

# 第三代双源 CT 全脑灌注在慢性缺血性脑病中的应用研究



江继成<sup>1</sup>, 乔英<sup>2</sup>

**摘要:**目的 探讨第三代双源 CT 全脑灌注在慢性缺血性脑病中的临床应用。方法 32 例单侧大脑中动脉(MCA)狭窄或闭塞病人行 CT 平扫和一站式全脑 CT 灌注成像(CTP)检查,脑 CTP 检查获得脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)、平均通过时间(MTT)、排空时间(TTD)、流入时间(TTS)及 Tmax 灌注伪彩图,同时获得动态 CT 血管成像(CTA),并根据 CTA 中 MCA 狭窄或闭塞后侧支循环状况,将 32 病人分成侧支丰富组和侧支减少组,比较两组 CTP 参数,并统计 CT 平扫和全脑 CTP 检查的辐射剂量。结果 32 例单侧 MCA 狭窄或闭塞病人,患侧与健侧比较,CBF 降低,CBV 增高,但差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。侧支丰富组病人患侧与健侧比较,CBF 降低,CBV 增高,MTT、TTD、TTS、Tmax 延长,患侧与健侧的 CBF、CBV、MTT 比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );患侧与健侧 TTD、TTS、Tmax 比较差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。侧支减少组患侧 CBF 降低,CBV 增高,患侧与健侧的 CBF、CBV 比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );MTT、TTD、TTS、Tmax 均延长,患侧与健侧比较差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。CT 平扫和全脑 CTP 总的辐射剂量均值为(2.41±0.11)mSv。结论 第三代双源 CT 全脑灌注 MCA 狭窄或闭塞可提供有价值的脑血流动力学信息和全面显示灌注异常范围,并且重建 CTA 可以显示血管狭窄或闭塞及侧支循环状况。

**关键词:**慢性缺血性脑病;大脑中动脉;双源 CT 全脑灌注;CT 血管成像;侧支循环

**中图分类号:**R743 R255.2 **文献标识码:**B **doi:**10.12102/j.issn.1672-1349.2019.09.033

第三代双源 CT 脑灌注扫描范围广,一次扫描可同时得到两种图像,其中脑 CT 灌注成像(CT perfusion, CTP)是功能成像,能反映脑组织血流灌注情况,同时联合 CT 血管成像(CT angiography, CTA)可提供供血动脉的血管狭窄部位、程度、侧支循环情况等,即一次扫描既得到全脑灌注信息,又得到脑血管信息。本研究对本院 32 例大脑中动脉(MCA)狭窄或闭塞病人进行全脑 CTP 检查,分析其灌注成像表现,探讨其临床应用价值。

## 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 选取 2018 年 3 月—2018 年 11 月我院神经外科收治的 32 例 MCA 狭窄或闭塞的病人,其中男 22 例,女 10 例,年龄 27~70(53.13±9.48)岁;病人都进行全脑 CTP 检查,并 1 周内接受数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)检查。纳入标准:单侧 MCA 狭窄或闭塞的病人;影像资料完整的病人。排除标准:严重的肝、肾功能不全的病人;甲状腺功能异常病人;对碘过敏者。

**1.2 CT 平扫、CTP 检查方法** 使用西门子第三代双源 Force CT 机。病人仰卧位,头先进,并利用固定带对头颅进行固定。首先行头颅 CT 平扫,层厚、层间距

均为 5 mm。然后行全脑 CTP 检查,经肘前静脉以 5 mL/s 流率注射 40 mL 碘海醇(370 mg I/mL),随后按同样流率注射生理盐水 40 mL;注射对比剂后,延迟 6 s 开始连续动态扫描 26 期,扫描时间长为 39.39 s。扫描参数:球管电压 80 kV,球管电流 40 mAs,扫描范围 114 mm,球管旋转时间为 0.25 秒/转。所得的原始数据以卷积核 H30f 重建为层厚 1.5 mm、层间距 1.0 mm 的薄层图像,用于动态 CTA 成像;另以卷积核 H30f 重建层厚 5.0 mm、层间距 3.0 mm 的厚层图像,用于灌注参数图分析。

