

· 实验研究 Experimental research ·

不同固定方式对兔肝动脉介入插管的影响

冯建防, 庄一平, 冯国栋, 席 玮, 裘海涛, 陈仕林, 于 强, 夏 菁, 陈 骏

【摘要】目的 探讨两种不同固定方式对兔肝动脉插管技术难度的影响。方法 30 只新西兰大白兔固定于自制木质平板手术台上行 CT 增强扫描, 获取动脉期腹腔干和腹主动脉信息, CT 多曲面重建获取腹腔干及其下层面腹主动脉间夹角; 采用改良固定方式固定 30 只实验兔并获取腹腔干和腹主动脉间夹角。比较两种固定方式下兔腹腔干和腹主动脉夹角的差异。将 30 只实验兔随机分为实验组与对照组, 实验组以改良固定方式固定兔, 行股动脉穿刺肝动脉插管, 对照组兔固定于木质平板手术台行肝动脉插管, 获取并比较两组实验兔手术成功率、手术操作时间及手术并发症发生率。结果 平板固定方式下腹腔干和腹主动脉间夹角为 $117.93^{\circ} \pm 13.42^{\circ}$, 改良固定方式下夹角为 $144.40^{\circ} \pm 14.76^{\circ}$ ($P < 0.05$); 对照组肝动脉插管手术成功率为 66.7% (10/15), 实验组为 100% (15/15) ($P < 0.05$); 对照组血管夹层发生率为 26.7% (4/15), 实验组为 0% ($P < 0.05$); 对照组平均手术操作时间为 (504.40 ± 47.25) s, 实验组为 (88.87 ± 14.99) s ($P < 0.05$)。结论 改良固定方式可改变兔腹腔干和腹主动脉夹角, 有效降低肝动脉插管的技术难度, 降低并发症发生率, 缩短手术时间, 提高操作成功率。

【关键词】肝动脉; 放射学, 介入性; 兔; 3D 打印

中图分类号: R735.7 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X (2020)-02-0175-05

The effect of two different fixation methods on the interventional catheterization of hepatic artery in rabbits FENG Jianfang, ZHUANG Yiping, FENG Guodong, XI Wei, QIU Haitao, CHEN Shilin, YU Qiang, XIA Jing, CHEN Jun. Department of Radiology, Jiyuan Municipal Hospital of Traditional Chinese Medicine, Jiyuan, Henan Province 459000, China

Corresponding author: CHEN Jun, E-mail: chjxy@hotmail.com

【Abstract】Objective To discuss the effect of two different fixation methods on the interventional catheterization of hepatic artery in rabbits. Methods Thirty New Zealand white rabbits were used for this study. The rabbit was fixed on the self-made wooden flat operating-table to receive contrast-enhanced CT scanning. Arterial phase imaging information of celiac trunk and abdominal aortic was obtained. By using multiple curved-planar reconstruction technique, the angle between the celiac trunk and its lower-level abdominal aorta was obtained. Then, the experimental rabbits were fixed with an improved fixation method, which was performed by placing a support between the rabbit back and the operating-table, this support was created by 3D printing technology. The difference in the measured angle between celiac trunk and its lower-level abdominal aorta was compared between the two methods. The 30 New Zealand white rabbits were randomly and equally divided into study group(using improved fixation method) and control group (using self-made wooden flat operating-table), and femoral artery puncture with subsequent hepatic artery

DOI: 10.3969/j.issn. 1008-794X. 2020.02.012

基金项目: 江苏省第 4 期“333 工程”科研项目 (BRA2015492)、江苏省医学创新团队项目 (LJ2016017)、江苏省卫生计生委保健科研项目 (bj14020)、江苏省高层次卫生人才“六个一工程”拔尖人才科研项目 (LGY2017087)

