

声辐射力脉冲成像技术评价低温条件下兔肾实质弹性变化

毕名森 张岩 孙钰 王怡 曹军英

摘要 **目的** 探讨声辐射力脉冲成像 (ARFI) 技术评价低温条件下兔肾实质弹性变化的应用价值。**方法** 将 20 只新西兰兔平均分为 5 组, 每组 4 只, 其中 I 组为对照组, II 组 $-14^{\circ}\text{C}\sim-5^{\circ}\text{C}$ 低温处理 4 h, III 组 $-14^{\circ}\text{C}\sim-5^{\circ}\text{C}$ 低温处理 8 h, IV 组 $-24^{\circ}\text{C}\sim-15^{\circ}\text{C}$ 低温处理 4 h, V 组 $-24^{\circ}\text{C}\sim-15^{\circ}\text{C}$ 低温处理 8 h。应用二维超声和 ARFI 技术观察各组肾实质回声, 测量肾实质剪切波速度 (SWV)。**结果** 各组实验兔肾实质回声无明显改变。与 I 组比较, 各实验组 SWV 值均增大, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$); 与 II、III 组比较, IV、V 组 SWV 值增大, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$); 与 IV 组比较, V 组 SWV 值增大, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。**结论** ARFI 技术可以反映低温条件下兔肾实质弹性的改变, 为临床研究低温导致肾脏损伤的早期诊断提供有意义的信息。

关键词 声辐射力脉冲成像; 弹性; 低温; 肾实质, 兔
[中图法分类号] R445.1 [文献标识码] A

Assessment on elasticity of rabbits' kidneys in low temperature by acoustic radiation force impulse

BI Mingsen, ZHANG Yan, SUN Yu, Wang Yi, CAO Junying

Department of Ultrasound, Shenyang Military General Hospital, Shenyang 110016, China

ABSTRACT **Objective** To explore the application value of acoustic radiation force impulse (ARFI) in assessing the elasticity of rabbits renal parenchyma in low temperature. **Methods** Twenty New Zealand rabbits were randomly divided into 5 groups, 4 rabbits in each group. Group I, the control, was set under room temperature, group II was put under $-14^{\circ}\text{C}\sim-5^{\circ}\text{C}$ for 4 h, group III was put under $-14^{\circ}\text{C}\sim-5^{\circ}\text{C}$ for 8 h, group IV was put under $-24^{\circ}\text{C}\sim-15^{\circ}\text{C}$ for 4 h, group V was put under $-24^{\circ}\text{C}\sim-15^{\circ}\text{C}$ for 8 h. The echo of kidneys were evaluated by two-dimensional ultrasound, and shear wave velocity (SWV) were measured to analyze elasticity of kidney parenchyma quantitatively by ARFI. **Results** No significant change of kidneys echo was found in all groups. Compared with group I, the SWV of the other groups were significantly increased ($P<0.05$). Compared with group II and group III, the SWV of group IV and V were significantly increased ($P<0.05$). Compared with group IV, the SWV of group V was significantly increased ($P<0.05$). **Conclusion** ARFI can reflect the changes of elasticity in rabbits' kidneys in low temperature and provide useful information for the early diagnosis of renal damage caused by low temperature for clinical research.

KEY WORDS Acoustic radiation force impulse; Elasticity; Low temperature; Renal parenchyma, rabbit

研究^[1]表明, 长时间的低温超过了机体的耐受程度可以导致机体各个系统不同程度的损伤, 因此研究低温对机体损伤并评估损伤的程度很有意义, 有助于为临床治疗提供指导。肾脏作为机体重要的代谢器官, 能够在急性衰竭后完全或部分恢复, 因此早期发现和

治疗显得至关重要^[2]。本实验采用低温暴露实验兔模型, 旨在探讨声辐射力脉冲成像 (acoustic radiation force impulse, ARFI) 技术能否评估低温下肾脏的改变, 为临床治疗提供有意义的信息。

