

华晨辰, 刘垚, 尹其华. IQQA-liver 自动分析软件在肝脏体积精确测量方面的应用研究[J]. CT 理论与应用研究, 2019, 28(2): 229-235. doi:10.15953/j.1004-4140.2019.28.02.09.
HUA C C, LIU Y, YIN Q H. The study of accurate liver volume measurement by IQQA-liver auto analysis software[J]. CT Theory and Applications, 2019, 28(2): 229-235. doi:10.15953/j.1004-4140.2019.28.02.09. (in Chinese).

IQQA-liver 自动分析软件在肝脏体积 精确测量方面的应用研究

华晨辰, 刘垚, 尹其华✉

(南京医科大学附属无锡人民医院影像科, 江苏 无锡 214000)

摘要: 目的: 探讨 IQQA-Liver 自动分析软件在多排螺旋 CT (MDCT) 及核磁共振成像 (MRI) 检查中测量肝脏体积的准确性及重复性。方法: ① 对 12 例家兔行 MDCT 及 MR (FIESTA、LAVA 序列) 检查, 扫描所得的 CT 及 MR 图像传至 IQQA-Liver 肝脏 CT 影像解读分析系统测量兔肝体积。扫描完成后立即处死家兔, 解剖后取得肝脏, 使用排水法测量兔肝脏的实际体积 (ALV), 对三种方法得到的兔肝体积进行对比评价。② 重复性研究: 半个月后对所有家兔及临床病例进行重复性的研究。结果: ① MDCT、MR 两个序列 (FIESTA、LAVA) 测量所得的兔肝体积分别为 $(126.4 \pm 35.8) \text{ cm}^3$ 、 $(125.0 \pm 35.4) \text{ cm}^3$ 、 $(125.8 \pm 35.7) \text{ cm}^3$, 排水法测得的兔肝真实体积为 $(126.6 \pm 36.4) \text{ cm}^3$, MDCT、FIESTA、LAVA 所测得的兔肝体积与实际兔肝体积具有明显的相关性 (r 值分别为 0.997、0.997 及 0.998, P 值均 < 0.05), Bland-Altman 图分析显示 MDCT、FIESTA、LAVA 与“金标准”排水法测量结果一致性较好。② 2 名操作者各自前后重复测量兔肝脏体积的组内相关系数 ICC 值分别为 0.995 和 0.985; 2 名操作者间两次测量兔肝脏体积的组内相关系数 ICC 值分别为 0.996 和 0.987。结论: CT 与 MR 均能基于 IQQA-Liver 自动分析软件快速测得较为精确的肝脏体积, 并具有较高重复性。

关键词: X 线体层摄影; 磁共振成像; 肝脏; 体积

doi:10.15953/j.1004-4140.2019.28.02.09 中图分类号: R 445 文献标志码: A

肝脏体积测量是近十年来国内外学者的研究热点^[1-2], 在评估肝脏功能储备、估计肝脏占位大小及可切除性、肝脏移植术前规划及预后判断等方面均具有十分重要的意义。目前临床上主要通过影像学方法进行肝脏体积的术前评估, 其中以多排螺旋 CT (multi-detector CT, MDCT) 为主要的评估手段, 已在临床得到广泛应用^[3-4], 但目前利用 MR 来进行肝脏体积测量的文献较少, 两种方法在测量肝脏体积上对比研究的报道也较少。本次通过动物实验研究探讨 IQQA-Liver 自动分析软件在 MDCT、MR 肝脏体积测量方面的可靠性、一致性及重复性, 为今后 IQQA-Liver 自动分析软件及 CT、MR 脏器体积测量的进一步临床应用提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

