

双源 CT 心肌灌注在猪急性心肌梗死模型中的应用

宋巍^{1,2}, 吕梁², 李文佳², 李治², 王罡²

摘要 健康成年雄性滇南小耳猪 12 头,行经皮球囊闭塞法制备急性心肌梗死动物模型,分组分别取仰卧位及侧卧位,于术前及术后 6 h 行双源 CT 心肌灌注成像。结果显示:①双源 CT 心肌灌注成像能够清晰显示猪冠状动脉解剖结构及其主要分支,90.9% 血管可用于诊断。②采取仰卧位动物模型显示节段 76 个,Ⅰ级图像 58 个;侧卧位动物模型显示节段 94 个,Ⅰ级图像 85 个。③影响图像质量的因素主要为心率及呼吸伪影。

关键词 猪动物模型;双源 CT;心肌灌注

中图分类号 R 332;R 445.3;R 542.2

文献标志码 A **文章编号** 1000-1492(2014)11-1676-04

双源 CT 开辟了心脏检查的新纪元,其对冠状动脉狭窄性病变的精确诊断成为可能。近年来运用双源 CT 心肌灌注成像诊断心肌梗死的研究亦成为热点。该研究旨在采用经皮冠状动脉球囊闭塞法(percutaneous transcoronary angioplasty, PTCA)建立猪急性心肌梗死模型,行双源 CT 心肌灌注成像,并探讨影像技术操作要点,分析成像质量及其影响因素。

2014-04-14 接收

基金项目:云南省卫生厅科技计划项目(编号:2009NS012)

作者单位:¹昆明医科大学研究生部,昆明 650000

²云南省第一人民医院放射科,昆明 650000

作者简介:宋巍,男,硕士研究生;

吕梁,男,教授,主任医师,责任作者, E-mail: danny617012@sina.com

素,为心血管疾病相关影像学诊断的动物实验研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 实验动物 雄性滇南小耳猪 12 头,体重 28 ~ 35 (31.875 ± 2.416) kg,由昆明医科大学实验动物中心提供。将动物模型编号,随机均分为 A、B 组。

1.2 实验方法

1.2.1 行经皮球囊闭塞法制备急性心肌梗死动物模型 实验动物麻醉后采用改良 Seldinger's 法穿刺股动脉,行冠状动脉造影,并记录左室收缩压(left ventricular systolic pressure, LVSP) 和舒张末压(left ventricular end-diastolic pressure, LVEDP),后 PTCA 将球囊永久植入于冠状动脉左前降支中、远 1/3 段,冠状动脉阻塞 15 min 后复查冠状动脉造影显示左前降支远端闭塞。术中行心电动态监护,常规补液,并定时追加麻醉及肝素。心电明显改变,胸导联 T 波倒置,出现 ST 段水平压低,可与 T 波形成单向曲线,提示出现心肌灌注障碍作为制模成功的标志。

1.2.2 双源 CT 心肌灌注成像 检查设备采用双源 CT(德国西门子公司, Somatom Definition)。A 组取仰卧位, B 组取侧卧位, CTA 扫描范围自主动脉根部至心脏膈面。于猪耳缘静脉埋置 20 G 套管针,经双筒高压注射器以 2.5 ~ 3.0 ml/s 的流率,按 1 ml/kg 计算注射总量为 28 ~ 35 ml 非离子型碘对比剂。

The clinical application of anatomic resection for right colon cancer

Zhang Chuanhai, Xu Geliang, Shao Feng, et al

(Dept of General Surgery, The Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001)

Abstract The clinical data of 10 cases undergone anatomic resection for right colon cancer from January 2013 to February 2014 were collected and analyzed retrospectively, to evaluate the safety and short-term effects of anatomic resection for right colon cancer. All the 10 operations were successfully completed. The number of cleared lymph nodes was (18.0 ± 6.7), the mean operative time was (162.7 ± 25.3) mins, the mean blood loss was (95.2 ± 32.5) ml, time to first flatus was (4.2 ± 1.9) days, and the mean size of tumor was (4.9 ± 3.2) cm. In these 10 patients, there was no evident complications. We conclude that anatomic resection for right colon cancer was safe and feasible. It is worth popularizing.