作者单位: 459000 河南 济源市中医医院放射科(冯建防); 江苏省肿瘤医院(南京医科大学附属肿瘤医院)介入科(庄一平、冯国栋、席 玮)、胸外科(裘海涛、陈仕林); 江苏捷生凯尔医学增材制造研究院(于 强); 合肥恒烁半导体有限公司(夏 菁); 南京医科大学上海十院临床医学院(上海市第十人民医院)介入与血管外科(陈 骏)

通信作者: 陈 骏 E-mail: chjxy@hotmail.com

catheterization was carried out for all rabbits. The technical success rate, the time spent for operation and incidence of surgical complications in both groups were recorded. **Results** In the control group and the study group, the mean angle between celiac trunk and its lower-level abdominal aorta was $(117.93 \pm 13.42)^\circ$ and $(144.40 \pm 14.76)^\circ$ respectively ($P < 0.05$), the technical success rate was 66.7% (10/15) and 100% (15/15) respectively ($P < 0.05$), the occurrence rate of vascular dissection was 26.7% (4/15) and 0% (0/15) respectively ($P < 0.05$), and the average time spent for operation was (504.40 ± 47.25) s and (88.87 ± 14.99) s respectively ($P < 0.05$). **Conclusion** In performing interventional catheterization of hepatic artery in rabbits, the improved fixation method can change the angle between the celiac trunk and its lower-level abdominal aorta, which can effectively reduce the technical difficulty for selective catheterization, thus, the incidence of complications can be reduced, the time spent for operation can be shortened, and the technical success rate can be improved. (J Intervent Radiol, 2020, 29: 175-179)

【Key words】 hepatic artery; radiology; interventional; rabbit; 3D printing

肝动脉灌注化疗栓塞术是目前介入治疗中晚期肝癌最主要方式之一^[1-2]。兔 VX2 原位肝癌模型是广泛应用于介入相关实验的动物模型^[3-4]。但由于缺乏专用于兔的血管介入器械,兔肝动脉插管需要操作者具有较熟练的技巧和经验^[5-7]。本实验采用 3D 打印技术设计制作一种专用于兔肝动脉插管的手术平台,该平台能改变兔腹腔干与腹主动脉的夹角,方便微导丝和导管超选,从而降低手术难度和相关并发症发生概率,缩短手术操作时间,提高手术成功率。

1 材料与方法

1.1 实验动物和主要实验器材

30 只新西兰大白兔,雌雄不限,体重 2.5~3 kg,由东南大学动物实验中心提供(许可证号:SYXK 苏 2010-0004)。

主要实验器材包括自制木质手术台(300 mm × 450 mm × 3 mm)、2.5 F 微导管、股动脉穿刺针套件(日本 Terumo 公司)、戊巴比妥钠(北京百奥博来科技公司)、肝素钠(1.25 U/支,江苏万邦生化医药公司)、碘佛醇(50 mL/瓶,江苏恒瑞医药公司)、3D 打印兔支撑平台(江苏捷生凯尔医学增材制造研究院),以及 BV Pulsera 型移动式 C 形臂 X 射线机(荷兰 Philips 公司)、DiscoveryCT 750HD 型多排螺旋 CT 机(美国通用公司)。

1.2 改良手术台设计

取 10 只实验兔,耳缘静脉麻醉,仰卧位固定于自制木质平板手术台上,于平对兔胸 10 椎体层面放置一长条形水囊,逐步向水囊注射液体,兔躯干与水平面夹角每次增加 10° (最大至 50°),均置于 CT 扫描床行 CT 增强扫描(管电压 80 kV,管电流 120 mA,总剂量按 1.5 mL/kg,流量为 0.5 mL/s,延迟控制为 13 s),获得 DICOM 格式原始数据,采用 RadiAnt DICOM

Viewer 软件进行多曲面重建图像分析,获取不同固定方式下兔腹腔干和腹主动脉切面层图像,并测量 2 支血管间夹角。记录不同躯干弯曲角度下兔腹腔干与腹主动脉间夹角变化情况,分析兔躯干最佳弯曲度。测量躯干处于最佳弯曲度时平对腹腔干处水囊的平均高度等作为支撑平台的主要参数,并模拟水囊包裹形态设计,采用 3D 打印技术制作支撑平台。

