

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.44.019 [http://www.crter.org]

郑博文, 任杰, 郑荣琴, 王平, 曾婕, 吕艳, 周杰, 张玉进, 杨松林. 正常兔胆道系统常规超声及超声造影表现[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(44):7771-7776.

## 正常兔胆道系统常规超声及超声造影表现\*\*\*

郑博文, 任杰, 郑荣琴, 王平, 曾婕, 吕艳, 周杰, 张玉进, 杨松林(中山大学附属第三医院超声科, 广东省广州市 510630)

### 文章亮点:

1 实验在国内外首次对正常兔肝胆系统进行超声及超声造影的检查方法、正常声像学表现及适合正常兔肝脏的超声造影时相划分进行探讨。一方面, 前期临床研究提出的缺血性胆道病变患者的胆管壁超声造影表现是否反映其胆管供血受损的基本病理学基础的问题, 因临床上无法取得胆管病理标本, 需要借助动物实验来获取答案。

2 兔作为研究缺血型胆道病变的常用实验动物, 正常肝胆系统超声及超声造影表现将为探讨其在胆道缺血模型研究中的价值奠定正常参照。另一方面, 实验提出以肝脏双重供血这一特点为基础的正常兔肝脏超声造影时相划分标准, 较既往文献提出的以肝脏富血供恶性肿瘤的血流灌注特点为基础的时相划分标准, 能更好地体现胆道病变或其他肝脏局灶性病变模型的各自的强化方式, 对研究超声及超声造影在兔的多种肝胆疾病模型的应用价值亦具有重要意义。

### 关键词:

器官移植; 器官移植基础实验; 胆道系统; 超声; 超声造影; 动物模型; 缺血型胆道病变; 兔; 肝脏; 胆管; 对比剂; 国家自然科学基金

### 主题词:

器官移植; 超声检查; 胆道; 缺血; 胆管造影术

### 基金资助:

国家自然科学基金资助(30901465)\*; 中央高校基本科研业务费专项资金资助\*; 广东省大学生创新实验项目(201002267)\*

### 摘要

**背景:** 应用实验动物模型可深入探讨超声及超声造影在缺血型胆道病变诊治方面的作用。但尚未见适用于各种肝胆疾病兔模型的超声造影研究的时相划分标准。

**目的:** 探讨正常兔胆道系统常规超声、超声造影表现及兔肝脏超声造影时相划分标准。

**方法:** 对 10 只正常新西兰兔行肝胆系统常规超声检查, 并对常规超声可显示的胆管壁行超声造影检查, 总结其特点。

**结果与结论:** ①门脉管径/胆管管径为  $3.59 \pm 0.54$ 。②常规超声及超声造影上胆总管及中叶胆管的显示率显著高于外叶胆管, 胆总管-中叶胆管是兔首选的超声观察目标。③正常兔肝脏超声造影时相兔肝脏增强时相划分与人类不同, 可划分为动脉期(10-20 s)、门脉期(21-30 s)及延迟期(31-180 s)。正常胆管壁动脉期呈高增强, 门脉期及延迟期呈等增强。上述正常参数的建立, 为进一步研究超声造影在兔胆道缺血诊治方面的作用奠定基础, 亦可推广应用至兔的其他肝胆疾病模型。

## Conventional ultrasonography and contrast-enhanced ultrasonography of normal rabbit biliary ducts

Zheng Bo-wen, Ren Jie, Zheng Rong-qin, Wang Ping, Zeng Jie, Lü Yan, Zhou Jie, Zhang Yu-jin, Yang Song-lin (Department of Ultrasound, the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, Guangdong Province, China)

### Abstract

**BACKGROUND:** The experimental animal models can be used to in-depth investigate the effect of ultrasound and contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis and treatment of ischemic biliary lesions. But there is no report on the phase timing standard of rabbit model contrast-enhanced ultrasound that used in various hepatobiliary diseases.

**OBJECTIVE:** To investigate the ultrasonic appearance of normal rabbit biliary ducts with conventional ultrasonography and contrast-enhanced ultrasonography, and the criterion of contrast-enhanced ultrasonography phase timing of rabbit liver.

**METHODS:** The conventional ultrasonography of hepatobiliary system was performed on 10 healthy New Zealand rabbits, and contrast-enhanced ultrasonography was performed on duct walls that displayed in conventional ultrasonography, then the features were analyzed.

