

# 超声在兔胸部撞击伤尸体检验中的初步研究

程伟 门颖群 夏兵 尹志勇 李陶

**摘要** **目的** 初步探索超声在兔胸部撞击伤尸体检验中的应用价值。**方法** 选取健康新西兰兔 16 只,将其置于 BIM-I 型垂直生物撞击机下,采用 850 g,直径 40 mm 的钢柱撞击胸部,以第四五肋间心前区为撞击中心模拟胸部钝性伤。撞击后应用超声对未立即死亡的动物行心脏左室壁厚度测量、左室血流动力学评估,行心包、胸腔积液检查和气胸检查,观察肋骨骨折情况;对撞击后立即死亡的动物行气胸检查和心包、胸腔积液检查,观察肋骨骨折情况。对未死亡的动物过量麻醉剂处死,所有动物死亡后均行尸体解剖,与超声检查结果对比。**结果** 12 只兔撞击后未立即死亡,室间隔平均增厚(1.22±0.49)mm,左室后壁平均增厚(1.14±0.31)mm,与撞击前比较差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ );左室短轴缩短分数平均降低(7.14±2.32)%,左室射血分数平均降低(10.16±2.77)%,与撞击前比较差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ );心包积血、胸腔积血及肋骨骨折的超声诊断结果与尸体解剖结果比较诊断一致性均较好(均  $Kappa$  值  $>0.75$ );实验兔死亡后有肺挫裂伤者可探及气胸图像。**结论** 超声可对胸部撞击伤进行准确评估,对心包积血、胸腔积血和肋骨骨折较为敏感,在尸体检验中有一定应用价值。

**关键词** 超声检查;撞击伤,胸部;兔

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

## Preliminary study of ultrasound in autopsy of rabbit chest impact injury

CHENG Wei, MEN Yingqun, XIA Bing, YIN Zhiyong, LI Tao

Department of Ultrasound, Daping Hospital (Army Characteristic Medical Center), Army Medical University, Chongqing 400042, China

**ABSTRACT** **Objective** To investigate the application value of ultrasound in autopsy of rabbit chest impact injury. **Methods** Chest blunt trauma was stimulated in healthy 16 New Zealand rabbits through striking precordia using a BIM-I vertical bioimpacter equipped with 850 g, 40 mm diameter steel rods. The impact center was located in the anterior region between the fourth and the fifth intercostal space. The left ventricular wall thickness, left ventricular hemodynamics, rib fracture, pericardial and pleural effusion as well as pneumothorax were evaluated by ultrasound immediately in animals temporarily surviving after striking. Surviving animals were executed with excessive anesthetic followed by autopsy. The findings of autopsy were compared with results from the ultrasonography. **Results** Twelve rabbit were not dead after trauma, temporarily. When compared with the rabbits before trauma, the average thickening of the interventricular septum and the posterior wall of the left ventricle was respectively increased by (1.22±0.49) mm and (1.14±0.31) mm, temporarily surviving after striking, both of which had statistical significance ( $P<0.05$ ). The fractional shortening values of left ventricular short axis and ejection fraction values were both significantly decreased by (7.14±2.32)% and (10.16±2.77)%, respectively ( $P<0.05$ ). The diagnostic results for pericardial hemorrhage, pleural hemorrhage and rib fracture evaluated by ultrasound was consistent with those from autopsy results (all  $Kappa>0.75$ ). Pulmonary contusion and laceration were detected through pneumothorax sonogram in the died animals. **Conclusion** Ultrasound can be used to evaluate chest impact injury. Particularly, ultrasound is a sensitive method to determine pericardium, pleural hemorrhage and rib fracture. Therefore, it has a certain application value in autopsy.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Impact Injury, chest; Rabbits

目前,无创解剖主要是利用 CT 等影像学技术进行尸体数字化扫描和三维重建,其又被称为虚拟解剖技

术<sup>[1-2]</sup>,在成伤机制及致伤物推断研究中发挥了重要作用。但该方法受客观条件和地点的限制,在实际应

基金项目:国家自然科学基金项目(81271586)

作者单位:400042 重庆市,陆军军医大学大坪医院(陆军特色医学中心)超声诊断科

通讯作者:李陶,Email:taoli39@163.com

用中存在较多问题,如对于不能进行传统解剖的遗体,法医多以尸表检验替代,诊断结果缺少客观证据支持,内脏损伤尤其是一些细微损伤常被忽略。近年来随着图像处理技术的提高和研究的深入,超声在骨骼<sup>[3]</sup>和肺部等“禁区”的诊断中也显示出其应用价值,且具有便携、灵活、价廉等优势。本实验就胸部超声无创尸体检验的可行性进行动物学实验,初步探索超声检查在交通事故类死亡案件中无创尸体解剖的应用价值。