**1.2.1 灌注参数分析** 扫描的灌注数据利用 Siemens Syngo.via 后处理工作站,使用 CT Neuro Perfusion 软件处理后,得到脑血流量(cerebral blood flow, CBF)、脑血容量(cerebral blood volume, CBV)、平均通过时间(mean transit time, MTT)、排空时间(time to drain, TTD)、流入时间(time to start, TTS)及 Tmax (time to maximum)灌注伪彩图。由两位高级职称的神经影像诊断医师采用双盲法对图像进行分析,灌注异常区意见不一时,通过讨论达成一致。在灌注异常最大层面上选取感兴趣区,通过 CT Neuro Perfusion 后处理软件自动生成患侧感兴趣区及以中线为镜面健侧的 CBF、CBV、MTT、TTD、TTS 及 Tmax 值。并通过 CTA 分析结果,进一步比较侧支丰富组和侧支减少组的灌注参数。

**1.2.2 动态 CTA 分析** 1.5 mm 层厚 CTA 数据在 Siemens Syngo.via 后处理工作站,使用血管软件后处理,得到 26 期动态 CTA 图像(4D-CTA),后处理方法

**作者单位** 1.山西医科大学(太原 030001);2.山西医科大学第一医院

**通讯作者** 乔英, E-mail: 15103462912@163.com

**引用信息** 江继成, 乔英. 第三代双源 CT 全脑灌注在慢性缺血性脑病中的应用研究[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17(9): 1399-1402.

包括 VRT、MIP 和 MPR。侧支循环状况评分及分组,以健侧 MCA 各级血管显影为对照,对患侧侧支循环状况进行评分<sup>[1]</sup>: 0% (缺乏侧支)、0%~49%、50%~99%、100%。定义侧支血管≥50% 为侧支丰富组;侧支血管 < 50% 为侧支减少组。

**1.3 DSA 检查方法** 32 例病人均行全脑动脉造影检查。使用 Philips Neurostar 血管造影机,常规采用 Sedingner 技术穿刺股动脉插管,行选择性全脑血管造影,多角度投照、全方位观察。统计每个病人的头颅平扫和全脑 CTP 的辐射剂量及总的辐射剂量。

**1.4 统计学处理** 全部灌注数据经 SPSS 22.0 软件进行统计学处理,计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,所有病人患侧和健侧的各项灌注参数均应用配对 *t* 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 CT 平扫** 32 例单侧 MCA 狭窄或闭塞病人中,20 例未见异常,12 例可见陈旧腔隙性脑梗死病灶。

**2.2 CTP 检查** 所有病人均获得良好的全脑 CTP 图像,所有病人顶叶均受累,其中 30 例额叶受累,23 例颞叶受累,12 例基底节区受累,9 例枕叶受累,另有 7 例岛叶受累。32 例病人的 CTP 参数分析结果见表 1,10 例侧支丰富病人 CTP 参数分析结果见表 2,22 例侧支减少病人 CTP 参数分析结果见表 3。32 例病人中,患侧和健侧比较,CBF 降低,CBV 增高,但差异无统计学意义(*P* > 0.05);MTT、TTD、TTS、Tmax 均延长,差异有统计学意义(*P* < 0.01)。10 例侧支丰富者(见图 1),患侧与健侧比较,CBF 降低、CBV 增高,MTT、TTD、TTS、Tmax 延长,患侧与健侧的 CBF、CBV、MTT 差异无统计学意义(*P* > 0.05);患侧与健侧的 TTD、TTS、TMAX 差异有统计学意义(*P* < 0.01)。22 例侧支减少者(见图 2),患侧和健侧比较,CBF 减低,CBV 增高,但差异无统计学意义(*P* > 0.05);MTT、TTD、TTS、Tmax 均延长,差异有统计学意义(*P* < 0.01)。