郑博文★, 女, 1987年生, 广东省韶关市人, 汉族, 2010年中山大学毕业, 硕士, 医师, 主要从事超声造影在缺血型胆道病变的应用研究。

bovenzu@126.com

通讯作者: 任杰, 博士, 副主任医师, 中山大学附属第三医院超声科, 广州市 510630

renjieguangzhou@126.com

中图分类号: R318

文献标识码: B

文章编号: 2095-4344

(2013)44-07771-06

收稿日期: 2013-03-08

修回日期: 2013-05-20

(201303093/D · C)

Zheng Bo-wen★, Master, Physician, Department of Ultrasound, the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, Guangdong Province, China  
bovenzu@126.com

Corresponding author: Ren Jie, M.D., Associate chief physician, Department of Ultrasound, the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, Guangdong Province, China  
renjieguangzhou@126.com

Received: 2013-03-08

Accepted: 2013-05-20

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) The bile duct of normal New Zealand rabbits showed a portal to biliary caliber ratio of  $3.59 \pm 0.54$ . (2) The detection rates of common and middle lobe bile ducts were significantly higher than that of lateral lobe bile ducts on both conventional ultrasonography and contrast-enhanced ultrasonography. (3) The phases of contrast-enhanced ultrasonography of normal rabbit liver were divided into arterial phase (10–20 seconds), portal phase (21–30 seconds) and late phase (31–180 seconds). The normal duct wall presented hyper-enhancing at arterial phase and persistent iso-enhancing at portal and late phases. The establishment of these parameters of normal New Zealand rabbits not only lays a foundation for the application of contrast-enhanced ultrasonography on biliary ischemia but also expands to other hepatobiliary models.

**Subject headings:** organ transplantation; ultrasonography; biliary tract; ischemia; cholangiography

**Funding:** National Natural Science Foundation of China, No. 30901465\*; Special Funds for Fundamental Scientific Research of Central Universities\*; University Students Innovative Experimental Projects of Guangdong Province, No. 201002267\*

Zheng BW, Ren J, Zheng RQ, Wang P, Zeng J, Lü Y, Zhou J, Zhang YJ, Yang SL. Conventional ultrasonography and contrast-enhanced ultrasonography of normal rabbit biliary ducts. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2013;17(44):7771-7776.

## 0 引言 Introduction

缺血型胆道病变是一种由于胆道血供减少所引起的胆管局限性或广泛性损伤<sup>[1]</sup>, 主要表现为胆管坏死、扩张、狭窄、胆瘘、胆汁瘤及胆管纤维化<sup>[2]</sup>。肝移植是缺血型胆道病变的主要病因。在肝移植后, 缺血型胆道病变是移植物失功、受者死亡或再次移植的最主要原因之一<sup>[3]</sup>, 发病率为1%–19%<sup>[4-7]</sup>, 病死率7.1%, 相关的移植物失功率则高达23%<sup>[8]</sup>。

缺血型胆道病变的临床治疗相当棘手<sup>[9-12]</sup>, 这与缺乏有效的早期诊断方法有关。分布在胆管周围、由肝动脉单一供血的胆管周围血管丛的破坏是缺血型胆道病变的病理学基础<sup>[2, 13]</sup>, 对其血流灌注情况的检测或许可对缺血型胆道病变进行早期诊断。作者在前期临床研究发现, 缺血型胆道病患者肝门部胆管壁在超声造影上呈现特征性的无或低增强<sup>[14-15]</sup>。这种特征性表现是否与胆管周围血管丛受损、减少的基本病理学改变相关, 是否能作为早期诊断缺血型胆道病变的标准, 需要病理学金标准证据的支持, 只能借助动物实验获取答案。

兔是缺血型胆道病变实验研究常用的建模动物<sup>[16]</sup>。兔的胆道血供与人类相似<sup>[17]</sup>, 发生胆道缺血后血清学指标的表现及X射线胆道造影表现亦与缺血型胆道病患者相似<sup>[16]</sup>。应用兔胆道缺血模型研究超声及超声造影表现与病理学改变的关系, 可解决临床研究中无法取得病理学证据的难题, 但目前尚未见相关的文献报道, 有待于进一步的研究。但是, 若要探讨超声及超声造影在兔胆道缺血模型研究中的价值, 尚还需要正常兔胆道系统超声及超声造影表现作为正常参照, 相关的研究亦未见报道。此外, 兔亦是研究超声造影在肝脏肿瘤<sup>[18-19]</sup>、肝硬化<sup>[20-21]</sup>、肝纤维化等肝脏病变方面应用的常用实验动物<sup>[22]</sup>, 其肝脏超声造影时相的划分对研究结果的科学性、重复性至关重要。时间-强度曲线分析是研究超声

