

多层螺旋 CT 测量成年贵州小型猪活体肾参考数据

刘新峰¹, 王荣品¹, 钱宁², 吴曙光²

(1. 贵州省人民医院放射科, 贵阳 550002; 2. 贵阳中医学院实验动物研究所, 贵阳 550002)

【摘要】 目的 通过测量成年贵州小型猪肾脏各种径线值及体积, 建立贵州小型猪肾脏数据。方法 采用西门子双源 CT 对 12 头成年贵州小型猪(雄性 6 头, 雌性 6 头)进行薄层容积扫描, 原始数据经 Aquarius iNtuition 4.4 软件进行 MRP 及 VR 重组, 在横断位正中层面测量双肾前后径及左右径, 在冠状位最大面测量双肾长径及短径, 计算小型猪体积及双肾体积, 双肾长径与短径比值, 采用统计学软件对肾长径、长短径比值与肾脏体积, 肾脏体积与小型猪体积及体重做相关性分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。结果 左肾前后径及左右径分别为 (40.40 ± 1.67) mm 及 (27.47 ± 1.40) mm, 长径及短径分别为 (80.36 ± 2.74) mm 及 (31.79 ± 1.99) mm, 左肾体积为 (52.78 ± 2.25) cm³, 左肾长径与短径比值为 $(2.42 \sim 2.71):1$; 右肾前后径及左右径分别为 (40.95 ± 1.43) mm 及 (26.90 ± 0.65) mm, 长径及短径分别为 (79.03 ± 2.38) mm 及 (32.04 ± 2.34) mm, 右肾体积为 (51.91 ± 2.25) cm³, 右肾长径与短径比值为 $(2.33 \sim 2.77):1$ 。双肾长径与肾脏体积呈高度正相关($r_{左} = 0.92, P < 0.05; r_{右} = 0.88, P < 0.05$), 肾脏体积与小型猪体积呈正相关($r_{左} = 0.90, P < 0.05; r_{右} = 0.81, P < 0.05$), 与体重也呈高度正相关($r_{左} = 0.96, P < 0.05; r_{右} = 0.98, P < 0.05$), 但肾脏长短径比值与体积呈负相关($r_{左} = -0.51, P < 0.05; r_{右} = -0.67, P < 0.05$)。结论 多层螺旋 CT 及其后处理软件可准确测量贵州小型猪活体肾脏的多项影像学数据, 为人类肾脏疾病的动物模型研究提供参考。

【关键词】 贵州小型猪; 活体肾; 体层摄影; X 线

【中图分类号】 Q95-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1005-4847(2014) 02-0052-05

Doi:10.3969/j.issn.1005-4847.2014.02.012

Normal kidney data of adult Guizhou miniature pigs measured by multislice spiral CT in vivo

LIU Xin-feng¹, WANG Rong-pin¹, QIAN Ning², WU Shu-guang²

(1. Department of Radiology, Guizhou Provincial People's Hospital, Guiyang 550002, China;

2. Laboratory Animal Institute, Guiyang College of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550002)

【Abstract】 **Objective** To establish normal kidney data by measuring the diameter and volume of the kidneys in adult Guizhou miniature pig. **Methods** Twelve healthy adult Guizhou miniature pigs (male 6, female 6) were used in this study. The kidneys were scanned by using Siemens dual source CT, and the raw data were used for multiplanar reconstruction (MPR) and volume reconstruction (VR) using the software Aquarius iNtuition 4.4. The anteroposterior and left to right dimensions of both kidneys were measured at the median transverse plane of the organ, and the long and short diameters of both kidneys were measured at the maximum coronal section of the organ. The volume of both kidneys and miniature pig itself, the ratio of long to short diameters of both kidneys, and the relationship between the ratio of long to short diameter and the kidney were calculated. The correlation between the length dimension, length diameter ratio and the volume of the kidney was analyzed, and the correlation between volume of the kidney and miniature pig was analyzed as well. $P < 0.05$ was set as statistically significant. **Results** The dimensions of anteroposterior, left to right, long and short diameters

