

DSCT 双能量头颅 CTA 检查技术的探讨

吴岩¹⁾, 陆琳¹⁾, 王元玲¹⁾, 韩丹²⁾
(昆明医科大学第一附属医院影像科 CT 室, 云南昆明 650032)

[摘要] **目的** 探讨双能量头颅 CTA 检查中对比剂的剂量和注射流率及采用手动触发方法确定延迟时间的设定。 **方法** 疑颅内血管病变的 240 例患者行双能量头颅 CTA 检查, 按对比剂流率和总量分为 4 组: 4.0/60、4.5/60、4.0/70、4.5/70 (mL/s/mL), 每组 60 人; 据触发时左颈总动脉平均 CT 值分为 100~150 HU、150~200 HU、200~250 HU 3 组, 每组 80 人, 参照文献将血管图像质量分为 4 级比较。 **结果** 4.0/60、4.5/60、4.0/70、4.5/70 (mL/s/mL) 4 组所得到的血管图像质量比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 图像质量 I 级者也没有统计学差异, 各组中血管图像质量 I、II 级者明显多于其它等级。 触发时左颈总动脉内不同平均 CT 值所得血管图像质量比较, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 100~200 HU 组比 200~250 HU 血管图像质量好。 **结论** 双能量头颅 CTA 对比剂选择以 4.0~4.5 mL/s 的流率和 60~70 mL 的总量, 应用造影剂跟踪技术, 感兴趣区设在第 4 颈椎下缘平面, 手动触发, 能够得到优质的血管图像。

[关键词] 双源 CT; 双能量; 脑血管造影

[中图分类号] R445.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-4706(2013)02-0099-07

Investigation on the Technique of Head Dual-energy Computed Tomography Angiography with Dual Source CT

WU Yan¹⁾, LU Lin¹⁾, WANG Yuan-ling¹⁾, HAN Dan²⁾
(Medical Imaging Center, The First Affiliated Hospital of Kunming Medical University,
Kunming Yunnan 650032, China)

[Abstract] **Objective** To investigate contrast agent volume, injection flow rate and manually setting trigger delay time in head CTA with dual-energy dual-source CT. **Methods** 240 patients suspected of intracranial vascular diseases underwent dual-energy head CTA, and were divided into four groups of 4.0/60, 4.5/60, 4.0/70, 4.5/70 (mL/s/mL) according to contrast agent flow rate and the total volume. Moreover, the patients were divided into three groups of 100-150 HU, 150-200 HU, 200-250 HU according to the average CT value of the left common carotid artery. The image quality was analyzed according to the literature. **Results** The difference of vascular image quality was not statistically significant among the four groups of 4.0/60, 4.5/60, 4.0/70, 4.5/70 ($P>0.05$). The difference in the image quality of grade I was also not statistically significant, and the image qualities of grade I, II were significantly more than other grades. The image quality of different mean CT values of the left common carotid artery had a statistically significant difference ($P<0.05$), which 100-200 HU group was better than 200-250HU group. **Conclusion** The excellent image quality could be obtained with the flow rate of 4.0-4.5 mL/s and the total volume of 60-70mL contrast agent, by bolus tracking and setting region of interest in the lower edge of the fourth cervical plane in head dual energy CTA with Dual Source CT.

[Key words] Dual-source CT; Dual-energy; Cerebral angiography

[基金项目] 昆明医科大学研究生创新基金资助项目 (KM2007L33)

[作者简介] 吴岩 (1974~), 男, 安徽宿州市人, 医学学士, 主管技师, 主要从事 CT 扫描技术工作。

[通讯作者] 韩丹. E-mail: kmhandan@sina.com

头颅双能量血管造影 (dual energy CTA, DE-CTA) 是 2 个球管用 2 种不同的管电压 (140 kVp 和 80 kVp) 同时对头颅进行扫描, 即只需一次扫描即可得到低能和高能 2 组 CT 薄层横断面图像, 通过特定软件进行能量减影后得到去骨后的颅脑血管图像, 且其准确性可同作为金标准的数字减影血管造影相媲美^[1,2]。同时, 通过双源 CT 双能量血管成像技术可分辨出不同组织密度的轻微差别, 去除斑块的钙化, 有利于真实反映血管管腔的狭窄程度^[3,4]。但是, 目前对于 DSCT 头颅 DE-CTA 扫描技术仍无统一的标准。本研究着重探讨最佳对比剂的剂量和注射流率以及造影剂跟踪技术对图像质量的影响, 为今后进一步研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究对象

2011 年 3 月至 2011 年 12 月在昆明医科大学第一附属医院因怀疑颅内血管病变行 DE-CTA 检查的患者 240 例, 其中男性 140 例, 女性 100 例, 年龄范围 18 ~ 82 岁, 平均 48 岁。临床表现多为头晕、头痛、肢体活动不灵、失语、偏瘫、抽搐、视力下降、动眼神经麻痹等。排除标准: 碘对比剂过敏、严重肾功能不全。

