

灌注成像在脑梗死中的应用

· 综述 ·

常恒 陶晓峰 综述 肖湘生 审核

【中图分类号】R445.2, R743.33 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2002)04-0361-03

常规 CT 和 MRI 检查在急性期脑梗死(发病后 6~72h)的诊断中发挥了重要作用,但对超急性期脑梗死(发病 6h 以内)的诊断敏感性低,而且不能提供梗死区的血液动力学和代谢改变信息^[1,2]。近年来,随着设备的不断进步和新技术的发展,如脑 CT 灌注(CT perfusion)、磁共振弥散加权成像(MR diffusion-weighted imaging, DWI)、磁共振灌注加权成像(MR perfusion-weighted imaging, PWI),使得影像学检查对脑梗死进行更早期、快速、准确的诊断,并获得相关的血液动力学参数和代谢改变信息成为可能。

研究现状

发病 6h 之内的脑梗死属超急性期脑梗死。以前的脑梗死分期并无超急性期,只是在一些溶栓治疗成功开展,并且认为起病 3~6h 之内使效果最好和不良作用最小之后才出现这一新的分期。近年提出的缺血半暗带(penumbra)理论^[3-5]认为,脑梗死发生后在正常区和严重脑缺血区之间存在中间区,即边缘带(又称半影区),这部分组织是功能性电活动可恢复区,但这种恢复有一定时间限制。实验及临床研究证明,中风发病 3~6h 后,缺血半暗带将发展成为不可逆的梗死灶,尽可能地保存,挽救缺血半暗带内有活力的组织是近年来的治疗重点。所以目前急性缺血性卒中成像的关键在于寻找一种特征性判定可恢复性脑组织区域及梗死灶范围,即缺血半暗带的成像方法,以利于确定适当的治疗方案(包括选择溶栓的时机)。

急性脑缺血发生后,局部血液循环动力学相应发生变化,反映脑组织血液循环动力学的指标有很多,其中最重要和最常用的有三种^[6-8]: rCBV(相对脑血容积)、rCBF(相对脑血流速度)、MTT(平均通过时间)。根据中心容积定律,其关系是 $rCBF = rCBV / MTT$,其中 rCBF 是指单位时间内流经一定量脑组织血管结构的血流量,包括动脉(大、中、小动脉)、毛细血管、静脉、静脉窦,单位是 ml/min/100g; MTT 是指血液流经血管结构时间,包括动脉、毛细血管、静脉、静脉窦,所经过的路径不同,其通过时间也不同,因此用平均通过时间表示,主要反映的是对比剂通过毛细血管的时间,单位是秒(s); rCBV 是指感兴趣区内包括毛细血管和大血管在内的血管床容积,单位是 ml/g。rCBF 与 rCBV 成比例关系并相互依赖;而急性脑缺血病人由于侧支循环代偿水平以及局部脑组织生化代谢等方面的不同,这 3 个参数的变化也不完全一致。灌注成像就是利用血管内的对比剂所引起的感兴趣区组织的强化,根据不同的数学模型,计算这些参数。这种脑组织动态密度或信号变化表示的是血管结构的相应变化,因此血-脑屏障保持完整,对比剂无外渗的前提是非常重要的。

作者单位: 200003 上海,第二军医大学附属长征医院影像科
作者简介: 常恒(1975~),男,湖北人,博士,主要从事肿瘤介入工作。

原理与方法

1. CT 灌注成像

利用动态 CT 测定脑组织血流灌注量的理论基础来源于核医学数据处理技术。将放射性示踪剂静脉团注,经左室到达某器官后,其浓度不断上升,最终达到峰值。因此,组织血流量(OBF)与心输出量(CO)的关系是^[9]:

$$OBF/CO = gk \times A \times a / ga \times D$$

式中 gk 为组织时间-密度曲线的最大斜率; ga 为动脉时间-密度曲线的最大峰值; A 是组织时间-密度曲线与动脉时间-密度曲线的相交点, D 为注射的药物剂量; a 为 cm/s 与伯克勒尔射线的校正系数。

