

• 实验研究 Experiment research •

实时 MR 成像引导下猪脑动脉导管插管的
实验研究

潘 杰, Ervin Lin, John Pile-Spellman, 金征宇

【摘要】 目的 探讨实时 MR 成像引导下在猪脑动脉内进行导管插管的可行性。方法 选用 10 只美国产的雌性小型猪作为实验对象。经皮穿刺股动脉,在实时 MR 成像引导下,将 3 F 主动追踪微导管分别插至双侧咽升动脉内。解剖其主动脉弓、头臂动脉、颈动脉和咽升动脉,用肉眼观察有无穿孔、夹层等损害。结果 MR 血管成像证实,猪主要由双侧咽升动脉在颅底形成微血管网供应脑的血供。在实时 MR (rtMR)成像引导下,对 10 只猪双侧咽升动脉进行插管操作,均操作成功,单次操作费时为 4 ~ 12 min。所有实验动物的主动脉弓、头臂动脉、颈动脉和咽升动脉的内壁均光滑完整,未发现血管壁损伤。结论 实时 MR 成像引导下,可以将导管迅速、准确地插至猪脑动脉。

【关键词】 实时 MR 成像引导; 脑动脉; 导管插管; 猪

中图分类号:R743.4 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2009)-07-0521-05

Catheterization of cerebral arteries under real-time MR imaging guidance: an experimental study in pigs PAN Jie, Ervin Lin, John Pile-Spellman, JIN Zheng-yu. Department of Radiology, Peking Union Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical University, Beijing 100730, China

【Abstract】 **Objective** To investigate the feasibility of catheterization of cerebral arteries under the real-time MR imaging guidance in experimental pigs. **Methods** Ten small-sized female pigs were selected for this study. Via the femoral access, percutaneous catheterization with a 3 F active MR-tracking microcatheter was performed under real-time MRI guidance and the microcatheter was separately placed into bilateral ascending pharyngeal arteries. After the procedure, all the pigs were sacrificed and sent for pathologic examination. Gross pathologic examination of aortic arches, brachio-cephalic arteries, carotid arteries and ascending pharyngeal arteries was performed to search for the perforation and dissection. **Results** MR angiography revealed that in pigs the bilateral ascending pharyngeal arteries formed an arteriolar network at the cranial base, supplying blood flow to the brain. Catheterization of ascending pharyngeal arteries from the femoral artery access was successfully performed in all 10 pigs with the help of real-time MR imaging-guidance. A single procedure took about 4 – 12 minutes. Macroscopically, no evidence of vascular injury of aortic arches, brachio-cephalic arteries, carotid arteries and ascending pharyngeal arteries was found. **Conclusion** Under real-time MRI guidance the catheterization of cerebral arteries can be correctly and quickly accomplished in experimental pigs. (J Intervent Radiol, 2009, 18: 521-525)

【Key words】 real-time MR imaging guidance; cerebral artery; catheterization; pig

目前,各种脑血管疾病的介入治疗主要是在 X 线血管造影引导下进行,操作时 X 线产生的电离辐射对人体产生不同程度的损害,而且这种损害具有累积效应^[1]。与 X 线血管造影相比较,在实时 MR

成像(real-time MR imaging, rtMRI)的引导下进行脑血管疾病介入治疗可以完全避免电离辐射对人体的损害^[2]。更为重要的是,对于缺血性脑卒中等疾病,还可以在同一个操作平台上进行 MR 成像、弥散成像(diffusion-weighted imaging)和灌注成像(perfusion-weighted imaging)检查,动态监测患者脑组织的活性及功能,从而使患者获得及时、有效的诊断和治疗^[3]。在 rtMRI 的引导下进行脑血管疾病

作者单位:100730 中国医学科学院 中国协和医科大学 北京协和医院放射科(潘 杰、金征宇);美国哥伦比亚大学医学中心(LIN E, Pile-Spellman J)

通信作者:金征宇

的介入治疗,首要的环节是如何在 rtMRI 的引导下将导管安全、迅速、准确地插至脑动脉内,因此,本研究以猪为实验对象,初步探讨在 rtMRI 的引导下进行脑动脉导管插管的可行性。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 实验动物 本研究选用 10 只美国产的雌性小型猪作为实验对象,3 月龄,体重 21 ~ 27 kg。