1.2 实验的仪器设备、造影剂

1.2.1 CT 扫描机 Siemens 双源 CT (Somatom Definition, Siemens Medical Solutions, Forchheim, Germany)。

1.2.2 CT 工作站 Siemens 公司 Syngo Multi Modality 工作站 (MMWP)。

1.2.3 CT 增强注射器 美国 Medra 公司双筒高压注射器 (型号 SCT211), 18G 套管针。

1.2.4 造影剂 碘普罗胺 (370 mg 碘 /mL) 注射液, 拜耳医药公司生产。

1.3 扫描方案

1.3.1 扫描前准备 用绑带将患者额头、下颌骨固定, 嘱咐患者严格制动。提前 1 d 做好碘过敏试验, 所有被检者均无药物过敏史。

1.3.2 造影剂的流率和总量 选择流率 4 ~ 4.5 mL/s, 总量 60 ~ 70 mL, 盐水冲刷 30 mL。应用造影剂团注跟踪软件 (Bolus Tracking) 进行延迟时间的确定, 监测平面或感兴趣区 (region of interest, ROI) 选择第 4 颈椎 (C₄) 下缘平面, 窗宽 400 HU, 便于观察左颈总动脉密度, 当其内充盈造影剂表现为微白或明显发白时, 采用手动触发

(Manual Trigger), 延迟 2 s 后开始扫描。扫描完成后测量 Monitoring 最后一张图像中左颈总动脉的平均 CT 值。

1.3.3 扫描参数 定位像后直接双能增强扫描, 扫描方向为足到头, kV 140/80, mAs 51/213, Pitch 值 0.7, 旋转时间 0.5 s, 准直 2 × (632 × 0.6 mm), 扫描视野 (field of view, FOV) 210 ~ 250 mm, 卷积核 (kernel 值) H20f smooth, 重建层厚 1.0 mm, 重建间隔 0.7 mm, CareDose 4D on。

1.4 图像处理方法

扫描结束后自动生成 140 kV 和 80 kV 两组独立的、不同能量的薄层图像和一组融合图像 (Merged Image, DE Composition = 0.3 即按照 70% 140 kV 的数据与 30% 80 kV 的数据比率, 通过特殊计算后融合)。数据先行双能去骨后再根据需要做最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP)、容积再现 (volume rendering, VR)、多平面重建 (multiplanar volume reconstruction, MPR)、曲面重建 (curvedplanar reformations, CPR)、仿真内窥镜 (virtual endoscopy, VE)、4D 电影、4D 图像融合等重建。

1.5 图像评价

脑血管成像参照相关文献^[5,6]把图像质量分为 4 级: I 级为减影效果及图像质量优; II、III、IV 级依次降低。I 级: 无或较少残余骨影, 显示 4 级脑血管分支, 血管连续及血管边缘光滑锐利; II 级: 少许残余骨影, 显示四级脑血管分支, 血管连续, 血管边缘局部欠光滑; III 级: 较多残余骨影, 尚能分辨脑血管四级分支, 但血管连续性欠佳, 血管边缘模糊; IV 级: 大量残余骨影, 血管不能观察。由一名主治医师和一名研究生分别分析, 若有分歧请一名教授综合分析达成共识。

1.6 统计学分析

使用 SPSS 统计软件包, 统计结果采取统计表格和统计图的形式表述, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 对比剂流率和总量

按照常用的注射对比剂流率和总量的不同分为 4 组, 每组 60 人, 比较血管图像质量有无差异 (见表 1)。

采用秩和检验, $H = 4.184$, $P = 0.242 > 0.05$, 差异无统计学意义, 可认为 4.0/60、4.5/60、4.0/70、4.5/70 4 组注射对比剂不同的流率和总量

所得到的血管图像质量没有统计学差异, 即对比剂选择 4.0 ~ 4.5 mL/s 的流率和 60 ~ 70 mL 的总量所得到的血管图像质量没有统计学差异, 所得到图像质量为 I 级者也没有统计学差异. 柱形图直观显示各组注射对比剂不同流率和总量的血管图像质量等级, 可认为各组中血管图像质量 I、II 级者明显多于其它等级 (见图 1 ~ 4) .

2.2 触发时左颈总动脉平均 CT 值

分为 3 组, 每组 80 人. 比较触发时左颈总动脉内不同平均 CT 值所得血管图像质量有无差异 (见表 2) .