1.3 动脉期扫描和多曲面重建夹角测量

30 只实验兔于扫描前禁食 24 h,耳缘静脉按 1 mL/kg 推注 2% 戊巴比妥麻醉,兔仰卧位固定于自制木质平板上行动脉期扫描(扫描条件同前);采用改良方式将实验兔固定于木板上,20 min 后再次依据同样参数行动脉期扫描,获得原始 DICOM 文件;采用 RadiAnt DICOM Viewer 软件进行多曲面重建图像分析,获取不同固定方式下兔腹腔干和腹主动脉切面层面图像,测量 2 支血管间夹角;分析比较两组不同固定方式下 2 支血管夹角间差异。

1.4 股动脉穿刺肝动脉插管

随机将 30 只实验兔分为实验组和对照组,实验组兔以改良固定方式仰卧位固定于木质手术台上,对照组兔以传统方式固定于平板手术台上,两组兔均于右侧股骨处备皮,采用外科无菌操作方式暴露右侧股动脉主干并置入股穿针鞘作为股动脉鞘管;3 名具 100 例次以上兔肝动脉插管相关实验经验的介入科医师行 DSA 透视引导下肝动脉插管;记录两组手术成功率、股动脉置管完毕至肝动脉插管成功时间(手术操作时间)和夹层发生率。

1.5 数据统计分析

采用 SPSS 20.0 软件对数据作统计分析。采用 Pearson 相关系数分析兔动脉夹角度数与躯干弯曲程度相关性,一元线性回归法统计计算两者回归方程。血管夹角、手术操作时间以均数 ± 标准

差($\bar{x} \pm s$)表示,独立样本 t 检验作比较。手术成功率和夹层发生率以百分比(%)表示,卡方检验作比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 躯干弯曲度与血管夹角间相关性平台制作

实验测得兔腹腔干与腹主动脉间夹角度数随躯干弯曲度增大而增大,两者呈正相关(图 1),其回归方程为 $Y=112.08+0.73X$ ($r=0.84$, $P=0$)。兔支撑平台按照躯干弯曲 40° 角进行设置制作,以水囊高度等为主要参数,模拟水囊包裹躯干形态进行设计打印