1.1.2 主动 MR 追踪系统 整个系统由装有微型线圈的导管、导丝、系统界面模块、MR 成像系统以及专门为介入操作设计的软件各部组成。由实验室工程师先对导管、导丝进行改装,将微型接收线圈分别缠绕在 5 F 的直头导管、3 F 的微导管和 0.018 英寸的导丝上面。在 5 F 的导管上安装了 3 个微型线圈:1 个位于导管头部,其余 2 个位于导管的前段,距离导管头 1 ~ 2 cm,并将导管头部塑成猎狗头状。在距离微导管和导丝的头部 5 mm 处各安装 1 个微型线圈,并将导丝的头端塑成“J”形。微型线圈通过微型同轴缆线分别和位于导管尾部的适配器相连,这些适配器又和系统的界面模块相连,界面模块内装有 MR 的系统前置放大器和适配器,这些适配器与 MR 成像系统的接收端口相连接。

主动追踪 MRI 系统内装有专门为介入操作设计的软件,可以采集 MR 血管“路图”,识别安装在导管、导丝上的微型接收线圈。安装在导管、导丝上的微型线圈,有助于在插管操作的过程中实时确认导管、导丝的三维空间位置。微型接收线圈在显示屏上是用不同形状的彩色小图标来显示的,当这些小图标和 MR 血管路径图整合在一起的时候,系统就可以根据显示屏上的这些彩色小图标,实时持续地显示出导管、导丝在血管内的位置。

1.2 方法

1.2.1 麻醉及监护 10 只猪肌肉内注射氯胺酮 15 mg/kg 及二甲苯胺噻嗪 0.3 mg/kg 进行诱导麻醉,气管插管后,通过 MRI 兼容的麻醉机吸入异氟烷作全身麻醉。全程监测动物的心率、血压和动脉血氧饱和度等生命体征。

1.2.2 主动追踪 MR 成像 主动追踪 MR 成像所用的机器为 1.5T 的 MR 成像系统(GE 公司,美国),使用神经血管成像的专用线圈。MR 机器旁配有一套图像显示系统,以便操作者能随时观察 MR 图像和追踪信号。MR 成像使用了以下成像程序:快速扰相梯度回顾采集序列 (fast spoiled gradient-recalled

acquisition, FSPGR)、快速成像稳态采集序列 (fast imaging employing steady-state acquisition, FIESTA) 和采集 MR 血管路径 (MR angiography road-map) 用的相位对比 MRI 序列 (Phase-contrast MR imaging)。

通过反复对比研究猪的头颈部的 MR 血管图像,我们最后选用矢状位主动脉弓的时间分辨对比增强 (time-resolved contrast material-enhanced) MR 血管图像作为头臂动脉插管的路径图,选用冠状位大血管的位相比 (phase-contrast) MR 血管图像作为颈动脉、咽升动脉插管的路径图。选用连续二维的 FSPGR 采集序列和 k-空间中心过度采样技术 (oversampling of center k-space techniques) 进行矢状位主动脉弓的时间分辨对比增强 MR 血管成像,相关参数为:层厚 10 mm;重复时间 9 ms;回波时间 3 ms;反转角 30°;FOV 30 cm × 30 cm;带宽 (Bandwidth) 62.5 kHz;矩阵 256 × 128。冠状位的相位对比 MR 成像的相关参数为,层厚 15 mm;重复时间 30 ms;回波时间 5.1 ms;反转角 20°;FOV 28 cm × 28 cm;带宽 62.5 kHz;矩阵 128 × 256。成像时间 2 min。导管、导丝上微型接受线圈的三维定位所使用的成像序列为梯度回波脉冲序列 (Gradient-echo pulse sequence),相关的参数为:层厚 30 mm;FOV 40 cm × 40 cm;反转角 20° ~ 35°。在插管的过程中,导管、导丝在血管内的操作、变化情况,通过微型线圈投射在 MR 血管路径图上,图像更新的速度为 9 ~ 15 帧/s。

操作者需要通过 MR 血管成像了解猪的主动脉弓、头臂动脉、颈动脉及咽升动脉的 MR 血管解剖结构,MR 血管成像使用的是三维动、静脉增强 FSPGR 的 MR 血管成像序列。动脉增强 MR 血管成像时,先经导管注射钆对比剂 3 ~ 4 ml,注射速度 0.2 ml/s,再进行 MR 血管成像,相关技术参数为:重复时间 5.2 ms;回波时间为最小值;层厚 2.4 mm;反转角 50°;带宽 62.5 kHz;FOV 26 cm × 26 cm;矩阵 256 × 128 × 116;一次信号采集,插值因子 2。静脉 MR 血管成像时,经静脉注射钆对比剂 15 ml,注射速度 5 ml/s,相关技术参数为:重复时间 3.6 ms;回波时间 1 ms;层厚 2 mm;反转角 30°;带宽 62.5 kHz;FOV 32 cm × 29 cm;矩阵 288 × 160 × 116;插值因子 4;椭圆形凹槽 k 空间采样 (Elliptic centric k-space sampling)。