研究对象为 12 只正常饲养的健康家兔, 时间从 2014 年 3 月至 2014 年 11 月, 体重 2~3 kg。

收稿日期: 2018-07-21。

1.2 方法

1.2.1 CT 扫描方法

使用戊巴比妥钠(浓度 2.5%, 1 mL/kg)对试验家兔进行麻醉后固定,使用德国 SIEMENS 公司的 SOMATOM Definition Flash 双源 64 排 128 层螺旋 CT 进行肝脏增强扫描。对比剂使用非离子型对比剂碘帕醇 370 mgI/mL (典比乐),经家兔耳缘静脉手动 2 s 内快速注入,注射量 1 mL/kg。于注射后立即开始进行四期增强扫描。

扫描参数: I 期双能扫描,球管电压分别为 80 kV、140 kV,电流分别为 350 mA、135 mA; (II~IV 期单能量扫描) II 期球管电压 80 kV,电流 350 mA; III 期球管电压 120 kV,电流 210 mA; IV 期球管电压 140 kV,电流 135 mA; 层厚均为 3 mm,层距 0 mm,螺距 0.6,转速 0.5 s/r。扫描完成后对原始数据进行层厚 2.0 mm 重建,并传至 IQQA-Liverr 肝脏 CT 影像解读分析系统。

1.2.2 MR 扫描方法

CT 扫描结束后,使用 GE 3.0 T Signa MRI 磁共振扫描机对家兔进行扫描,线圈为腹部阵列线圈,序列采用 FIESTA (TR 4.7 ms, TE 1.9 ms, 层厚 2.0 mm, 层间距为 -1.0 mm, FOV 16 × 16, 矩阵 256 × 256, NEX 1.0) 及 LAVA 序列 (TR 4.7 ms, TE 1.9 ms, 层厚 2.0 mm, 层间距为 -1.0 mm, FOV 20 × 20, 矩阵 256 × 224, NEX 0.7) 进行三维容积扫描。扫描完成后将数据传输至 IQQA-Liver 肝脏 CT 影像解读分析系统。

1.2.3 兔肝体积测量

智能半自动法测量兔肝体积: 在 IQQA-Liver 自动分析软件中载入原始数据,调整好增强各期顺序后系统读入数据。CT 选择第 III 期 (120 kV, 210 mA) 图像, MR 选择 Fiesta 及 LAVA 序列, 在大三维模式下, 系统会自动根据肝脏解剖位置及肝脏密度勾画出每层的肝实质轮廓, 点击“修改”后, 用“画笔/高级画笔”功能在二维图像上编辑修正, 得到满意全肝轮廓后结束修改, 点击“确定”后便得到家兔全肝体积。

1.2.4 肝脏实际体积测量

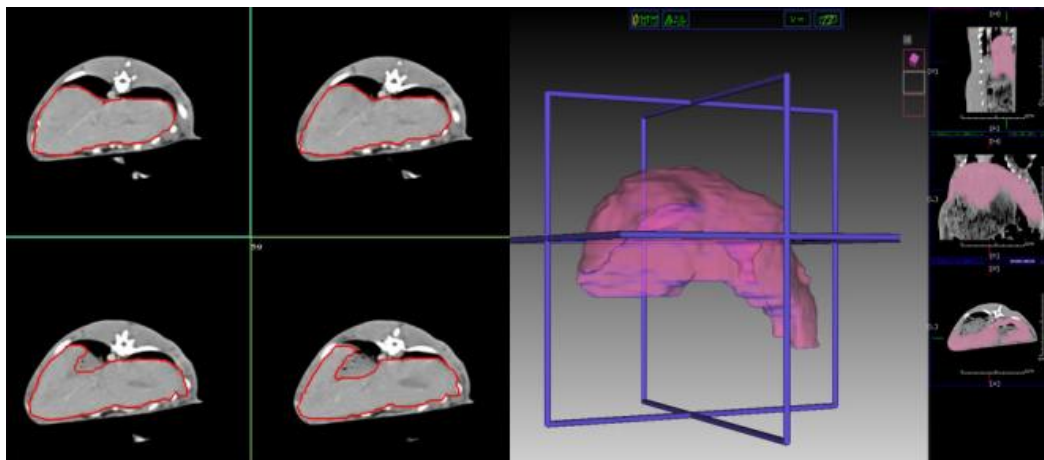
将完成扫描的家兔耳缘静脉注入空气处死, 固定于操作台上, 剖腹后结扎肝动脉、下腔静脉及门静脉等周围大血管及筋膜, 然后完整取出肝脏, 置于等渗生理盐水中。测量容器使用 200 mL 量筒, 最小刻度为 1 mL, 辅以 250 mL 广口烧杯, 小集液盆。应用排水法测量兔肝体积 2 次, 取 2 次平均值作为家兔实际肝脏体积。

