·头颈部影像学·

椎动脉双点智能追踪法头颅 CTA 的应用价值

王卉，谢元亮，张树桐，王翔

【摘要】 **目的**：探讨采用椎动脉双点智能追踪法行单 Volume 头颅 CT 血管成像（CTA）的临床应用价值。**方法**：随机选取行头颅 CTA 检查的 80 例患者，其中 40 例采用椎动脉双点智能监测法进行扫描（实验组），40 例采用手动触发法进行扫描（对照组）。选取椎动脉、基底动脉、大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉及眼动脉为目标动脉血管，上矢状窦、直窦及乙状窦为目标静脉血管，测量目标动脉、目标静脉的 CT 值，同时记录两组的剂量长度乘积（DLP），对两组图像质量进行主观评分，并进行统计学分析。**结果**：实验组与对照组椎动脉、基底动脉、大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉、眼动脉的 CT 值分别为（448.83±81.43）vs（480.07±112.50）HU、（403.40±92.11）vs（433.55±109.88）HU、（357.96±82.83）vs（375.57±104.10）HU、（452.56±91.50）vs（471.65±118.60）HU、（343.84±85.76）vs（374.31±114.66）HU、（205.47±60.69）vs（206.61±70.41）HU，实验组的目标动脉血管 CT 值小于对照组，但差异均无统计学意义（t 值分别为 1.423、1.330、0.837、0.806、1.346、0.078，P 值均＞0.05）。实验组与对照组上矢状窦、直窦、乙状窦的 CT 值分别为（117.18±56.60）vs（151.31±61.20）HU、（145.41±63.08）vs（177.06±65.10）HU、（96.40±46.38）vs（136.18±49.78）HU，实验组目标静脉血管的 CT 值明显小于对照组，且差异均有统计学意义（t 值分别为 2.589、2.208、3.698，P 值均＜0.05）。实验组与对照组的辐射剂量分别为（363.8±8.99）mGy·cm 和（366.5±8.68）mGy·cm，差异无统计学意义（t=1.424，P＞0.05）。实验组的图像质量主观评分（4.63±0.59）高于对照组（4.25±0.78），差异有统计学意义（t=2.44，P＜0.05）。**结论**：采用椎动脉双点智能追踪法行单 Volume 头颅 CTA 可显著降低颅内静脉污染，更准确地突显目标动脉，提高图像质量。

【关键词】 椎动脉；CT 血管成像；脑血管造影术；体层摄影术，X 线计算机

【中图分类号】R543.4；R814.42 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2018)09-0898-05

DOI：10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.09.004 开放科学（资源服务）标识码（OSID）：

Application value of CT angiography of head with dual point intelligent tracking in bilateral vertebral artery WANG Hui, XIE Yuan-liang, ZHANG Shu-tong, et al. Department of Radiology, the Central Hospital of Wuhan, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430014, China

【**Abstract**】 **Objective**: To study the clinical value of single volume CT angiography (CTA) of head with dual point intelligent tracking in bilateral vertebral artery. **Methods**: A total of 80 patients were randomly selected for CTA of head in this study, which were equally divided into control group and experimental group. CTA of head with manual trigger was applied to the control group, while single volume CTA with dual point intelligent tracking in the bilateral vertebral artery for the experimental group. The vertebral artery, basilar artery, anterior cerebral artery, middle cerebral artery, posterior cerebral artery and ophthalmic artery were chosen as target arteries, whereas, the superior sagittal sinus, straight sinus and sigmoid sinus were selected as target veins. The CT values of the target arteries and veins were measured, and the dose-length product (DLP) of both groups was also recorded, and the image quality of the two groups was subjectively graded and statistically analyzed. **Results**: The CT value of vertebral artery, basilar artery, anterior cerebral artery, middle cerebral artery, posterior cerebral artery and ophthalmic artery in experimental group and control group was (448.83±81.43) HU vs (480.07±112.50) HU, (403.40±92.11) HU vs (433.55±109.88) HU, (357.96±82.83) HU vs