Miles 等^[10]认为放射学对比剂与放射性核素的药代动力学非常相似,因此上述原理也可适用于对比剂。可通过以下公式计算得出灌流量:

$$\text{灌流量}(\text{ml}/\text{min} \times \text{ml}) = \frac{\text{组织增强最大比值}(\text{HU}/\text{min})}{\text{动脉增强峰值}(\text{HU})}$$

以此公式为理论基础,脑 CT 灌注成像一般方法是:首先进行普通 CT 扫描,选定某一层面为重点观察层面,然后静脉内快速(团注法, 7~8ml/s)注入 40~50ml 对比剂后对选定层面进行单层连续扫描,约 30~40s((层厚 10mm, 120kV, 120~160mA, 扫描速度为 1 层/秒);获得感兴趣区动态时间-密度曲线后,通过工作站灌注软件处理,用 256 彩色显示每个像素的血流灌注状态,从而得到 CBF 图、CBV 图及 MTT 图等多个参数的伪彩图像。

上述方法的主要缺点是只能做单一层面扫描,一旦所选层面离梗塞区较远,容易得到假阴性的结果。因此美国的 Hamberg 等^[11]以 3ml/s 的流率注射 100ml 非离子型对比剂,通过螺旋扫描,得到每个体素内的 ΔHU 值(CT 值变化),计算绝对 PBV 值(灌注血液容积),此种方法最终可得到多层面的 PBV 图像和 CTA 图像。

2. 灌注 MRI(PWI)

PWI 是用来反映组织的微血管分布和血流灌注情况的磁共振检查技术,目前最常用的方法为动态对比增强敏感加权灌注 MRI。其基本原理是当顺磁性对比剂进入毛细血管床时,组织血管腔内的磁敏感性增加,引起局部磁场的变化,进而引起邻近氢质子共振频率发生改变,后者引起质子自旋失相,导致 T_2 或 T_2^* 值的减少,反映在磁共振影像上则是信号强度降低。对比剂首过期间,主要存在于血管内,血管外极少,血管内外浓度梯度最大,信号的变化受弥散因素影响很小,故能反映组织的血液灌注情况。灌注 MRI 与传统 MR 增强不同,传统 MR 增强是由于距离范围内的偶极-偶极作用而引起,灌注 MRI 采用团注顺磁性对比剂,利用其在脑微循环中引起的局部磁场不均匀性使 T_2^* 缩短,与引起 T_1 缩短的偶极-偶极作用不同,其范围较大^[12,13]。其基本方法是经静脉团注对比剂后,当对比

剂第一次(first-pass,首过)通过受检组织之前、之中和之后,采用快速扫描序列进行连续的多层面多次(如 50 次)成像,从而获得一系列动态的扫描图像。根据对比剂首过局部脑组织所引起的信号强度变化与时间的关系,可以绘制信号强度-时间曲线,根据信号强度-时间曲线可获得部分血液动力学参数的相对值,再通过工作站制成各种血液动力学指标图像。

急性脑缺血时的局部血液动力学改变

在正常生理状态下,局部相对脑血流量(rCBF)是由局部脑动脉灌注压(rCPP)和局部脑血管循环阻力(rCVR)决定的。根据 Powers^[14]报道,缺血区脑血液动力学改变可以分成三个阶段:①rCPP 正常时,rCBV 和 rCBV/rCBF(即 MTT)也维持正常的关系;②当 rCPP 下降时,脑血管将代偿性扩张,血管循环阻力降低以利于维持正常 rCBF。此时 rCBV 和 MTT 将增高,但脑组织的血液供应仍维持在正常水平,在此阶段脑动脉血供系统对其他原因造成的脑缺血代偿能力下降;③rCPP 继续下降,此时血管扩张已经达到最大程度,代偿性血管扩张将可能失代偿,但脑血流量达到最大后开始下降,此时 rCBV 仍然高于正常水平,MTT 明显增高,大脑的氧吸收系数增加以维持正常的能量代谢。在此阶段,脑缺血区尚未产生不可逆性损伤,如果脑组织的血供进一步下降,脑血管扩张失代偿,脑血管塌陷,rCBF 和 rCBV 下降,不足以维持正常的细胞代谢与功能,缺血区可能会产生不可逆损伤。rCBV 和 MTT 在脑缺血的最初阶段即发生变化,但 rCBV 在许多正常生理状态下均可发生变化,所以 MTT 被认为是一个比较敏感的脑缺血指征,在脑血容量处于正常值的上界时其即可增加,它基本上可确定脑缺血性病变范围。