## 材料与方 法

### 一、实验动物

健康成年新西兰兔 16 只,由陆军军医大学大坪医院(陆军特色医学中心)实验动物中心提供,雌雄不限,体质量 2.14~3.32 kg,平均(2.62±0.32)kg,随机编号。实验前 6 h 禁食。

### 二、主要设备与仪器

BIM-1 型竖直生物撞击机,由陆军军医大学大坪医院(陆军特色医学中心)野战外科研究所研制; Philips iU 22 彩色多普勒超声诊断仪, L6 浅表探头,频率 5.0~12.0 MHz; Philips iE 33 彩色多普勒超声诊断仪, S8 小儿心脏探头,频率 3.0~8.0 MHz, L12 浅表探头,频率 6.0~12.0 MHz。

### 三、实验方法

1. 动物模型的建立:3% 戊巴比妥钠按照 1 ml/kg 用量耳缘静脉注射麻醉,实验兔取仰卧位固定于试验台,胸部去毛置于 BIM-1 型竖直生物撞击机下,采用 850 g,直径 40 mm 的钢柱在 1.5 m 高处做自由落体运动撞击兔胸,以第四五肋间心前区为撞击中心模拟胸部钝性伤。

2. 气胸模型的建立:随机选取 6 只实验兔,心脏数据测量完毕后,于撞击前胸壁下注射 50 ml 空气建立气胸模型, L12 浅表探头探查胸腔,观察气胸图像;另 10 只实验兔撞击后,观察是否有气胸图像。

3. 超声检查:撞击后所有实验兔均行肋骨骨折情况扫查、胸腔及心包积液检查,观察是否有气胸图像(气胸模型动物撞击后不行气胸检查)。左室壁厚度及左心功能测量:撞击前使用 S8 小儿心脏探头和 L12 浅表探头在左室长轴切面于左室舒张期末测量室间隔及左室后壁厚度,使用 M 型超声 Teich 法测量左室射血分数和缩短分数。对撞击后未立即死亡的实验兔在同等条件再次测量,所有数据均测量 4 次取平均值。

4. 大体解剖:未死亡的实验兔建模后 1 h 内用过量麻醉剂处死,行大体解剖观察胸部损伤情况,并与超声检查结果对比分析。

### 四、统计学处理

应用 SPSS 20.0 统计软件,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,行配对 *t* 检验;超声检查结果与大体解剖结果的一致性分析行 Kappa 检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、超声检查情况

1. 心脏:胸部撞击后,4 只实验兔即刻死亡,超声检查示心率迅速减慢,心脏收缩功能降低,最终停止跳动,心功能指标无法探查。撞击后未死亡的 12 只实验兔其室间隔与左室后壁平均增厚(1.22±0.49)mm 和(1.14±0.31)mm,与撞击前比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。见表 1。未死亡的 12 只实验兔中,2 只受肺气干扰,无法测量左室缩短分数和射血分数,余 10 只左室缩短分数下降(7.14±2.32)%,左室射血分数下降(10.16±2.77)%,与撞击前比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。见表 2。

2. 肺部:6 只气胸动物模型中有 5 只见气胸图像,声像图表现为肺滑消失、肺表面彗星尾征及肺实质内 A 线消失,出现多重反射伪影(图 1)。

3. 肋骨:探头沿肋骨长轴扫查发现 4 只实验兔肋骨骨折(图 2),2 只表现为肋骨表面骨皮质连续性中断,未探及断端;2 只肋骨完全断裂。

### 二、解剖情况

1. 心脏:16 只实验兔解剖均见心脏结构完好,肉眼观察心肌无明显破裂。心脏挫伤 14 只,主要表现为心包积血 6 只,心耳瘀血 3 只及心肌表面出血点 5 只(图 3)。

2. 肺部:撞击后肺挫伤主要表现为肺表面的点片状或弥漫性出血(图 4)。4 只见气胸图像的实验兔解剖发现均有肺实质裂伤,以单侧肺叶破裂为主,胸腔见大量积血。大体解剖发现 13 只实验兔胸腔积血(图 5)。

