

CT 血管成像减轻对比剂静脉反流的研究

李定鑫 王泉清 叶茂 苟章闵 肖萍 韦仁健^{通讯作者}

四川省泸县人民医院

DOI:10.32629/bmtr.v8i2.18860

[摘要] CT 血管成像 (CTA) 作为一项简便、快捷、无创的影像检查技术, 逐渐广泛应用于心脑血管系统疾病, 并有代替数字减影血管造影 (DSA) 趋势, 成为影像学诊断心脑血管性疾病首选的检查手段。高质量的 CTA 图像对精确诊断疾病具有重要的意义。在 CTA 临床应用中, 对比剂静脉反流现象比较常见, 这会影响成像质量并带来潜在的临床风险。对比剂静脉反流是指在 CTA 检查过程中, 注射的对比剂通过上肢静脉侧支逆向分流, 未按期进入上腔静脉并参与肺-体循环, 这种现象可能导致目标血管对比剂有效浓度不足, 并产生线束硬化性伪影, 从而影响血管的显影效果。本文对此类相关研究进行简单综述, 旨在减轻对比剂静脉伪影的发生, 提高 CT 血管成像图像质量。

[关键词] 体层摄影术; X 线计算机; 血管成像; 对比剂; 静脉反流

中图分类号: R814.4 文献标识码: A

Study on CT Angiography to Reduce Contrast Agent Venous Backflow

Dingxin Li, Quanqing Wang, Mao Ye, Zhangmin Gou, Ping Xiao, Renjian Wei^{Corresponding Author}

Luxian People's Hospital

[Abstract] CT angiography (CTA), as a simple, fast, and non-invasive imaging technique, is gradually being widely used in cardiovascular and cerebrovascular diseases, and has a trend of replacing digital subtraction angiography (DSA), becoming the preferred examination method for imaging diagnosis of cardiovascular and cerebrovascular diseases. High quality CTA images are of great significance for accurate diagnosis of diseases. In the clinical application of CTA, contrast agent venous reflux is quite common, which can affect imaging quality and bring potential clinical risks. Contrast agent venous reflux refers to the phenomenon during CTA examination where injected contrast agent is diverted in the opposite direction through the collateral branches of the upper limb veins, failing to enter the superior vena cava on schedule and participate in the pulmonary systemic circulation. This phenomenon may lead to insufficient effective concentration of contrast agent in the target blood vessel and produce bundle hardening artifacts, thereby affecting the imaging effect of the blood vessel. This article provides a brief review of related research, aiming to reduce the occurrence of contrast agent vein artifacts and improve the quality of CT vascular imaging images.

[Key words] Tomography; X-ray computed; Vascular imaging; Contrast agent; Venous reflux

引言

CT 血管成像 (CT angiography, CTA) 作为血管源性疾病影像检查技术重要方法, 具有简便快捷、安全无创、准确率高、可重复性等众多优点, 高质量的 CTA 图像对精确诊断血管性疾病、术前评估及预后随访具有十分重要的意义^[1]。在实际工作中, 有较多的因素影响 CTA 图像质量, 近年来研究主要集中在机器参数的调节、对比剂的使用量和浓度、扫描时间的选择、受检者的配合状况、注射方式和速率以及不同静脉注射部位和途径上^[2-5], 其中各种因素造成的对比剂静脉反流比较常见。CTA 检查常规采用经肘静脉途径注射对

比剂, 由于各种原因导致对比剂未经上腔静脉回流入右心房, 并通过肺循环-体循环途径到达目标血管, 而是直接异常反流入头颈部、肩部等静脉系统, 这种征象称为静脉对比剂反流^[6]。反流的对比剂在头颈部或肩部静脉系统内聚集, 产生的线束硬化性伪影不仅降低图像质量, 同时还造成对比剂的浪费, 因此如何有效降低对比剂静脉反流在技术扫描中尤为重要。本文对近年来对比剂静脉反流相关研究进行简单综述, 如下。