触发时左颈总动脉内不同平均 CT 值与所得血管图像质量的比较: 采用秩和检验, $H = 32.756$, $P = 0.000 < 0.05$, 有统计学差异, 可认为左颈总动脉内不同平均 CT 值触发所得血管图像质量总体有差异 (图 5 ~ 7) . 采用 χ^2 检验, $\chi^2 = 2.616$, $P = 0.270 > 0.05$, 1 组和 2 组间无统计学差异, 认为 100 ~ 150 HU 组和 150 ~ 200 HU 组所得血管图像质量无差异; $\chi^2 = 28.149$, $P = 0.000 < 0.05$, 认为 1 组和 3 组间有统计学差异, 1 组所得血管图像质量

较 3 组好; $\chi^2 = 16.842$, $P = 0.000 < 0.05$, 2 组和 3 组间差异有统计学意义, 2 组所得血管图像质量较 3 组好; 即认为 100 ~ 200 HU 组比 200 ~ 250 HU 所得血管图像质量好. 左颈总动脉 CT 值与触发时血管密度的对应关系为: 100 ~ 150 HU 为微白即触发、150 ~ 200 HU 表现为明显发白立即触发、200 ~ 250 HU 表现为明显发白后延迟触发. 即当左颈总动脉表现为微白或明显发白时立即手动触发均能得到较好的血管图像质量.

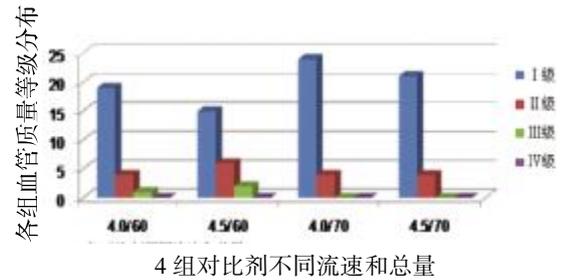


图 1 各组血管图像质量等级分布 (n)

Fig. 1 The grade distribution of vascular image in each group (n)

表 1 4 组对比剂不同流率和总量与血管图像质量比较 (n)

Tab. 1 Comparison of vascular image among four groups with different flow rate and total volume of contrast agent (n)

| 流率 / 总量 | 血管图像质量 | | | | 合计 |
|---------|--------|------|-------|------|-----|
| | I 级 | II 级 | III 级 | IV 级 | |
| 4.0/60 | 19 | 4 | 1 | 0 | 24 |
| 4.5/60 | 15 | 6 | 2 | 0 | 23 |
| 4.0/70 | 24 | 4 | 0 | 0 | 28 |
| 4.5/70 | 21 | 4 | 0 | 0 | 25 |
| 合计 | 79 | 18 | 3 | 0 | 100 |

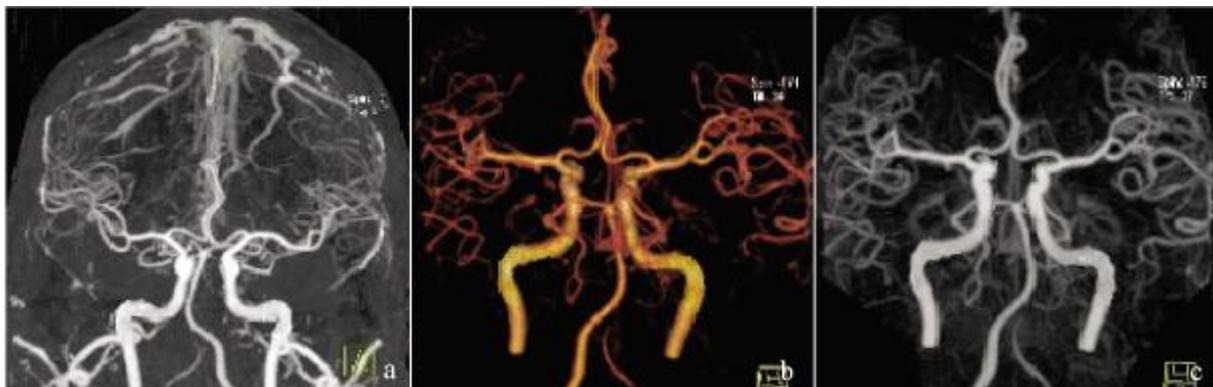


图 2 DE-CTA 扫描, 血管图像质量 I 级, 无残余骨影, 显示四级脑血管分支, 血管连续以及血管边缘光滑锐利

Fig. 2 DE-CTA showed the vascular image quality of I grade, no residual bone shadow, four grades of vascular branches

a 为直接减影后所得图像; b 为 VR 上视图; c 为 MIP 上视图.