1.2.3 插管操作 常规备皮、消毒、铺巾后,用微穿套件 (Cook 公司,美国) 经皮穿刺右侧股动脉,用 0.035 英寸的导丝 (Terumo 公司,日本) 经微穿鞘置

入 1 个 8 F 动脉鞘 (Boston Scientific 公司, 美国)。MR 主动追踪系统生成获得矢状位、冠状位的血管路图后, 将 1 支长 90 cm 的 7 F 导引导管置入血管鞘内, 然后将带有 0.018 英寸主动追踪导丝的 5 F 主动追踪导管经导引导管插入猪的股动脉内。操作前用黑色笔在追踪导管 90 cm 处上做上记号, 当 7 F 的导引导管沿着主动追踪导管推进其近端与此记号重叠时, 其导管头正好和主动追踪导管的导管头对齐。沿着股动脉、髂动脉、腹主动脉、降主动脉推进导管导丝, 在操作的过程中, 操作者可以在 MR 机器旁的图像显示系统的显示屏上不断向前运动的 4 个形状各异的彩色图标, 实时显示导管导丝在血管内的位置。

在显示屏上看到彩色图标到达主动脉弓, 表明导管导丝已插至主动脉弓, 根据先前完成的 MR 血管图像, 猪的左锁骨下动脉几乎和降主动脉在同一条直线上, 所以继续推进导管导丝时极易插至左锁骨下动脉内, 操作时要注意手法, 推进导管导丝跨过左锁骨下动脉, 然后, 拧动导管使导管头改变方向, 向上转动至头臂动脉的开口处, 此时在显示屏上可以看到彩色图标在 MR 路图上移动至头臂动脉开口处。沿着导管向前拧动导丝, 进入头臂动脉, 在导丝的引导下, 将 5 F 导管插至头臂动脉内。在 MR 路图上继续向前推进导丝, 分别选择至左、右颈总动脉, 在导丝的引导下将 5 F 追踪导管选择至颈总动脉, 然后再沿着 5 F 导管向前推送 7 F 导引导管, 直至其近端与追踪导管上的记号重叠, 表明 7 F 导引导管已插至颈总动脉内。拔出 5 F 主动追踪导管导丝, 改用 3 F 主动追踪微导管经 7 F 导引导管插至颈总动脉内。重复前述操作, 在 MR 路图上, 将 3 F 主动追踪微导管分别插至双侧咽升动脉内 (图 1)。

在完成介入操作后, 检查所有在实验中使用过的导管、导丝及血管鞘, 观察外表是否光滑、有无变形、表面是否有附着物。

在所有实验操作完成以后, 注射过量的苯巴比妥处死动物, 解剖其主动脉弓、头臂动脉、颈动脉和咽升动脉, 用肉眼观察有无穿孔、夹层等损害。

2 结果

2.1 猪头颈部的血管解剖

静脉增强三维 MRA 显示, 猪的主动脉弓发出头臂动脉和左锁骨下动脉, 从头臂动脉又分出右锁骨下动脉和颈总动脉干, 后者发出左、右颈总动脉, 颈总动脉又发出咽升动脉和颈外动脉。猪没有颈内

动脉, 主要由双侧的咽升动脉在颅底形成微血管网 (rete mirabile, RMB) 供应脑的血供, 双侧的 RMB 相互交通, 然后再汇聚成“颅内颈内动脉”^[12]。

2.2 咽升动脉动脉插管

在 rtMRI 的引导下, 对 10 只猪的双侧咽升动脉作插管操作。操作者将 3 F 追踪微导管准确无误地选择性插至所有的咽升动脉。术者将 5 F 追踪导管从股动脉选择性插至颈总动脉, 再将 7 F 血管鞘沿着 5 F 导管插至颈总动脉, 花时 3 ~ 10 min; 经 7 F 血管鞘将 3 F 追踪微导管从颈总动脉超选择性插至咽升动脉, 用时 1 ~ 2 min。

rtMRI 系统的主动追踪技术实时、准确地在 MR 路图上显示出了导管和导丝头端在血管内的位置, 术者因此可以很自信地操控导管导丝, 迅速、准确地将导管和导丝插至颈总动脉和咽升动脉 (图 1)。