(图 2 ①②③)。制作出的支撑模板平台能高度还原水囊包裹支撑形态,并能稳定地固定实验兔(图 2 ④)。

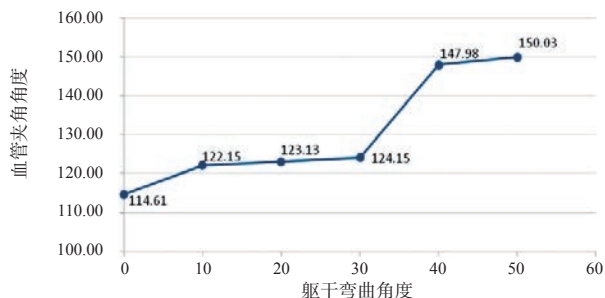


图 1 兔腹腔干和腹主动脉夹角随躯干弯曲角度变化趋势图

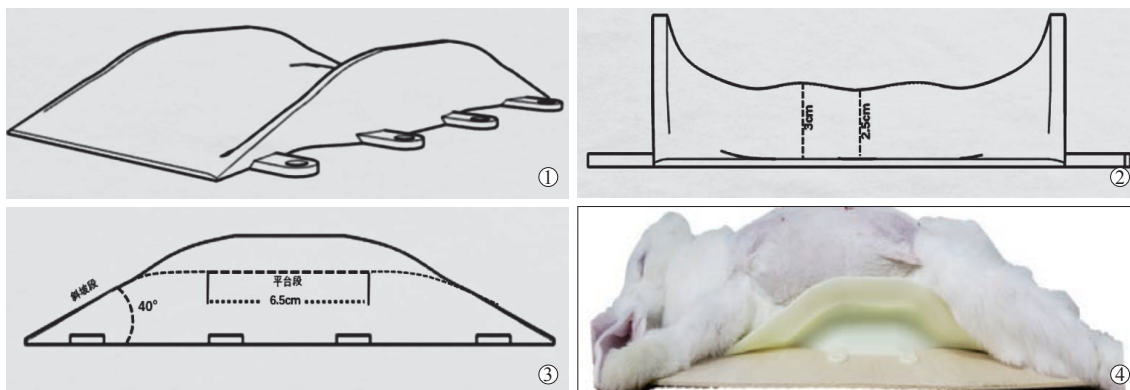


图 2 支撑平台主要参数及兔改良固定方式



图 3 腹腔干插管及不同固定方式下腹腔干和腹主动脉 CT 重建

表 1 不同固定方式下兔血管夹角和肝动脉插管比较

分组	血管夹角/°	手术操作时间/s	夹层发生率/%	成功率/%
实验组($n=15$)	144.40 ± 14.76	88.87 ± 14.99	0(0/15)	100(15/15)
对照组($n=15$)	117.93 ± 13.42	504.40 ± 47.25	26.7(4/15)	66.7(10/15)
P 值	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

2.2 不同固定方式下血管夹角情况

兔血管 CT 重建影像精确还原了不同固定方式下兔腹腔干与腹主动脉间夹角的异同,可见改良固定方式下兔腹腔干与腹主动脉间夹角形态更加接近于微导管系统在腹腔干中的自然形态(图 3)。传统平板固定方式下测得实验兔腹腔干和腹主动脉

间夹角为 $117.93^\circ \pm 13.42^\circ$,改良固定方式下测得夹角为 $144.40^\circ \pm 14.76^\circ$,两组间差异有统计学意义($P < 0.05$)(表 1)。

2.3 肝动脉插管手术操作情况

对照组 15 只兔中 4 只出现动脉夹层,1 只反复操作均无法成功进入腹腔干而手术失败,整体

成功率为 66.7% (10/15), 实验组为 100% (15/15), 两组间差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 血管夹层发生率在对照组为 26.7% (4/15), 实验组均未发生, 两组间差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 对照组平均手术操作时间为 (504.40 ± 47.25) s, 实验组为 (88.87 ± 14.99) s, 两组间差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 1。

3 讨论

兔肝动脉解剖近似人类, 肝动脉多由腹腔干发出^[8]。兔肝动脉插管通常模拟临床操作, 先暴露股动脉主干, 穿刺股动脉使微导管直接超选至肝动脉分支^[9-10]。孔健等^[11]报道的实验中股动脉入路行肝动脉插管平均手术时间为 (44.3 ± 10.7) min; 刘文贵等^[12]实验中股动脉入路行肝动脉插管平均手术时间为 (9.4 ± 2.7) min; 武贝等^[6]报道股动脉入路肝动脉插管平均手术时间为 (230.5 ± 86.0) s, 耳动脉入路平均手术时间为 (257.0 ± 82.0) s; Hu 等^[7]实验中耳动脉入路行肝动脉插管平均操作时间为 (7.2 ± 3.1) min。以上结果均提示, 肝动脉插管具有一定的操作技术难度。如何降低手术难度, 提高兔肝动脉插管成功率, 目前所见相关报道不多。

目标血管与血管主干之间夹角情况, 是影响微导管超选难度的关键之一。本中心在多年介入临床操作中发现, 体表挤压目标血管区域可一定程度上改变目标血管与毗邻血管间夹角, 从而协助微导管进入一些原本角度较为刁钻的血管。因此, 推测体位变化也能一定程度影响血管间夹角。本研究在预实验中检测分析出, 兔腹腔干与腹主动脉间夹角在一定范围内与躯干弯曲度呈正相关, 但当兔躯干弯曲 50° 时几乎已达到仰卧位拉伸极限, 对兔骨骼系统存在潜在损伤, 故采用兔躯干弯曲 40° 进行进一步探索。