Key words anatomic resection; right colon cancer

(优维显 370 mgI/ml),以相同流率追加 20 ml 生理盐水。采用人工智能触发,设置主动脉根部为触发层面,阈值为 100 Hu,采用双能量扫描,双球管分别取 140、100 kV,旋转时间 0.33 s,螺距 0.2,采集层厚 3.0 mm,双能量混比 0.3。采集数据后以计算机自动重建的 DE-CTA 0.65B30f 60% 融合数据进行图像处理。病例均行最大密度投影(maximum intensity projection,MIP)、多平面重建(multiplanar reconstruction,MPR)和容积重建(volume reconstruction,VR)图像重建。

1.3 图像评价及诊断标准 根据美国心脏联合会(American Heart Association, AHA)的分类指南^[1]将左室心肌分 17 个节段。将冠状动脉及心肌节段成像图像质量评价标准分为 3 级,1 级:心肌节段显示良好,边界清晰,无阶梯状伪影或血管中断;2 级:心肌节段边界模糊,或有轻度阶梯状伪影;3 级:心肌节段显示不清,或有严重阶梯状伪影。其中 1~2 级图像可用于冠状动脉狭窄程度的判定。图像诊断评分由 2 位经验丰富的影像科医师独立做出,评分不一致时,请第 3 位主治以上医师观察原始图像及重组像,最后得出一致结论。

1.4 实验室检查 分别于建模术前及术后 6 h 行血清心肌酶学与心肌坏死标志物检测。

1.5 病理标本制作 动物模型于深度麻醉状态下开胸取出心脏标本,以 0~4℃ 生理盐水浸洗,置于 -80℃ 冰箱内保存 40 min,行心脏短轴位切片,片厚 5 mm,于 2% TTC 磷酸盐缓冲溶液内染色,37℃ 恒温水浴加热 15~20 min 后观察,并对切片上显示为梗塞区域、邻近梗塞周边部位及梗塞对侧的正常心肌分别取材,4% 福尔马林固定,石蜡包埋,作病理切片行 HE 染色后观察。

1.6 统计学处理 运用 SPSS 13.0 统计软件进行分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料以频数或频率表示。

2 结果

2.1 模型建立情况 12 头健康成年雄性滇南小耳猪行经皮球囊闭塞法制备急性心肌梗死动物模型,其中 11 头建模成功,1 例球囊撤出后 20 min 发生室颤死亡,平均球囊压力 $(1.21 \times 10^6 \pm 0.22 \times 10^6)$ kPa。技术成功率为 100% (8/8),制模成功率为 91.7% (11/12),见图 1。

2.2 双源 CT 心肌灌注过程动物模型一般情况 扫描过程中持续心电监护,A、B 组术前心率平均为

(105.17 ± 3.66) 、 (94.80 ± 5.89) bpm。A 组模型在扫描过程中 3 例出现肢体活动;B 组 1 例出现肢体活动。

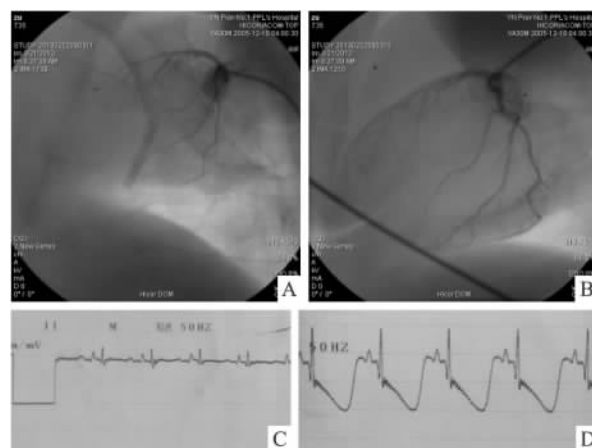


图 1 经皮球囊闭塞法制备急性心肌梗死动物模型建立情况

A、B:经皮球囊闭塞法制备急性心肌梗死动物模型术前及术后冠脉造影表现;C、D:术前及术后动物模型心电图比较

2.3 双源 CT 心肌灌注图像质量评价

2.3.1 猪冠状动脉解剖结构显示情况 双源 CT 心肌灌注成像显示 A 组 5 例猪冠状动脉分布,1 例呈左优势型,4 例呈右优势型。B 组 6 例猪冠状动脉分布,1 例呈左优势型,5 例呈右优势型。

2.3.2 心肌灌注成像显示情况 心肌按照 17 个节段统计 11 例动物模型心肌节段共 187 段,共显示 170 段,占总节段数 90.9%。A 组 5 例,双源 CT 心肌灌注共显示心肌节段 76 个,9 个节段未能显示;B 组 6 例,双源 CT 心肌灌注共显示心肌 94 个,8 个节段未能显示。

2.3.3 双源 CT 心肌灌注图像的可评价情况 170 个显示节段中,可用于评估的节段 1 级 143 个,2 级 18 个,占总节段数的 94.7%。A 组 5 例,共显示节段 76 个,其中 1 级图像 58 个,占 76.3%,2 级图像 12 个,占 15.8%,3 级图像 6 个,占 7.9%;B 组 6 例,共显示节段 94 个,其中 1 级图像 85 个,占 90.4%,2 级图像 6 个,占 6.3%,3 级图像 3 个,占 3.3%。2、3 级图像中,影响图像质量的主要因素,呼吸伪影 16 个节段及心脏搏动伪影 11 个节段。见图 2。