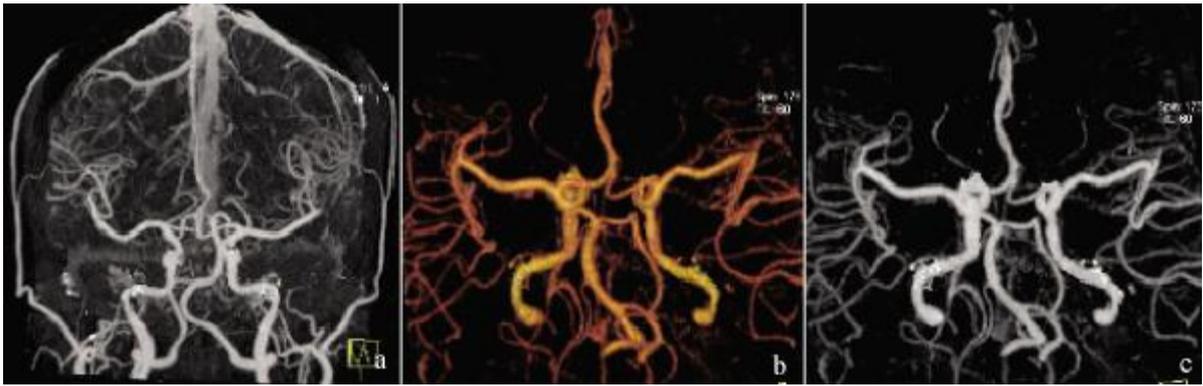


图 3 DE-CTA 扫描，血管图像质量 II 级，少许残余骨影，显示四级脑血管分支，血管连续，双颈内动脉血管边缘局部欠光滑

Fig. 3 DE-CTA showed the vascular image quality of grade II , a little residual bone shadow, four grades of vascular branches

a 为直接减影后所得图像；b 为 VR 上视图；c 为 MIP 上视图。

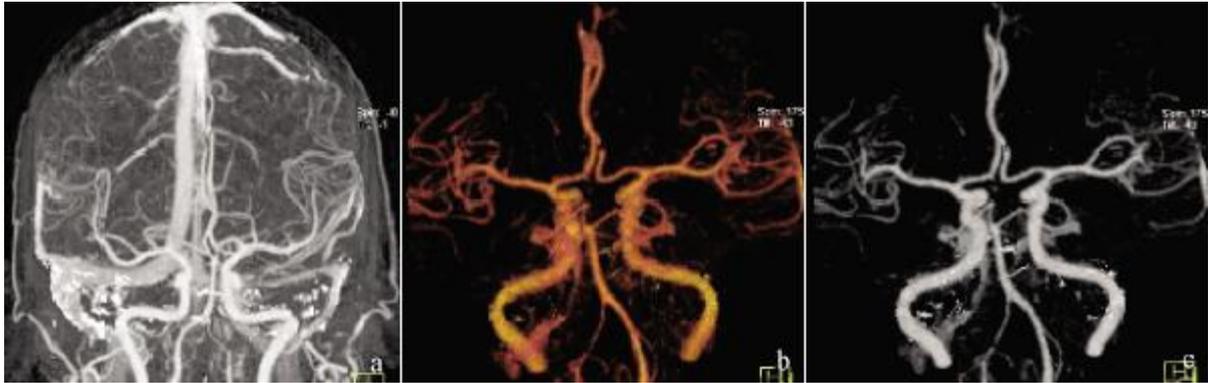


图 4 DE-CTA 扫描，血管图像质量 III 级，较多残余骨影，尚能分辨脑血管三至四级分支，但右侧大脑前动脉血管连续性欠佳，A2 段局部显示缺失，血管边缘模糊

Fig. 4 DE-CTA showed the vascular image quality of grade III , move residual bone shadow, three to four grades of vascular branches