作者单位：430014 武汉，华中科技大学同济医学院附属武汉中心医院放射科
作者简介：王卉（1981-），女，湖北人，硕士，主治医师，主要从事头颈部及腹部影像诊断工作。
通讯作者：王翔，E-mail：wangxiang385@aliyun.com

(375.57±104.10) HU, (452.56±91.50) HU vs (471.65±118.60) HU, (343.84±85.76) HU vs (374.31±114.66) HU, and (205.47±60.69) HU vs (206.61±70.4) HU, respectively, which of the target arteries in the experimental group were less than that of control group, yet with no statistically significant difference (t=1.423, 1.330, 0.837, 0.806, and 1.346, respectively, P>0.05). The CT value of the superior sagittal sinus, straight sinus and sigmoid sinus in the two groups was (117.18±56.60) HU vs (151.31±61.20) HU, (145.41±63.08) HU vs (177.06±65.10) HU, and (96.40±46.38) HU vs (136.18±49.78) HU, respectively, which of the experimental group were obviously less than those of the control group and the difference was statistically significant (t=2.589, 2.208, and 3.698, P<0.05). The radiation dose of the experimental group and the control group, was (363.8±8.99) mGy·cm vs (366.5±8.68) mGy·cm, with no significant statistic difference (t=1.424, P>0.05). The subjective grading of images of the experimental group (4.63±0.59) was better than that of the control group (4.25±0.78), with statistical significant difference (t=2.44, P<0.05). **Conclusion**: Single volume CTA with dual point intelligent tracking in bilateral vertebral artery can do better in reducing the interference and artifacts of veins significantly, highlighting the target arteries and improving the accuracy of diagnosis.

【Key words】 Vertebral artery; Computed tomography angiography; Cerebral angiography; Tomography, X-ray computed

目前，脑血管疾病已成为仅次于冠状动脉粥样硬化性心脏病的人类第二大杀手，也是致残、致死的重要原因[1]。头颅 CT 血管成像（CT angiography，CTA）是一种简单快速、无创性的影像学检查方法，在颅内动脉瘤、血管畸形、肿瘤供血、动脉狭窄、急性血管阻塞性疾病的诊断中具有独特的优势，为术后随访提供了更易于接受的方法，已成为脑血管病 DSA 诊疗前重要的筛查手段[2]。因此，如何得到高质量的 CTA 图像至关重要。

常规头颅 CTA 多采取手动触发法启动扫描，但该方法易受操作者经验等因素影响，造成图像质量参差不齐。本研究采用寰椎层面双侧椎动脉智能追踪法进行头颅 CTA 扫描，旨在探讨该方法的临床应用价值。

材料与方法

1. 病例资料

搜集 2017 年 7 月－2017 年 12 月临床怀疑脑血管病且行头颅 CTA 检查的患者 80 例，其中 40 例行椎动脉智能追踪法扫描（实验组），男 29 例，女 11 例，年龄 22～81 岁，平均（55.4±13.9）岁；另外 40 例行手动触发法扫描（对照组），男 26 例，女 14 例，年龄 19～79 岁，平均（52.3±13.5）岁。两组患者的性别、年龄差异均无统计学意义（P 值均>0.05）。

2. 检查方法

所有患者均采用东芝 Aquilion ONE 320 容积 CT 机行 CTA 检查，对比剂为碘海醇（350 mg I/mL），采用 Mallinckrodt 双筒双流高压注射器，通过 18G 套管针经肘前正中静脉注射，注射流率 5.5 mL/s，先注入 60 mL 对比剂，再以相同流率注射生理盐水 40 mL。