基金项目: 全军“十一五”课题科技攻关项目 (08G001); 2013 年度全军后勤科研调整完善计划面上新上项目 (CSY13J005)

作者单位: 110016 沈阳市, 沈阳军区总医院超声科

通信作者: 曹军英, Email: shenzongchaosheng@163.com

材料与与方法

一、实验动物

健康的雄性新西兰大白兔 20 只,由沈阳军区总医院实验动物中心提供,体质量 2.6~3.3 kg,平均(2.85±0.25)kg,经耳缘静脉抽血显示肾功能正常。

二、仪器与方法

1.仪器:使用西门子 Acuson S 2000 彩色多普勒超声诊断仪,9L4 线阵探头,频率 4~9 MHz;使用星星牌 SD/SC-376BP 变温冷冻冷藏柜;冰箱室温多用温度计。

2.分组及兔低温模型的建立:20 只兔随机分为 5 组,每组 4 只:I 组为对照组(室温条件下),II 组 -14℃~-5℃低温处理 4 h,III 组 -14℃~-5℃低温处理 8 h,IV 组 -24℃~-15℃低温处理 4 h,V 组 -24℃~-15℃低温处理 8 h。实验前所有实验兔均禁食禁水 8 h。

3.ARFI 检查:检查前用 10%水合氯醛对实验兔行腹腔注射麻醉(5 ml/kg),然后用 8%硫化钡脱去右肾区体毛,取其左侧卧位固定于检查床上,首先在二维条件下观察肾实质回声,然后启动声触诊组织量化(VTQ)功能,取右肾冠状长轴最大切面,将 VTQ 取样框置于右肾中部靠近探头的实质内(包括肾皮质和肾髓质),尽量使取样框长轴与肾被膜垂直,于兔呼吸的间歇快速测量取样框内组织的剪切波速度(shear wave velocity,SWV)。同一位置测量 3~5 次,取其平均值。以上检查均由两位经验丰富的超声医师共同完成。

4.病理检查:实验结束后,将实验兔处死并取右侧肾脏送病理检查。

三、统计学处理

应用 SPSS 19.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,行两独立样本 *t* 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

一、各组二维超声及 SWV 值比较

各组二维超声肾实质的回声均未见明显改变。II、III、IV、V 组 SWV 值分别为(1.79±0.30)m/s、(1.88±0.26)m/s、(2.23±0.38)m/s、(2.86±0.39)m/s,均较 I 组[(1.55±0.32)m/s]增大,差异均有统计学意义(*t*=2.134、3.180、4.651、10.415,*P*=0.040、0.003、0.000、0.000);IV、V 组 SWV 值较 II 组增大,差异均有统计学意义(*t*=2.839、8.780,*P*=0.008、0.000);IV、V 组 SWV 值较 III 组增大,差异有均统计学意义(*t*=2.182、8.444,*P*=0.037、0.000);V 组 SWV 值较 IV 组增大,差异有统计学意义(*t*=5.407,*P*=0.000);III 组与 II 组比较差异无统计学意义(*t*=0.940,*P*=0.355)。见图 1~5。

二、病理结果

与 I 组(图 6)比较,II 组和 III 组病理结果无明显改变,部分血管充血,IV 组病理结果显示部分肾小管上皮细胞变性,局部肾小管扩张(图 7);V 组病理结果显示大量肾小球变性坏死,肾小管扩张、变性、坏死(图 8)。

讨 论

低温情况下机体排尿增多,有效血容量较小,入球小动脉收缩,长时间低温可以导致机体代谢性酸中毒、血氮升高,严重时可导致急性肾衰竭,肾小球坏死、数量减少,肾小管扩张、变性、坏死等引起急性肾衰竭^[3]。