造影时相变化的主要工具<sup>[23-25]</sup>, 但不便于直观、快速地评价病灶的血供特点, 不适用于临床研究。超声造影时相划分可简单、便捷地判断病灶血供特点, 但现有的兔肝脏时相划分标准, 是以富血供的肝脏恶性肿瘤的血流灌注特点为基础而进行的划分, 可能仅适用于富血供的病灶。以肝脏双重供血这一特点为基础对超声造影时相进行划分, 可能更好地体现胆道病变或其他肝脏局灶性病变模型的各自的强化方式, 但目前尚未见报道。

因此, 实验拟以新西兰兔作为实验动物, 探讨兔肝胆系统超声及超声造影的检查方法、正常声像学表现及适合正常兔肝脏的超声造影时相划分标准, 为进一步研究超声造影在兔胆道缺血模型及其他肝胆疾病模型的应用奠定基础。

## 1 材料和方法 Materials and methods

**设计:** 动物模型观察。

**时间及地点:** 实验于2012年6至10月在中山大学附属第三医院完成。

**材料:** 成年普通级新西兰兔10只, 体质量2.5–3.0 kg, 雌雄不限, 由广东省医学实验动物中心提供, 许可证号: SCXK(粤)2008-0002。实验过程中对动物处置符合2006年科学技术部发布的《关于善待实验动物的指导性意见》<sup>[26]</sup>。

**正常兔胆道系统常规超声及超声造影表现实验的主要仪器设备及试剂药品:**

试剂及仪器	来源
西门子 Acuson Sequoia 512 超声诊断仪	西门子医疗器械有限公司
戊巴比妥钠	sigma-aldrich 西格玛奥德里奇(上海)贸易有限公司
SonoVue	上海博莱科信谊药业有限责任公司

**实验方法:** 随机选取已按体质量编号的10只成年新西兰兔, 适应性饲养2周, 未见异常。超声检查前禁食8 h以上。用静脉输液针经耳缘静脉建立静脉通道, 注入3%戊巴比妥钠1 mL/kg麻醉后固定, 胸腹部充分备皮。沿肋缘下皮肤给予涂抹超声检查专用耦合剂, 进行普通超声及超声造影检查。所有超声检查均由1名有10年以上肝脏超声工作经验的医师完成。普通超声检查应用线阵探头(频率8.0-14.0 MHz), 对兔肝脏、胆囊、胆管进行常规观察。超声造影检查时以普通超声可见的胆总管和叶胆管管壁为观察目标, 取管壁纵切面并将其局部放大, 尽可能将目标胆管壁置于图像中间, 包含部分肝实质以作对照。应用对比脉冲序列造影成像技术, 机械指数0.15-0.20。对比剂SonoVue注入无菌生理盐水5 mL, 振摇直至均质混悬液状。预实验显示, 0.6 mL/次SonoVue团注为兔胆管壁造影的理想剂量, 故统一采用该剂量, 继之以0.5 mL生理盐水冲管。注射SonoVue并同时计时, 在实时状态下观察胆管壁灌注情况至3 min并采集超声造影动态全过程, 观察过程中探头可适当轻微摆动, 以确保不丢失目标胆管壁。检查结束后, 所有图像由2名有3年以上肝脏超声工作经验的医师共同分析。

**主要观察指标:**

**普通超声检查:** ①胆管分支显示情况。②以伴行门脉作为参照, 胆管与门脉管径比值(门脉管径/胆管管径)、管壁回声(低于门脉管壁为低回声, 与其相同为等回声, 高于则为高回声)、厚度(与门脉管壁相等为无增厚, 大于其为增厚)及连续性(管壁回声无缺损为连续, 出现缺损为中断)、胆管透声性(与门脉相当为好, 较门脉差但管壁和管腔仍可区分为欠佳, 管壁与管腔无法区分为差)。