实验完成后, 检查实验中使用过的导管、导丝及血管鞘, 所有导管、导丝及血管鞘外表未发生变形, 表面光滑完整, 未见任何血栓或炭化物附着。

2.3 病理检查

对 10 只猪的主动脉弓、头臂动脉、颈动脉和咽升动脉进行肉眼病理检查, 血管内壁均光滑完整, 未发现血管壁穿孔、夹层或炭化等血管损伤证据。

3 讨论

rtMRI 主要有 2 种技术引导导管插管: 被动跟踪 MR 技术^[4,5] (passive tracking MR techniques) 和主动跟踪 MR 技术^[6-8] (active tracking MR techniques)。前者是在导管内充盈 MR 对比剂再用 MR 成像将导管显示出来, 或者通过导管在 MR 图像中产生的伪影间接显示导管的位置^[9,10], 后者是在导管的头部及导管的头部安装微小的接收线圈, 在三维 MR 图像中实时地显示导管^[11]。和被动跟踪 MR 技术相比较, 主动跟踪 MR 技术大大提高了导管在血管内时间分辨率和空间分辨率, 可以在 MRI 中实时地观察导管的位置以及和周围血管的解剖关系^[11]。

主动追踪 MR 技术最早由 Dumoulin 等^[8]提出, 引导导管插管的方式与在 X 线透视下结合 DSA 血管路图进行导管插管类似, 操作者先通过系统内特殊的软件, 在 MR 机器上采集好 MR 血管“路图”, 在“路图”上实时地识别安装在导管、导丝上的微型线圈, 以三维立体定位的方式确认导管、导丝在血管内的位置。微型线圈在 MR 图像上显示为不同形状的彩色小图标, 即导管导丝在血管内的位置在主动追踪 MRI 系统的显示屏上通过彩色小图标实时地