[基金项目] 贵州省科技计划项目(黔科合中药字[P2012]LKZ7001号)。

[作者简介] 刘新峰(1983年-),男,硕士,住院医师。E-mail: 379771752@qq.com

[通讯作者] 钱宁。Email: 2453851078@qq.com

of left kidney were 40.40 ± 1.67 mm, 27.47 ± 1.40 mm, 80.36 ± 2.74 mm and 31.79 ± 1.99 mm, respectively. The volume of left kidney was 52.78 ± 2.25 cm³, and the ratio of long to short diameter of the left kidney was 2.42 to 2.71:1. The dimension of anteroposterior, left to right, long and short diameters of the right kidney were 40.95 ± 1.43 mm, 26.90 ± 0.65 mm, 79.03 ± 2.38 mm and 32.04 ± 2.34 mm, respectively. The volume of right kidney was 51.91 ± 2.25 cm³, and the ratio of long to short diameter of the right kidney was 2.33 to 2.77:1. There were highly positive and significant correlations between the long diameter and the kidney volume ($r_{\text{left}} = 0.92$, $P < 0.05$; $r_{\text{right}} = 0.88$, $P < 0.05$) as well as between the kidney volume and the miniature pig ($r_{\text{left}} = 0.96$, $P < 0.05$; $r_{\text{right}} = 0.98$, $P < 0.05$), while the ratio of long to short diameter of the kidney was negatively related to the volume of the miniature pig ($r_{\text{left}} = -0.51$, $P < 0.05$; $r_{\text{right}} = -0.67$, $P < 0.05$). **Conclusions** Multislice spiral CT and its post-processing software can accurately measure various data of the kidneys of Guizhou miniature pig in vivo, providing normal reference of the animal model for the research of human kidney diseases.

【Key words】 Guizhou miniature pig, Kidney, Tomography, X-ray computed

小型猪在解剖、生理、代谢及疾病病理机制方面同人类具有很强的一致性。贵州小型猪(*Sus Scrofa domestica* Var. *mino* Guizhouensis Yu.) 经 30 余年早熟化、小型化选育, 已经成为我国重要的小型猪品种^[1-2]。该小型猪品系在医学研究领域作为动物实验模型已得到较多应用, 积累了一定的解剖、生理及代谢资料。在国内外未见小型猪的活体多层螺旋 CT 影像学数据测量资料的报道, 为了获得贵州小型猪活体肾的正常影像学数据, 本研究采用双源 CT 对健康成年贵州小型猪的肾脏径线、体积等进行测量分析, 丰富小型猪背景资料。

1 材料与方法

1.1 实验动物及实验仪器

成年贵州小型猪 12 头(雄雌各半), 由贵阳医学院实验动物研究所提供, 12 ~ 15 月龄, 影像学测量前查血常规、肝、肾功能及血糖均在正常范围。全价颗粒饲料喂养^[3], 饲养环境均按国家标准实验动物环境及设施执行^[4]。实验仪器采用西门子双源 CT(Siemens SOMATOM Definition), 由贵州省人民医院放射科提供。

1.2 实验方法

实验动物扫描前先行肌注麻醉[速眠新 II (0.11 mL/kg), 3% 戊巴比妥钠(0.55 mL/kg) 复合麻醉]。待麻醉起效后将贵州小型猪固定于特制框架内, 采取侧卧位。送至扫描床后进行全身容积扫描。扫描条件: 管电压 100 kV, 管电流 148 mAs, 探测器准直器 32×0.6 mm, 旋转时间 0.33 s, 扫描螺距 0.5, 层厚 2 mm, 重建间隔 1.5 mm, 卷积函数 10f。

1.3 数据处理

扫描结束后将原始图像传入 Aquarius iNtuition 4.4 软件进行肾脏三维重建及数据测量。在 Aquari-

us iNtuition 4.4 软件中, 应用多平面重组(MPR)及容积再现重组(VR), 并用容积测量软件(volume)计算贵州小型猪肾脏体积及小型猪体积。在横断位正中层采用 MPR 测量双肾前后径及左右径, 冠状位最大面测量双肾长径及短径, 计算长径及短径比值。采用容积(volume)测量软件测量双肾体积及贵州小型猪体积。以上每个值均测量 2 次, 取其平均值(图 1~4)。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 13.0 软件对肾脏长径、长短径比值与肾脏体积, 肾脏体积与小型猪体积及体重做相关性分析。

2 结果

2.1 贵州小型猪肾脏形态、结构

肾脏位于腹膜后脊柱两侧, 其形态与人的肾脏非常相似(图 1~3), 冠状位图像显示所有左肾均高于右肾。双源 CT 平扫可分辨肾皮质、髓质、肾门、肾周筋膜等结构(图 1、2)。双源 CT 容积重建可以建出小型猪肾脏完成轮廓, 准确计算出其体积(图 3), 并可重建出小型猪整体轮廓和计算整体体积(图 4)。

