

二氧化碳数字减影血管造影技术现状及临床应用

卢 伟 李彦豪

摘要:目的:评价二氧化碳数字减影血管造影技术(CO₂-DSA)在临床上的应用和效果。材料和方法:对 85 例患者行 CO₂-DSA,包括肝、肾、脾、肠系膜上动脉造影 75 例,腹主动脉及四肢动脉造影 3 例,直接门静脉造影 6 例,肝静脉造影 1 例。采用与气体造影相适应注射方法、投照条件及后处理方法以取得较好图像,同时进行碘剂造影对照。结果:CO₂-DSA 可较好显示靶血管的主干及 1、2 级分支,且可引导介入插管,尽管对细微结构显示较碘剂差,但在显示肝肿瘤的动-门脉短路(APS)、肿瘤血窦(包括海绵状血管瘤)、逆行显示门脉等方面优于碘剂造影,其副作用小。结论:CO₂-DSA 可取得准确、有用的血管造影图像,它是碘剂造影的必要补充,且安全性高。

Current Status in Technique and Clinical Application of CO₂-DSA

Lu Wei Li Yanhao

Department of Radiology, Nan Fang Hospital, First Military Medical University, Guangzhou 510515

ABSTRACT: Purpose : To evaluate clinical utility of carbon dioxide digital subtraction angiography (CO₂-DSA) . Materials and Methods: CO₂-DSA was performed in 85 patients including hepatic , renal, splenic, and super mesenteric arteriography in 75 cases, abdominal arteriography and extremity arteriography in 3 cases, direct portography in 6 cases, hepatic venography in 1 case. Delivery method met the behavior of the gas combination with optimal imaging technique and postprocessing method were applied in order to obtain image accuracy. The images quality of CO₂-DSA was then compared with that of conventional contrast agent arteriograms. Results: CO₂-DSA provided good visualization of the large vascular trunks and their 1st, 2nd. grade branches of the target vessels , which could be beneficial for guiding interventional procedures. It was inferior to the conventional DSA in visualization of small vessels, however, CO₂-DSA was superior to conventional DSA in the detection of arterioportal shunts (APS), tumor blood sinuses (including Cavernous hemangioma), retrograde visualization of portal vein. The side effects were minimal. Conclusion: CO₂-DSA could provide accurate, clinical useful vesicular images. CO₂-DSA is believed to be a safe and effective alternative to iodine contrast agent.

Key words: Carbon dioxide Digital subtraction angiography

使用离子型碘造影剂血管造影的各种副作用(包括过敏、肾毒性、发热、疼痛等)的发生率达 12.66% , 使用非离子型造影剂副反应率仍

达 3.13%^[1]。且其价格昂贵,国内患者使用受到限制。将 CO₂ 气体注入血管行数字减影血管造影(CO₂-DSA)可用于除心、脑以外的各种病

作者单位: 510515 广州第一军医大学南方医院放射科

变的诊断并介导介入放射操作^{12,31}。笔者通过动物实验证实国产医用纯 CO₂ 血管造影的安全性后,将其应用于临床。

资料和方法

一、临床材料

本组 85 例患者行 CO₂-DSA, 包括肝动脉造影 65 例,脾动脉造影 4 例,肾动脉造影 4 例,肠系膜上动脉造影 2 例,直接门静脉造影 6 例,肝静脉造影 1 例,腹主动脉及四肢动脉 3 例。同进行碘剂造影对照。

二、CO₂ 程控注射法

INSPECT 2005 型注射器 (German Vescu-lab) 包括 CO₂ 气罐、调压器、CO₂ 注射主机、脚踏注射开关和气管连接管组成,用耐压管一端通过调压器与 CO₂ 连接,另一端接主机并打开 CO₂ 气罐,主机接通电源后显示注射器内压力,调节压力为 4400-4600mPa 之间,系统将自动检查接管有无错误同时用 CO₂“冲净”注射系统内可能存在的空气,输入注射参数(注射用量、压力、导管内径等)且将输出管通过过滤器(防止血液返流入注射器)与导管连接,系统将自动感受患者血压情况并计算出注射时间。术者在防护屏后脚踏注射器和 DSA 采集脚闸即开始注射并采集图像。

手推法 CO₂-DSA 的方法为:用两个相互连通的三通开关将 CO₂ 气瓶、导管和注射器连接起,调节三通开关的方向以利进气、排气和注气,注射前先进气和排气 2、3 次,获取注射用 CO₂ 后注射器与导管连接注气。

三、造影技术

造影时嘱患者尽量摒气,减少运动性伪影。适应 CO₂ 的上浮特性,根据靶血管的血供方向尽量使靶血管在导管开口平面之上。

四、成像技术

应用 AFM 数字成像系统用低 kV(60~70kV)、高毫安(700~800mA)的曝光条件以

1024×1024 矩阵和 3.1 帧/秒的速度采集图像,根据情况可采用像素移动(pixel shifting)、边缘增强(edge enhancement)及积分蒙片减影(integrated mask subtraction)等,摄片行图像分析。