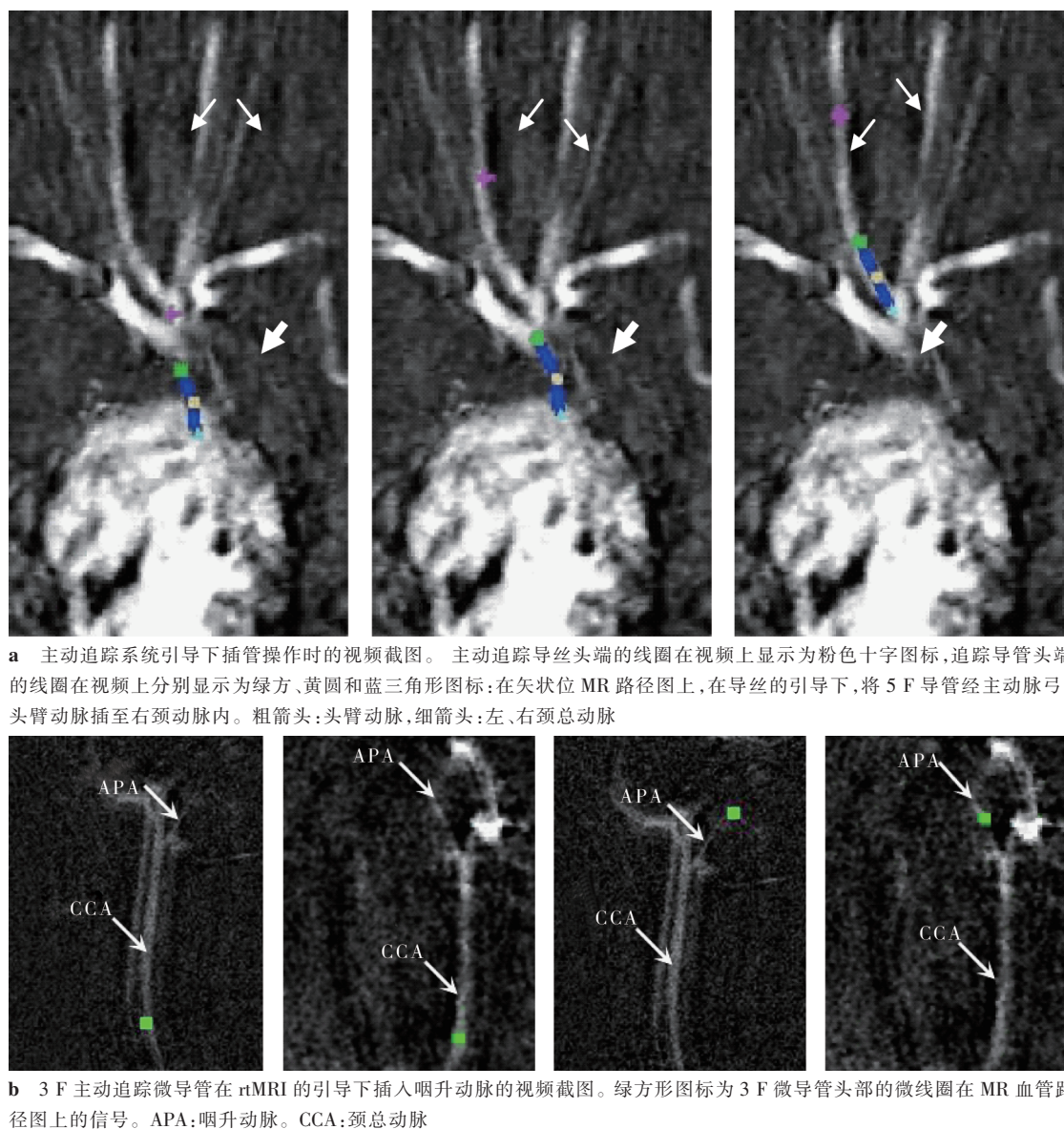


图 1 rtMRI 图像

被显示出来^[8]。

据文献报道,有人在动物模型上应用主动追踪 MR 技术,已成功地将导管插至第 1 级分支动脉,如肾动脉、肠系膜上动脉、冠状动脉和颈动脉^[13-16]。脑动脉多为第 3、4 级以上的分支动脉,血管细,分叉多,因此选择性插管的技术要求更高、难度更大。

本实验的研究结果表明,在 rtMRI 的引导下,将导管插至猪的脑动脉是完全可行的。由于猪没有颈内动脉,主要由双侧的咽升动脉在颅底形成微血管网(Rete mirabile, RMB)供应脑的血供^[12]。本实验应用主动追踪 MR 成像技术,经股动脉穿刺插管,先将 5 F 导管插至猪的颈总动脉,操作时间为 3 ~ 10 min,再经颈总动脉将 3 F 微导管插至咽升动脉,操作时间为 1 ~ 2 min,均获得成功。猪的颈总动脉为第 3 级

血管,和肾动脉、肠系膜上动脉和冠状动脉等第 1、2 级血管相比,插管操作的难度已经增加了不少^[16],而咽升动脉是由颈总动脉发出的,属于第 4 级血管,血管更细,如果直接用 5 F 导管插管,难度将更大,花费时间会更多,所以,我们先在 rtMRI 的引导下,将 5 F 主动追踪导管插至颈总动脉,通过 5 F 主动追踪导管将 7 F 血管鞘送至颈总动脉,然后再在实时 rtMRI 的引导下,选用 3 F 主动追踪微导管通过 7 F 血管鞘,经颈总动脉插至咽升动脉,大大缩短了操作时间。

Feng 等^[16]使用相同的主动追踪 MR 成像技术,经股动脉穿刺插管,也成功地将 5 F 导管插至猪的颈总动脉,操作时间仅为 1 ~ 5 min。与此相比,本实验中颈总动脉插管所花费的时间相对较长,这可能

与本实验的操作者插管技术的熟练程度不足有关,但随着实验的进行,本实验的操作者在 rtMRI 的引导下插管的经验不断增多,插管所花费的时间也越来越短,完全能够满足脑血管介入治疗的临床要求。

实验中采用的主动追踪 MR 技术具有的一些特殊功能,有助于动脉插管操作。比如,采用了大容量 MR 成像技术三维定位微型接受线圈,使操作者有足够的视野范围在 MR 路图上追踪导管、导丝;每间隔 10 s 增加 1 次 1 s 采集的 FSPGR 脉冲成像序列,不断更新 MR 路图,消除实验动物移动或血管波动等因素对追踪导管的影响;将微型接受线圈安装在追踪导管导丝的头尖部,操作者很容易在 MRI 路图上识别导管导丝头端的位置,而且,在追踪导管的头部安装了 3 个微型接受线圈,在显示屏上显示为 3 不同形状的彩色图标,可以根据这 3 个彩色图标的相互位置的变化关系,推断出导管头位置的改变情况,从而使操作者在实时 MR 引导下进行动脉插管的手法和感觉几乎和在 X 线透视下进行插管操作的手法和感觉差不多。

本实验存在一些不足,比如,实验过程中没有直接监测主动追踪导管、导丝的温度变化。有研究表明,主动追踪和 MR 成像过程中的射频脉冲可能会产热使导管、导丝的温度升高^[17,18]。所以,应该在实验中监测导管、导丝的温度,以确保实验的安全性。本实验虽然没有直接测量导管、导丝的温度,但是,我们在完成相关操作后,将导管、导丝从猪的血管内拔出,触摸导管、导丝,没有烫或热的感觉,导管、导丝表面也没有任何炭化或其他附着物,这可能与我们在导管、导丝上使用了微型同轴电缆并在其表面覆盖了一层绝缘膜有关。