3. 肋骨:解剖证实 2 只实验兔肋骨部分断裂,2 只肋骨完全断裂。

### 三、超声检查与大体解剖结果对比

心包积血、胸腔积血及肋骨骨折的超声诊断结果与尸体解剖结果比较诊断一致性均较好(均 Kappa 值  $> 0.75$ ,均  $P < 0.01$ );肺表面、心肌及心耳表面出血点超声均无法探及,超声探及气胸者无法行解剖验证。见表 3。

表1 撞击前后实验兔左室壁厚度比较( $\bar{x}\pm s$ )

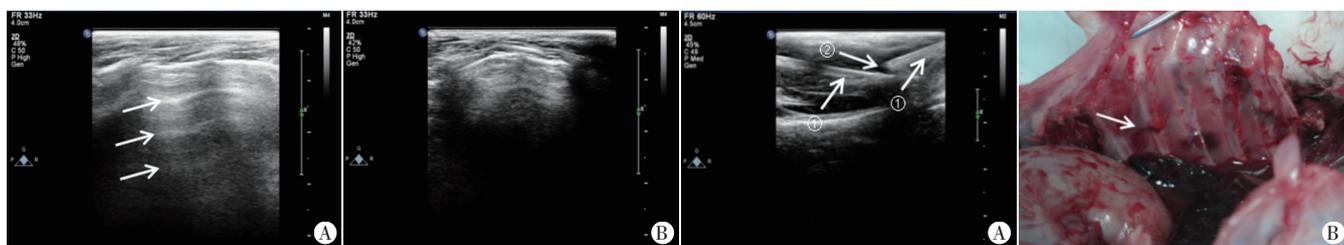
mm

实验动物	室间隔厚度				左室后壁厚度			
	撞击前	撞击后	t值	P值	撞击前	撞击后	t值	P值
1	2.67±0.15	4.55±0.40	7.53	0.007	2.77±0.29	4.18±0.17	8.18	<0.001
2	2.67±0.15	4.00±0.36	5.98	0.019	2.77±0.21	4.16±0.25	7.22	<0.001
3	3.22±0.21	3.70±0.14	3.80	0.009	3.18±0.13	4.03±0.38	4.27	0.005
4	2.85±0.13	3.60±0.58	2.54	0.040	2.45±0.17	3.35±0.46	3.62	0.011
5	3.00±0.10	3.92±0.22	8.43	<0.001	2.88±0.17	3.63±0.41	3.37	0.015
6	3.00±0.10	4.43±0.43	7.21	<0.001	2.88±0.18	4.02±0.22	8.60	<0.001
7	3.00±0.13	5.00±0.41	10.73	<0.001	2.88±0.16	4.62±0.20	13.62	<0.001
8	3.00±0.20	4.93±0.40	10.71	<0.001	2.75±0.20	4.15±0.41	6.06	<0.001
9	3.08±0.22	4.43±0.31	7.09	<0.001	2.80±0.35	3.90±0.22	5.22	0.003
10	3.44±0.13	4.23±0.19	7.31	<0.001	2.77±0.00	3.45±0.13	8.40	<0.001
11	3.44±0.13	4.63±0.22	9.98	<0.001	2.63±0.15	4.05±0.21	9.87	<0.001
12	3.43±0.15	4.10±0.18	5.71	0.001	2.78±0.21	3.73±0.10	8.36	<0.001

表2 撞击前后实验兔左室缩短分数和射血分数比较( $\bar{x}\pm s$ )

%

实验动物	左室缩短分数				左室射血分数			
	撞击前	撞击后	t值	P值	撞击前	撞击后	t值	P值
1	36.25±1.26	32.00±1.00	4.79	0.009	71.25±1.26	65.50±0.71	5.80	0.004
2	39.00±1.00	34.50±0.70	5.40	0.012	74.67±1.15	67.50±0.70	7.64	0.005
3	40.50±1.73	31.67±1.52	7.00	<0.001	76.00±2.31	65.33±3.01	5.30	0.003
4	37.67±0.58	31.00±1.41	6.71	<0.001	73.00±1.00	65.00±2.45	5.51	0.002
5	38.67±2.08	30.00±1.41	6.71	0.022	74.33±2.51	63.50±2.12	4.96	0.016
6	39.75±2.25	32.25±1.00	5.15	0.002	75.50±3.11	63.25±1.50	7.10	<0.001
7	39.67±0.89	32.50±1.73	8.64	<0.001	75.00±1.26	66.50±2.38	7.45	<0.001
8	40.00±1.79	27.50±1.29	11.87	<0.001	75.40±2.00	59.50±2.08	11.81	<0.001
9	36.50±1.73	31.25±1.00	5.31	0.002	71.50±1.73	59.75±0.96	11.87	<0.001
10	38.25±1.71	32.50±2.08	4.27	0.005	73.75±1.89	63.00±3.16	5.83	0.001