**超声造影检查:** ①各胆管壁显示情况。“可显示”定义为造影状态下目标胆管壁与管腔、周围肝实质可明确区分; “不可显示”定义为造影状态下目标胆管壁与管腔、周围肝实质难以区分。②胆管壁增强形态及增强水平。参考Ichikawa等<sup>[27]</sup>对肝脏CT增强扫描时相的划分方法, 以肝动脉始增时间(arrival time, AT)至肝动脉增强达峰时间(peak time, PT)为动脉期, 肝动脉增强PT至门脉增强PT为门脉期, 门脉增强PT后为延迟期, 应用ImageJ软件对肝动脉、门静脉进行感兴趣区取样, 感兴趣区为长条形, 尽量包含目标血管, 避开血管周围肝实质, 分别记录每秒肝动脉及门脉强度值并绘制时间-强度曲线, 获取肝动脉及门脉的始增时间及PT后划分正常兔肝脏超声造影时相。以周围肝实质作为参照, 记录目标胆管壁各时相的增强形态及增强水平。

**统计学分析:** 由第一作者应用SPSS 17.0统计软件(SPSS, 美国)对数据进行处理。计数资料用率表示,

采用卡方检验或Fisher精确概率法进行比较; 计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用方差分析进行比较,  $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

**2 结果 Results**

**2.1 实验动物数量分析** 参加实验动物数量为10只, 均进入结果分析, 中途无死亡、脱落。

**2.2 正常兔肝胆系统常规超声表现** 肝脏实质回声均匀、细密, 边缘光整; 左外叶、左中叶、右外叶及右中叶均清楚可辨, 尾状叶及方形叶位于右中叶后方, 因体积小且被胃遮挡无法显示。胆囊呈梨形无回声, 囊壁光滑呈线状高回声, 见图1。

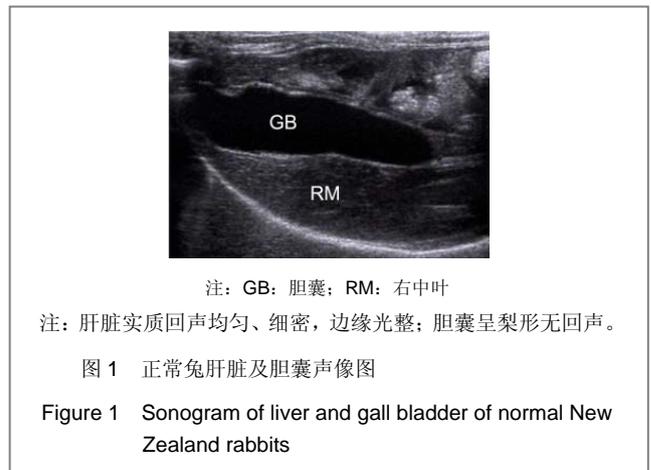


图1 正常兔肝脏及胆囊声像图  
Figure 1 Sonogram of liver and gall bladder of normal New Zealand rabbits

所有胆总管(100%)均可显示。各叶胆管显示率不同, 中叶胆管显示率(左、右中叶均为100%), 显著高于外叶胆管(左外叶50%, 右外叶30%)( $P < 0.001$ )。叶以下胆管分支均不能显示。门脉管径/胆管管径比值为 $3.59 \pm 0.54$ , 各叶胆管及胆总管间该比值, 差异无显著性意义( $P=0.295$ ), 见表1。

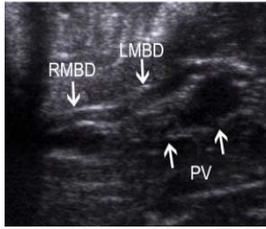
表1 正常新西兰兔胆管的超声显示率及其管径  
Table 1 Ultrasonic visualization rates and calibers of biliary ducts of normal New Zealand rabbits (n=10)

胆管	二维超声显示率	门脉管径/胆管管径 ( $\bar{x} \pm s$ )	超声造影显示率
左外叶胆管	50%(5/10)	3.72±0.50	20%(1/5)
左中叶胆管	100%(10/10) <sup>a</sup>	3.35±0.40	90%(9/10) <sup>a</sup>
右中叶胆管	100%(10/10) <sup>a</sup>	3.82±0.84	50%(5/10) <sup>a</sup>
右外叶胆管	30% (3/10)	3.82±0.26	33%(1/3)
胆总管	100%(10/10)	3.47±0.23	100%(10/10)