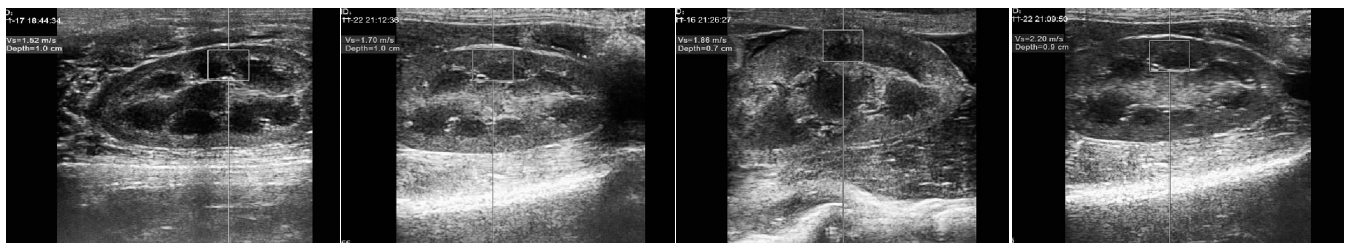


图 1 I 组肾实质 SWV:1.52 m/s 图 2 II 组肾实质 SWV:1.70 m/s 图 3 III 组肾实质 SWV:1.86 m/s 图 4 IV 组肾实质 SWV:2.20 m/s

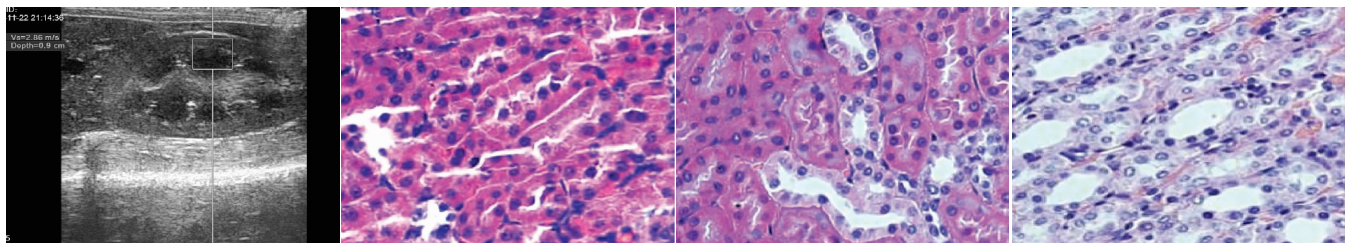


图 5 V 组肾实质 SWV:2.86 m/s 图 6 I 组肾实质病理图(HE 染色, ×400) 图 7 IV 组肾实质病理图(HE 染色, ×400) 图 8 V 组肾实质病理图(HE 染色, ×400)

有研究^[2-3]应用彩色多普勒和超声造影分析了低温条件下肾脏血流的改变,为临床提供了一些低温条件下肾脏血流的变化规律,更好地解释了肾脏损伤的过程。本实验应用 ARFI 技术观察低温条件下兔肾实质的弹性变化,旨在为临床研究肾脏改变提供新的诊断方法。