患者仰卧于扫描床上，头先进，置于专用的头扫描架内，嘱患者下颌内收，保证听眦线基本与检查床垂直，并用固定绑带将患者额头部和下颌分别固定。

实验组和对照组均采用时间减影法。实验组具体扫描方法：先行正侧位像定位，从侧位像上将监测层面置于寰椎椎弓根处，扫描监测层面，将兴趣区（ROI）置于双侧椎孔内（图 1），ROI 设置于横突孔内，大小随同侧横突孔大小而定；再行容积 Volume 平扫蒙片期扫描，扫描范围为颅底至颅顶（160 mm），扫描参数：管电压 100 kV，管电流自动毫安（0.5 mm 层厚条件下标准差为 15），数据采集层厚 0.5 mm，层间隔 0.25 mm，旋转速度 0.5 s/r，矩阵 512×512，重建算法为 AIDR 3D Stander 模式。然后同时启动监测层面的扫描和高压注射器，分别注入对比剂和生理盐水。当监测平面双侧椎动脉孔内的任意一个 CT 值达到设定的阈值（200 HU）时，机器自动启动扫描，扫描范围、参数与蒙片期完全相同。对照组蒙片期及增强期的扫描范围、参数与实验组完全相同，但监测层面为扫描范围的正中间层面（约鞍上池层面），不设置 ROI，通过人眼观察监测层面内的血管强化程度，手动启动扫描。

3. 图像后处理

将采集完成的图像数据传输至 Vitrea 3 后台工作站进行后处理以获得脑血管重建图像，重建技术包括多平面重建（multi-planar reconstruction，MPR）、容积再现（volume reconstruction，VR）、最大密度投影（maximum intensity projection，MIP）等。

4. 评价方法

检查完成后记录患者的剂量长度乘积(dose length Product,DLP)。并将采集完成的图像数据传输至 Vtrea 3 后台工作站。采用客观分析结合主观评价的方法,客观分析分别测量椎动脉、基底动脉、大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉、眼动脉以及上矢状窦、直窦、乙状窦的 CT 值。

主观评价由两位高年资主治医师采用盲法对图像进行独立阅片,意见不一致时通过协商达成共识。主观评价标准采用 5 分制进行评分[3]:5 分,动脉各级分支显示清晰,无明显静脉污染;4 分,动脉各级血管显示清晰,轻微静脉污染;3 分,动脉各级血管显示清晰,部分静脉污染,但不影响诊断;2 分,动脉各级血管部分显示不清,或大部分静脉污染,影响诊断;1 分:动脉各级血管显示不清,或静脉同等强化不可诊断。3 分及以上的图像符合诊断要求。

5. 统计学分析

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。两组患者的年龄,椎动脉、基底动脉、大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉、眼动脉、上矢状窦、直窦、乙状窦的 CT 值及其 SD 值,以及 DLP 和图像质量主观评分的组间比较均采用独立样本 t 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 血管客观评价

分别测量椎动脉、基底动脉、大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉、眼动脉的 CT 值,实验组与对照组的目标动脉血管 CT 值都在 200 HU 以上,且两组间差异均无统计学意义(P 值均>0.05,表 1)。

分别测量上矢状窦、直窦、乙状窦的 CT 值,实验组目标静脉 CT 值均明显低于对照组,差异均有统计学意义(P 值均<0.05,表 2)。

表 1 两组目标动脉血管强化 CT 值比较

目标动脉	实验组(HU)	对照组(HU)	t 值	P 值
椎动脉	448.83±81.43	480.07±112.50	1.423	0.159
基底动脉	403.40±92.11	433.55±109.88	1.330	0.187
大脑前动脉	357.96±82.83	375.57±104.10	0.837	0.405
大脑中动脉	452.56±91.50	471.65±118.60	0.806	0.423
大脑后动脉	343.84±85.76	374.31±114.66	1.346	0.183
眼动脉	205.47±60.69	206.61±70.41	0.078	0.938

表 2 两组目标静脉血管强化 CT 值比较

部位	实验组(HU)	对照组(HU)	t 值	P 值
上矢状窦	117.18±56.60	151.31±61.20	2.589	0.011
直窦	145.41±63.08	177.06±65.10	2.208	0.030
乙状窦	96.40±46.38	136.18±49.78	3.698	0.000

通过 Graphpad Prism 统计软件分别绘制目标动脉、静脉血管 CT 值的分布散点图,结果显示无论是目标动脉还是目标静脉,实验组的散点集中度较高,对照组的散点分布较分散;且对照组目标静脉 CT 值重心明显上移,表明静脉污染较重(图 2、3)。

