现为病灶无造影剂充盈,但病灶周边均见环状增强;1 个月后表现为病灶周边环状增强消失,病灶内部呈斑点

状。作者认为,根据病灶呈小叶状的形态特征,以及随着时间的推移造影后病灶周边环状增强的改变这一特点,可以与其他睾丸病灶相鉴别,并可考虑是否行保守治疗。Kantarci 等<sup>[22]</sup>对 1 例 STI 患者行 UE 检查,结果显示:早期病灶与正常的睾丸实质相比更柔软,随着病程的发展该病灶由不规则的类圆形变为楔形,但边界仍不清晰。他们分析,组织水肿可能是病灶早期表现为较软的病理机制,而后期表现较硬可能是组织出血坏死及病变组织的收缩造成的。因此他们认为,与二维高频灰阶超声类似,UE 声像图特征与 STI 的病变进展有关;与正常睾丸实质相比,在 STI 初期表现为较软、后期表现为较硬。

#### 2.5 睾丸外伤 CEUS 声像图表现

通常,因具有明确的外伤史,睾丸外伤诊断并不困难。Moschouris 等<sup>[15]</sup>对 19 例阴囊急症进行研究,其中 6 例有外伤史,并得出结论认为,与彩色多普勒超声相比,CEUS 没有显著优势。但是,CEUS 可以弥补二维高频灰阶超声不能显示微弱血流信号的不足,在睾丸外伤类型、严重程度、有无并发症及手术方案的选择(部分切除或者全切)方面发挥重要作用<sup>[23-24]</sup>。UE 在睾丸外伤类型、严重程度等方面的研究并没有相关报道,通常该技术用于外伤引起的病灶和肿瘤病灶的鉴别<sup>[1,6]</sup>。

严重受创的睾丸 CEUS 声像图特征为不均匀或斑片状回声增强,而轻微外伤回声增强不明显<sup>[15]</sup>。白膜的中断是睾丸破裂的特征性表现,CEUS 可以清晰地显示出中断的白膜<sup>[25]</sup>,从而显著提高睾丸破裂的诊断率。当二维高频灰阶超声难以识别裂口处为挫伤组织还是血肿时,CEUS 能够给予明确的诊断<sup>[19]</sup>。挫伤者造影时睾丸形态及边缘清晰显示,其内多普勒信号普遍性减弱。血肿形成者造影见血肿轮廓清晰,内部无造影剂灌注。

#### 2.6 CEUS 及 UE 技术在男性不育症方面的初步研究

精子的活力、质量和数量取决于睾丸实质的血流灌注。精索静脉曲张的患者睾丸动脉的血流量会显著下降,从而导致睾丸生精功能障碍。通过 CEUS 能够了解睾丸血流灌注的情况,进一步对睾丸的功能进行评估<sup>[26]</sup>。

为了探讨 UE 在评估无精子症睾丸生精功能中的应用价值,李敏等<sup>[27]</sup>对 50 例梗阻性无精子症(obstructive azoospermia, OA)、70 例非梗阻性无精子症(non-obstructive azoospermia, NOA)患者和 30 例健康对照组(N)行睾丸 UE 检查,并按睾丸体积积分成 5 个亚组,对睾丸体积大小分布与弹性评分作相关性分析,结果显示:NOA 组中弹性评分 3~5 级出现率(117/140, 83.57%)明显高于 OA 组(21/100, 21.00%)及 N 组(11/60, 18.33%);睾丸体积与 UE 的相关系数为  $-0.697$  ( $P < 0.001$ ),呈负相关,随着睾丸体积的减小,弹性评分逐级上升。因此他们认为,睾丸 UE 分级与睾丸体积有很好的相关性,在判定睾丸生精功能上有一定的临床价值。

睾丸微石症(testicular microlithiasis, TM)患者不育症的发生率为 17%~23%,而不育症患者中睾丸微石症的发生率为 3.1%~6.9%。为了评价 UE 定量分析技术在睾丸微石症诊断中的应用价值,邱少东等<sup>[28]</sup>对 10 例 TM 患者(TM 组)及 50 名健康男性志愿者(正常对照组)行 UE 检查,对比

分析 TM 组及正常对照组睾丸组织的硬度、均匀程度及 UE 声像图表现的差异。结果显示, TM 患者睾丸 UE 声像图特征与正常睾丸相似, 且睾丸微小钙化表现为与二维声像图类似的点状强回声, 而非代表高硬度的点状蓝色回声。作者认为原因可能在于: (1) 钙化灶体积太小, 目前的 UE 技术无法获取其硬度信息, 进而导致无法获取其真实数据; (2) 钙化灶硬度相对于睾丸实质的硬度更大, 其自身受到外力压迫后产生的弹性形变很小, 这种微小形变超出了目前 UE 技术的编码能力, 无法对其进行编码。

综上所述, CEUS 技术可克服二维高频灰阶超声及彩色多普勒超声的局限性, 能提高超声对睾丸疾病诊断的敏感性和特异性, 二维高频灰阶超声、彩色多普勒超声以及 CEUS 三者的联合应用, 可提高超声对睾丸疾病诊断的总符合率。令人鼓舞的是, UE 技术尽管仅在部分病种有报道, 但 UE 在这些病种中的应用, 也为超声对睾丸疾病的鉴别诊断拓宽了途径。