与左、右外叶胆管比较, <sup>a</sup> $P < 0.01$ 。

注: 左右中叶胆管二维超声/超声造影显示率均显著高于左、右外叶胆管。其他显示率及比值比较, 差异无显著性意义。

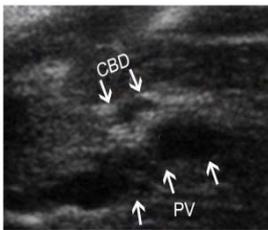
所有胆管均表现为管壁连续、无增厚, 回声与门脉管壁相等, 管腔清晰, 见图2, 3。



RMBD: 右中叶胆管; LMBD: 左中叶胆管; PV: 门静脉。  
注: 左中叶胆管和右中叶胆管均表现为管壁连续、无增厚, 回声与门脉管壁相等, 管腔清晰。

图2 正常兔左中叶胆管、右中叶胆管声像图

Figure 2 Sonogram of biliary ducts of right and left middle lobes of normal New Zealand rabbits

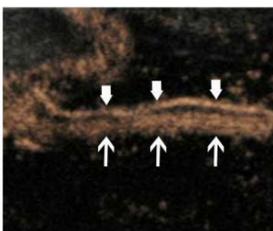


PV: 门静脉; CBD: 胆总管。  
注: 胆管壁连续、无增厚, 回声与门脉管壁相等, 管腔清晰。

图3 正常兔胆总管声像图

Figure 3 Sonogram of common bile duct of normal New Zealand rabbits

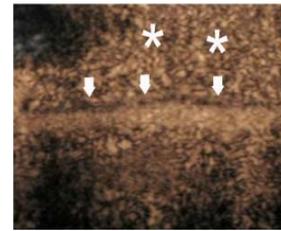
2.3 正常兔胆管壁超声造影表现 见图4, 5。



粗箭头: 胆管壁; 细箭头: 门静脉。  
注: 注入对比剂后, 所有胆管壁均较肝实质提早增强, 动脉期呈细线状均匀高增强。

图4 正常兔胆管壁动脉期超声造影表现

Figure 4 Arterial phase contrast-enhanced ultrasonography of biliary duct wall of normal New Zealand rabbits



粗箭头: 胆管壁; 星形: 肝实质。

注: 注入对比剂后, 所有胆管壁均较肝实质提早增强, 门脉期及延迟期呈等增强。

图5 正常兔胆管壁超声造影表现

Figure 5 Portal phase contrast-enhanced ultrasonography of biliary duct wall of normal New Zealand rabbits

所有胆总管管壁均可显示, 显示率为100%。各叶胆管壁显示率不同, 见表1, 中叶胆管壁显示率(左中叶90%, 右中叶50%)显著高于外叶胆管壁(左外叶20%, 右外叶33%)( $P=0.007$ )。中叶以下胆管分支管壁均不能显示。

肝动脉增强始增时间为(8.94±2.84) s, PT为(14.13±4.26) s; 门脉增强始增时间为(13.38±3.54) s, PT为(22.44±6.63)s。超声造影时相划分为: 动脉期10-20 s, 门脉期21-30 s, 延迟期31-180 s。注入对比剂后, 所有胆管壁均较肝实质提早增强, 动脉期呈细线状均匀高增强, 门脉期及延迟期呈等增强。

3 讨论 Discussion

兔是建立缺血型胆道病变模型的常用动物, 了解正常兔胆道系统的声像图表现及其增强特点对研究超声造影在兔缺血型胆道病变诊治方面的作用至关重要。本研究在国内外首次对这一问题进行了探讨。

正常兔肝脏由表面的裂沟分成4个较大的分叶: 左外叶、左中叶、右中叶及右外叶。在右中叶前方的肝门处, 还有较小的尾状叶和方形叶。胆囊位于右中叶区, 胆囊管汇入右中叶胆管。左外叶、左中叶及右中叶胆管在肝门部汇合后向下走行, 与右外叶胆管汇合为胆总管进入十二指肠<sup>[28-30]</sup>。正常兔胆道血供与人类相似, 由肝动脉单一供血, 没有肝动脉-门静脉吻合支, 经小叶支回流肝窦, 再注入附近的肝静脉或中央静脉<sup>[17]</sup>。实验结果显示, 正常兔肝胆系统的声像学表现与人类相似; 胆管壁增强特点也和健康人一样, 动脉期呈高增强, 门脉期和延迟期呈等增强<sup>[31]</sup>。不同点在于: ①体积较小的尾状叶及方形叶因紧贴右中叶且受到胃的遮挡在声像图上不易分辨。②正常兔门脉管径/胆管管径比值约为4:1, 较人类比值(3:1)大, 可作为判断兔胆管有无扩张的指