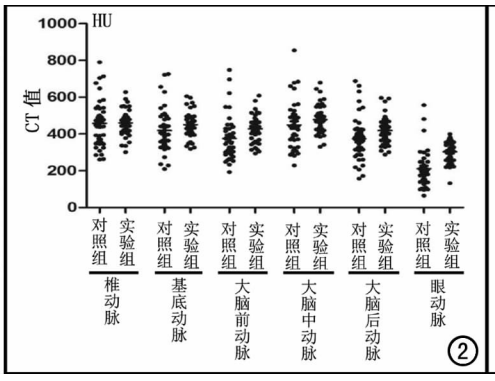
2. 图像质量的主观评价

实验组 40 例病例中图像质量主观评分为 5 分者 27 例,4 分者 11 例,3 分者 2 例,无 2 分及 2 分以下的病例;对照组 40 例病例中图像质量主观评分为 5 分者 17 例,4 分者 17 例,3 分者 5 例,2 分者 1 例,无 1 分病例。实验组和对照组的图像质量均能满足诊断要求。实验组和对照组的图像质量主观评分分别为(4.63±0.59)和(4.25±0.78),两者差异有统计学意义($t=2.44$,$P=0.017$),表明实验组图像质量明显好于对照组(图 4、5)。

3. 辐射剂量

实验组的辐射剂量(DLP)为(363.8±8.99) mGy·cm,对照组为(366.5±8.68) mGy·cm,两组的辐射剂量差异无统计学意义($t=1.424$,$P>0.05$)。





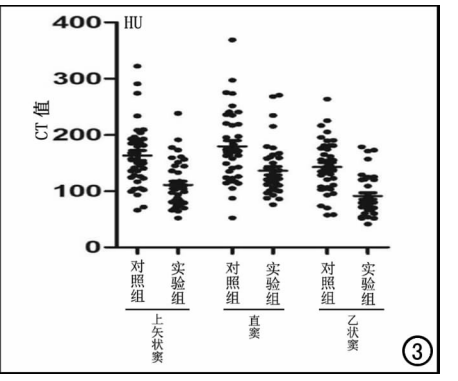


图 1 选取寰椎两侧椎动脉孔分别设置 ROI,同时进行监测。 **图 2** 目标动脉血管 CT 值的分布散点图。对照组各组数值较分散,集中度不高,实验组动脉 CT 值分布较聚集,集中度较高,但两组差异无统计学意义($P>0.05$)。 **图 3** 目标静脉血管 CT 值的分布散点图。对照组各组静脉 CT 值重心明显上移,偏移明显,静脉污染较重,而实验组分布重心较低,静脉污染较轻,两组差异有统计学意义($P<0.05$)。





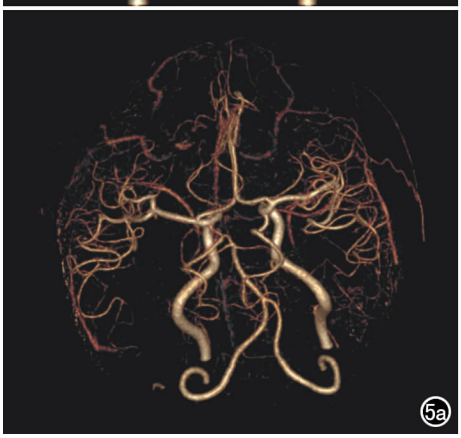




图 4　实验组患者，男，64 岁，采用椎动脉双点智能追踪法进行扫描。a) CTA 图像可清晰显示脑动脉各分支，末梢分支血管充盈良好，几乎无静脉血管干扰；b) CTA 图像可清晰显示右侧颈内动脉海绵窦段动脉瘤（箭）。