结 果

一、图像质量

CO₂-DSA 可清晰显示靶血管主干及其 1、2 级大分支,85 例中有 81 例(95%)取得满意图像,这些病人可根据 CO₂-DSA 图像行选择性或超选择性插管。但 CO₂-DSA 在显示 3 级以下细小血管、肿瘤新生血管和肿瘤染色均不及常规 DSA 清晰(图 1,2)

本组 65 例肝肿瘤(肝癌 54 例,肝海绵状血管瘤 7 例,肝转移瘤 4 例)CO₂-DSA 显示动-门脉短路(APS)者 41 例,而常规 DSA 显示 17 例,且该 17 例 APS 均经 CO₂-DSA 显示(附表),经配对计数资料的卡方检验,两组有显著性差异($P < 0.001$)。

附表 65 例肝肿瘤 CO₂ 和碘剂 DSA 显示 APS 的比较

CO ₂ -DSA	碘剂/DSA		合计
	+	-	
+	17	24	41
-	0	24	24
合计	17	48	65

$$\chi^2 = 22.04 \quad P < 0.001$$

CO₂-DSA 对肿瘤血窦显示优于常规 DSA,本组 18 例有明显肿瘤血窦的肝癌病例中,虽碘剂 DSA 均不同程度地显示了病灶,但 CO₂-DSA 显示其数量和范围均较碘剂好。其中 3 例 CO₂-DSA 显示血窦范围明显超过了常规 DSA 所显示的范围,经碘油栓塞后碘油沉积的部位与 CO₂-DSA 所显示血窦范围一致(图 3,4)。

比较 7 例肝海绵状血管瘤的 CO₂ 和碘剂 DSA 图像,发现 CO₂ 可更好地充盈瘤体的血

窦, CO₂-DSA 显示瘤体的密度较均匀, 形态完整, 边缘清晰, 锐利。血窦于动脉早期出现持续至静脉期, 同样可反映“早出晚归”的血流动力学改变(图 5, 6)。

二、副反应

CO₂ 血管造影的副作用较小, 本组仅 5 例患者出现一过性症状, 包括腹痛、腹部烧灼感、恶心等, 无远期并发症发生。

讨 论

一、已有的研究^[2,3]表明, 医用纯 CO₂ 是一种安全的血管造影剂, 它没有肝、肾副作用, 亦不会致机体的过敏反应, CO₂ 能快速溶解于血液, 且可经肺一次性排出体外, 血管内注入常规造影剂量的 CO₂ 极少有形成气栓的危险, 即使是大剂量的注射也不会引起动脉血气参数和血液动力学显著的变化。

二、CO₂-DSA 的主要适应证是对碘造影剂禁忌的病例, 包括肾功能不全、碘剂过敏、充血性心衰、严重高血压、甲亢等。应用 CO₂ 的主要禁忌证是严重呼吸衰竭患者。目前, CO₂ 不宜直接用于心、脑动脉造影。

三、CO₂ 可用手推、高压注射器或程控注射器注射, 因 CO₂ 是无色、可被压缩的气体, 所以前两种方法均很难使 CO₂ 被匀速线性注入, 往往在注射早期气体在注射器内被压缩, 当注射器内压超过血压时, CO₂ 骤然进入血管产生“爆发”性注入。用程控 CO₂ 注射器可同时控制注射量、压力和时间, 使 CO₂ 匀速线形注入, 且使用方便, 但其价格较为昂贵, 国内尚未普及。本文应用改良封闭手推二步注射法亦达到满意效果, 该法可避免误注空气和“爆发”性注入, 其结构简单, 操作技术容易掌握。

四、由于 CO₂ 比重较低, 因此高于导管开口的靶血管易于充盈, 而采用改变体位使靶血管抬高可得到较为清晰、真实的图像。如仰卧位有助于腹腔动脉、肠系膜上、下动脉的显影, 抬高

下肢 15~20° 有助于股动脉的显影。CO₂-DSA 时应用适当的后处理方法有助于提高图像清晰度, 移动性伪影可用像素移动、重配减影等手段加以消除; 对于边缘不够锐利的图像可用边缘增强方法使血管边缘选择性增强; 对于采集过程中移动较小的图像可行积分蒙片减影以改善信噪比, 将得到更为清晰得图像。针对气体充盈不良所致的串珠样图像, 国外已设计出“staging”后处理软件将多帧图像叠加起来形成一张完整反映血管壁的图像^[4]。