1.2.5 重复性研究

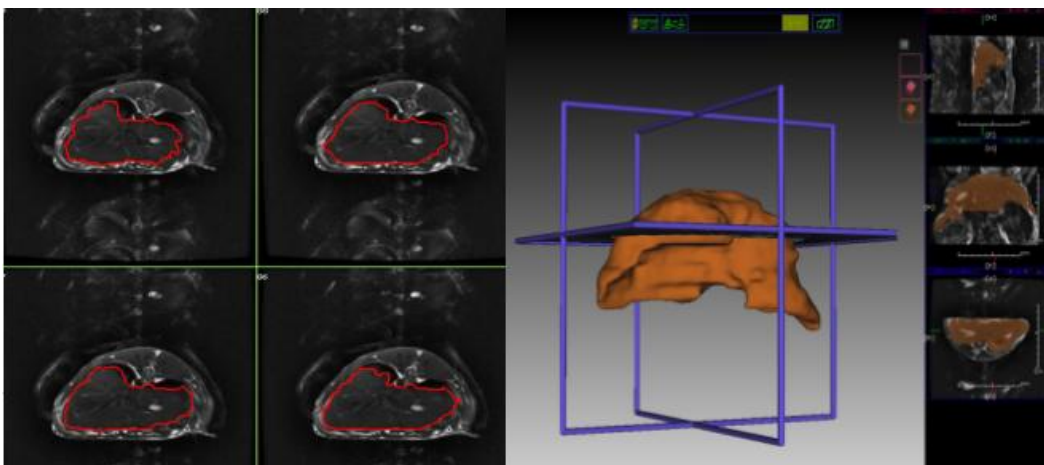
在家兔完成体积测量后 2 周, 由相同的测量者用相同的测量方法再次重新测量兔肝 CT、MR 扫描的体积。

1.2.6 统计学方法

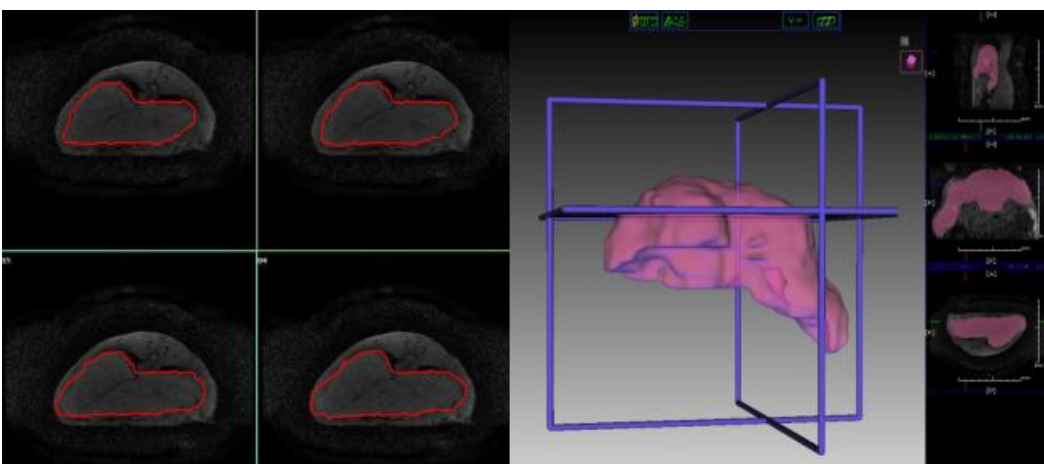
使用 MedCalc 专业统计软件分析, 计算不同方法测得数据的均值及标准差, 并进行 Kappa 检验、作 Pearson 相关性分析及 Bland-Altman 一致性分析^[5], 用组内相关系数 (ICC) 描述测量者内及测量者间使用重复测量的差异, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。