[参考文献]

- [1] Lindholt JS. Radiocontrast induced nephropathy[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2003, 25: 296 - 304.
- [2] Schumacher HC, Dumoulin CL, Feng L, et al. Real-time magnetic resonance imaging for interventional neuroradiological procedures[J]. Surg Technol Int, 2003, 11: 183 - 196.
- [3] Schellinger PD, Fiebach JB, Hacke W. Imaging-based decision making in thrombolytic therapy for ischemic stroke: present status[J]. Stroke, 2003, 34: 575 - 583.
- [4] Köchli VD, McKinnon GC, Hofmann E, et al. Vascular interventions guided by ultrafast MR imaging: evaluation of different materials[J]. Magn Reson Med, 1994, 31: 309 - 314.
- [5] Bakker CJ, Hoogeveen RM, Weber J, et al. Visualization of dedicated catheters using fast scanning techniques with potential for MR-guided vascular interventions [J]. Magn Reson Med, 1996, 36: 816 - 820.
- [6] Leung DA, Debatin JF, Wildermuth S, et al. Intravascular MR tracking catheter: preliminary experimental evaluation[J]. AJR, 1995, 164: 1265 - 1270.
- [7] Wildermuth S, Debatin JF, Leung DA, et al. MR imaging-guided intravascular procedures: initial demonstration in a pig model[J]. Radiology, 1997, 202: 578 - 583.
- [8] Dumoulin CL, Darrow RD, Schenck JF, et al. Tracking system to follow the position and orientation of a device with radiofrequency field gradients[J]. US Patent, 1993, 5: 211, 165.
- [9] Omary RA, Unal O, Koscielski DS, et al. Real-time MR imaging-guided passive catheter tracking with use of gadolinium-filled catheters[J]. J Vasc Interv Radiol, 2000, 11: 1079 - 1085.
- [10] Dion YM, Ben El Kadi H, Boudoux C, et al. Endovascular procedures under near-real-time magnetic resonance imaging guidance: an experimental feasibility study [J]. J Vasc Surg, 2000, 32: 1006 - 1014.
- [11] Dumoulin CL, Souza SP, Darrow RD. Real-time position monitoring of invasive devices using magnetic resonance [J]. Magn Reson Med, 1993, 29: 411 - 415.
- [12] 盛希忠, 刘作勤. 家猪头颈部血管解剖学研究及其在人脑血管病研究中的意义[J]. 中国比较医学杂志, 2006, 16: 208 - 210.
- [13] Quick HH, Kuehl H, Kaiser G, et al. Interventional MRA using actively visualized catheters, TrueFISP, and real-time image fusion[J]. Magn Reson Med, 2003, 49: 129 - 137.
- [14] Omary RA, Green JD, Schirf BE, et al. Real-time magnetic resonance imaging-guided coronary catheterization in swine [J]. Circulation, 2003, 107: 2656 - 2659.
- [15] Serfaty JM, Yang X, Foo TK, et al. MRI-guided coronary catheterization and PTCA: a feasibility study on dog model[J]. Magn Reson Med, 2003, 49: 258 - 263.
- [16] Feng L, Dumoulin CL, Dashnaw S, et al. Transfemoral catheterization of carotid arteries with real-time MR imaging guidance in pigs[J]. Radiology, 2005, 234: 551 - 557.
- [17] Debatin JF, Adam G. Interventional Magnetic Resonance Imaging [M]. Berlin; New York: Springer C, 1998: 65 - 75.
- [18] Konings MK, Bartels LW, Smits HF, et al. Heating around intravascular guidewires by resonating RF waves [J]. J Magn Reson Imaging, 2000, 12: 79 - 85.