2.2 贵州小型猪肾脏数据

贵州小型猪双肾脏径线及体积数据见表 1。左肾前后径及左右径分别为 (40.40 ± 1.67) mm 及 (27.47 ± 1.40) mm, 长径及短径分别为 (80.36 ± 2.74) mm 及 (31.79 ± 1.99) mm, 左肾体积为 (52.78 ± 2.25) cm³, 左肾长径与短径比值为 $(2.42 \sim 2.71)$: 1; 右肾前后径及左右径分别为 (40.95 ± 1.43) mm 及 (26.90 ± 0.65) mm, 长径及短径分别为 (79.03 ± 2.38) mm 及 (32.04 ± 2.34) mm, 右肾体积为 (51.91 ± 2.25) cm³, 右肾长径与短径比值为 2.33

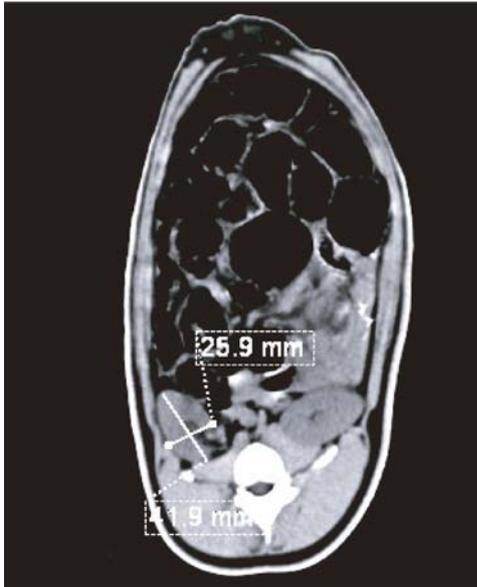


图 1 右肾经位轴位正中层面图像

Fig. 1 The axial image of the right kidney through median level.

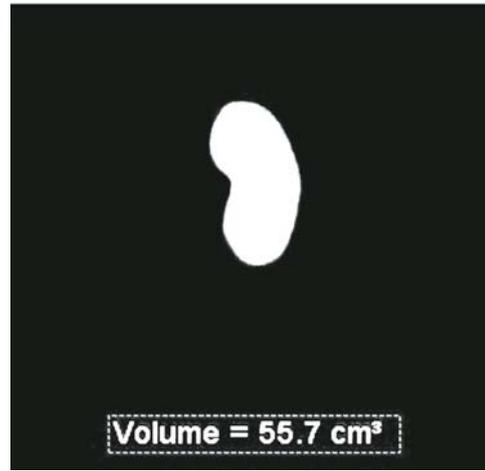


图 3 贵州小型猪肾脏容积重建图

Fig. 3 The image of volume reconstruction of the kidney of Guizhou miniature pig.

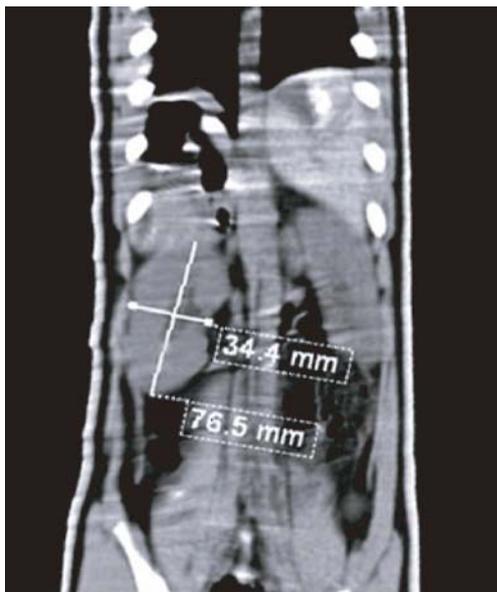


图 2 右肾经过肾门冠状位最大面图像

Fig. 2 The maximum coronal image of the right kidney through the renal hilum.