表 1 32 例单侧 MCA 狭窄或闭塞病人患侧与健侧 MCA 供血区灌注参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

侧别	CBF[mL/(100 g·min)]	CBV(mL/100 g)	MTT(s)	TTD(s)	TTS(s)	Tmax(s)
患侧	50.13±11.81	3.67±0.87	5.72±1.32	7.97±1.74	2.59±1.01	5.13±1.31
健侧	55.20±17.80	3.41±0.94	4.42±0.65	4.50±1.05	0.81±0.47	2.33±0.74
<i>t</i> 值	-1.94	1.56	5.82	13.74	11.85	15.25
<i>P</i>	>0.05	>0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

表 2 10 例侧支丰富组病人患侧与健侧 MCA 供血区灌注参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

侧别	CBF[mL/(100 g·min)]	CBV(mL/100 g)	MTT(s)	TTD(s)	TTS(s)	Tmax(s)
患侧	47.85±10.05	3.50±0.79	5.54±1.70	8.62±2.08	3.28±1.15	5.85±1.50
健侧	55.15±19.07	3.36±0.97	4.37±0.75	4.62±1.31	0.87±0.57	2.46±0.94
<i>t</i> 值	-1.35	0.42	2.00	6.22	7.83	8.15
<i>P</i>	>0.05	>0.05	>0.05	<0.01	<0.01	<0.01

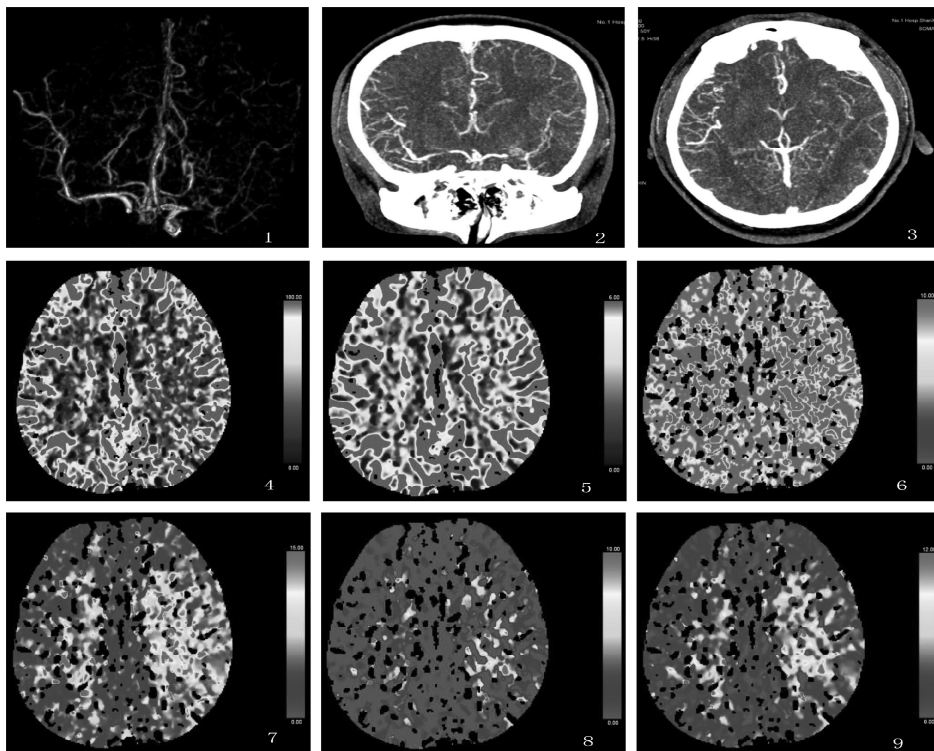
表 3 22 例侧支减少组病人患侧与健侧 MCA 供血区灌注参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