1 对比剂静脉反流的原因

生理性静脉引流的方向是从浅筋膜外静脉网至浅筋膜

内静脉网, 然后进入深静脉系统, 这种引流呈单向开放状态^[7], 静脉血流的方向取决于瓣膜两侧的跨瓣压差和瓣膜抗反流能力, 跨瓣压差主要与瓣膜两侧静脉压有关, 血管内两侧的逆向压差增大和(或)静脉瓣功能不全都会导致静脉反流^[8]。因此反流可以定义为引流分级顺序的任何变化^[9]。当对比剂通过高压注射器, 经肘部静脉高速注射, 使大量对比剂短时间内快速通过上肢静脉汇入上腔静脉, 造成了上肢静脉压力短暂急速增高, 而血液的流动特点遵循从压力由高到低^[10], 高密度的部分含碘静脉血液可能未经右心房循环, 而直接逆流入压力相对较低的头颈部和肩部深、浅静脉, 使原本不该提前显影的头颈部、肩部静脉提前非正常显影, 且因为对比剂的高密度聚集, 产生线束状硬化伪影^[11], 同时由于部分对比剂逆流导致进入右房的有效剂量减少, 参加肺循环和单位时间内对比剂在血管腔内的浓聚强度就会降低, 致使动脉显影效果不佳从而影响图像质量^[5]。对比剂静脉反流不仅使得图像质量降低, 影响临床和影像学诊断, 如果造成检查失败而重新扫描, 不仅造成对比剂浪费及辐射增加, 也增加了对比剂不良反应风险。

2 对比剂静脉反流的患者因素

从肘部静脉注入对比剂后, 回流途径需要经过喙肱肌-胸小肌-肩胛下肌间隙、锁骨下间隙, 胸骨后间隙, 弓上分支间隙, 当上述血管改变或间隙变窄可能导致静脉通道受阻而影响静脉回流。CTA 置管常见部位肘窝区浅静脉存在5种优势型, 其直径过小或角度过大都无法耐受快速团注的对比剂, 选择优势肘静脉置管可以提高检查的成功率、安全性及图像质量^[12]。在贵要静脉或者腋静脉段, 患者上肢平放于身体两边可能导致血管受压, 造成管腔假性狭窄^[13]。上抬手臂可以减少腋腔及胸廓出口处的压迫因素, 增加静脉血流的畅通性^[14]。左右头臂静脉存在解剖形态学差异^[15], 徐华林、覃永平^[16-17]等相关研究证据表明右肘静脉注射对比剂有效减低对比剂静脉反流的发生。扫描时深吸气后憋气, 可以减轻胸骨后间隙内左侧头臂静脉压迫, 但对右侧头臂静脉效果刚好相反, 且此时深吸气导致胸内压增高也加大了静脉血流回流的阻力^[6]。在病理性因素方面, 包括血管源性、外伤性、机械性疾病等, 造成血管管腔变窄或静脉流速缓慢, 静脉通道回流受阻。如外伤、胸口出口综合、上腔静脉综合征^[18-20]等使上肢静脉压增高引起静脉的侧支反流。以上患者解剖和病理性因素均可增加对比剂静脉反流机会。但上述研究也存在样本量少、对比剂剂量浓度及注射速度、患者个体差异等缺陷, 还需要增大样本量或多中心研究等进行验证。

