

## 论 著

## 采用门控技术克服心脏搏动对肝脏DWI影响的相关研究\*

1. 广东省广州市番禺区南村医院  
(广东 广州 511422)2. 广东省广州市番禺区中心医院  
(广东 广州 511400)3. 广东省第二中医院  
(广东 广州 510095)李勇坚<sup>1</sup> 向之明<sup>2</sup> 黄 芳<sup>2</sup>  
梁倩雯<sup>2</sup> 李建安<sup>3</sup>

**【摘要】目的** 本文旨在探讨心电门控技术克服心脏搏动对肝脏DWI的影响效果。**方法** 选择志愿者41例, 均行无门控和心电门控肝脏DWI检查, 心电门控组为实验组, 无门控组为对照组, b值选取0和500s/mm<sup>2</sup>, 分别采用不同的延迟触发时间触发扫描。第一次肝脏DWI扫描为10点和19点, 采集2次的ADC值, 由2名测量者分别测量, 测完第一次数据后, 间隔15天再进行第二次测量, 总结分析ADC值, 得出结论。**结果** 对照组肝左叶ADC值明显高于肝右叶; 实验组肝左叶ADC值明显低于肝右叶; Bland-Altman分析显示, 该方法可重复率高; 延迟触发时间为500ms时, 可重复率高。**结论** 心电门控技术能有效降低ADC值, 提高肝脏DWI扫描图像质量, 可重复性高, 最佳触发时间为500ms。采用心电门控技术克服心脏搏动效果比较理想, 适宜推广使用。

**【关键词】** 门控技术; 克服心脏搏动; 肝脏DWI; 影响; 研究**【中图分类号】** R74; R44**【文献标识码】** A**【基金项目】** 广州市科技计划项目, 项目编号: 2015100010002**DOI:** 10. 3969/j. issn. 1672-5131. 2017. 08. 027

通讯作者: 向之明

## The Effect of the Liver DWI by the use of ECG-gating Technology to Overcome the Heart Beat\*

LI Yong-jian, XIANG Zhi-ming, HUANG Fang, et al., Guangzhou Panyu District Village Hospital, Guangzhou 511422, Guangdong Province, China

**[Abstract] Objective** The purpose of this paper is to explore effect of the ECG-gating technology of liver DWI effects can overcome heart throb. **Methods** Select volunteers, 41 cases were unable to control and switch control liver DWI examination, can the heart switch control group as the experimental group, unable to control group to the control group, s/b value selection of 0 and 500 mm squared, adopt different triggering time delay trigger scanning respectively. First liver DWI scans for 10 points and 19 points, can collect two ADC values, measured by two measurement, measurement is 1 after measuring the data for the first time, interval of 15 days and then to the second measurement, summarizes the analysis of ADC values, draw the conclusion. **Results** The control group of the left hepatic lobe ADC values were significantly higher than those of the right liver lobe. The experimental group of the left hepatic lobe ADC values significantly below the right liver lobe. Bland-Altman analysis shows that this method can repeat rate is high. When trigger delay time of 500 ms, can repeat rate is high. **Conclusion** Heart switch keying technology can effectively reduce the ADC values, improve the quality of liver DWI scans can, high repeatability, best to trigger in the 500 ms. The heart switch control technology to overcome heart beat effect is more ideal, suitable for promotion use.