(a) CT 扫描测量



(b) FIESTA 扫描测量



(c) LAVA 扫描测量

图 1 不同测量肝脏体积的示意图

Fig.1 The diagram of measuring liver volume by three scanning in rabbits

2 结果

2.1 兔肝体积测量

影像学方法测量由 2 位具有丰富重建经验的放射科医生分别独立测量, 两组数据经 Kappa 检验, k 值分别为 0.863、0.836 和 0.831。取平均值后, MDCT 及 MR 两个序列 (FIESTA、LAVA) 测量所得的兔肝体积分别为 $(126.4 \pm 35.8) \text{ cm}^3$ 、 $(125.0 \pm 35.4) \text{ cm}^3$ 、 $(125.8 \pm 35.7) \text{ cm}^3$, 排水法测得的兔肝真实体积为 $(126.6 \pm 36.4) \text{ cm}^3$ (图 1 (a) ~ 图 1 (c), 表 1)。

表 1 不同方法 (排水法, CT、MR FIESTA 及 LAVA 序列) 测量兔肝体积比较
Table 1 The comparison of different methods to measure the liver volume of rabbits

兔肝体积/ cm^3	排水法	CT	MR-FIESTA	MR-LAVA
N	12	12	12	12
均值/ cm^3	126.6	126.4	125.0	125.8
标准差	36.4	35.8	35.4	35.7

2.2 兔肝体积测量的相关性及其一致性分析

CT 和 MR (FIESTA、LAVA) 测得的兔肝体积与排水法测得兔肝的实际体积均具有高度的相关性 (r 值 0.997、0.997 及 0.998, P 值均 < 0.05 , 图 2 (a) ~ 图 2 (c)) 和一致性 (图 2 (d) ~ 图 (f))。