侧别	CBF[mL/(100 g·min)]	CBV(mL/100 g)	MTT(s)	TTD(s)	TTS(s)	Tmax(s)
患侧	51.17±12.61	3.75±0.91	5.80±1.15	7.68±1.53	2.28±0.78	4.80±1.10
健侧	55.22±17.65	3.43±0.95	4.45±0.61	4.44±0.95	0.78±0.43	2.27±0.65
<i>t</i> 值	-1.36	1.62	6.86	14.7	11.33	15.23
<i>P</i>	>0.05	>0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

**2.3 动态 CTA** 32 例单侧 MCA 狭窄或闭塞病人重建动态 CTA 图像显示,单侧 MCA 重度狭窄病人 4 例(均为左侧);单侧 MCA 闭塞病人 28 例,其中右侧 MCA 闭塞病人 8 例,左侧 MCA 闭塞病人 20 例;侧支丰富者 10 例,侧支不良者 22 例。动态 CTA 图像示血

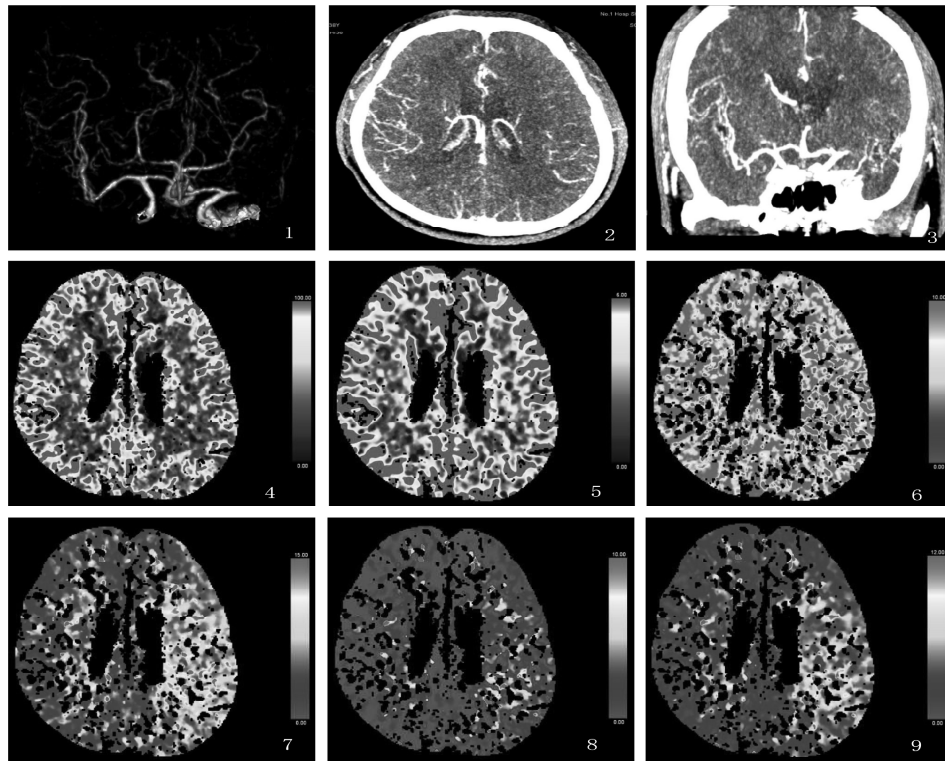
管狭窄或闭塞均与 DSA 检查结果一致。

**2.4 辐射剂量** 头颅 CT 平扫辐射剂量为(1.17±0.11) mSv,全脑 CTP 辐射剂量为 1.23 mSv,总的辐射剂量为(2.41±0.11) mSv。



男, 50 岁, 右侧头晕肢体麻木无力 3 个月入院。图 1~3 为动脉 CTA 图, 左侧大脑中动脉闭塞, 侧支血管 >50%, 提示侧支丰富。图 4~9 为脑灌注伪彩图(CBF、CBV、MTT、TTD、TTS、Tmax)示, 患侧 CBF、CBV 未见明显异常, 患侧 MTT、TTD、TTS、Tmax 明显延长, 且 MTT、TTD、Tmax 显示缺血范围明显大于 TTS