A: 撞击前肺部探及A线(箭头示); B: 撞击后出现气胸, 肺滑及A线消失

图1 气胸实验兔撞击前后肺超声图像

A: 超声图像(①示肋骨; ②示骨折断端); B: 大体图(箭头示骨折断端)

图2 撞击后实验兔肋骨骨折超声图像和大体图

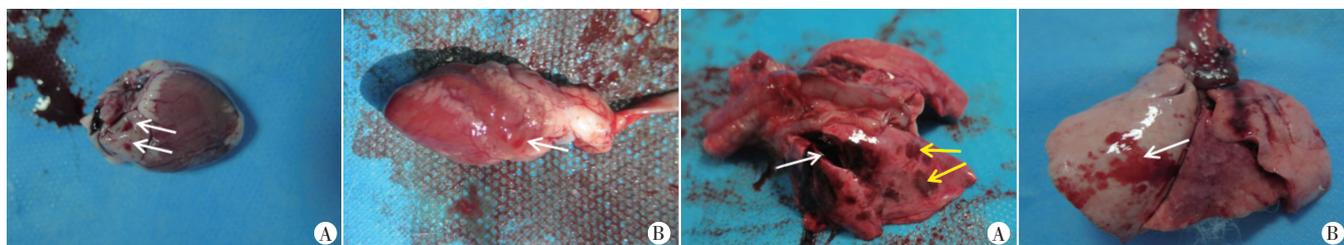
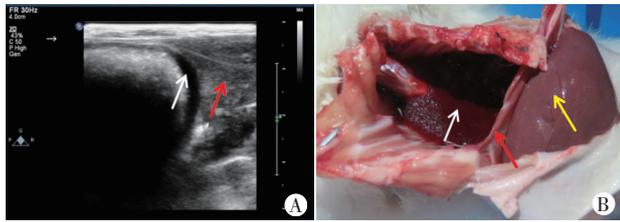


图3 撞击后心耳(A)及心肌(B)表面点状出血(箭头示)的大体图

A: 白色箭头示肺叶破裂; 黄色箭头示肺表面点片状出血; B: 箭头示肺表面点片状出血

图4 撞击后肺挫伤的大体图



A:超声图像(白色箭头示胸腔积血;红色箭头示肝脏);B:大体图(白色箭头示胸腔积血;红色箭头示膈肌;黄色箭头示肝脏)

图5 实验兔胸腔积血的超声图像和大体图

表3 超声检查结果与大体解剖结果对比情况 例

检查方式	心包 积血	心耳 淤血	心肌表面 出血点	肋骨 骨折	气胸	胸腔 积血
大体解剖	6	3	5	4	-	13
超声检查	6	0	0	4	4	12

### 讨 论

胸部撞击伤多由交通事故、打击或高处坠落引起,有研究<sup>[4-5]</sup>证实应用64层螺旋CT及数字放射诊断胸部撞击伤具有分辨率高、扫描速度快等特点。本实验应用超声观察撞击后兔心脏功能变化和肋骨骨折情况,初步探索超声在胸部撞击伤尸体检验中的应用价值。

超声对心脏损伤的评估与损伤程度相关,心脏轻微挫伤时超声诊断效果不佳,无法显示轻微的心肌表面及心耳点片状出血。本实验结果显示撞击后存活的实验兔左室壁均有不同程度增厚,左室缩短分数和射血分数均有所降低,与撞击前比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ),这是由于心脏受到机械性撞击后,心肌细胞发生不同程度的损伤,心肌间质充血、水肿,导致心肌增厚,故标准切面下心肌增厚的幅度可间接提示心脏损伤程度。左室射血分数能直接反映左室的排空能力,当心肌细胞发生水肿、空泡样变等损伤时,三磷酸腺苷合成受阻,不能给心脏的生理活动提供足够的能量,导致收缩功能下降<sup>[6]</sup>。超声心动图可动态、实时监测血流灌注和心功能,撞击后死亡的实验兔生理活动停止,动态监测指标失效,在有气胸干扰时,心脏轮廓无法满意显示,超声不能评估心脏损伤情况。

随着超声仪器分辨率的提高,肺部疾病诊断的准确性和应用价值已得到证实和肯定<sup>[7-8]</sup>。正常肺部声像图除A线外还可见胸膜滑动征,而B线则通常出现在肺水肿、肺纤维化、肺炎或急性呼吸窘迫综合征的患者中<sup>[9]</sup>,有文献<sup>[10]</sup>报道单纯的B线是无意义的,必