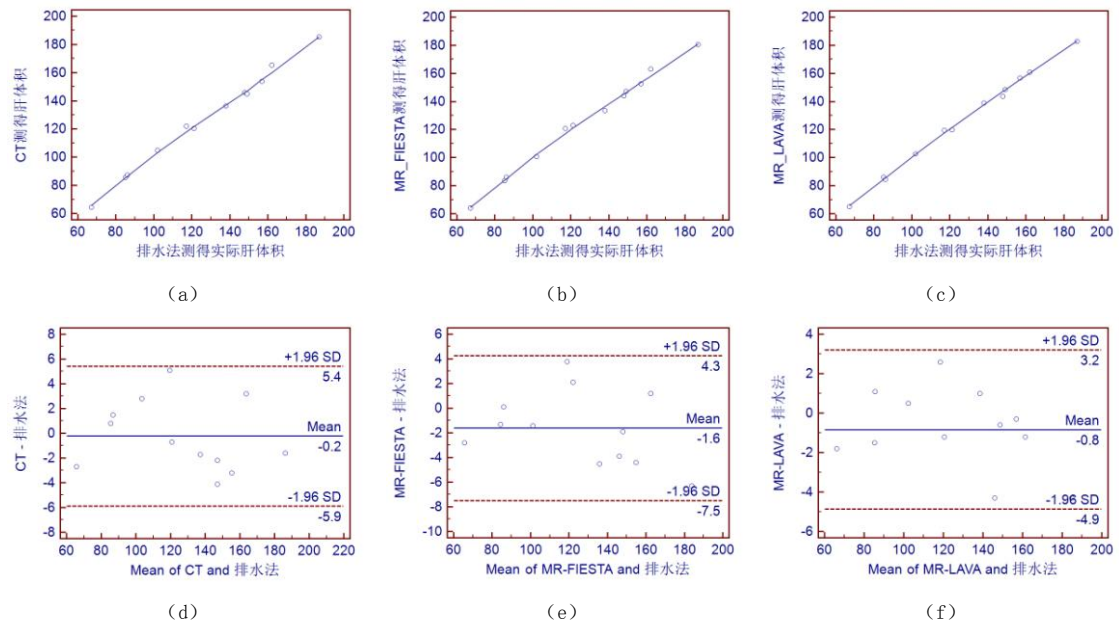


图 2 (a) ~ (c) CT、FIESTA、LAVA 测得兔肝体积与排水法测得实际体积的相关性; (d) ~ (f) CT、FIESTA、LAVA 测得兔肝体积与排水法测得实际体积的一致性检验

Fig. 2 (a) ~ (c) The correlation between rabbit liver volume and actual volume measured by drainage method was measured by CT, FIESTA and LAVA. (d) ~ (f) The consistency between the volume of rabbit liver and the actual volume measured by the drainage method was measured by CT, FIESTA and LAVA

2.3 重复研究结果

半月后由相同的 2 名医生再次利用 IQQA-Live 自动分析软件分别独立测量家兔的肝脏体积。结果显示: 2 名操作者各自前后重复测量家兔肝脏体积的组内相关系数 ICC 值分别为 0.995 和 0.985; 2 名操作者间两次测量家兔肝脏体积的组内相关系数 ICC 值分别为 0.996 和 0.987。

3 讨论

自 Heysfield 等^[6]首先报道使用 CT 测量肝体积后, 经过一系列的 MDCT 测量肝脏体积的应用研究, MDCT 肝脏体积测量在肝移植术前规划、术式选择, 肝脏占位切除术术前评估及小肝综合症评估等方面的价值受到临床的认可与重视^[1-4, 7]。以往 CT 测量肝脏体积多为基于 CT 机自带的手动法测量, 该方法有较好的准确性和较高的可重复性, 但费时长^[8]。随着临床工作流量的加大, 放射科医生需要更为便捷且准确可靠的肝脏体积测量方法。

IQQA-Liver 肝脏 CT 影像解读分析系统是一款第三方自动分析软件, 具有智能自动肝脏轮廓识别功能, 辅助以人工肝脏轮廓二维编辑及修改, 即使扫描获得的图像层厚较薄, 图像数目较多, 也能约 3 min 的平均耗时内快速准确地测得全脏体积。对于动态增强的肝脏 CT 检查, 该软件还能对肝内三套血管进行自动化分割、标记及量化分析, 分割出形态逼真, 立体感强的肝脏血管, 用于观察血管间的分布、走行以及相互关系, 获得全方位观察的三维图像, 指导临床手术规划^[9]。更为便捷的是该软件可安装于个人电脑中, 方便医生的临床工作及科研工作。因此对 IQQA-Liver 自动分析软件在肝脏体积测量方面的精确性、可靠性及重复性的研究, 能为今后进一步临床及科研应用提供依据。

近些年来, 随着新技术的不断发展, MR 在腹部检查中的应用越来越受到重视, 对于肝脏占位性病灶的检出及定性的价值已不亚于增强 CT 检查^[10], 因此利用 MR 进行肝脏体积测量值得深入研究, 以指导临床实际工作。过去一般认为 MR 扫描和 CT 相比, 扫描层厚较厚(一般为 6~8 mm), 且有一定的层间距, 因而不是容积扫描数据, 无法进行薄层重建, 导致 MR 在测量体积时误差较大, 故临床应用较少。随着 MR 设备软硬件技术的发展, 新序列的应用使得 MR 检查的层厚可以减小(可达 1 mm), 并可设置 0 间距或重叠间距, 亦可像 CT 一样进行容积扫描, 还缩短了检查时间。

本研究中, 采用 IQQA-Liver 软件测量 MDCT、MR FIESTA 及 LAVA 序列的家兔肝脏体积平均耗时为 (9.8 ± 2.5) min, 因该软件对兔肝轮廓的识别度低于人体肝脏, 需要花大半的时间对兔肝轮廓进行二维修改及编辑, 但在应用于临床人体肝脏测量的时间则大为缩短, 较基于扫描机器自带软件的测量法仍具有一定优势。