随着技术不断完善和成熟, 3D 打印已部分应用于临床实践^[13-14]。本实验前期探索过程中采用 3D 打印技术充分还原了水囊高度等关键参数及其稳定包裹兔后背部场景, 制作出能较好贴合、稳定固定兔的支撑平台, 可方便后续实验进行, 提高实验精确性和可重复性; 采用传统方式将兔固定于水平木板上测得的兔腹腔干和腹主动脉间夹角为 $117.93^\circ \pm 13.42^\circ$, 改良方式固定的实验兔测得的腹腔干和腹主动脉间夹角为 $144.40^\circ \pm 14.76^\circ$, 提示采用不同固定方式的确能在一定范围内改变血管间夹角。

兔腹腔干较为纤细, 临床所用的 2.5 F 微导管

在兔腹主动脉分支中可塑空间较小, 导丝头端与导丝主干基本无法塑性成锐角。本研究分析正是因为改良固定方式改变了兔腹腔干与腹主动脉分支间角度, 使腹腔干走行更接近于导丝形态, 利于导丝导管进入。本研究中实验组平均手术操作时间为 (88.87 ± 14.99) s, 手术成功率为 100%, 而对照组手术操作时间为 (504.40 ± 47.25) s, 手术成功率为 66.7%, 两组差异有统计学意义。血管反复刺激是造成其痉挛、夹层, 甚至破裂的主要原因之一, 本实验采用改良方式固定实验兔, 肝动脉插管均为一次成功, 从而降低了实验过程中兔血管意外的风险; 实验组血管夹层发生率为零, 对照组血管夹层发生率为 26.7%, 两组差异有统计学意义, 说明改良固定方式能降低手术操作难度, 降低术中并发症发生率, 从而提高手术成功率。

本实验存在一定局限性, 如支撑平台依据体重 $2.5 \sim 3$ kg 实验兔设计, 不能判断是否适用于其他体重实验兔; 平板仅设计模拟某一固定角度和高度下对实验兔血管夹角及兔肝动脉插管的影响, 未判断其他躯干弯曲角度是否更方便兔肝动脉插管, 这也是后续实验需要完善补足之处。

[参考文献]

- [1] Jianyong L, Lunan Y, Wentao W, et al. Barcelona clinic liver cancer stage B hepatocellular carcinoma: transarterial chemoembolization or hepatic resection? [J]. Medicine (Abingdon), 2014, 93: e180.
- [2] Yau T, Tang VY, Yao TJ, et al. Development of Hong Kong liver cancer staging system with treatment stratification for patients with hepatocellular carcinoma [J]. Gastroenterology, 2014, 146: 1691. e3-1700. e3.
- [3] Lee JH, Moon H, Han H, et al. Antitumor effects of intra-arterial delivery of albumin-doxorubicin nanoparticle conjugated microbubbles combined with ultrasound-targeted microbubble activation on VX2 rabbit liver tumors [J]. Cancers (Basel), 2019, 11: E581.
- [4] 武 贝, 高 杨, 席 玮, 等. 兔 VX2 门静脉癌栓模型构建 [J]. 介入放射学杂志, 2016, 25: 239-242.
- [5] 江雄鹰, 罗荣光, 黄金华, 等. 兔 VX2 肝癌模型建立与经兔股动脉微导管超选择性肝左动脉插管技术的探讨 [J]. 介入放射学杂志, 2011, 20: 214-217.
- [6] 武 贝, 高 杨, 席 玮, 等. 经兔耳动脉与经股动脉插管行肝动脉造影的比较研究 [J]. 介入放射学杂志, 2014, 23: 329-332.
- [7] Hu B, Du P, Yang C, et al. Transauricular arterial access for hepatic artery embolization in rabbit VX2 liver tumor [J]. J Cancer Res Ther, 2019, 15: 341-343.