**[Key words]** The Door Control Technology; Overcome the Heart Beat; The Liver DWI; Effects; Research

磁共振扩散加权成像(DWI)是利用MRI观察活体组织水分子扩散运动最理想的成像方法。随着磁共振硬技术的进步, DWI技术在肝脏方面的应用越来越广泛。不少学者研究认为DWI在肝脏小病灶的检出、肝脏病灶的鉴别诊断等方面有重要价值<sup>[1-3]</sup>。Parikh等<sup>[4]</sup>及Zech等<sup>[5]</sup>研究均认为采用低b值(50s/mm<sup>2</sup>), DWI对肝内病灶检出灵敏度明显优于T2WI序列。Amano等<sup>[6]</sup>研究认为, 肝硬化时肝组织内胶原纤维增生限制了水分子的扩散运动, 进而影响了肝组织的ADC值。Koinuma<sup>[7]</sup>等研究发现, ADC值减低的程度与肝纤维化程度存在相关性; Aube C等<sup>[8]</sup>研究发现肝硬化患者肝脏的ADC值较正常人显著降低, 测量肝脏ADC值对诊断和定量肝硬化有着重要意义。因此, 肝脏DWI成像质量对肝脏疾病诊治有着非常重要意义。然而肝脏DWI图像质量仍不够理想, 其最主要的原因是受到呼吸、心跳等生理运动的限制。现在大多数学者认为心脏运动是影响肝脏DWI的一个重要因素, 会引起肝脏DWI的信号缺失, 特别是对肝左叶<sup>[9-10]</sup>。因此, 肝脏DWI的主要技术难点之一是如何克服心脏运动对其产生的影响, 避免其信号丢失。本研究采取心电门控技术克服心脏搏动, 探究其对肝脏DWI的影响, 为临床在肝脏疾病的诊断与治疗上提供更准确的依据。现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选择2016年1月~2016年12月中青年健康志愿者50例, 志愿者选择标准: (1)没有任何肝脏疾病者; (2)年龄在20~40岁之间; (3)半年内无药物服用; (4)无肝脏手术史; (5)无酒精滥用史;

(6)无行MRI扫描的禁忌症(如金属植入,幽闭恐惧症等);(7)扫描过程中能耐受屏气呼吸。志愿者排除标准:(1)有肝脏疾病;(2)年龄小于20岁或大于40岁;(3)半年内有服用药物;(4)有肝脏手术史;(5)有酒精滥用史;(6)有行MRI扫描的禁忌症;(7)扫描过程中不能耐受屏气呼吸;(8)采集的图像质量差而无法评估者。被纳入的50例研究对象中,其中9例不符合纳入标准被排除,其中5例志愿者由于采集过程中运动频繁造成伪影被排除,4例志愿者由于无法耐受全部序列扫描完成而被排除,最后符合研究标准的41例研究对象进入研究阶段。41例研究对象均已签订知情同意书,同意参与本次调查研究。41例志愿者中男16例,女25例,平均年龄 $(30.25 \pm 5.30)$ 岁。第一轮检查研究对象的心率情况:第一次检查前心率范围63-81次/分,平均 $(72.4 \pm 2.3)$ 次/分,第二次检查前心率范围60-84次/分,平均 $(70.8 \pm 3.7)$ 次/分;15天后的第二轮检查研究对象的心率情况:第一次检查前心率范围65-83次/分,平均 $(72.6 \pm 2.7)$ 次/分,第二次检查前心率范围61-79次/分,平均 $(70.5 \pm 2.4)$ 次/分。检查志愿者的性别、年龄、心率等临床资料比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),有可比性。

**1.2 方法** 41例研究对象均行无门控和心电门控肝脏DWI检查,心电门控组为实验组,无门控组为对照组。实验组与对照组b值均选取0和500s/mm<sup>2</sup>。每个不同b值时,分别采用不同延迟触发时间:0ms至最大调节值500ms,中间间隔100ms,触发扫描。实验组和对照组检查采集所得的ADC图中,在图像中选取左、右肝前中后三个层面,各层选取三个固定

兴趣区分别测量ADC值。第一次肝脏DWI扫描为10点和19点,采集2次的ADC值,由2名测量者分别测量,测完第一次数据后,间隔15天再进行第二次测量,由两名有经验放射科医生采集2次的ADC值,总结比较分析ADC值,探究采用心电门控技术对肝脏DWI效果有无提高,采用Bland-Altman方法来评估ADC值,探究心电门控对肝脏DWI效果有无可重复性,通过比较不同延迟触发时间对数据可重复性的高低,探究最佳触发时间。

**1.3 MRI检查方法** 使用超导1.5T磁共振成像仪,六通道线圈和十二通道脊柱线圈扫描,受检者取仰卧位,均行常规序列和DWI序列扫描。常规序列包括冠状面T1WI、轴位T1WI及冠状位DWI。DWI序列分别采用不使用门控技术与使用心电门控技术进行配对组合完成。采用单次激发自旋回波平面回波成像,弥散梯度方向设为3个方向(即左右、上下和前后)。具体参数如下:TR:1048ms;TE:82ms;矩阵:144X192;EPI系数:125;层厚:5mm;间隔:2.5mm;FOV:350×(240~280)mm<sup>2</sup>;激发次数均为2次;b值:分别采用0,500s/mm<sup>2</sup>。在右侧肝和肺交界面设置一个100mm长的铅笔形激发前脉冲探测右膈肌位置,参数同上。感兴趣区,每一层放置一个的ROI,所有ROI的面积均保持一致(面积为90mm<sup>2</sup>)。放置ROI时尽量避开肉眼可见的血管和胆管,同时至少远离肝边缘5mm,尽量保持第一和第二次ROI放置位置一致。每个研究对象先扫描定位相,再行采集DWI