标之一。③超声上仅能显示胆总管及叶胆管,且胆总管及中叶胆管的显示率明显高于位置较深的外叶胆管,可将胆总管和中叶胆管作为今后研究的首选超声观察目标。④参照Ichikawa等<sup>[27]</sup>以肝动脉及门静脉增强达峰时间为界点划分时相的方法,正常兔肝脏超声造影过程可划分为动脉期10-20 s、门脉期21-30 s及延迟期31-180 s。上述结果,一方面建立兔胆管超声及超声造影的检查方法与正常参数,为辨认胆管异常表现提供参考;另一方面对应用兔缺血型胆道病变模型深入探索发病机制、病程进展、各种新治疗手段疗效及超声造影在这些方面的作用具有非常重要的意义。

时间-强度曲线分析是研究兔正常肝脏及某些病变模型的超声造影时相变化的主要工具<sup>[32-33]</sup>,通过分析对比剂始增时间、峰值强度、峰值强度减半时间等参数反映血流动力学变化,主要用于兔肝脏弥漫性病变模型,如脂肪肝、肝纤维化及肝硬化等。这种定量研究不便于直观、快速地评价肝脏局灶性病变及胆道病变模型的血供特点<sup>[34-35]</sup>。对兔肝脏的增强时相进行定义,对分析局灶性病变的血流灌注特征有很大的帮助,可为判断病灶血供特点提供简单、便捷的方法。何炜等<sup>[18-19]</sup>通过分析时间-强度曲线,制定了适用于兔肝脏VX2肿瘤模型的时相划分标准,动脉期为自肝动脉开始增强起至VX2肿瘤增强达峰(A点),门脉期为自A点起至肝实质增强达峰(B点),实质期为B点后。这种参考肿瘤本身的血流灌注特点的时相划分标准,可能仅适用于富血供的肝脏恶性肿瘤模型,不能体现胆道病变或其他肝脏局灶性病变模型的各自的强化方式。华兴等<sup>[36]</sup>通过皮下注射四氯化碳复制大鼠肝硬化模型,经外周静脉声学造影后应用视频分析法形成肝脏实质灰度的时间-强度曲线,测量并分析峰值时间、峰值强度、峰值减半时间、曲线下降斜率、曲线下面积和平均渡越时间等参数。结果肝硬化组大鼠的峰值时间、峰值强度、曲线下降斜率和曲线下面积测值明显低于正常对照组( $P < 0.01$ ),峰值减半时间与平均渡越时间测值则明显升高( $P < 0.01$ )。实验说明了声学造影后肝实质时间-强度曲线可以反映肝硬化时大鼠肝脏微循环与血流动力学改变,是诊断肝硬化的有效方法。

实验参照Ichikawa等<sup>[27]</sup>以肝动脉及门静脉增强达峰时间为界点划分时相的方法,提出正常兔肝脏超声造影的时相划分。应用该时相划分标准对胆管壁的增强表现进行观察,是以肝脏双重供血这一特点为基础,也为日益增多的其他肝胆疾病兔模型的超声造影研究提供参考。国内学者周路遥等<sup>[37]</sup>探索了经皮胆管超声造影在肝门部胆管癌Bismuth分型中的准确性和有用性,分析30例经手术确诊为肝门部胆管癌的患者分别接受二维超声、声诺维经皮超声胆道造影和泛影葡胺经皮经肝X射线胆道造影,比较三者对肝门部胆管癌进行Bismuth

分型的准确性,结果显示普通超声分型的准确率为23.3%(7/30),声诺维经皮超声胆道造影和X射线胆道造影分型的准确率均为73.3%(22/30),普通超声分型准确率与声诺维经皮超声及X射线胆道造影之间差异显著,证明超声胆管造影提高了超声评估肝门部胆管癌的能力。目前超声检查已广泛应用于胆道临床相关疾病的诊断标准。