图 1 侧支丰富者 CTA、CTP 检查结果



男, 38 岁, 右侧肢体无力 2 个月入院。图 1~3 为动脉 CTA 图, 左侧大脑中动脉闭塞, 侧支血管 <50%, 提示侧支减少。图 4~9 为脑灌注伪彩图(CBF、CBV、MTT、TTD、TTS、Tmax)示, 患侧 CBF、CBV 未见明显异常, 患侧 MTT、TTD、TTS、Tmax 明显延长, 且 TTD、Tmax 显示缺血范围大于 MTT、TTS

图 2 侧支减少者 CTA、CTP 检查结果

### 3 讨论

**3.1 全脑 CTP 检查** 对于 64 层以下的螺旋 CT, 由于扫描时间及辐射剂量的限制, 无法实现全脑灌注扫描, 目前, 随着双源 CT 及 64 层以上更高层数多排螺旋 CT 的发展, CT 横断面扫描范围已经超过 100 mm, 可以覆盖全脑, 并实现一站式 CTP 检查。有学者提出可从 CTP 数据中生成 CTA<sup>[2]</sup>, Smit 等<sup>[3]</sup>也提出一站式 CTP 可行性。黎佩君等<sup>[4]</sup>研究显示 CTP 有效剂量为 2.12 mSv, 而本研究全脑 CTP 的辐射剂量为 1.23 mSv, CT 平扫+全脑 CTP 的总辐射剂量为 2.41 mSv。第三代双源 Force CT 可实现低剂量一站式 CTP 检查, 即一次全脑 CTP 扫描, 可同时获取全脑灌注参数及 CTA 数据。

**3.2 全脑 CTP 重建动态 CTA** 随着先进技术的发展, 越来越多的影像学可用于侧支循环的评价。DSA、CTA、磁共振血管成像 (MRA)、经颅多普勒超声 (TCD)<sup>[5]</sup>可提供血管状态和结构解剖学的明确信息。DSA 作为脑血管解剖评价的金标准, 能够动态地显示动脉狭窄或闭塞后侧支循环血管, 但却是侵入性检查, 通常在考虑血管内治疗时应用, 一般不应用于突发紧急情况<sup>[6]</sup>。部分研究显示 CTA 在评估 Willis 环解剖变化方面具有较高的准确性<sup>[7-8]</sup>。全脑灌注一站式扫描中动态 CTA 较常规单期 CTA 能更有效地评估动脉的狭窄程度和侧支循环状态<sup>[9]</sup>; 同时可以联合 CTP 评估脑组织的血流灌注, 为临床医疗方式的选择提供丰富信息。本研究中 32 例病人的 4D-CTA 图像均良好地显示病变血管程度及侧支循环状态, 与 DSA 检查结果保持一致。

**3.3 MCA 狭窄或闭塞的脑 CTP 表现** 全脑灌注成像的灌注参数对临床结果的预测具有额外价值<sup>[10]</sup>。本研究中 32 例大脑中动脉狭窄或闭塞病人患侧与健侧 CBF、CBV 比较差异无统计学意义; 王宏等<sup>[11]</sup>认为, 在缺血缓解期, 小动脉痉挛解除或病变血管再通, 同时局部脑血管无代偿扩张, 病变区的 CBF、CBV 处于正常水平。MTT 可以看作脑灌注压的指标, MTT 延长提示脑灌注压的下降<sup>[12]</sup>。本研究中侧支循环丰富组中患侧与健侧 MTT 差异无统计学意义, 而侧支减少组中患侧 MTT 明显延长, 这可能是侧支循环形成不良造成脑灌注压的降低。TTD 是时间参数, TTD 的延长反映了对比剂流出时间延长, 提示血流速度缓慢。有学者提出 TTD 及 Tmax 对缺血反应最敏感<sup>[13]</sup>, 本研究中两组病人患侧较健侧 TTD、TTS 及 Tmax 均有明显延长, 不受侧支循环影响, 对鉴别正常脑组织与缺血脑组织具有一定意义, 其中 TTS 的具体意义有待进一步研究。