须进一步评估给予定义。本实验中,建立气胸模型的实验兔胸膜与胸壁的裂隙消失,彗星尾征、A线和B线消失,出现更大、更粗的多重反射伪影。撞击后有气胸图像的实验兔解剖均见肺裂伤,说明可以气胸图像作为诊断肺裂伤的间接依据。人为注入气体导致急性气胸,使心率减慢,心脏收缩功能降低,血压及呼吸频率也有不同程度改变<sup>[11]</sup>,从而影响撞击损伤的严重程度,本实验以解剖结果验证超声检查结果的准确性,故气胸模型不会影响本实验结果。

超声对胸腔积血和心包积血的诊断也有独特优势,本实验中超声检出6只实验兔出现心包积血,12只出现胸腔积血,解剖后均得以证实;1例因胸腔积血量少超声未探及。临床工作中,对有胸部创伤史的患者可通过检查胸腔有无积血间接推断是否存在肺损伤。超声在肋骨损伤的诊断中也有一定优势,可观察到X线不显影的肋软骨骨折,有文献<sup>[12-13]</sup>证实超声诊断肋骨骨折的准确性与CT相当,高于X线,因此其在尸检中的可靠性远高于触诊。本实验2只实验兔触诊漏诊,均为肋骨未完全断裂,仅骨皮质中断,触诊无法触及骨断端。此外,超声对肋骨损伤的诊断在法医临床学中也具有重要意义,肋骨骨折是伤残鉴定中常见疑难问题<sup>[14]</sup>,超声检查不仅准确性高,而且对儿童和孕妇无禁忌,可在推广应用。

目前超声对尸体的检验还处于实验研究阶段,对部分内脏损伤虽不能直接做出判定,但超声图像可间接证明有无损伤及其严重程度,与体表损伤相结合可辅助推断、分析死亡原因与致伤机制。充分利用超声诊断优势可为法医学研究提供新的思路。

### 参考文献

- [1] 陈忆九.虚拟解剖技术的应用研究进展[J].法医学杂志,2014,30(5):360-366.
- [2] Dirnhofer R, Jackowski C, Vock P, et al. VIRTOPSY: minimally invasive, imaging-guided virtual autopsy [J]. Radiographics, 2006, 26(5):1305-1333.
- [3] 刘琦,吴长君.超声在肌肉骨骼系统中应用的研究进展[J].医学综述,2017,23(12):2433-2437.
- [4] 宋瑞敏.MSCT对胸部创伤的诊断价值[J].山东医学高等专科学校学报,2019,40(3):1-2.
- [5] 赵书才.胸部创伤数字放射诊断技术的应用研究[J].影像研究与医学应用,2019,3(6):108-109.
- [6] 吴晓岩,龚渭冰,王莎莎,等.肝脏撞击伤致心脏间接损伤后左心室功能变化的实验研究[J].创伤外科杂志,2008,10(1):51-53.
- [7] Long L, Zhao HT, Zhang ZY, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a meta-analysis [J]. Medicine, 2017, 96(3):5713.
- [8] Llamas-Alvarez AM, Tenza-Lozano EM, Latour-Perez J. Accuracy of

lung ultrasound in the diagnosis of pneumonia in adults: systematic review and meta-analysis [J]. Chest, 2017, 151(2): 374-382.

[9] Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound [J]. Intensive Care Med, 2012, 38(4): 577-591.

[10] 胡才宝, Daniel LA. 重症肺部超声的过去、现在与未来 [J]. 中华诊断学电子杂志, 2018, 6(2): 77-79.

[11] 黄英花, 林祥立, 谢家艳, 等. 急性气胸对家兔呼吸、血压及心电图的影响 [J]. 右江民族医学院学报, 2005, 27(4): 443-445.

[12] 赵建, 韩奕, 朱瑾, 等. 肋软骨骨折: 高频超声与 MSCT 对照观察 [J]. 中国医学影像学技术, 2012, 28(5): 993-996.

[13] 顾海英. 高频超声对 X 线胸片初诊阴性的肋骨骨折病例的探讨 [J]. 现代实用医学, 2014, 26(3): 351-352, 377.

[14] 龚晓虹, 孟祥志. 肋骨骨折影像学在法医鉴定中的应用及相关问题 [J]. 中国法医学杂志, 2014, 29(4): 342-345.