实验在国内外首次对兔胆管的超声检查方法及正常声像学表现进行初步探索,并提出正常兔肝脏的超声造影时相划分标准。上述正常参数的建立,一方面为辨认胆管异常表现奠定基础,是进一步研究超声造影在兔胆道缺血诊治方面的作用的前提条件;另一方面也为日益增多的其他肝胆疾病兔模型的超声造影研究提供参考。

**作者贡献:** 任杰和郑荣琴指导实验设计和审校;郑博文、王平、曾婕和吕艳进行实验实施和评估;资料收集为周杰、张玉进和杨松林;文章撰写为郑博文;任杰为通讯作者,对文章负责。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

**伦理要求:** 实验过程中对动物的处置应符合2009年《Ethical issues in animal experimentation》相关动物伦理学标准的条例。

**学术术语:** 时间-强度曲线分析是研究兔正常肝脏及某些病变模型的超声造影时相变化的主要工具,通过分析对比剂始增时间、峰值强度、峰值强度减半时间等参数反映血流动力学变化,主要用于兔肝脏弥漫性病变模型,如脂肪肝、肝纤维化及肝硬化等。这种定量研究不便于直观、快速地评价肝脏局灶性病变及胆道病变模型的血供特点。

**作者声明:** 文章为原创作品,数据准确,内容不涉及泄密,无一稿两投,无抄袭,无内容剽窃,无作者署名争议,无与他人课题以及专利技术的争执,内容真实,文责自负。

#### 4 参考文献 References

- [1] Sherlock S. Overview of chronic cholestatic conditions in adults: terminology and definitions. Clin Liver Dis. 1998;2(2): 217-233.
- [2] Deltre P, Valla DC. Ischemic cholangiopathy. Semin Liver Dis. 2008;28(3):235-246.
- [3] Skaro AI, Jay CL. The impact of ischemic cholangiopathy in liver transplantation using donors after cardiac death: The untold story. Surgery. 2009;146(4):543-553.
- [4] Sanchez-Urdazpal L, Gores GJ, Ward EM, et al. Diagnostic features and clinical outcome of ischemic-type biliary complications after liver transplantation. Hepatology. 1993; 17(4):605-609.
- [5] Hintze RE, Abou-Rebyeh H, Adler A, et al. Endoscopic therapy of ischemia-type biliary lesions in patients following orthotopic liver transplantation. Z Gastroenterol. 1999;37(1):13-20.