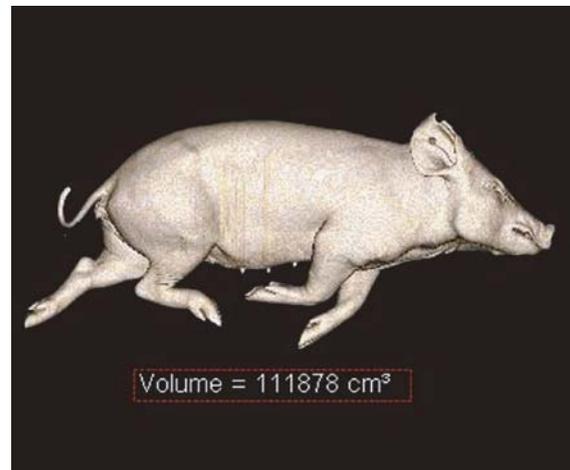


图 4 贵州小型猪三维重建及体积计算图像

Fig. 4 The image of 3D reconstruction and volume calculation of Guizhou miniature pig.

~2.77。双肾长径与肾脏体积呈高度正相关($r_{左} = 0.92, P < 0.05; r_{右} = 0.88, P < 0.05$), 肾脏体积与小型猪体积呈高度正相关($r_{左} = 0.90, P < 0.05; r_{右} = 0.81, P < 0.05$), 与体重也呈高度正相关($r_{左} = 0.96, P < 0.05; r_{右} = 0.98, P < 0.05$), 但肾脏长短径比值与小型猪体积呈负相关($r_{左} = -0.51, P < 0.05; r_{右} = -0.67, P < 0.05$)。

表 1 贵州小型猪正常肾测量数据($\bar{x} \pm s$)

Tab. 1 Normal measurement data of the kidneys of Guizhou miniature pigs

径线与体积(mm/cm ³)	左肾 Left kidney	右肾 Right kidney
长径 Long diameter	80.36 ± 2.74	79.03 ± 2.38
短径 Short diameter	31.79 ± 1.99	32.04 ± 2.34
前后径 Anteroposterior diameter	40.4 ± 1.67	40.95 ± 1.43
左右径 Left to right Diameter	27.47 ± 1.4	26.9 ± 0.65
肾体积 Renal volume	52.78 ± 2.25	51.91 ± 2.25
长短径比值 Length diameter ratio	2.53 ± 0.1	2.47 ± 0.14

3 讨论

贵州小型猪是我国最早培育成功的实验用小型猪之一,具有体型矮小、性情温顺、遗传稳定、性成熟早、繁殖性能好、耐受性强等优点,在组织解剖结构、生理现象、生化代谢、疾病的发生机理和特点等方面均与人相似,脏器大小也近似于人类,是一种具有良好应用前景的中型实验动物^[1]。目前利用小型猪做实验模型国内外均有较多报道,如张海涛等^[5]用小型猪建立冠状动脉狭窄模型,赵菊花等^[6]用复合因素建立小型猪肝纤维化模型,Zhang 等^[7]用小型猪做肝硬化模型及肝移植实验,Forcheron 等^[8]用小型猪做放射性皮肤损伤模型并用脂肪细胞衍生干细胞治疗皮肤损伤,Alessandro 等^[9]用小型猪做心衰模型,董小君等^[10]应用顺铂做小型猪急性肾衰模型。笔者查阅相关文献中尚未见贵州小型猪肾脏的参考数据。本研究采用双源 CT 对贵州小型猪全身进行容积扫描,研究小型猪双肾形态,测量小型猪双肾各种径线、双肾体积及小型猪体积,以便为贵州小型猪肾脏各种病理模型提供参考值。

小型猪肾脏形态及功能与人肾较为相似。小型猪肾与人肾同属多乳头肾,肾外形及内部结构极为一致,但肾内供血血管走行不完全一致^[11]。肾脏是重要功能器官,其功能包括:生成尿液,排泄代谢产物、毒素及药物等;通过对原尿的重吸收对电解质、体液及酸碱平衡进行调节;内分泌功能,分泌多种活性激素,参与血管调节。肾脏容易受到病原微生物侵犯,也是全身免疫系统疾病、高血压、糖尿病等易受累的器官。肾炎、肾病综合征、尿毒症等严重影响人们的健康。肾病已成为全球范围内的公共健康问题。一旦发展到尿毒症,很多病人就仅能通过透析或换肾维持生命。因此很多科研工作者正在利用小猪做各种肾病模型,推动新药物的研发^[12]。在生物医学研究中,除可用有关生理、生化指标来反映动物的功能状态外,还可用组织形态学、脏器体积及重量来衡量,尤其是脏器大小、体积、重量和生物学特性是一个重要的观察指标^[13]。肾脏损伤或疾病往往伴有形态和体积变化,因此对活体肾脏的测量尤为重要。正常肾脏数据资料的缺乏制约贵州小型猪作为试验模型应用。目前肾脏测量常用排水法和超声测量公式计算法。排水法不适用活体肾;超声法受操作者手法因素及透声窗影响,误差较大,因此两种方法均不适用于活体肾研究。CT 和 MRI 具有较高