数据。

**1.4 数据处理与分析** 扫描结束后,将图像传到工作站进行后处理。根据 $\ln(SI_b/SI_0) = (b_{\text{高}} - b_{\text{低}}) \times \text{ADC}(SI_b)$ ,即b取500时信号强度;SI<sub>0</sub>即b取0时的信号强度)作线性回归分析,线性函数是采用最小二乘法拟合一条最优直线,使得其残差平方和最小。ADC值是由两名有经验放射科医生(分别具有大于5年的临床肝脏DWI诊断经验)用Image J软件测量。

**1.5 统计学处理** 本研究采用SPSS 13.0统计软件包进行统计分析,ADC值主要采用 $(\bar{x} \pm s)$ ,采用正态性检验和方差齐性检验。实验组和对照组的资料数据用t检验,当 $P < 0.05$ ,说明统计有显著性差异。测量者自身和测量者间的一致性评价采用组内和组间相关系数表示。ADC测量值的重复性采用Bland-Altman方法来评估,比较两次扫描所得参数的平均绝对差值和平均差值的95%可信区间,同一个志愿者两次检查的数据资料用配对t检验,当 $P < 0.05$ ,说明统计有显著性差异。

## 2 结果

**2.1 测量者自身与测量者之间的一致性** 见图1-2。

**2.2 左右肝在b=0、500s/mm<sup>2</sup>组合情况下实验组和对照组的ADC值** 见表1。

**2.3 最佳触发时间** 研究表明,在延迟触发时间为500ms数据重复性较高。

## 3 讨论

表1 左右肝在b=0、500s/mm<sup>2</sup>组合情况下实验组和对照组的ADC值(10<sup>-3</sup>mm<sup>2</sup>/s)

分组	对照组	实验组	t	P
左肝	1.932 ± 0.194	1.344 ± 0.135	3.5252	0.0000
右肝	1.572 ± 0.125	1.485 ± 0.132	3.0625	0.0002

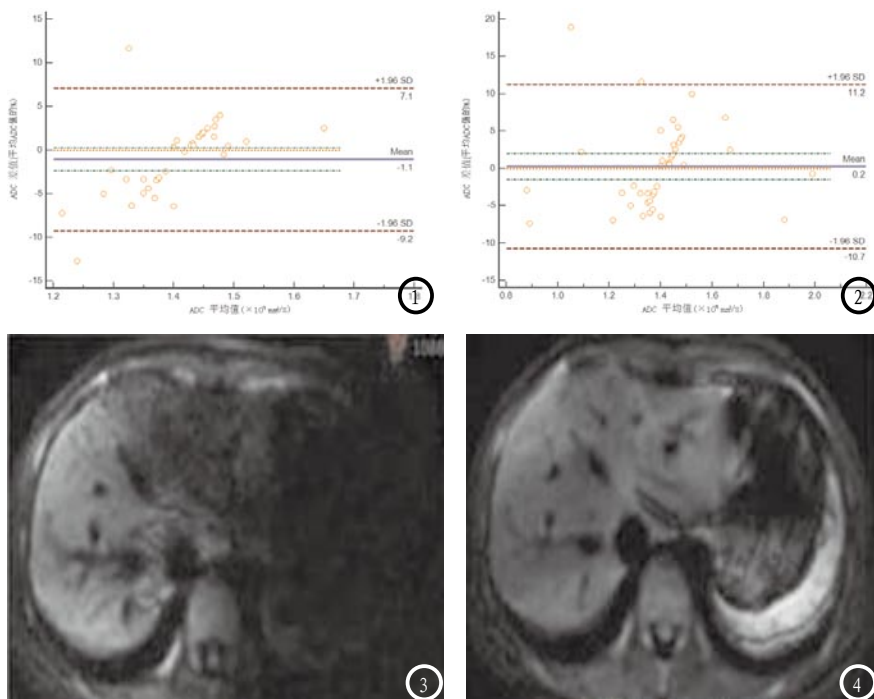


图1 测量者自身可重复性Bland-Altman图,  $b=0$ 、 $500\text{s/mm}^2$ , 实线表示2次扫描ADC值差值的平均值, 上下2条虚线代表差值的95%区间上限和下限, 中间虚线表示差值均数为0。图2 测量者之间可重复性Bland-Altman图,  $b=0$ 、 $500\text{s/mm}^2$ , 实线表示2次扫描ADC值差值的平均值, 上下2条虚线代表差值的95%区间上限和下限, 中间虚线表示差值均数为0。图3-4 无门控肝脏DWI图心电图门控肝脏DWI图,  $b=500\text{s/mm}^2$ , 延迟触发时间为500ms