图 5　对照组患者，女，55 岁，采用手动触发法进行扫描。a) VR 像示脑动脉分支显示清晰，末梢分支血管充盈尚可；b) 侧位像仍可见较多静脉显影。

讨　论

影响 CTA 检查成功率和减影效果的关键是把握峰值扫描的时相和减少运动伪影[4]。本研究实验组采用的是对比剂自动跟踪法[5]。由于颈部结构复杂，平扫图像不易鉴别动、静脉及淋巴结，易将 ROI 误标[6]；基于 320 排宽体 CT 优势明显，单次 volume 容积扫描即可完成全脑血管 CTA 数据采集，故本研究选取紧邻颅底且易于识别的寰椎层面双侧椎动脉同时进行监测，消除移床时间，最大程度地减少机器启动时间。同时，由于椎动脉的发育特点，椎动脉只占横突孔的一部分空间，且常常偏心位于横突孔内[7]，故选取 ROI 时应尽量大，但不能包含横突孔壁骨性部分。因此，两侧椎动脉同时监测法可消除因椎动脉发育不良、行径异常等因素造成的启动延迟[8]。当监测的任一兴趣区 CT 值达到或超过设定的阈值（200 HU）时，机器会在固定的时间（4.5 s）启动数据采集。因此，该法可以较恒定地测量血管内 CT 值，减少伴行静脉及软组织污染造成的影响，获得稳定的图像质量，准确诊断颅内动脉瘤、血管畸形及肿瘤供血。本研究阈值的选取主要根据经验值确定，由于对比剂在血管内的有效峰值浓度时间段，每秒对 CT 值的贡献率为 50～100 HU[9]，因此，经过机器 4.5 s 的反应时间后，可使颅内动脉 CT 值稳定在 400～600 HU，以获得优质图像。同时，也可以根据临床需要调整阈值，进而得到各种适宜诊断要求的强化区间。当血管内 CT 值稳定在 350～500 HU 时，结合高清磁共振血管内斑块成像，可以精确诊断动脉狭窄、血管内斑块等[10-11]，为临床进一步的优化治疗提供依据。

本研究对照组同样基于 320 排容积 CT 宽体优势，启动时间和响应时间＜4.5 s，使得技师在图像采集时通过监测扫描范围的中间层面（约鞍上池层面），人眼观察颈内动脉海绵窦段及双侧大脑中动脉的强化情况，手动触发启动扫描及完成扫描；但该种方法受限于技师的工作经验和对突发状况的把握能力，图像质量难以保证。国内学者通过估算法算出最佳脑动脉时相[12]，亦可得到较满意的纯动脉图像，但不同的 CT 机型、扫描方法，最佳时相也不尽相同。

本研究的客观评价结果显示两组目标动脉强化的 CT 值差异无统计学意义（$P>0.05$），但目标静脉强化的 CT 值差异有统计学意义（$P<0.05$）。同时，通过分析各组目标血管的散点分布图，结果显示手动触发法的各组数值较分散，集中度不高，且各组静脉 CT 值重心明显上移，偏移明显，静脉污染严重。本研究中实验组和对照组的图像质量均能满足诊断要求，对照组的静脉污染虽然高于实验组，但在基于动脉血管性疾病的诊断方面，未造成较大影响。

另外，本研究中实验组和对照组采用的均是 100 kV管电压、自动管电流的模式进行轴面扫描，同时采用自适应迭代剂量减低算法进行重建，符合国际放射防护委员会倡导的合理控制辐射剂量的原则[13]。对照组在监测中心层面过程中，为了获得更好的效果，采用了连续曝光模式，辐射剂量稍高于实验组，但两组差异无统计学意义（$P>0.05$）。

本研究仍有以下不足之处：①为了达到图像的强化效果，两组患者采用的对比剂用量均为 60 mL，但在某些低体重、高心输出量患者中有降低对比剂用量的需求[14,15]；②椎动脉双点智能监测法仅在 320 排 CT 机型上应用，理论上应可应用于其他机型，但相关扫描技术、参数还需进一步调整；③由于椎动脉孔较细，个别患者可能会因为高流率注入对比剂、紧张不适等因素造成监测平面位置轻微偏移，从而混入邻近骨性结构，此时需根据操作者个人经验及时调整扫描计划。

综上所述，采用椎动脉双点智能追踪法行头颅单 Volume CTA，有效解决了图像质量不稳定、静脉污染严重等问题，对快速、有效地获取高质量动脉图像奠定了技术基础，对诊疗计划的制定具有重要意义，可广泛应用于临床。

参考文献：

[1] 世界卫生组织. 世界卫生组织实况报道第 310 号：前十位死亡原因[EB/OL]. http://www. who. int/ media-centre/ factsheets/ fs310/ zh/ index. Html. 2008-10

[2] 郑恩烨，都继成. 3D-CTA 在诊断脑血管性疾病中的应用[J]. 中国现代医学杂志，2014，24(31)：92-95.