a 为直接减影后所得图像；b 为 VR 上视图；c 为 MIP 上视图。

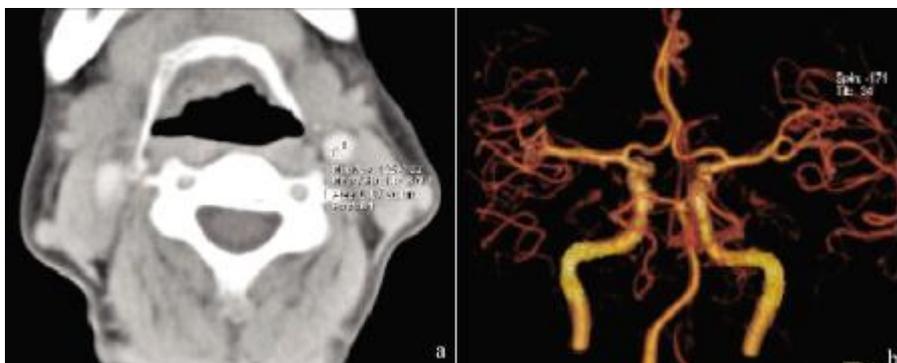


图 5 DE-CTA 扫描，血管图像 I 级

Fig. 5 DE-CTA showed the vascular image quality of grade I

a:Monitoring 最后一幅图像即触发时图像，左颈总动脉 CT 值为 147 HU；b:该病例扫描完成后重建的 VR，图像质量 I 级。

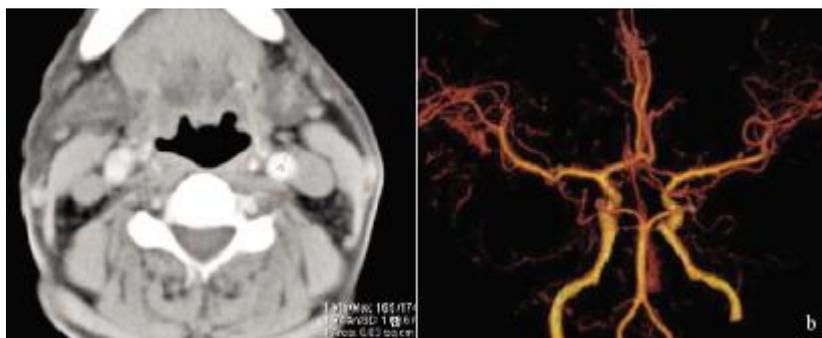


图 6 DE-CTA 扫描, 血管图像质量 I 级

Fig. 6 DE-CTA showed the vascular image quality of grade I

a:Monitoring 最后一幅图像即触发时图像, 左颈总动脉 CT 值为 169 HU; b:该病例扫描完成后重建的 VR, 图像质量 I 级.



图 7 DE-CTA 扫描, 血管图像质量 III 级

Fig. 7 DE-CTA showed the vascular image quality of grade III

a:Monitoring 最后一幅图像即触发时图像, 测量该图像中左颈总动脉 CT 值为 238 HU;

b:该病例扫描完成后重建的 VR, 图像质量 III 级.

表 2 颈总动脉平均 CT 值与血管图像质量比较 (n)

Tab. 2 Comparison of vascular image quality among different average CT values of common carotid artery (n)

| CT 值 | 血管图像质量 | | | | 合计 |
|--------------|--------|------|-------|------|-----|
| | I 级 | II 级 | III 级 | IV 级 | |
| 100 ~ 150 HU | 39 | 2 | 0 | 0 | 41 |
| 150 ~ 200 HU | 34 | 5 | 1 | 0 | 40 |
| 200 ~ 250 HU | 6 | 11 | 2 | 0 | 19 |
| 合计 | 79 | 18 | 3 | 0 | 100 |

3 讨论

头颅 CTA 扫描技术包括选择合适的扫描范围、小的准直、层厚和螺距、对比剂注射速率及总量、扫描延迟时间和扫描持续时间等。除本身机器的性能外, 关键要在团注的对比剂首次通过靶血管、强化处于峰值时间段采集到图像, 此时所得到的图像分辨率最高, 质量最佳^[7]。本研究的准直、层厚、螺距都固定为为机器的默认设置, 主要探讨对比剂的浓度、剂量和注射流率、用手动触发方法确定延

迟时间。维持脑动脉内的对比剂的峰值有两种途径^[8,9]: (1) 通过加快注射流率实现; (2) 选择使用高浓度对比剂。注射流率不可能无限制增加, 终究有一定的限度。高浓度对比剂的使用可以在不增加注射流率的前提下, 增加血管密度。另外, 高浓度对比剂可以减少对比剂的总量, 但过高浓度会造成管壁斑块尤其是钙斑观察欠佳, 而且也要考虑造影剂使用的安全性。

3.1 对比剂不同总量和流率对图像质量的影响

一般认为对比剂总量与患者体重呈正相关,

文献^[10]认为对比剂总量根据剂量计算公式:剂量 = 20 mL + 注射流率 × 扫描时间 + 注射流率 × 扫描时间 × (体重 - 45) / 45 得到. 一般为 60 ~ 70 mL. 注射流率国内外始终缺乏统一标准. Rubin GD 等^[11]认为没有必要超过 3 mL/s, 国内梁长虎等^[10]认为 3.5 mL/s 为最佳注射流率, 周建军^[12]则认为最佳注射流率为 4 mL/s, 而且 4 mL/s 与 5 mL/s 无显著性差异. 对比剂的低注射速率会使血液边缘的对比剂有限, 重建后易导致血管边缘模糊、毛糙, 易造成误、漏诊. 但同时应考虑输入血管的情况, 减少对对比剂的渗漏和血管爆裂, 而且生理盐水的注射可冲洗存留于连接管内的对比剂, 提高对比剂的效率, 同时保持对比的柱形、维持峰值时间. 彭磊等^[8]认为注射流率愈高, 血液内对比剂的峰值愈高, 但注射流率高于 4 mL/s 后, 血液内对比剂的峰值增加并不明显, 而静脉回流则明显增加, 静脉逆流的机会愈大. 综合考虑本研究采用对比剂流率分别为 4.0 mL/s 和 4.5 mL/s.