(收稿日期:2009-02-23)

作者: [潘杰](#), [Ervin Lin](#), [John Pile-Spellman](#), [金征宇](#), [PAN Jie](#), [Ervin Lin](#), [John Pile-Spellman](#), [JIN Zheng-yu](#)

作者单位: [潘杰, 金征宇, PAN Jie, JIN Zheng-yu\(中国医学科学院中国协和医科大学北京协和医院放射科, 100730\)](#), [Ervin Lin, John Pile-Spellman, Ervin Lin, John Pile-Spellman\(美国哥伦比亚大学医学中心\)](#)

刊名: [介入放射学杂志](#) **ISTIC** **PKU**

英文刊名: [JOURNAL OF INTERVENTIONAL RADIOLOGY](#)

年, 卷(期): 2009, 18(7)

被引用次数: 0次

参考文献(18条)

1. [Lindholt JS](#) [Radiocontrast induced nephropathy](#) 2003
2. [Schumacher HC](#), [Dumoulin CL](#), [Feng L](#) [Real-time magnetic resonance imaging for interventional neuroradiological procedures](#) 2003
3. [Schellinger PD](#), [Fiebach JB](#), [Hacke W](#) [Imaging-based decision making in thrombolytic therapy for ischemic stroke:present status](#) 2003
4. [Kochli VD](#), [McKinnan GC](#), [Hofmarm E](#) [Vascular interventions guided by ultrafast MR imaging:evaluation of different materials](#) 1994
5. [Bakker CJ](#), [Hoogeveen RM](#), [Weber J](#) [Visualization of dedicated catheters using fast scanning techniques with potential for MR-guided vascular interventions](#) 1996
6. [Leung DA](#), [Dehadin JF](#), [Wildermuth S](#) [Intravascular MR tracking catheter:pre.liminary experimental evaluation](#) 1995
7. [Wildermuth S](#), [Debatin JF](#), [Leung DA](#) [MR imagingguided intravaseular procedures:initial demonstration in a pig model](#) 1997
8. [Dumoulin CL](#), [Darrow RD](#), [Schenek JF](#) [Tracking system to follow the position and orientation of a device with radiofrequency field gradients](#) 1993
9. [Omary RA](#), [Unal O](#), [Koscielski DS](#) [Real-time MR imaging-guided passive catheter tracking with use of gadoliniumfilled catheters](#) 2000
10. [Dion YM](#), [Ben El Kadi H](#), [Boudoux C](#) [Endovascular procedures under near-real-time magnetic resonance imaging guidance:an experimental feasibility study](#) 2000
11. [Dumoulin CL](#), [Souza SP](#), [Darrow RD](#) [Real-time position monitoring of invasive devices using magnetic resonance](#) 1993
12. [盛希忠](#), [刘作勤](#) [家猪头颈部血管解剖学研究及其在人脑血管病研究中的意义](#)[期刊论文]-[中国比较医学杂志](#) 2006
13. [Quick HH](#), [Kuehl H](#), [Kaiser G](#) [Interventional MRA using actively visualized catheters, TrueFISP, and real-time image fusion](#) 2003
14. [Omary RA](#), [Green JD](#), [Schiff BE](#) [Real-time magnetic resonance imaging-guided coronary catheterization in swine](#) 2003
15. [Serfaty JM](#), [Yang X](#), [Foo TK](#) [MRI-guided coronary catheterization and PTCA:a feasibility study on dog model](#) 2003
16. [Feng L](#), [Dumoulin CL](#), [Dashnaw S](#) [Transfermoral catheterization of carotid arteries with real-time MR imaging guidance in pigs](#) 2005
17. [Debatin JF](#), [Adam G](#) [Interventional Magnetic Resonance Imaging](#) 1998
18. [Konings MK](#), [Barreels LW](#), [Smits HF](#) [Heating around intravascular guidwires by resonating RF waves](#) 2000

相似文献(2条)

1. 期刊论文 [潘杰](#), [Ervin Lin](#), [John Pile-spellman](#), [李玉梅](#), [吴珣](#), [谈非](#), [金征宇](#), [PAN Jie](#), [Ervin Lin](#), [John Pile-spellman](#), [LI Yu-mei](#), [WU Xun](#) . [TAN Fei](#), [JIN Zheng-yu](#) [实时磁共振成像引导下猪脑动脉溶栓治疗的实验研究](#) -[介入放射学杂志](#) 2010, 19(5)
目的 探讨实时MR成像引导下治疗猪脑动脉栓塞的可行性. 方法 选用10只美国产的雌性小型猪作为实验对象. 经皮穿刺股动脉, 在实时MR成像的引导下, 将3 F主动追踪微导管分别插至双侧颈动脉内. 经3 F微导管注入血栓堵塞颈动脉, 30~60 min后, 经3 F微导管注射50万~75万u尿激酶溶栓. 动脉增强MRA和冠状位压脂的MR冠状位T1成像评估溶栓治疗效果. 结果 MRA证实, 猪主要由双侧颈动脉在颅底形成微血管网供应脑的血供. 在实时MR成像引导下, 10只猪的双侧颈动脉经股动脉插管均获得成功, 并完全被血栓堵塞. 经动脉溶栓治疗后, 血管内的血栓被溶解, 堵塞的颈动脉完全再通. 结论 在实时MR成像的引导下, 进行猪的动脉溶栓治疗可行.
2. 学位论文 [潘杰](#) [实时MR成像引导下脑血管疾病介入治疗的动物实验研究](#) 2008
研究背景:
在实时MR成像(real-Time MR imaging, rtMRI)的引导下进行脑血管疾病的介入治疗, 同传统的血管造影技术相比较, 具有很多优越性. 近年来, MR成像技术的飞速发展, 为rtMRI成像引导下的血管介入治疗提供了技术上的可能. 本研究拟通过动物实验, 初步探讨rtMRI成像引导下进行部分脑血管疾病介入治疗操作的可行性.
第一部分