的软组织分辨率,可清楚显示肾脏的位置、形态、测量径线及体积,是活体肾形态学检查的最佳方法。

双源 CT 具有扫描速度快、图像清晰、薄层扫描等优势,而且后处理功能强大,三维重建图像可任意旋转,很容易获取测量点,脏器容积计算可准确显示器官体积。目前,多层螺旋 CT(MSCT)在临床应用及动物实验均比较广泛,它能对病灶形态、大小及与周围组织关系直观显示,MSCT 数据真实性也得到证实。从研究结果可以看出,贵州小型猪肾脏位于腹膜后脊柱两侧,其位置、形态与人的肾脏非常相似,但小于成人的肾脏。双源 CT 准确显示肾脏的位置、形态及肾门结构,大致区分肾髓质和肾皮质,肾实质密度均匀,边缘光滑,肾门结构清楚显示。冠状位图像显示 12 例贵州小型猪的左肾均高于右肾,对比发现左肾体积均大于右肾,这与我们以往解剖学观点一致。双源 CT 双肾体积测量及小型猪体积测量重复性好,准确性高。国外学者^[14]用 CT 比较肾脏肿瘤与术后肿瘤的测量值无统计学差异。因此,采用双源 CT 对活体猪肾测量是一种快速无创、数据可靠的方法。本研究结果显示,左右肾长短径比值范围分别为 2.42 ~ 2.71、2.33 ~ 2.77,左右肾体积分别为 $(52.78 \pm 2.25) \text{ cm}^3$ 、 $(51.91 \pm 2.25) \text{ cm}^3$;双肾长径与肾体积、肾体积与小型猪体重呈高度正相关,说明小型猪肾脏纵向生长越快、体积越大,而且肾脏体积随小型猪生长而增加;但肾脏长短径比值与体积呈负相关,提示我们肾脏长短径生长速度是不一致的。目前,国内外使用小型猪进行医学科学研究的动物实验越来越多,但对小型猪本身的研究尚不系统,能借鉴和参考的数据资料不多。本文的研究可为采用贵州小型猪从事生物医药研究的科研人员提供基础参考数据,为贵州小型猪的种质资源保护、种群的标准化鉴定和质量控制提供依据。MSCT 不足是存在一定放射线危害,对比剂具有一定肾毒性,对移植肾肾实质的急慢性排斥反应的诊断价值不如 MRI。

总之,应用双源 CT 能清楚显示贵州小型猪双肾大小、形态、准确测量各种径线,测量肾脏体积和全身体积,并显示双肾体积与全身体积呈高度正相关。贵州小型猪肾脏数据的测量将为小型猪各种肾脏疾病模型提供正常参考,对节省资源及时间、科学研究具有重要意义。

参 考 文 献

- [1] 甘世祥,钱宁,冯济凤,等. 贵州小型猪组织学图谱 [M].