3 对比剂静脉反流的技术因素

影响CTA对比剂静脉反流技术因素包括设备性能、扫描方案、对比剂使用、置管位置等。宽探测器可以缩短患者

闭气时间, 减少了呼吸运动引起的图像干扰和对比剂造成的伪影^[21], 也可以避免上文所述深吸气胸骨后间隙血管的压迫从而减少反流发生, 黄水平^[22]等通过分析比较头颈CTA不同靶血管监测点的血管充盈、有无对比剂反流等图像质量, 认为监测点对图像质量无明显影响。国内较多的研究对比了不同部位注射对比剂配合合理的注射方案可以有效减少静脉内的对比剂反流和浅表静脉对比剂污染^[23-24]。在对比剂使用上, 对比剂注射剂量过多, 超过血管的负荷, 可能导致对比剂残留并反流到周围静脉机率增大^[25]。注射速率过慢会导致造影效果不佳, 但是对比剂注射速率过快, 对比剂不良反应风险增加, 对比剂反流机率也增大, 反流量增多^[26]。此外, 对比剂温度可以减轻对比剂的黏滞性, 降低注射时静脉管腔内压力, 并改善患者的依从性和耐受性^[27]。其他医源性因素如导管破损、留置针型号, 留置针接口衔接不良及穿刺皮下位置不当等, 不仅会造成扫描失败和对比剂浪费, 增加患者不适感和辐射剂量, 同时增加了对比剂静脉反流及碘对比剂外渗风险。

4 对比剂静脉反流的途径

上肢静脉系统内吻合丰富, 头静脉和贵要静脉属支之间及各深静脉属支之间均有交通支相连^[28-29]。本课题根据静脉分支的走行, 以腋静脉-锁骨下静脉为界, 将肘静脉注射对比剂发生静脉反流的方向分为向上、下、前、后、内、外六个方向。向上反流静脉包括颈外静脉、颈内静脉、颈静脉、项静脉、甲状腺下静脉、髂前静脉及耳后静脉, 甚至可达到乙状窦、横窦等^[10], 其中以颈外静脉发生率较高, 产生的伪影干扰较重^[6]。向下反流可从胸廓内静脉至肋间静脉, 也可从奇静脉至食道静脉、胸椎静脉及椎旁静脉等; 向前反流静脉主要为颈前静脉、胸肩峰静脉、旋肱前静脉; 向后可以经过颈横静脉、肩胛上、下静脉、旋肩胛静脉、旋肱骨后静脉及胸背静脉反流。向内反流静脉主要为胸廓内静脉、内乳静脉, 当压力过大也可以直接或者通过上纵隔静脉反流至对侧无名静脉、锁骨下静脉。向外反流静脉主要为胸外侧静脉、头静脉反流。上述对比剂静脉反流可发生一个至数个方向, 其取决于静脉通道受压程度及闭塞等病变的部位。而闭塞后侧支循环的建立, 也往往有其一定的规律性可循^[30]。有研究通过回顾上腔静脉综合征侧支开放及反流, 验证了梗阻部位相应侧支循环范围和引流特点^[31]。

5 对比剂静脉反流的干预措施

依据上述反流原因、影响因素及反流途径, 我们可以采取针对性措施: 扫描前了解患者病史和检查目的, 进行上肢静脉评估, 训练患者呼吸, 采用头高足低位并上抬手臂抵抗轻度反流, 增加静脉血流的畅通性^[8,32]。静脉通道选择遵循国内专家共识^[33], 优先选择右肘静脉注射对比剂, 但对怀疑

头臂干或右侧颈总动脉起始段病变时则需考虑在左肘静脉注射对比剂^[34]。在留置针选取上, 可以选取 18G 留置针^[35]。其次重视对比剂的规范合理使用, 优化注射方案, 控制流速在合适范围, 国内专家共识^[36]推荐采用高浓度非离子型对比剂, 根据扫描类型和不同设备, 并基于可合理实现的最小辐射剂量原则, 建议低剂量扫描和(或)标准剂量扫描。中华医学会放射学分会及放射学分会心胸学组也分别对头颈部 CTA、主动脉 CTA 对比剂的浓度、剂量和流速作出推荐^[37-38]。扫描方案上从头侧向足侧的方式虽可以有效避免静脉伪影^[39], 但仍不足以完全消除静脉反流的伪影。还有研究选择下肢静脉注射, 虽能够减轻上腔静脉伪影, 但循环路径太长而受影响因素更多, 实际意义有待评估^[6]。其他如使用物理压迫静脉、药物改善血管通透性等方式相关报道较少, 未来可作为进一步研究方向。

6 总结和展望

综上所述, 在 CT 血管成像过程中, 由于各种因素的影响均可能产生对比剂静脉反流, 但是提前予以评估和甄别, 并针对性采取干预措施, 能够将其控制在可接受范围。而且随着影像设备改进及影像技术发展, 尤其是光谱 CT、光子计数 CT 在血管影像上的突出表现, 以及人工智能快速发展运用, 正在重塑临床诊断与治疗的格局, 相信将来无论在 CT 血管成像技术和诊断上, 还是质量控制上都将会得到更好的提高。

[参考文献]

[1]童鲜淇.64 排螺旋 CT 头颈血管成像临床应用研究进展[J]. 中国医疗器械信息,2023,29(11):56-58.