五、目前 CO₂-DSA 主要应用于腹主动脉及其分支、四肢动静脉、腔静脉及门静脉的造影, 可以清晰显示这些血管的狭窄、闭塞、侧支及血栓情况且可引导介入插管和治疗。在上肢静脉、门静脉和腔静脉的造影图像优于后者^[5]。CO₂-DSA 对实质器官的细小血管和肿瘤新生血管、肿瘤染色不及常规 DSA。但因低粘度的 CO₂ 可通过碘剂不易通过的较小的动-门(静)脉短路, 所以对这些病灶优于常规 DSA。

六、CO₂-DSA 对肿瘤血窦和肝海绵状血管瘤体大小、形态和边缘的显示较常规 DSA 要好, 其原因为: 低粘度的 CO₂ 易于通过较小的供血动脉进入扩张的血窦内, 同时由于 CO₂ 的浮力, 使之更易在窦腔内停滞、聚集, 从而对血窦、瘤体显示较好。常规造影必须是进入瘤体的碘剂与血窦内的血液充分混合才能使瘤体充分显影。由于血窦内血流速度慢, 含造影剂的血液不能快速与原留存在血窦内的血液混合, 仅使部分血窦显影, 还可因为造影剂过度稀释而显影较淡。CO₂-DSA 同样可表现出肝血管瘤的“早出晚归”现象, 其原因为: CO₂ 气体粘度低, 注入后可快速通过肝动脉分支到达瘤体, 因而可较早显示瘤体。“晚归”的原因为: 1. 有一定程度压缩的 CO₂ 在压力较低的血窦内迅速膨胀, 聚集形成大气泡, 使之与血液的接触面减少, 溶解速度减慢, 2. 当血液淤滞于血窦或瘤体内时, 必然使具有浮力的 CO₂ 较长时间取代淤滞的血液, 所以可以较长时间清晰显影。



图1 肝癌常规 DSA 对肝动脉主干及其 3~4 级分支显示清晰。



图2 同图1 病例。CO₂-DSA 对肝动脉主干及其 1~2 级分支显示较好,对 3 级以下分支显示不清。



图3 肝癌常规 DSA 显示少量肿瘤血窦。

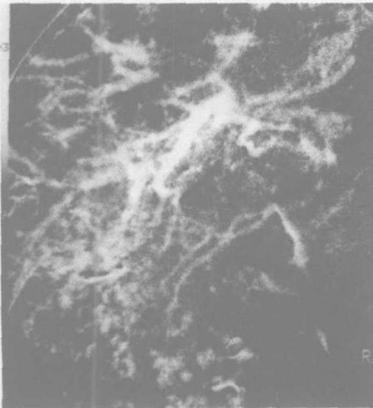


图4 同图3 病例。CO₂-DSA 显示肿瘤血窦的数量和范围明显超过常规 DSA。用碘油栓塞后,碘油沉积范围与 CO₂-DSA 显示血窦范围一致。

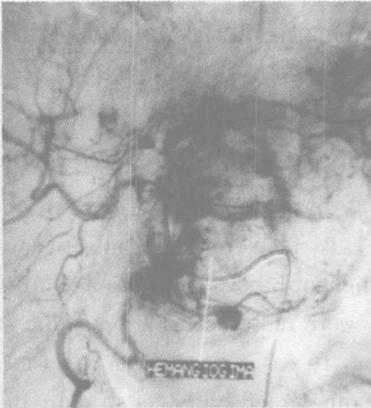


图5 肝海绵状血管瘤常规 DSA 仅见少量血窦显影,瘤体轮廓不清。

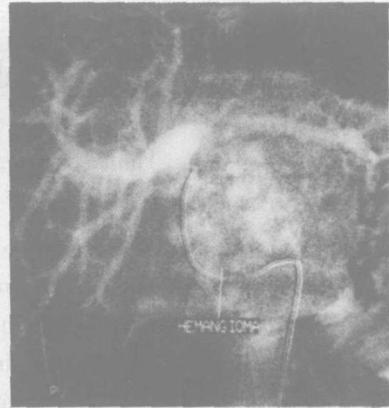


图6 同图5 病例。CO₂-DSA 显示整个瘤体,边缘清晰,同时可见门脉分支显影。

参考文献

1. Katayama H, Yamaguchi K, Kozuka T, et al. Aderse reaction to ionic and nonionic contrast media. *Radiology*, 1990, 175: 621.
2. Kerns SR, Hawkins IF. Carbon dioxide digital subtraction angiography: expanding application and technical evaluation. *AJR*, 1995, 164: 735.

3. Kerns SR, Hawkins IF, Sabetal FW. Current status of carbon dioxide digital subtraction angiography. *Radiologic Clinical of North American*, 1995, 33: 15.
4. Seeger JM, Self S, Hawkard TRS, et al. Carbon dioxide gas as an arterial contrast agent. *Ann Surg*, 1993, 217: 688.
5. Sullivan KL, Bonn J, Shapira MJ, et al. Venography with carbon dioxide as a contrast agent. *Cadiovase Intervent Radiol*, 1995, 18: 141.