目前认为^[15,16]:①CBF 下降,MTT 延长,CBV 正常或轻度增加者为半暗带,即功能可复性组织;②CBF 下降,MTT 延长,CBV 下降者为梗死组织;③CBF 正常或轻度增加,MTT 缩短或正常,CBV 增加为血流再灌注;④CBF 与 CBV 均显著增加为过度灌注信息。此标准灌注 CT 及灌注 MRI 均适用。这些参数的数值变化经工作站的处理,便能通过形象、直观的伪彩图显示出来。

临床应用及影像学比较

灌注成像能动态反映脑梗死区血液动力学的变化情况,这种动态观察对个体病例治疗方案的选择和调整具有重要的指导意义。当再灌注甚至过度灌注已经发生时,继续溶栓或扩容治疗将是必要甚至是危险的。尽管氙 CT、PET、单光子发射计算机断层成像(SPECT)也可提供脑血流量等组织灌注信息,但后者需使用核素,且同氙 CT 都需要特殊成像设备,加上图像采集时间长限制其临床应用。如何在发病早期适当地恢复有效的血供并避免过度灌注造成的损伤,是脑梗死治疗学亟待解决的重要课题。

CT 扫描是急性卒中病人最常用的影像学检查手段,灌注 CT 具有可推广性,通过计算血流量,协助诊断早期脑缺血,判断缺血范围并推测半暗带区域,随访观察病变发展变化,以及

进行临床治疗效果评估。其缺点主要是:需要快速团注对比剂,并非全部病人都可耐受;一般只能做单层或几个层面的观察,所能提供的灌注信息有限;病人受到 X 线辐射;同时由于 CT 本身无法克服的后颅窝伪影的影响,灌注 CT 不能显示小脑、脑干的梗塞。

脑灌注 MRI 可以快速、准确、几乎无创地评价脑微血管内的血液动力学变化,并很容易与常规 MR 同时进行,是目前较理想的同时反映脑梗死形态和功能的检查方法。但在某些时候灌注 MRI 表现与弥加权 MRI 表现存在一定差异,因此在临床应用时两者联合应用才更有说服力^[17,18],而为提高时间分辨率,这两种技术都只能在具有平面回波成像(EPI)能力的 MRI 应用。

虽然灌注成像在评价微循环的血液动力学变化方面有重要作用,但灌注 CT 和灌注 MRI 尚不能准确显示亚急性期脑梗死的血液动力学变化^[19],因为亚急性期脑梗死经常发生脑出血和血-脑屏障破坏,这会导致对比剂漏出,从而影响动态增强扫描时脑组织密度或信号变化的幅度。在临床中必须结合病史,谨慎评价脑灌注成像表现。

综上所述,灌注成像实质上观察的是脑组织在毛细血管期的血液灌注状况,现在这项技术主要应用于与 DSA 等其他影像学检查相结合,在常规增强 CT 和常规增强 MRI 尚不能确诊情况下,进行脑梗死的急性期、超急性期诊断,随访观察病变发展及溶栓等临床治疗方法的疗效。随着 CT 扫描(如快速电子束 CT、多排 CT)和 MRI 技术的发展,以及脑灌注计算方法的完善,可逐步用于观察皮层功能区灌注变化和定量计算。因此,灌注成像是一种临床适用范围广泛的非常有发展前途的成像技术^[20,21]。