- 贵阳:贵州科技出版社, 2001.
- [2] 张贺,王承利,王洋,等. 小型猪动物模型在医学领域的研究应用 [J]. 沈阳部队医药, 2012, 25(4):248-250.
- [3] 吴曙光,詹新义,王明镇,等. 基于动物福利的贵州小型猪饲养管理 [J]. 黑龙江畜牧兽医:科技版, 2013, (2):135-136.
- [4] 刘云波,王清勤,陈振文,等. 中华人民共和国国家标准实验动物环境及设施(GB 14925—2010)[S]. 北京:中国标准出版社, 2010.
- [5] 张海涛,罗慧兰,朴龙松,等. 经胸腔镜建立巴马小型猪冠状动脉狭窄模型 [J]. 中国实验动物学报, 2012, 20(3):21-23.
- [6] 赵菊花,吴曙光,巫全胜,等. 贵州小型猪复合因素所致肝纤维化模型的建立 [J]. 实验动物科学, 2007, 24(1):74-77.
- [7] Zhang JJ, Niu JX, Yue GQ, et al. Development of a new auxiliary heterotopic partial liver transplantation technique using a liver cirrhosis model in minipigs: preliminary report of eight transplants [J]. *Exp Ther Med*, 2012, 3(5):865-868.
- [8] Forcheron F, Agay D, Schertan H, et al. Adipocyte derived stem cells favour healing in a new minipig model of cutaneous radiation syndrome through reepithelialisation and neoangiogenesis [J]. *Burns*, 2011, 37:S1-S25.
- [9] Alessandro M, Manuela C, Manuela C, et al. Selection of reference genes for normalization of real-time PCR data in minipig heart failure model and evaluation of TNF-mRNA expression [J]. *J Biotech*, 2011, 153(3-4):92-99.
- [10] 董小君,丁斗,吴曙光,等. 顺铂致小型猪急性肾衰模型 [J]. 实验动物科学, 2011, 28(5):26-28.
- [11] 韩行敏,王力阁,吴学军,等. 猪肾及肾段的解剖学观察 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2002, (4):23-25.
- [12] 钱宁,董小君,郭科男,等. 护肾 I 号对贵州小型猪肾损伤的预防及机制探讨 [J]. 山东医药, 2008, 48(24):33-34.
- [13] 钱宁,吴曙光,郭科男,等. 幼龄贵州小型猪主要脏器重量及脏器系数的测定 [J]. 实验动物科学, 2007, 24(4):24-26.
- [14] Alicioglu B, Kaplan M, Yurut-Caloglu V, et al. Radiographic size versus surgical size of renal masses: which is the true size of the tumor [J]. *J BUON*, 2009, 14(2):235-238.

[收稿日期] 2013-08-30

(上接第 19 页)

- [9] 李小红,马春梅,张连峰. 人宫颈癌细胞 HeLa 移植模型肿瘤生长的荧光分析和卡尺测量的比较 [J]. 中国比较医学杂志, 2010, 20(1):15-18.
- [10] Ntziachristos V, Ripoll J, Weissleder R. Would near-infrared fluorescence signals propagate through large human organs for clinical studies [J]. *Opt Lett*. 2002, 27:333-335.
- [11] Pu Y, Wang WB, Tang GC, et al. Spectral polarization imaging of human prostate cancer tissue using a near-infrared receptor-targeted contrast agent [J]. *Technol Cancer Res Treat*. 2005, 4(4):429-436.
- [12] Licha K, Riefke B, Ntziachristos V, et al. Hydrophilic cyanine dyes as contrast agents for near-infrared tumor imaging: synthesis, photophysical properties and spectroscopic in vivo characterization [J]. *Photochem Photobiol*. 2000, 72(3):392-328.
- [13] Bugaj JE, Achilefu S, Dorshow RB, et al. Novel fluorescent contrast agents for optical imaging of in vivo tumors based on a receptor-targeted dye-peptide conjugate platform [J]. *J Biomed Opt*. 2001, 6(2):122-133.
- [14] 田迎,孙晶,王建东,等. 新型染料 IR-808 靶向肿瘤近红外荧光成像的体内研究 [J]. 临床肿瘤学杂志, 2012, 17(9):785-789.
- [15] Yang XJ, Shao C, Wang RX, et al. Optical imaging of kidney cancer with novel near infrared heptamethine carbocyanine fluorescent dyes [J]. *J Urology*. 2013, 189:702-710.
- [16] Zhang E, Zhang C, Su Y, et al. Newly developed strategies for multifunctional mitochondria-targeted agents in cancer therapy [J]. *Drug Discov Today*. 2011, 16(3-4):140-146.
- [17] Sakamoto K, Mikami H, Kimura J. Involvement of organic anion transporting polypeptides in the toxicity of hydrophilic pravastatin and lipophilic fluvastatin in rat skeletal myofibres [J]. *Br J Pharmacol*. 2008, 154(7):1482-1490.
- [18] Lee W, Belkhir A, Lockhart AC, et al. Overexpression of OATP1B3 confers apoptotic resistance in colon cancer [J]. *Cancer Res*. 2008, 68:10315-10323.
- [19] Lindblad-Toh K, Wade CM, Mikkelsen TS, et al. Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog [J]. *Nature*. 2005, 438(7069):803-819.
- [20] Leroy BE, Northrup N. Prostate cancer in dogs: comparative and clinical aspects [J]. *Vet J*. 2009, 180(2):149-162.

[收稿日期] 2013-10-23