[2]刘燕.不同剂量静脉注射碘对比剂对冠脉 CTA 检查患者图像质量的影响[J]. 中西医结合心血管病电子杂志,2023,11(19):39-41+54.

[3]Pijnenburg L, Felten R, Javier RM. A review of avascular necrosis,of the hip and beyond[J]. Rev Med Interne,2020,41(1):27-36.

[4]Chen L,Hong G,Fang B,et al. Predicting the collapse of the femoral headdue to osteonecrosis:From basic methods to application prospects[J]. J Orthop Translat, 2017,11:62-72.

[5]覃永平,许梅海,冯冬梅,等.左右肘静脉注射对比剂对主动脉 CT 血管成像效果的对比研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2023,21(5):154-156.

[6]陈丹,瞿中威,张亚林等.头颈部 CT 增强中造影剂静脉返流征象及预防[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2012,(3):25-26.

[7]范超杰,张成德,叶飞霆.从血流动力学的角度分析下肢静脉静脉曲张[J]. 血管与腔内血管外科杂

志,2023,9(7):890-893,896.

[8]张红霞,何文.颈内静脉瓣膜功能不全与颈内静脉反流超声研究进展[J]. 中华医学超声杂志(电子版),2013,10(02):100-102.

[9]张作林,郭曙光.CHIVA:基于血流动力学原理治疗下肢静脉曲张的临床应用[J]. 西南国防医药,2021,31(4):357-359.

[10]陈丹,张亚林,瞿中威,等.头颈部 CT 增强扫描对比剂静脉反流及影响因分析[J]. 中国医学影像技术,2012,28(03):604-605.

[11]崔晶星,朱莉莉,王春儿,等.比较左右侧肘静脉注射对比剂对颈部CTA两侧颈动脉不同节段图像质量的影响[J]. 医学影像学杂志,2019,29(4):548-552.

[12]刘兴利,杜自宏,张湘敏等.基于血管显像仪的右上肢肘窝区浅静脉应用解剖研究[J]. 中国临床解剖学杂志,2021,39(3):269-275.

[13]王蔚,赵殿辉,张国良.对比剂异常静脉返流对CT血管造影和CT灌注检查影响的初探[J]. 中国现代临床医学,2005,004(3).

[14]张文姬,肖圣祥,苏峻.病人体位在CT增强扫描中对比剂利用效果影响的探讨[C]. 2018年浙江省影像技术学第四次学术年会论文汇编.中国浙江省嘉兴市,2018:34-35.

[15]吕发金,罗天友,谢鹏,等.头臂静脉的CT解剖学研究[J]. 中国医学影像技术,2007(11):1663-1665.

[16]徐华林,周寒松,陈万洪,等.经左右肘静脉注射造影剂对颈部CTA检查的影响[J]. 中国医疗设备,2019,34(5):82-88.

[17]覃永平,许梅海.左右肘静脉注射对比剂对不同部位CT血管成像效果影响的研究进展[J]. 中国医药科学,2022,12(01):43-46+66.

[18]徐勤,张越,傅菲等.MSCT 上肢静脉直接成像技术的应用[J]. 国际放射医学核医学杂志,2015(6):462-466.

[19]刘丹.胸廓出口综合征患者诊断中彩色多普勒血流显像的应用价值分析[J]. 影像研究与医学应用,2022,6(4):94-96.

[20]佟佳音,郝辉,李雪艳等.多排螺旋CT评估胸腔肿瘤所致上腔静脉综合征的影像学分型与诊断价值[J]. 现代肿瘤医学,2021,29(18):3270-3273.