[3] 毛俊，王建明，陈海东，等. 16 层螺旋 CT 双期脑血管减影成像的可行性与临床应用[J]. 中国医学影像技术，2011，27(10)：2141-2145.

[4] 刘新立，蒋元文，陈敏，等. 320 排 CT 全脑血管成像的应用价值及扫描方法优化[J]. 放射学实践，2012，27(12)：1311-1315.

[5] 谢祖兴，庄高明，郭真真，等. 64 排螺旋 CT 手动触发扫描脑 CTA 成像效果的评价[J]. 吉林医学，2014，35(1)：113-114.

[6] 吴岩，陆琳，王元玲，等. DSCT 双能量头颅 CTA 检查技术的探讨[J]. 昆明医科大学学报，2013，34(2)：99-105.

[7] 闫明，王超，王圣林. 正常椎动脉解剖特点及其变异概况[J]. 中国脊柱脊髓杂志，2012，22(2)：171-174.

[8] 杨志强，王照谦，贾崇富，等. 多层螺旋 CT 诊断椎动脉变异的价值[J]. 放射学实践，2008，23(12)：1354-1357.

[9] Brink JA. Use of high concentration contrast media (HCCM): principles and rationale——body CT[J]. Eur J Radiol, 2003, 45(3), 53-58.

[10] Kim J, Cha MJ, Lee DH, et al. The association between cerebral atherosclerosis and arterial stiffness in acute ischemic stroke[J]. Atherosclerosis, 2011, 219(2): 887-891.

[11] Erbay S, Han R, Baccei S, et al. Intracranial carotid artery calcification on head CT and its association with ischemic changes on brain MRI in patients presenting with stroke-like symptoms: retrospective analysis[J]. Neuroradiology, 2007, 49(1): 27-33.

[12] 向勇生，赵小虎，徐卫国，等. 320 排脑血管 CT 双期扫描时相选择和临床应用[J]. 中国医学计算机成像杂志，2015，21(5)：454-458.

[13] The ALARA(as low as reasonably achievable) concept in pediatric CT intelligent dose reduction. Multidisciplinary conference organized by the Society of Pediatric Radiology. August 18-19, 2001[J]. Pediatr Radiol, 2002, 32(4): 217-313.

[14] 姚开情，吕发金，李剑秋，等. 脑血管腔内碘对比剂浓度对脑血管 CT 血管成像图像质量的影响[J]. 中国医学影像学杂志，2012，20(8)：569-572.

[15] Bae KT. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: considerations and approaches[J]. Radiology, 2010, 256(1): 32-61.

(收稿日期：2018-05-22 修回日期：2018-07-13)

下期要目

胰腺实性假乳头状瘤的 MRI 影像特征

MRI 对胎儿结节性硬化症的诊断价值

卵巢类固醇细胞瘤的影像学表现及鉴别诊断

婴儿型纤维肉瘤的 MRI 影像表现及误诊分析

ADC 直方图在椎体压缩性骨折时间判定中的应用

胎儿面部三维 MRI 仿真内窥镜重建研究

体素内不相干运动扩散加权成像诊断强直性脊柱炎活动性骶髂关节炎的价值

新一代基于模型的迭代算法在胸部低剂量 CT 筛查中的应用价值

多模型自适应统计迭代重建算法对降低腰椎 CT 辐射剂量的作用

三维 SPACE 序列检测下肢深静脉血栓的诊断价值

磁共振弥散峰度成像和 T_2^*-mapping 技术定量检测腰椎间盘退变的对比研究

心肌超声造影评估心梗患者心肌微循环损伤程度