本实验结果显示各组实验兔在二维条件下均未见明显的肾脏改变,病理结果显示Ⅱ、Ⅲ组实验兔的肾脏除部分血管充血外,余未见明显病理改变,而Ⅳ、Ⅴ组实验兔肾脏受到一定程度的损伤,可见二维超声不能及时判断肾脏的早期损伤及其变化情况。同时,实验组 SWV 值均高于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),说明低温条件下实验兔肾脏的硬度会增加。Ⅲ组 SWV 值虽然大于Ⅱ组,但差异无统计学意义,对照病理结果发现肾脏无明显病理改变,这表明在 $-14^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$ 的情况下,实验兔的肾脏可承受 8 h 的低温刺激,在 4~8 h 内肾脏的硬度基本维持在相对稳定状态,随着时间延长升高缓慢。Ⅴ组 SWV 值大于Ⅳ组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$),对照病理发现,Ⅳ、Ⅴ组实验兔的肾脏均有不同程度的损伤,这表明在 $-24^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$ 的情况下,实验兔的肾脏不能承受 4 h 的低温刺激,且在 4~8 h 内肾脏的硬度升高明显,这也反映了实验兔抵抗严寒的能力下降,损伤加重。Ⅳ组 SWV 值大于Ⅱ组,Ⅴ组 SWV 值大于Ⅲ组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),说明在相同的时间下 -25°C 的低温环境较 $-14^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$ 更能导致肾脏变硬,造成肾脏损伤,病理结果与其相符。本实验还发现 $-24^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$ 条件下维持 8 h 后肾脏 SWV 值与维持 4 h 后肾脏 SWV 值的差值较 $-14^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$ 条件下的差值大,这说明 $-24^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$ 和 $-14^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$ 肾脏的 SWV 值随时间的变化可能不同,如需进一步证明,需要延长长时间观察两温度下肾脏 SWV 值的变化规律。本实验证实低温条件下肾脏的硬度增加,分析原因可能是血流因素和病理损伤共同的作用结果,Gersak 等^[4]研究表明运动后血流的变化可能影响肝脏的 SWV 值,王宁等^[5]研究结果显示 -10°C 的条件下 4 h 后肾脏段动脉和叶间动脉的收缩期流速减低,叶间动脉的阻力增高,而本实验显示 $-14^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$ 条件下 4 h 和 8 h 两个时间点肾脏

病理均无明显改变,肾实质 SWV 值的增加可能是由于肾实质血流变慢、阻力增加的原因造成。 $-24^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$ 条件下,肾实质 SWV 值改变明显,很有可能是病理发生改变造成的,肾小球和肾小管的变性、坏死增加了肾实质的张力,进而导致 SWV 值增加明显,同时肾实质血流的减少也可能产生了一定的作用。

目前 ARFI 技术多应用于慢性肾脏疾病和肾脏肿物的研究^[6],本实验初步证明了该技术可以反映低温下肾脏的弹性变化,且肾脏弹性的变化早于病理的改变,不同温度和时间均可造成肾脏弹性的改变,但今后还需要深入研究血流变化对肾脏弹性的影响,以更准确地评估肾脏的损伤。此外,由于 VTQ 取样框的大小固定,无法调节^[7],本实验仅能测量肾实质的 SWV 值,但肾实质由肾皮质和肾髓质构成,低温对二者的影响是否有差异尚需进一步研究。

综上所述,ARFI 技术可以反映低温条件下实验兔肾脏的弹性变化,为临床早期判断低温下肾脏损伤提供可靠信息。

参考文献

- [1] 吴丽珍,杜兴华,雷艳,等.急性低温暴露对家兔心肝肾功能的影响[J].昆明医科大学学报,2013,34(5):43-49.
- [2] 闻宝杰,曹军英,张筠,等.超声造影评价低温条件下兔肾皮质血流灌注变化[J].中华超声影像学杂志,2012,21(9):807-810.
- [3] 王宁,曹军英,张筠.冻伤或低温条件对机体的影响[J].中华临床医师杂志(电子版),2010,4(7):1035-1037.
- [4] Gersak MM, Sorantin E, Windhaber J, et al. The influence of acute physical effort on liver stiffness estimation using virtual touch quantification (VTQ). Preliminary results [J]. Med Ultrason, 2016, 18(2): 151-156.
- [5] 王宁,曹军英,张筠.低温条件下兔肾脏血流动力学超声检测[J].中国医学计算机成像杂志,2012,18(1):72-75.
- [6] Eiler J, Kleinholdermann U, Albers D, et al. Standard value of ultrasound elastography using acoustic radiation force impulse imaging (ARFI) in healthy liver tissue of children and adolescents [J]. Ultraschall Med, 2012, 33(5):474-479.
- [7] 郭乐杭,徐辉雄,付慧君,等.声触诊组织定量技术取样部位及探头扫查方向的变化对肾脏弹性测值的影响[J].临床超声医学杂志,2013,15(1):13-15.

(收稿日期:2017-04-11)