### 参 考 文 献

- [1] Huang DY, Sidhu PS. Focal testicular lesions: colour Doppler ultrasound, contrast-enhanced ultrasound and tissue elastography as adjuvants to the diagnosis [J]. *British J Radiology*, 2012, 85 (1): S41-S53.
- [2] 刘吉斌, 王金锐. 超声造影显像 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2010. 506-521.
- [3] 牛海燕, 智光. 超声造影剂的研究进展 [J]. *中华医学超声杂志: 电子版*, 2006, 3(6): 368-370.
- [4] 王晔, 李国杰, 朱向明, 等. 超声显像对乳腺疾病的诊断进展 [J]. *中华全科医学*, 2013, 11(4): 613-614.
- [5] 贺轶, 李国杰, 朱向明. 甲状腺恶性结节超声诊断进展 [J]. *解剖与临床*, 2013, 18(1): 84-88.
- [6] Goddi A, Sacchi A, Magistretti G, et al. Real-time tissue elastography for testicular lesion assessment [J]. *Eur Radiol*, 2012, 22(4): 721-730.
- [7] 李颖嘉, 文戈, 吴凤林, 等. 谐波超声造影对睾丸扭转诊断的研究 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2004, 13(11): 874-875.
- [8] 邱少东, 陈菲, 罗燕华, 等. 正常睾丸组织超声弹性成像声像图特点 [J]. *中国医学超声杂志*, 2011, 27(12): 1116-1118.
- [9] 陈惠莉, 杜联芳, 李凡. 彩色多普勒超声和超声造影检测睾丸扭转的诊断价值 [J]. *中国医学影像技术*, 2006, 22(10): 1579-1581.
- [10] 刘振华, 陈林, 詹维伟, 等. 睾丸扭转超声造影环状增强机制的实验研究 [J]. *上海交通大学学报: 医学版*, 2011, 31(2): 173-176.
- [11] 李世岩, 黄品同, 黄福光, 等. 超声造影对睾丸扭转的诊断价值 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2008, 17(1): 43-45.
- [12] 唐敏, 曹礼庭, 刘健, 等. 急性实验性睾丸不全扭转超声与超声造影诊断的对比研究 [J]. *中华医学超声杂志: 电子版*, 2010, 7(6): 908-914.
- [13] 吴庆梅. CDFI 及超声造影在睾丸扭转和睾丸附件扭转诊断中的应用 [J]. *重庆医学*, 2011, 40(15): 1487-1489.
- [14] 陈林, 詹维伟, 吕琛, 等. 单侧睾丸扭转后对侧睾丸损伤的超声造影实验研究 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2008, 17(11): 998-1001.
- [15] Moschouris H, Stamatou K, Lampropoulou E, et al. Imaging of the acute scrotum: is there a place for contrast-enhanced ultrasonography? [J]. *International Braz J Urol*, 2009, 35(6): 702-705.
- [16] Lock G, Schmidt C, Hehnieh F, et al. Early experience with contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of testicular masses: a feasibility study [J]. *Urology*, 2011, 77(5): 1049-1053.
- [17] 曾少明, 常江平, 张家庭, 等. 超声造影在诊断睾丸肿瘤中的应用 [J]. *临床和实验医学杂志*, 2005, 4(3): 154-155.
- [18] Patel K, Sellars ME, Clarke JL, et al. Features of Testicular Epidermoid Cysts on contrast enhanced Sonography and real-time tissue Elastography [J]. *J Ultrasound Med*, 2012, 31(1): 115-122.
- [19] 彭敏霞, 郑笑娟, 邹署东, 等. 超声造影在阴囊急症诊断中的应用 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2011, 22(10): 735-736.
- [20] Lung PFC, Jaffer OS, Sellars ME, et al. Contrast-enhanced ultrasound in the Evaluation of Focal Testicular Complications Secondary to Epididymitis [J]. *AJR*, 2012, 199(3): W345-W354.
- [21] Bertolotto M, Derchi LE, Sidhu PS, et al. Acute segmental testicular infarction at contrast-enhanced ultrasound: early features and changes during follow-up [J]. *Ame Roentgen Ray Society*, 2011, 196(4): 834-841.
- [22] Kantarci F, Olgun DC, Mihmanli I. Shear-wave elastography of segmental infarction of the testis [J]. *Korean J Radiol*, 2012, 13(6): 820-822.
- [23] 王双龙, 董磊. 超声造影在阴囊急症诊断中的应用与研究进展 [J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2012, 9(9): 7-9.
- [24] Hedayati V, Sellars ME, Sharma DM, et al. Contrast-enhanced ultrasound in testicular trauma: role in directing exploration, debridement and organ salvage [J]. *Bri J Radiol*, 2012, 85(1011): e65-e68.
- [25] Valentino M, Bertolotto M, Derchi L, et al. Role of contrast enhanced ultrasound in acute serotal diseases [J]. *Eur Radiol*, 2011, 21(9): 1831-1840.
- [26] Schurich M, Aigner F, Frauscher F, et al. The role of ultrasound in assessment of male fertility [J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2009, 144(1): S192-S198.
- [27] 李敏, 李凤华, 杜晶, 等. 实时超声弹性成像评估无精子症睾丸生精功能的初步研究 [J]. *中国超声医学杂志*, 2012, 28(2): 163-166.
- [28] 邱少东, 陈菲, 罗燕华, 等. 观察超声弹性成像定量分析技术在睾丸微石症诊断中的应用价值 [J]. *中国介入影像与治疗学*, 2012, 9(4): 282-285.

(收稿日期: 2013-06-24)

(本文编辑: 张萍)