- [6] Thethy S, Thomson B, Pleass H, et al. Management of biliary tract complications after orthotopic liver transplantation. *Clin Transplant*. 2004;18(6):647-653.
- [7] Nakamura N, Nishida S, Neff GR, et al. Intrahepatic biliary strictures without hepatic artery thrombosis after liver transplantation: an analysis of 1,113 liver transplantations at a single center. *Transplantation*. 2005;79(4):427-432.
- [8] 董家鸿,张雷达,王曙光,等.肝移植术后缺血型胆道病变的预防和治疗[J].中华医学杂志,2006,86(18): 1236-1239.
- [9] 陆敏强.肝移植术后胆道狭窄的原因和治疗[J].中国实用外科杂志,2006,26(3):169-171.
- [10] Williams ED, Draganov PV. Endoscopic management of biliary strictures after liver transplantation. *World J Gastroenterol*. 2009;15(30): 3725-3733.
- [11] Catalano G, Urbani L, Biancofiore G, et al. Hepatectomy after liver transplantation as a graft-saving procedure: indication criteria, timing and outcome. *Transplant Proc*. 2004;36(3):545-546.
- [12] Schlitt HJ, Meier PN, Nashed B, et al. Reconstructive surgery for ischemic-type lesions at the bile duct bifurcation after liver transplantation. *Ann Surg*. 1999;229(1):137-145.
- [13] Takasaki S, Hano H. Three-dimensional observations of the human hepatic artery (arterial system in the liver). *J Hepatol*. 2001;34(3):455-466.
- [14] 任杰,郑荣琴,吕明德,等.肝移植缺血性胆道病变的超声造影研究[J].中华超声影像学杂志,2008,17(7):587-589.
- [15] Ren J, Lu MD, Zheng RQ, et al. Evaluation of the microcirculatory disturbance of biliary ischemia after liver transplantation with contrast-enhanced ultrasound: preliminary experience. *Liver Transpl*. 2009;15(12):1703-1708.
- [16] Sheng QS, Chen DZ. Establishment of an animal model of ischemic type intrahepatic biliary lesion in rabbits. *World J Gastroenterol*. 2009;15(6):732-736.
- [17] Yamamoto K, Sherman I. Three-dimensional observations of the hepatic arterial terminations in rat, hamster and human liver by scanning electron microscopy of microvascular casts. *Hepatology*. 1985;5(3):452-456.
- [18] 何炜,王维,周平,等.兔肝VX2肿瘤超声造影时相划分:与多排螺旋CT增强扫描对照实验研究[J].中华超声影像学杂志,2010,19(1):65-69.
- [19] 章雅琴,何炜,李丛蕊,等.兔肝VX-2肿瘤磁共振灌注扫描与超声造影增强特征及其时相划分对比研究[J].中国医学影像学杂志,2011,19(12): 942-945.
- [20] 端学军,林礼务,薛恩生,等.不同肝实质背景超声造影时相变化的实验研究[J].中国超声医学杂志,2009,25(1):8-11.
- [21] 刘燕萍.肝硬化超声造影时相变化的实验性研究[J].全科医学临床与教育,2011,9(4):407-408,417.
- [22] 陈曼,詹维伟,周建桥,等.肝纤维化动物实验超声造影评估[J].中国超声医学杂志,2008,24(6): 495-498.
- [23] 李杰,董宝玮,于晓玲,等.低机械指数灰阶造影对肝VX2瘤动态期相性变化的研究[J].中华超声影像学杂志,2005,14(9):702-705.
- [24] 李杰,董宝玮,于晓玲,等.灰阶超声造影对兔荷VX2瘤前后肝实质血流灌注的对照研究[J].中华超声影像学杂志,2005,14(2): 144-146.
- [25] 李银燕,王学梅,欧国成.家兔正常肝脏超声造影两种大小感兴趣区定量参数的比较[J].中国医学影像技术,2011,27(7): 1348-1350.
- [26] 中华人民共和国科学技术部.关于善待实验动物的指导性意见. 2006-09-30.
- [27] Ichikawa T, Erturk SM, Araki T. Multiphasic contrast-enhanced multidetector-row CT of liver: contrast-enhancement theory and practical scan protocol with a combination of fixed injection duration and patients' body-weight-tailored dose of contrast material. *Eur J Radiol*. 2006;58(2):165-176.
- [28] 董家鸿,段恒春,韩本立,等.兔自身对照性胆原性脓毒症模型的建立[J].第三军医大学学报,1996,18(1):52-55.
- [29] 南开大学实验动物解剖学编写组.实验动物解剖学[M].北京:高等教育出版社,1983:14-15.
- [30] 王太一,韩子玉编.实验动物解剖图谱[M].辽宁科学技术出版社,2000:283-284.
- [31] 任杰,廖梅,曾婕,等.超声造影检测正常人及正常移植肝肝门部胆管微循环的对比研究[J].中国超声医学杂志,2012,28(7): 633-635.
- [32] 董晓秋,刘新颖,毕伟,等.定量分析肝脏局限性低回声小病灶的超声造影结果并与增强CT诊断的对比研究[J].中国超声医学杂志,2009,25(3):290-293.
- [33] 雷志辉,陈文卫,刘艳,等.超声造影成像参数在肝脏良恶性局灶性病变中的诊断价值[J].武汉大学学报:医学版,2012,33(2): 224-227.
- [34] Imanieh MH, Dehghani SM, Bagheri MH, et al. Triangular cord sign in detection of biliary atresia: is it a valuable sign? *Dig Dis Sci*. 2010;55(1):172-175.
- [35] Sugimoto K, Moriyasu F, Negishi Y, et al. Quantification in molecular ultrasound imaging: a comparative study in mice between healthy liver and a human hepatocellular carcinoma xenograft. *J Ultrasound Med*. 2012;31(12):1909-1916.
- [36] 华兴,李锐,郭燕丽,等.经静脉声学造影后肝脏实质时间-强度曲线分析诊断肝硬化[J].第三军医大学学报,2004,26(16): 1463-1465.
- [37] 周路遥,谢晓燕,徐辉雄,等.经皮胆管超声造影与X线造影对肝门部胆管癌进行分型的比较研究[J].中华超声影像学杂志,2010,18(12):1047-1050.