根据对比剂流率和总量的不同, 分为 4.0/60、4.5/60、4.0/70、4.5/70 4 组, 与其所得到的图像质量进行比较 (见表 1), 结果显示 4.0/60、4.5/60、4.0/70、4.5/70 4 组图像质量没有统计学差异 ($P > 0.05$), 即认为对比剂选择 4.0 ~ 4.5 mL/s 的流率和 60 ~ 70 mL 的总量所得到的图像质量没有差异, 图像质量为 I 级者也没有差异, 而且各组中图像质量 I 级者明显多于其它等级, 也就是说对比剂选择 4.0 ~ 4.5 mL/s 的流率和 60 ~ 70 mL 的总量能够得到优质的图像质量. 结果与大部分文献报道相符合, 一般体重大于 70 kg 选 4.5 mL/s/70 mL.

3.2 手动触发方法确定延迟时间的研究

头颅 CTA 扫描中如何保证扫描时间段在峰值期完成是最关键因素, 延迟时间不恰当很容易错过强化峰值期. 而靶血管到达峰值的时间受患者心功能、身体质量、病理生理变化、注射对比剂速度、注射位置、注射时患者的体位、扫描方向及对比剂本身性质等诸多因素的影响, 变化范围较大^[9, 12]. CTA 扫描延迟时间的确定方法包括: (1) 造影剂团注跟踪软件 (Bolus Tracking) 实时监控造影剂浓度确定触发时间. 该技术分为智能监控自动触发和手动触发两种. 智能监控自动触发是将 ROI 选择在靶血管内 (如左颈内动脉), 人为设置一个 CT 值 (如 100 HU) 为峰值标准, 注入造影剂后跟踪扫描, 当达到此峰值时自动开始扫描. 手动触发是将 ROI 选择在空气背景中, 观察靶血管 (如左颈内动脉) 的密度, 其内造影剂充盈表现为明显发白时, 手动开始扫描. 优点:

①操作简便、快速, 除个别循环异常外, 均能得到较好的 CTA 图像; ②此法只需一次注射, 节省造影剂, 减少患者经济负担, 降低对比剂毒性作用. 不足之处为血管内对比剂峰值到达阈值触发到真正开始扫描有 2 ~ 4 s 延迟, 触发阈值较难统一, 何况每个人的增强峰值不同, 采用同一阈值不完全符合个性化处理原则^[13]. 因此, 如何采取个性化扫描方案得到最佳延迟时间, 值得进一步探索. (2) 造影剂测试扫描 (Test Bolus)^[14] 确定延迟时间. 类似 DSA “冒烟试验”, 首先用同等流率静脉注射 15 ~ 20 mL 造影剂, 后续生理盐水顶压液, 注射后 8 s 开始 CT 同层动态扫描, 测试造影剂达峰时间, 此法虽可获得个体化的强化曲线, 准确设定延时扫描时间, 但存在不足之处: ①小剂量预扫描与实际增强的大剂量在有效阈值的持续时间和峰值上有差异^[9]; ②增加了对比剂用量, 增加患者经济负担, 操作也较繁琐, 延长了检查时间. (3) 经验值设定延时时间, 常选取 17 ~ 20 s, 因个体差异, 难保证每例患者都能获得最佳血管影像, 常常会因为过早扫描而使靶血管的起始段未显影或因过晚启动靶血管峰值已逝, 显影浅淡. 因此, 根据脑血管循环时间经验值启动 CTA 扫描是不准确的, 在单层和扫描时间较长的 CTA 检查中可行, 但必须有大量剂量的对比剂注射维持血管强化峰值; 随着 MSCT 扫描时间缩短, 对比剂用量减少后, 对延迟扫描时间的精度要求越来越高, 靠经验时间行 MSCT 扫描可能会导致更多的扫描失败. 此法没有前两种客观准确.