参考文献

- 1 Mohr JP, Biller J, Hilal SK, et al. Magnetic resonance versus computed tomographic imaging in acute stroke[J]. Stroke, 1995, 26(5): 807-812.
- 2 Beauchamp NJ, Bryan PN. Acute cerebral ischemic infarction: a pathophysiologic review and radiologic perspective[J]. AJR, 1998, 171(1): 73-84.
- 3 陈星荣,沈天真. 脑梗死的影像学[J]. 中国计算机成像杂志, 2000, 6(1): 2-36.
- 4 Sorensen AG, Copen WA, Ostergaard, et al. Hyperacute stroke: simultaneous measurement of CBV, CBF and MTT[J]. Radiology, 1999, 210(2): 519-527.
- 5 Sorensen AG, Buonano FS, Gonzalez RG, et al. Hyperacute stroke: evaluation with combined multisection diffusion-weighted and hemodynamically-weighted echo-planar MR imaging[J]. Radiology, 1996, 199(5): 391-401.
- 6 Vonken EPA, Osch MJP, Bakker CJG, et al. Measurement of cerebral perfusion with dual-echo multi-slice quantitative dynamic susceptibility contrast MRI[J]. Magn Reson Imaging, 1999, 10(2): 109-117.
- 7 Beauchamp NJ, Barker PB, Wang PY, et al. Imaging of acute cerebral ischemia[J]. Radiology, 1999, 212(2): 307-324.
- 8 Barest GD, Sorensen AG, Gonzalez RG. Magnetic resonance imaging

- of cerebral infarction[J]. Top MRI, 1998, 9(4): 199-207.
- 9 Miles KA. Measurement of tissue perfusion by dynamic computed tomography[J]. Br J Radiol, 1991, 64(3): 409-412.
- 10 Miles KA, Hayball MP, Dixon AK. Functional images of hepatic perfusion obtained with dynamic CT[J]. Radiology, 1993, 188(8): 405-411.
- 11 Hamberg LM, Hunter GJ, Halpern EF, et al. Quantitative, high resolution measurement of cerebral vascular physiology with slip-ring CT[J]. AJNR, 1996, 17(4): 639-650.
- 12 Edelman RR, Mattle HP, Alkinson DJ, et al. Cerebral blood flow: assessment with dynamic contrast-enhanced T₂-weighted MR imaging at 1.5T[J]. Radiology, 1990, 176(7): 211-220.
- 13 Reith W, Forsting M, Volger H, et al. Early MR detection of experimentally induced cerebral ischemia using magnetic susceptibility contrast agents: comparison between gadopentetate dimeglumine and iron oxide particles[J]. AJNR, 1995, 16(1): 53-60.
- 14 Powers WJ. Cerebral hemodynamics in ischemic cerebrovascular disease[J]. Ann Neural, 1991, 29(2): 231-240.
- 15 Rempp KA, Brix GB, Wenz F, et al. Quantification of regional cerebral blood flow and volume with dynamic susceptibility contrast-enhanced MR imaging[J]. Radiology, 1994, 193(12): 637-641.
- 16 Nighoghossian N, Berthezene Y, Philippon B, et al. Hemodynamic parameter assessment with dynamic susceptibility contrast MRI in unilateral symptomatic internal carotid artery occlusion[J]. Stroke, 1996, 27(3): 474-479.
- 17 Lovblad KO, Laubach HJ, Baird AE, et al. Clinical experience with diffusion-weighted MR in patient with acute stroke[J]. AJNR, 1998, 19(6): 1061-1066.
- 18 Gray L, Macfall J. Overview of diffusion imaging[J]. MRI Clin North Am, 1998, 6(1): 125-138.
- 19 Rosen BR, Belliveau JW, Buchbinder BR, et al. Contrast agent and cerebral hemodynamics[J]. Magn Reson Med, 1991, 19(5): 285-292.
- 20 Nakayama Y, Ueno Y, Tanaka A, et al. Diagnostic value of perfusion MRI in classifying stroke[J]. Keio J Med, 2000, 49(Suppl): 51-54.
- 21 Konig M, Klotz E, Heuser L. Cerebral perfusion CT: theoretical aspects, methodical implementation and clinical experience in the diagnosis of ischemic cerebral infarction[J]. ROFO Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr, 2000, 172(3): 201-218.