此外, IQQA-Liver 软件对于 MR 多个序列图像有着很好的兼容性, 也能像 CT 一样进行三维影像分析。本研究中, MDCT、MR FIESTA 及 LAVA 序列均采用“3D 容积扫描”, 用获得的 2 mm 薄层图像进行测量, 测得兔肝体积与排水法测得的真实体积之间具有相当高的一致性。因此, 采用 MR 数据进行肝脏体积测量的方法已经成熟, 且单个薄层扫描序列的体积测量就具有较高的准确性, 随着技术的推广应用, 一定会在临床工作中发挥作用。

参考文献

- [1] 彭志毅, 俞哲锋, 黄东胜, 等. 多层螺旋 CT 测量肝体积的实验和临床研究及对肝移植的应用价值[J]. 中华放射学杂志, 2004, 38(3): 291-294.
PENG Z Y, YU Z F, HUANG D S, et al. Study of liver volume measurement and its clinical application for liver transplantation using multiple-slice spiral CT[J]. Chinese Journal of Radiology, 2004, 38(3): 291-294. (in Chinese).
- [2] NAKAYAMA Y, LI Q, KATSURAGAWA S, et al. Automated hepatic volumetry for living related liver transplantation at multisection CT[J]. Radiology, 2006, 240: 743-748.
- [3] BREITENSTEIN S, APESTEGUI C, PETROWSKY H, et al. "State of the art" in liver resection and living donor liver transplantation: A worldwide survey of 100 liver centers[J]. World Journal of Surgery, 2009, 33(4): 797-803.
- [4] LU S C, WANG M L, LI N, et al. Emergent right lobe adult-to-adult living-donor liver transplantation for high model for end-stage liver disease score sever hepatitis[J]. Transplant International, 2010, 23(1): 23-30.
- [5] BLAND J M, ALTMAN D G. Statistical methods assessing agreement between two methods of clinical measurement[J]. Lancet, 1986, 1: 307-310.
- [6] HEYMSFIELD S B, FULENWIDER T, NORDLINGER B, et al. Accurate measurement of liver, kidney, and spleen volume and mass by computerized axial tomography[J]. Annals of Internal Medicine, 1979, 90(2): 185-187.
- [7] TANG J H, YANG F H, ZHOU M L, et al. Evaluation of computer-assisted quantitative volumetric analysis for pre-operative respectability assessment of huge hepatocellular carcinoma[J]. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 2013, 14(5): 3045-3050.
- [8] KAMEL I R, RAPTOPOULOS V, POMFRET E A, et al. Living adult right liver transplantation: Imaging before surgery with multidetector multiphase CT[J]. American Journal of Roentgenology, 2000, 175: 1141-1143.
- [9] 唐敏, 杨尚文, 王磊, 等. 基于 64 排螺旋 CT 扫描数据的肝血管解剖变异分析[J]. 放射学实践, 2013, 28(4): 436-439.
TANG M, YANG S W, WANG L, et al. Application of 64-slice spiral CT in the analysis of anatomic variation of hepatic vessels[J]. Radiologic Practice, 2013, 28(4): 436-439. (in Chinese).
- [10] 严福华. 重视腹部 CT 和 MR 新技术的量化研究和临床应用[J]. 中华放射学杂志, 2013, 47(2): 101-103.
YAN F H. Attach the importance to the quantitative study and clinical application of new CT and MR techniques in abdominal[J]. Chinese Journal of Radiology, 2013, 47(2): 101-103. (in Chinese).