(收稿日期: 2019-01-05)

• 病例报道 •

## High intensity focused ultrasound in treatment of pregnancy trophoblastic tumor: a case report

### 高强度聚焦超声治疗妊娠滋养细胞肿瘤 1 例

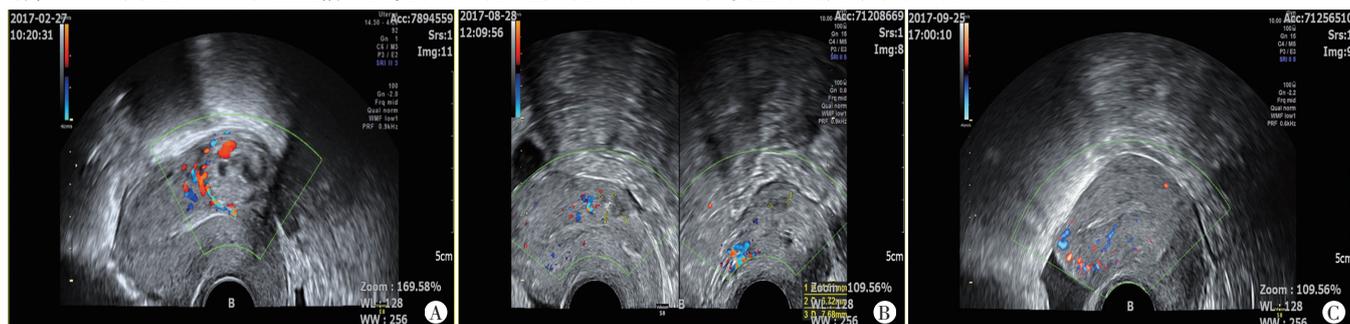
陈 燕 蒋 静 周洪贵

[中图分类号] R445.1

[文献标识码] B

患者女, 32 岁, 因停经 68 d, 阴道不规则流血就诊, 血人绒毛膜促性腺激素 (HCG) 265 954 mIU/ml, 考虑葡萄胎行清宫术, 术后血 HCG 11 321 mIU/ml, 病理结果: 部分性葡萄胎。再次行清宫术, 术后血 HCG 15 094 mIU/L。超声检查: 子宫前壁下段见一 28 mm×28 mm×24 mm 低回声伴不规则液性无回声区, 界线欠清; CDFI 于周边探及条状血流信号包绕 (图 1A)。超声提示: 妊

娠滋养细胞肿瘤, 建议给予化疗。5 次化疗后超声复查: 子宫前壁见一 26 mm×22 mm×18 mm 低回声区, 子宫病灶仍存在。患者不能耐受再次化疗, 改行高强度聚焦超声治疗: 声发射 320 s, 投放能量 122 KJ, 术后患者血 HCG 未见异常, 1 个月后超声复查: 子宫前壁见一 11 mm×6 mm×7 mm 低回声区 (图 1B); 3 个月后超声复查未见异常 (图 1C)。



A: 治疗前; B: 治疗后 1 个月; C: 治疗后 3 个月  
图 1 妊娠滋养细胞肿瘤 HIFU 治疗前后超声图像

讨论: 妊娠滋养细胞肿瘤来源于胚胎滋养细胞层, 主要诊断依据是血 HCG 异常增高<sup>[1]</sup>, 其治疗方案采用化疗为主、手术为辅的方式。I 期患者或低危转移的患者可采用单药化疗, 有高危转移病灶的患者应采用多药联合化疗, 必要时辅以放疗或手术治疗<sup>[2]</sup>。本例患者经 5 次化疗后子宫病灶仍存在, 无法耐受继续化疗, 因子宫切除及病灶剔除术创伤大, 后行高强度聚焦超声局部治疗, 术后 3 个月超声检查示病灶消失, 随访半年未见复发。高强度聚焦超声是一种新型无创治疗技术, 其用于妊娠滋养细胞肿瘤残余病灶的治疗有较大临床价值, 值得推广应用。

#### 参考文献

[1] 沈晓燕, 任彤, 冯凤芝, 等. 人绒毛膜促性腺激素在胎盘部位滋养细胞肿瘤诊治中的价值 [J]. 中国妇产科临床杂志, 2012, 13(3): 2198-2201.

[2] Hoekstra AV, Lurain JR, Rademaker AW, et al. Gestational trophoblastic neoplasia: treatment outcomes [J]. Obstet Gynecol, 2008, 112( 2 pt 1): 251-258.

(收稿日期: 2018-08-27)