2.4 实验室检查 11 例动物模型心肌酶学指标肌酸激酶(creatine kinase,CK)、肌酸激酶 MB 同工酶(creatinine kinase MB isoenzyme,CK-MB)、心肌肌钙蛋白 I(cardiac troponin I,cTnI),PTCA 术前及术后 6 h 呈现显著变化,见表 2。



图2 双源 CT 心肌灌注图像分级情况

A:1 级图像心肌节段显示良好、边界清晰、无阶梯状伪影或血管中断;B:2 级图像心肌节段相对模糊,尚可用于评估;C:3 级图像基本不能用于评估

表2 动物模型心肌酶学检查结果($\bar{x} \pm s$)

| 酶学 | 术前 | 术后 6 h |
|-------|-----------------------|-----------------------|
| CK | 1 973.89 \pm 222.77 | 4 318.62 \pm 346.25 |
| CK-MB | 382.75 \pm 33.61 | 430.75 \pm 35.39 |
| cTnI | 0.072 \pm 0.07 | 19.100 \pm 2.52 |

心肌酶学术前和术后经检验公式计算,术前与术后 24 h 各组心肌酶学差异均有统计学意义(CK 术前术后比较 $t = -17.084$, $P < 0.01$, cTnI 术前术后比较 $t = -25.86$, $P < 0.01$, CK-MB 术前术后比较 $t = -4.306$, $P < 0.01$)。

2.5 病理学观察 心脏大体标本 TTC 染色明确梗死部位主要为左室心尖段及左室前壁心尖段,心肌切片 HE 染色见梗死部分心肌纤维断裂、坏死、炎细胞浸润,慢性期见脂肪化生,均证实动物模型制作成功。见图 3。

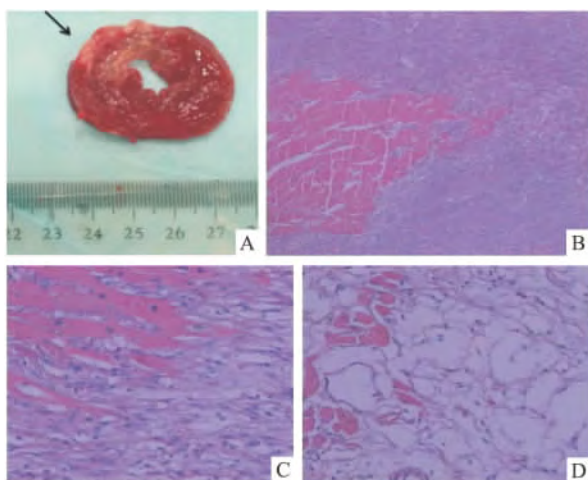


图3 病理检查

A:TTC 染色后正常心肌呈砖红色改变,梗死心肌则为白色或灰白色;B:术后 3 d 梗死部位,肌纤维大片坏死,大量炎细胞浸润 HE $\times 40$;C:术后 3 d 梗死部位,见炎细胞浸润剂部分增生的纤维肉芽组织 HE $\times 100$;D:术后 1 个月梗死部位,梗死区部分残留心肌及大量脂肪化生 HE $\times 100$

3 讨论

过去多采用开胸结扎方法制作模型,但此法需要开胸,手术创伤大,易发生室颤,死亡率较高,制模成功率为 40% ~ 50%^[2]。本实验采用经皮球囊闭塞法制备动物模型,最终经心电图、实验室检查、病理结果证实 11 例完成制模,成功率为 91.7%,可用于双源 CT 心肌灌注成像的研究。

冠脉管径细小,且心脏处于周而复始的心动周期之中,因此 CT 冠脉或心肌灌注成像对空间、时间分辨率及扫描时屏气要求均较高^[3]。有研究^[4-5]表明,对于判定灌注异常的心肌,双源 CT 心肌灌注扫描具有一定的优势。

双源 CT 心肌灌注成像与冠脉成像均以扫描获取的初始图像为基础,二者影响因素相似,既往对双源 CT 冠脉成像研究已有一定的成果,但对心肌灌注成像的报道较少。本研究中,影响成像质量的主要因素包括心率及呼吸。与过往双源 CT 冠脉成像研究^[6-7]结果相符,文献未见动物模型报道。

有研究^[8-9]显示,过快的心率可造成舒张期为主的心动周期缩短,重建时时相增多,易出现心脏搏动伪影,此外,舒张期缩短还会使冠脉血流减少,血管内造影剂充盈相对减少,也会降低成像的质量。有文献^[10]报道,时间分辨率达到 50 ms 以下才可能在扫描中不出现运动伪影。因此,心率对图像质量的影响不可忽视。本实验将心率 90 bpm 以上及以下获取图像的质量进行比较,差异有统计学意义,提示心率为图像质量的影响因素。