本研究应用 Bolus Tracking 确定延迟时间, 有文献^[15]认为靶血管密度低于 100 HU 高于 250 HU 会引起图像失真, 故本研究所有病例左颈总动脉内平均 CT 值均控制在 100 ~ 250 HU 之间, 左颈总动脉 CT 值与触发时血管密度的对应关系为: 100 ~ 150 HU 为微白即触发、150 ~ 200 HU 表现为明显发白即触发、200 ~ 250 HU 表现为明显发白后延迟触发. 结果显示触发时左颈总动脉内不同平均 CT 值所得的图像质量有统计学差异 ($P < 0.05$), 平均 CT 值 100 ~ 200 HU 者明显较 200 ~ 250 HU 者图像质量好, 但 100 ~ 150 HU 组和 150 ~ 200 HU 组所得血管图像质量无差异, 均能得到优质的图像质量, 也就是说, 当左颈总动脉表现为微白或明显发白时立即手动触发均能得到较好的血管图像质量, 如果延迟触发就会造成大量静脉污染, 图像质量下降. Claves 等^[15]报道靶血管密度为 150 ~ 200 HU 最佳. 本研究结果与之有出入, 分析原因认为与本研究采用的碘对比剂浓度更高且流率更快有

关。据文献报道认为 Bolus Tracking 智能监控自动触发技术存在一些弊端: (1) 前后两张 Monitoring 靶血管的 CT 值差异很大, 造成了触发阈值的不确定性, 并且 ROI 选择的层面及面积大小、造影剂浓度、注射速率等多种因素都会影响阈值大小; (2) 颈部结构复杂, 平扫图像不易鉴别动、静脉及淋巴结, 易将 ROI 误标记, 而 ROI 设置到动脉血栓、斑块或夹层动脉瘤的假腔内也会导致相同后果。本研究采用了手动触发技术, 当其内充盈造影剂表现为微白或明显发白时, 采用手动触发, 其优势在于可以及时根据靶血管内充盈造影剂的情况开始启动扫描, 避免了 ROI 标记误差。

本研究的不足之处在研究方法和内容过于局限, 例如造影剂的量和速率仅为 4.0 ~ 4.5 mL/s 的流率和 60 ~ 70 mL, 而延迟时间仅为造影剂跟踪技术。

[参考文献]

- [1] 杨新国, 刘磊, 庞闽厦, 等. 一次扫描全身动脉CTA的图像质量: 与局部扫描CTA的对比研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2011, 22(11): 824 - 827.
- [2] 郭建新, 冒平, 牛刚等. 3D-CTA、2D-DSA及3D-DSA对颅内动脉瘤诊断价值的对比研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2011, 9(5): 21 - 23, 38.
- [3] THOMAS C, KORN A, KETELSEN D, et al. Automatic lumen segmentation in calcified plaques: dual-energy CT versus standard reconstructions in comparison with digital subtraction angiography[J]. AJR, 2010, 194(6): 1590 - 1595.
- [4] 张智伟, 任克, 徐克, 等. 免双能量CTA扫描参数与对比剂注射方案的最佳匹配选择[J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(6): 1106 - 1110.
- [5] 黎川, 王健, 周代全. 两种减影CTA技术在脑血管成像中图像质量的对照研究[J]. 医疗卫生装备, 2008, 29(10): 136 - 143.
- [6] 李传明, 王健, 戴明德, 等. 双源CT血管减影成像在脑血管检查中应用及技术研究[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2010, 24(6): 563 - 565, 568.
- [7] 姜加学, 王德杭, 唐立钧. 双源CT冠脉成像中患者因素与对比剂示踪扫描次数的关系[J]. 放射学实践, 2011, 26(6): 653 - 655.
- [8] 彭磊, 孙殿敬, 赵洪全. 64层螺旋CT头颈联合CTA扫描参数与对比剂剂量最佳匹配选择[J]. 临床放射学杂志, 2008, 27(7): 948 - 951.
- [9] 陈钰, 薛华丹, 刘炜等. 第二代双源CT双能扫描头颈部CT血管成像不同造影剂用量的比较[J]. 中国医学科学院学报, 2010, 32(6): 628 - 633.
- [10] 梁长虎, 于富华, 柳澄. 多层螺旋CT颈动脉颅外段血管成像的方法学研究[J]. 中国医学影像技术, 2004, 20(5): 797 - 799.
- [11] RUBIN G D, WALKER P J, DAKE M D, et al. Three-dimensional spiral computed tomographic angiography: an alternative imaging modality for the abdominal aorta and its branches[J]. J Vasc Surg, 1993, 18(4): 656 - 664.
- [12] 周建军, 周康荣, 陈祖望, 等. 多层螺旋CT颈动脉成像: 层厚与成像方法的相关性研究[J]. 临床放射学杂志, 2003, 22(1): 14 - 17.
- [13] FLEISCHMANN D, RUBIN G D, BANKIERAA, et al. Improved uniformity of aortic enhancement with customized contrast medium injection protocols at CT angiography[J]. Radiology, 2000, 214(2): 363 - 371.
- [14] CADEMARTIRIF, NIEMAN K, VAN DER LUGTA, et al. Intravenous contrast material administration at 16 detector row helical CT coronary angiography: test bolus versus bolus-tracking technique[J]. Radiology, 2004, 233(3): 817 - 823.
- [15] CLAVES J L, WISE S W, HOPPER K D, et al. Evaluation of contrast densities in the diagnosis of carotid stenosis by CT angiography[J]. AJNR, 1997, 169(3): 569 - 573.