- [8] Tam AL, Melancon MP, Ensor J, et al. Rabbit hepatic arterial anatomy variations: implications on experimental design[J]. Acta radiol, 2014, 55: 1226-1233.
- [9] Parvinian A, Casadaban LC, Gaba RC. Development, growth, propagation, and angiographic utilization of the rabbit VX2 model of liver cancer: a pictorial primer and “how to” guide[J]. Diagn Interv Radiol, 2014, 20: 335-340.
- [10] 王晓东, 杨仁杰, 张宏志, 等. 兔肝血管影像解剖、变异和肝动脉插管方法的初步探讨[J]. 介入放射学杂志, 2006, 15: 750-753.
- [11] 孔 健, 冯敢生, 许林峰, 等. 兔肝动脉化疗栓塞术实验方法学的对比性研究[J]. 临床放射学杂志, 2003, 12: 244-247.
- [12] 刘文贵, 马 坤, 汪有锦, 等. 兔肝动脉插管两种穿刺途径的对照研究[J]. 中国比较医学杂志, 2016, 26: 14-19.
- [13] Vukicevic M, Mosadegh B, Min JK, et al. Cardiac 3D printing and its future directions[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2017, 10: 171-184.
- [14] Schmauss D, Haeberle S, Hagl C, et al. Three-dimensional printing in cardiac surgery and interventional cardiology: a single-centre experience[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2015, 47: 1044-1052.

(收稿日期: 2019-05-16)

(本文编辑: 边 倩)

· 病例报告 Case report ·

股总动脉医源性损伤 1 例

姜广伟, 唐 雷, 吕柏楠

【关键词】股静脉; 穿刺; 股总动脉; 医源性损伤

中图分类号: R732.2 文献标志码: D 文章编号: 1008-794X(2020)-02-0179-03

Iatrogenic injury of common femoral artery caused by femoral vein puncture: report of one case JIANG Guangwei, TANG Lei, LÜ Bonan. Department of Vascular Surgery, Shijiazhuang People's Hospital, Shijiazhuang, Hebei Province 050051, China

Corresponding author: LV Bonan, E-mail: 583375220@qq.com (J Intervent Radiol, 2020, 29: 179-181)

【Key words】femoral vein; puncture; common femoral artery; iatrogenic injury

临床资料

患者男, 72 岁。主因突发右足疼痛、发凉 2 d 入院。查体: 右足皮色苍白, 未见青紫发花, 双下肢皮温低, 以右下肢为甚, 左股动脉搏动良好, 左腘动脉搏动弱, 右股动脉搏动弱, 右腘动脉、双侧足背动脉及胫后动脉未触及搏动。入院诊断: ①右下肢动脉硬化闭塞症并急性血栓形成; ②左股浅动脉支架植入术后。入院后测双下肢 ABI “左侧足背动脉 0.70、左侧胫后动脉 0.76; 右侧足背动脉 0.35、右侧胫后动脉 0.27”, 双下肢 CTA 见图 1。入院后给予阿司匹林肠溶片 0.1 g/d、那曲肝素钙 4 100 U 每 12 小时 1 次、马来酸桂哌齐特等治疗。患者心电监测提示心率慢, 最低达 35 次/min, 无心慌等不适, 24 h 动态心电图示 “①窦性心律(心动过缓); ②二度房室传导阻滞”, 心内科会诊建议术前行临时起搏电极植入, 患者右下肢有静息痛表现, 有外科治疗指征,

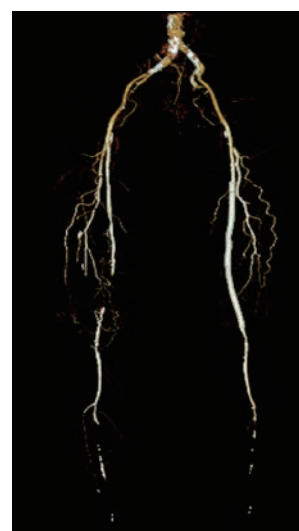


图 1 术前双下肢 CTA