既往研究^[6-7,11]显示,呼吸运动也是影响图像质量的重要因素。本组数据显示,呼吸伪影占有影响图像质量的 59.3%。呼吸伪影可表现为血管截断、阶梯状伪影。扫描时动物模型的呼吸,可使心脏整体移位,导致成像时冠状动脉主干和分支产生

中断、移位、错位。由于对其无法进行有效的训练,呼吸对图像质量的影响难以避免。采取合理的方式,减低动物模型扫描时的呼吸频率,减少呼吸影响非常重要。

本研究中,针对扫描体位分仰卧组及侧卧组,在扫描进行过程中,动物模型除体位外,所有处理因素均相同。扫描过程中,B组平均心率低于A组,两组的心率差异有统计学意义。侧卧位模型对麻醉的反应更好。呼吸相对稳定,利于减少动物氧耗,也可有效降低图像质量受呼吸运动的影响,且侧卧位对其生理状态影响较小,不易出现肢体活动。最终获取的可评估图像中,侧卧组可评估率高于仰卧组,提示侧卧位更利于控制动物的心率以及减少运动伪影。

双源CT心肌灌注成像作为一种对冠状动脉狭窄性病变的精确诊断工具,其显示猪冠状动脉血管图像质量较好;在行双源CT心肌灌注成像的过程中,影响图像质量的主要因素为心率及呼吸伪影;在扫描过程中,动物模型选用侧卧位可明显减少心率、呼吸伪影对图像质量的影响。

参考文献

- [1] Austen W G, Edwards J E, Frye R L, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary disease. Report of Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease. Council Cardiovascular Surgery, American Heart Association[J]. Circulation, 1975, 51 (4 Suppl): 5-40.
- [2] 陈金良,傅向华,姜云发,等.小型猪心肌梗死介入治疗后无复流动物模型的制备[J].中国实验动物学报,2008,16(2):139-41.
- [3] Hausleiter J, Bischoff B, Hein F, et al. Feasibility of dual-source CT angiography with high-pitch scan protocols [J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2009, 3(4): 236-42.
- [4] Ruzsics B, Lee H, Zwerner P L, et al. Dual-energy CT of the heart for diagnosing coronary artery stenosis and myocardial ischemia-initial experience [J]. Eur Radiol, 2008, 18(11): 2414-24.
- [5] 彭晋,颜志平,吴贵华,等.320排动态容积CT心肌灌注成像诊断猪急性心肌梗死再灌注损伤的实验研究[J].中华临床医师杂志,2012,6(12):3221-5.
- [6] 黄裕宏,杜国忠.64层螺旋CT冠状动脉成像中图像质量的影响因素分析[J].实用医学影像学杂志,2011,12(2):82-5.
- [7] 吕访贤,吕硕,李絮绿,等.影响双源CT冠脉成像图像质量的相关因素分析[J].当代医学,2010,16(19):89-91.
- [8] 石惠,马强,王爱军,等.双源CT冠状动脉成像图像质量与影响因素的相关性分析[J].临床放射学杂志,2012,31(10):1412-4.
- [9] 刘红艳,杨栋梁,夏迎洪.64层螺旋CT冠状动脉成像质量影响因素的探讨[J].临床医学工程,2012,19(5):678-80.
- [10] Greuter M J, Dorgelo J, Tukker W G, et al. Study on motion artifacts in coronary arteries with an anthropomorphic moving heart phantom on an ECG-gated multidetector computed tomography unit [J]. Eur Radiol, 2005, 15(5): 995-1007.
- [11] 刘涛,刘建军,庄磊,等.双源CT冠状动脉成像中影响图像质量的因素分析[J].实用医学影像杂志,2009,10(1):9-11.

Application of dual-source CT myocardial perfusion imaging for swine model of acute myocardial infarction

Song Wei^{1,2}, Lv Liang², Li Wenjia², et al

(¹Dept of Postgraduate Kunming Medical University Kunming 650000; ²Dept of Radiology, First People's Hospital of Yunnan Province Kunming 650000)

Abstract 12 healthy male adult Diannan Smalleared Pigs were chosen. Swine models of acute myocardial infarction were prepared by coronary obstruction with percutaneous transcatheter angioplasty (PTCA). Swine models were grouped of supine position and lateral position. All models were taken dual-source CT myocardial perfusion imaging scan before PTCA and 6 hours after operation. The imaging technology, imaging quality and influencing factor of quality were discussed. The results showed that: ① Dual-source CT myocardial perfusion imaging could show the structure of swine coronary artery and its branches. 90.9% segments could be used for diagnosis. ② For the group of supine position, 76 segments were showed, 58 segments were judged level 1. For the group of lateral position, 94 segments were showed, 85 segments were judged level 1. ③ The main influencing factors of imaging quality were heart rate and artifacts of respiration.

Key words swine model; dual-source CT; myocardial perfusion imaging