[21]彭燕,张秀富,梁瑞鹏等.基于640层CT下不同型号的静脉留置针在头颈CT血管成像中的应用比较[J]. 影像研究与医学应用,2022,6(23):23-26.

[22]黄水平,严辉峰.头颈CTA数字减影技术不同靶血管监测点对图像质量影响分析[J]. 江西医药,2020,55(10):1518-1521.

[23]沈孟秋,杜其聪,董玉茹.不同部位注射对比剂对颈动脉血管CT造影图像质量的影响[J]. 武警医学,2022,33(06):49

3-496.

[24]张海燕,任丽.不同部位注射碘对比剂对CTA颈部动脉造影患者检查效果的影响[J]. 国际护理学杂志,2020,39(21):3978-3980.

[25]张贺,徐凯,王冲等.优化对比剂注射方案联合低剂量扫描模式在头颈部CTA中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志,2023,21(2):49-51.

[26]韩秋丽,廖玉荣,王甜.64排螺旋CT不同浓度对比剂在颈部血管成像中的应用价值[J]. 安徽医学,2016,37(11):1359-1362.

[27]张龙江,卢光明.全身CT血管成像诊断学[M]. 2版. 北京:军事科学出版社,2020:217.

[28]田青业,陆光庭,谭允西,等.肘关节的静脉回流及其临床意义[J]. 中国临床解剖学杂志,1993(1):34-36+83.

[29]李冬霖,庄彬娥,陈卢峰,等.上肢深静脉血栓中肺动脉栓塞的相关分析[J]. 中国卫生标准管理,2021,12(5):90-92.

[30]李治,樊健慧.直接法CTV在上肢深静脉疾病中的应用[J]. 世界最新医学信息文摘,2014,(32).

[31]项苓,丛小玲,杨艺等.B超引导下置入留置针在置管困难老年患者增强CT检查中的应用效果[J]. 中国血液流变学杂志,2022,32(3):473-476.

[32]王猛,高振华,冯仕庭.上肢体位对CT增强扫描中对比剂利用效果的影响[J]. 中国医学影像技术,2011(12):2524-2527.

[33]中华医学会影像技术分会.急性胸痛三联征多层螺旋CT检查技术专家共识[J]. 中华放射学杂志,2021,55(1):12-18.

[34] Tazume H, Okamoto K, Fukui T. Concomitant aorto-right subclavian artery bypass with off-pump

coronary artery bypass grafting: a case report[J]. J Cardiothorac Surg, 2017,12(1):90.

[35]彭燕,张秀富,梁瑞鹏等.基于640层CT下不同型号的静脉留置针在头颈CT血管成像中的应用比较[J]. 影像研究与医学应用,2022,6(23):23-26.

[36]中华医学会放射学分会医学影像人工智能工作组,北京医学会放射学分会人工智能学组,中国食品药品检定研究院.头颈动脉CT血管成像数据标注与质量控制专家共识[J]. 中华放射学杂志,2024,58(2):150-157.

[37]中华医学会放射学分会.头颈部CT血管成像扫描方案与注射方案专家共识[J]. 中华放射学杂志,2019,(02):81-87.

[38]中华医学会放射学分会心胸学组.主动脉夹层CT血管成像标注专家共识[J]. 中华放射学杂志,2024,58(3):250-257.

[39]吕仁锋,徐哲,闵南.不同扫描方向对头颈联合CT血管造影图像质量的影响[J]. 中国介入影像与治疗学,2011,8(4):271-274.

作者简介:

李定鑫(1984-),男,汉族,四川泸县人,本科学历,四川省泸县人民医院放射科工作,副主任医师,研究方向:心血管影像。

韦仁健(1981-),男,汉族,四川泸县人,本科学历,四川省泸县人民医院党委副书记,副主任医师,研究方向:影像人工智能与管理效能。

基金项目:

四川省泸州市医学会2024科研项目(项目编号2024-YXXM-133)。