(2012 - 12 - 03 收稿)

舒芬太尼在小儿先天性心脏病手术麻醉中对血流动力学的影响

王小燕, 汪毅, 王钊, 夏阳, 刘源, 王俊玉
(昆明市延安医院, 云南昆明 650051)

[摘要] **目的** 比较舒芬太尼和芬太尼用于小儿先天性心脏病手术麻醉中对血流动力学的影响. **方法** 选择60例择期体外循环下行先天性心脏病矫治术患儿, 随机分为舒芬太尼组(S组, n=30)和芬太尼组(F组, n=30). 麻醉诱导: 静脉注射咪达唑仑 0.1~0.2 mg/kg, 维库溴铵 0.1 mg/kg, S组静脉注射舒芬太尼 0.7 μ g/kg, F组静脉注射芬太尼 7 μ g/kg, 气管插管后机械通气. 麻醉维持: 间断静脉注射咪达唑仑 0.1 mg/kg、维库溴铵 0.1 mg/kg、间断吸入七氟烷, 分别在切皮前、转流开始前 S组静脉注射舒芬太尼 0.7 μ g/kg、F组静脉注射芬太尼 7 μ g/kg. 分别记录麻醉诱导前 (T_0)、诱导后 (T_1)、插管后 (T_2)、切皮后 (T_3)、锯胸骨后 (T_4)、术毕时 (T_5) 各时点的收缩压 (SBP)、舒张压 (DBP)、平均动脉压 (MAP)、心率 (HR), 手术结束后统计手术时间、体外循环转流 (CPB) 时间、主动脉阻断时间、阿片类药物的用量. **结果** 2组患者在诱导后 (T_1) 及插管后 (T_2) 的 SBP、DBP、MAP 较诱导前 (T_0) 明显下降, 组间比较差异有统计学意义 ($P < 0.01$), 心率较诱导前下降, 组间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 在诱导后 (T_1) 及插管后 (T_2) S组的 SBP、DBP、MAP 及 HR 较基础值的变化差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 而 F组在 SBP、DBP、MAP 及 HR 均较基础值明显下降, 差异有统计学意义 ($P < 0.01$). **结论** 舒芬太尼应用于小儿先天性心脏病手术麻醉安全有效, 与等效剂量芬太尼相比, 有更好的循环稳定性.

[关键词] 舒芬太尼; 芬太尼; 小儿; 心脏手术; 血流动力学

[中图分类号] R725.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-4706(2013)02-0106-04

Effect of Sufentanil on Hemodynamics of Children with Congenital Heart Disease Undergoing Surgery

WANG Xiao-yan, WANG Yi, WANG Zhao, XIA Yang, LIU Yuan, WANG Jun-yu
(Kunming Yan'an Hospital, Kunming Yunnan 650051, China)

[Abstract] **Objective** To compare the effects of sufentanil and fentanyl on hemodynamics of pediatric patients undergoing congenital cardiac repair. **Methods** Sixty children scheduled for elective surgery of congenital cardiac defects was selected. Patients were randomly divided into two groups: sufentanil group (Group S, n = 30) and fentanyl group (Group F, n = 30). Anesthesia was induced with midazolam 0.1 ~ 0.2 mg/kg, vecuronium 0.1 mg/kg and sufentanil 0.7 μ g/kg (in group S) / fentanyl 7 μ g/kg (in group F), and maintained with intermittent iv boluses of midazolam and vecuronium, inhale sevoflurane, and then pre-incision and pre-cardiopulmonary bypass (CPB) sufentanil 0.7 μ g/kg (in group S) /fentanyl 7 μ g/kg (in group F) was injected intravenously again. The patients were mechanically ventilated after tracheal intubation. SBP, DBP, MAP and HR were recorded before anesthesia induction (T_0), after anesthesia induction (T_1), after tracheal intubation (T_2), after skin incision (T_3), after sternal saw (T_4), the end of operation (T_5). Operation duration, cardiopulmonary bypass time, aortic cross-clamping time and the dose of sufentanil and fentanyl were recorded. **Results** Compared with T_0 , SBP, DBP and MAP of patients in two groups decreased ($P < 0.01$), there was significant difference between two groups ($P < 0.01$), HR also decreased ($P < 0.01$), whereas there was no significant difference between two groups ($P > 0.05$); Compared with T_0 , SBP, DBP, MAP and HR decreased

[基金项目] 昆明市延安医院院内基金资助项目 (YYKY 011-32)

[作者简介] 王小燕 (1977~), 女, 陕西西安市人, 医学硕士, 主治医师, 主要从事心血管麻醉临床及基础研究工作.