实时MR成像引导下猪的脑动脉插管及动脉溶栓治疗的实验研究

[目的]

初步探讨实时MR成像引导下在猪的脑动脉内进行导管插管以及动脉溶栓治疗的可行性。

[材料与方法]

选用10只美国产的雌性小型猪作为实验对象。经皮穿刺股动脉，在实时MR成像的引导下，将3F主动追踪微导管分别插至双侧咽升动脉内。

经3F微导管往咽升动脉注入血栓堵塞咽升动脉，30-60mins后，经3F微导管向咽升动脉注射50-75万单位尿激酶溶栓。动脉增强MRA和冠状位压脂的MR冠状位T1成像评估溶栓治疗效果。

解剖其主动脉弓、头臂动脉、颈动脉和咽升动脉，用肉眼观察有无穿孔、夹层等损害。

[结果]

MR血管成像证实，猪主要由双侧的咽升动脉在颅底形成微血管网(Rete mirabile, RMB)供应脑的血供。

在rtMR成像的引导下，对10只猪的双侧咽升动脉进行了插管操作，均操作成功，单次操作花费时间为4-12mins。

10只猪的双侧咽升动脉均完全被血栓堵塞。经动脉溶栓治疗后，血管内的血栓被溶解，堵塞的咽升动脉完全再通。

所有实验动物的主动脉弓、头臂动脉、颈动脉和咽升动脉的内壁均光滑完整，未发现血管壁损伤。

[结论]

在实时MR成像的引导下，可以将导管迅速、准确地插至猪的脑动脉，并进行动脉溶栓治疗。

第二部分

猪的急性全脑缺血及再灌注损伤模型的建立及灌注治疗的实验研究

[目的]

研究在实时MR成像的引导下制作常温条件下猪的急性全脑缺血及再灌注损伤模型的可行性，初步探讨用清除炎症细胞的动脉血灌注治疗脑缺血及再灌注损伤的可行性及有效性。

[材料与方法]

研究对象为24只美国产的雌性小型猪。在实时MR成像的引导下，经股动脉及腋动脉穿刺插管，用球囊导管分别阻断左、右颈总动脉及左锁骨下动脉30mins。进行MRI灌注成像(PWI)检查，计算CBF。

用CoBRA过滤装置清除动脉血中的白细胞、血小板和补体等成分。在再灌注开始的时候，12只猪用滤过掉炎症细胞的动脉血进行灌注治疗10mins，12只猪直接恢复脑的正常血供。

采集颈静脉血样本检测生化指标检测。用神经功能缺损评分法进行神经系统损伤的评估检查。

[结果]

在脑缺血以及再灌注后，两组在脑缺血后的CBF值均明显低于再灌注后的CBF值($P<0.05$)。

脑缺血以后，两组动物血的共轭二烯、肌酐激酶和内皮素-1水平均升高，再灌注后，治疗组各检测值下降的程度比对照组明显($P<0.05$) (图4, 5, 6)。

再灌注24hrs后，对照组的动物有较为严重的神经功能损伤，神经功能损伤的评分为 152.25 ± 30.88 ；而治疗组动物的神经功能损伤明显减轻，神经功能损伤的评分为 39.25 ± 14.35 。两组的神经功能损伤评分存在统计学差异($P<0.05$)

[结论]

在实时MR成像的引导下，用球囊暂时性阻断猪的颈总动脉及左侧锁骨下动脉，可以成功地制作出急性全脑缺血及再灌注损伤模型。在再灌注的起始阶段，用清除掉白细胞、血小板和补体的动脉血进行灌注治疗，可以大大减轻脑的神经功能损害。

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_jrfsxzz200907012.aspx

授权使用：中国科学技术大学(zgkx.jsdx)，授权号：ec328c1d-2f7a-4ea8-84e7-9df6017c84e0

下载时间：2010年9月19日