本研究的不足之处在于: 本研究中 32 例单侧 MCA 狭窄或闭塞病人中侧支丰富组病例数较少, 另大部分病人为单侧 MCA 闭塞, 没有具体区分 MCA 狭窄程度与灌注参数变化, 故因加大样本量, 进一步研究血管狭窄程度、侧支循环状态及脑血流动力学参数三者间的关系。

总之, 第三代双源 Force CT, 具有扫描速度快、辐射剂量低等突出特点, 其一站式扫描不仅能评估脑组织灌注状态, 而且能判断供血血管的狭窄程度及部位, 可以为临床诊疗提供重要依据。

#### 参考文献:

- [1] SMIT E J, VONKEN E J, VAN SEETERS T, *et al* . Timing-invariant imaging of collateral vessels in acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2013, 44(8):2194-2199.
- [2] VAN ANDEL H A, VENEMA H W, MAJOIE C B, *et al* . Intracranial CT angiography obtained from a cerebral CT perfusion examination[J]. *Med Phys*, 2009, 36(4):1074-1085.
- [3] SMIT E J, VONKEN E J, MEIJER F J, *et al* . Timing-invariant CT angiography derived from CT perfusion imaging in acute stroke: a diagnostic performance study[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2015, 36(10):1834-1838.
- [4] 黎佩君, 黄鹰, 梁长虹, 等. 迭代重建算法 CT 灌注成像与 CT 血管造影在缺血性脑血管病中的诊断价值[J]. *中国医学影像学杂志*, 2013, 21(12):881-885;890.
- [5] HENDRIKSE J, KLIJN C J, VAN HUFFELEN A C, *et al* . Diagnosing cerebral collateral flow patterns: accuracy of non-invasive testing [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2008, 25(5):430-437.
- [6] LIU X, PU Y H, PAN Y S, *et al* . Multi-mode CT in the evaluation of leptomeningeal collateral flow and the related factors: comparing with digital subtraction angiography[J]. *Neurol Res*, 2016, 38(6): 504-509.
- [7] BOHATYREWICZ R, SAWICKI M, WALECKA A, *et al* . Computed tomographic angiography and perfusion in the diagnosis of brain death[J]. *Transplant Proc*, 2010, 42(10):3941-3946.
- [8] HAN A, YOON D Y, CHANG S K, *et al* . Accuracy of CT angiography in the assessment of the circle of willis: comparison of volume-rendered images and digital subtraction angiography [J]. *Acta Radiol*, 2011, 52(8):889-893.
- [9] FRÖLICH A M, SCHRADER D, KLOTZ E, *et al* . 4D CT angiography more closely defines intracranial thrombus burden than single-phase CT angiography[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2013, 34(10):1908-1913.
- [10] BORST J, BERKHEMER O A, ROOS Y B, *et al* . Value of computed tomographic perfusion based patient selection for intraarterial acute ischemic stroke treatment [J]. *Stroke*, 2015, 46(12): 3375-3382.
- [11] 王宏, 许建铭, 李晓兵, 等. CT 脑灌注成像结合 CTA 对脑梗死前期诊断的研究[J]. *临床放射学杂志*, 2009, 28(12):1593-1597.
- [12] CIANFONI A, COLOSIMO C, BASILE M, *et al* . Brain perfusion CT: principles, technique and clinical applications [J]. *Radiol Med*, 2007, 112(8):1225-1243.
- [13] BIVARD A, SPRATT N, LEVI C, *et al* . Perfusion computer tomography: imaging and clinical validation in acute ischaemic stroke [J]. *Brain*, 2011, 134(11):3408-3416.

(收稿日期: 2019-02-23)

(本文编辑 郭怀印)