肝脏DWI是近年来影像学研究的热点, 目前, DWI技术在肝脏应用中仍存在一些局限性。Müller<sup>[11]</sup>等研究显示: EPI技术使得图像出现沿相位编码方向的双影即GHOST, 可影响病灶的ADC值的计算。但经过广大研究者的不懈努力, DWI技术正在不断完善。NasuK<sup>[12]</sup>等研究表明: 使用心电图门控会使肝脏ADC值测量更准确; 没有使用心电图门控的话, 肝左叶ADC值的精确度比肝右叶的更加低。本研究表明应用心电图门控技术能有效克服心脏搏动的影响大大提高了DWI的图片质量, 可重复性高。

综上所述, 肝脏DWI技术虽会受到呼吸与心脏运动造成误差的困扰, 但随着科学技术的进步, 其前景非常广阔, 有重要的临床应用价值, 将极大的改善目前对肝脏疾病的诊断和治疗的状况。

## 参考文献

- [1] Petra G Kele, Eric J van der Jagt. Diffusion weighted imaging in the liver[J]. World J Gastroenterol, 2010, 16 (13): 1567-1576.
- [2] Filipe JP, Curvo-Semedo L, Casalta-Lopes J, Marques MC, Caseiro-Alves F. Diffusion-weighted imaging of the liver: usefulness of ADC values in the differential diagnosis of focal lesions and effect of ROI methods on ADC measurements[J]. MAGMA, 2013, 26 (3): 303-312.
- [3] Palmucci S, Mauro LA, Messina M, et al. Diffusion-weighted MRI in a liver protocol: its role in focal lesion detection[J]. World J Radiol, 2012, 4 (7): 302-310.
- [4] ParkhT, DrewST, Lee VS, et al. Focal liver lesion detection and characterization with diffusion-weighted MR imaging: comparison with standard breath-hold T2-weighted imaging[J]. Radiology, 2008, 2 (10): 812-822.
- [5] Zech CJ, Herrmann KA, Dietrich O, et al. Black-blood diffusion-weighted EPI acquisition of the liver with parallel imaging: comparison with a standard T2-weighted sequence for detection of focal liver lesions[J]. Invest Radiol, 2008, 43 (4): 261-266.
- [6] Amano Y, Kuazaki T, Ishihara M. Single-shot Diffusion-weighted Echo-planar MR imaging of Normal and Cirrhotic Livers Using Phased-array Multicoil[J]. Acta Radiol, 1998, 39 (4): 440-442.
- [7] Koinuma, -M, Ohashi, -I; Hanafusa, -K. et al. Apparent diffusion coefficient measurement with diffusion-weighted magnetic resonance imaging for evaluation of hepatic fibrosis[J]. J-Magn-Reson-Imaging, 2005, 22 (1): 80-85.
- [8] Aube C, Racineux, PX, Lebigot, J. et al. Diagnosis and quantification of hepatic fibrosis with diffusion weighted MR imaging: preliminary results[J]. Journal de radiologie, 2004, 85 (3): 301-306.
- [9] KweeTC, TakaharaT, Niwa T, et al. Influence of cardiac motion on diffusion-weighted magnetic resonance imaging of the liver[J]. MAGMA, 2009, 22 (5): 319-325.
- [10] Liau J, Lee J, Schroeder ME. et al. Cardiac Motion in Diffusion-weighted MRI of the Liver: Artifact and a Method of Correction, 2012, 35 (2): 318-327.
- [11] Müller, MF, Edelman, RR. Echo planar imaging of the abdomen Topics in magnetic resonance imaging: TMRI[J]. 1995 Spring, 7 (2): 112-119.
- [12] Nasu K, Kuroki Y, Sekiguchi R, et al. Measurement of the apparent diffusion coefficient in the liver: is it a reliable index for hepatic disease diagnosis[J]. Radiat Med, 2006, 24 (6): 438-444.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2017-07-04