The Study of Accurate Liver Volume Measurement by IQQA-liver Auto Analysis Software

HUA Chenchen, LIU Yao, YIN Qihua[✉]

(Department of Imaging, Wu Xi People's Hospital, Wuxi 214000, China)

Abstract: Objective: To compare the Accuracy and stability of liver volume measurements by MDCT and MR by IQQA-liver auto analysis software. Method: (1) 12 rabbits were scanned by MDCT and MR FIESTA and LAVA sequences, Then kill the rabbits and measure the rabbits, liver immediately (actual liver volume ALV) by means of water displacement. Compare the liver volumes measured by MDCT, MR and water displacement. (2) Repetitive study: repeat measure the liver volumes of all the rabbits. Results: (1) The liver volumes of rabbit measured by MDCT, MR FIESTA and LAVA sequences were $(126.4 \pm 35.8)\text{cm}^3$, $(125.0 \pm 35.4)\text{cm}^3$, $(125.8 \pm 35.7)\text{cm}^3$, had a

significant correlation ($r=0.997, 0.997, 0.998, P<0.05$) with the liver volume by means of water displacement which was $(126.6 \pm 36.4)\text{cm}^3$. Liver volume with MDCT, MR FIESTA and LAVA sequences and displacement of water was good consistency by Bland-Altman method. (2) Repetitive study: repeated measures of liver volumes of rabbits and patients at different time by each same operator, the ICC were 0.995, 0.985; measures of liver volumes of rabbits by two operators at each time, the ICC were 0.996, 0.987. Conclusion: MDCT and MR can provide accurate information in the measurement of the liver volume used by IQQA-Liver auto analysis software, with high reliability and reproducibility.

Keywords: X-ray tomography; MRI; liver; volume



作者简介: 华晨辰 (1988—), 男, 南京医科大学附属无锡人民医院影像科住院医师, 主要从事腹部影像学诊断, Tel: 0510-82700775, E-mail: hccwuxi@126.com; 尹其华[✉] (1977—), 男, 南京医科大学附属无锡人民医院影像科副主任医师, E-mail: yinqihuaphd@163.com。

欢迎订阅《CT 理论与应用研究》

一、订阅办法

双月刊，每期定价 30 元，全年含邮费定价 180 元，由编辑部负责征订、发行。订户将征订单寄至编辑或以电话方式联系订阅，收到订款费后，编辑部将出具正式发票并按期寄刊。

二、付款方式

1、银行汇款：

项 目：《CT 理论与应用研究》订刊费

收款单位：中国地震局地球物理研究所

账 号：0200007609088104715

开 户 行：北京工行紫竹院支行

2、邮局汇款：

项 目：订刊费

收款人邮编：100081

收款人姓名：《CT 理论与应用研究》编辑部

收款人地址：北京海淀区民族大学南路 5 号

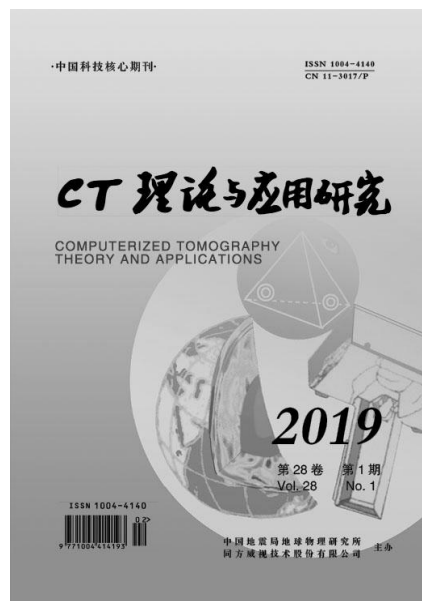
三、联系方式

地址：北京民族大学南路 5 号

邮编：100081

电话：010-68729234

E-mail: cttacn@cea-igp.ac.cn



《CT 理论与应用研究》征订单

单 位/个 人：				联 系 人：	
地 址：				邮 编：	
电 话：		传 真：		E-mail：	
订阅起止时间：		订阅份数：		合计金额：	
付 款 方 式：	1、银行汇款() 2、邮局汇款()			汇 款 日 期：	
备 注：					

《CT 理论与应用研究》编辑部（代章）