(2001-09-04 收稿)

腹膜后巨大上皮样血管内皮细胞瘤一例

· 病例报道 ·

姜辉 刘禄明 李炎

【中图分类号】R735.4 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2002)04-0363-01

病例资料 患者,男,73岁。尿频、尿痛、夜尿增多1年。患者1年前无明显诱因出现尿频、尿痛,为排尿终末痛,并伴排尿不畅感,夜尿增多(3~4次/夜)。

查体:下腹部稍膨隆,下腹部偏右侧可扪及一约10cm×8cm质中包块,无压痛,边界不清,不活动。B超检查:膀胱右侧可探及15.7cm×7.3cm×10.6cm大小的不均质回声团块,边界尚清,形态欠规则,提示“盆腔实性占位性病变”。

CT检查:盆腔内腹膜后见约13.0cm×9.0cm×16.0cm的巨大不均质强化软组织肿块,内见斑片状低密度坏死及条索状高密度强化影,推压膀胱向左前方移位并分界不清,膀胱腔变形变小,左右两缘及后缘与小肠壁、直肠壁粘连,矢状重建示宽基底于骶椎前缘的梭形纵行生长的软组织肿块,向前突入腹腔内,达腹前壁,CT诊断为腹膜后恶性肿瘤。

手术所见:肿瘤位于盆腔腹膜后,占据整个盆腔,向上达脐部,将肠系膜向前、上推移,肿块固定且境界不清,质地中等,分离肿物与盆底的粘连,不能将膀胱壁显露,切开肿瘤的包膜,其内为烂鱼肉样组织,血运丰富,出血较多。

病理诊断:腹膜后上皮样血管内皮细胞瘤。

讨论 上皮样血管内皮瘤,又称组织细胞样血管内皮瘤,由具有组织细胞或上皮样表现的內皮细胞构成^[1]。文献检索

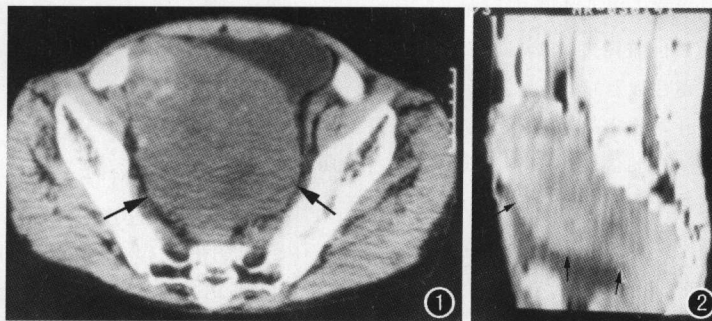


图1 盆腔内巨大形态不规则的实性组织肿块(→),推压膀胱变形并向左前移位。图2 矢状重建见骶椎前缘长梭形纵行生长肿块(→),向前突入腹腔内,前缘达腹前壁,挤压膀胱变形。

仅见于个案报道,可发生于脑、眼眶、纵隔、腹腔淋巴结、肾等部位,原发于腹膜后腔者未见报道,单发多见。症状体征无特异性,依据肿瘤发生部位、大小,及对周围脏器侵犯程度、范围不同而有所差异,20%为偶然发现。本例瘤体因受后腹膜局限,沿腹膜后腔纵行生长,并侵及邻近肠腔及膀胱壁,而以泌尿系症状首诊。从CT上与其它腹膜后恶性肿瘤难以鉴别,确诊需依据手术病理。

参考文献

- 1 刘彤华. 诊断病理学[M]. 北京:人民卫生出版社,1994. 739-740.

(2002-01-08 收稿)

作者单位:250101 山东,武警山东总队医院 CT室
作者简介:姜辉(1976~),男,山东威海人,医师,主要从事CT诊断工作。