

## ◆ 胸部影像学

# MSCT perfusion imaging in diagnosis of breast cancer

*LI Li-yan<sup>1</sup>, ZHOU Shun-ke<sup>1\*</sup>, LIU Jun<sup>1</sup>, TAN Ze-bing<sup>2</sup>,  
MEI Xi-long<sup>1</sup>, TANG Zhong-hua<sup>3</sup>, SUN Hua<sup>4</sup>*

*(1. Department of Radiology, Xiangya Second Hospital, Central Southern University,  
Changsha 410011, China; 2. Department of Radiology, PLA National Defense Science and  
Technology University Hospital, Changsha 410073, China; 3. Department of Thyroid and  
Breast Surgery, Xiangya Second Hospital, Central Southern University, Changsha 410011,  
China; 4. Department of Radiology, Jilin Second Central Hospital, Jilin 132001, China)*

**[Abstract]** **Objective** To study the characteristics of MSCT perfusion imaging (MSCTPI) in breast cancer, breast benign tumors and corresponding non-tumor normal tissues. **Methods** MSCTPI was performed on 38 patients with breast tumors. Chi-square tests and independent samples *t*-test were applied to compare the TDC types and perfusion parameters' values of breast cancer, breast benign tumors and corresponding non-tumor breast tissues. Perfusion parameters included maximum intensity projection (MIP), average value (AV), blood flow (BF), blood volume (BV), time to start (TTS), time to peak (TTP), permeability surface (PS) and Patlak blood volume (PBV). **Results** TDC of corresponding non-tumor breast tissues were all flat-type. Among outflow-type and platform-type TDC, 76.47% and 71.43% were breast cancer, while 85.72% breast tumors with inflow-type TDC were benign. The means of BF, BV, PS and PBV in breast cancer were higher than those of benign breast tumor and corresponding non-tumor normal tissues. The means of MIP, AV, BF, BV and PBV of center zone were lower than those of boundary zone in breast cancer focus  $\geq 2.0$  cm, while the means of MIP, AV, BF, BV and PBV of center zone were higher than those of boundary zone in benign breast tumors. **Conclusion** Breast cancer has special MSCTPI characteristics that being helpful to the diagnosis and differential diagnosis of breast cancer.

**[Key words]** Tomography, X-ray computed; Perfusion imaging; Breast neoplasms

## MSCT 灌注成像诊断乳腺癌

*李丽艳<sup>1</sup>, 周顺科<sup>1\*</sup>, 刘军<sup>1</sup>, 谭泽兵<sup>2</sup>, 梅习龙<sup>1</sup>, 唐中华<sup>3</sup>, 孙划<sup>4</sup>*

*(1. 中南大学湘雅二医院放射科,湖南 长沙 410011; 2. 中国人民解放军国防科大医院放射科,湖南  
长沙 410073; 3. 中南大学湘雅二医院乳甲外科,湖南 长沙 410011;  
4. 吉林市第二中心医院放射科,吉林 吉林 132001)*

**[摘要]** 目的 观察乳腺癌、乳腺良性实质肿瘤及乳腺癌旁正常腺体组织的 MSCT 灌注成像特征。方法 对 38 例乳腺实质肿瘤患者行灌注扫描。比较乳腺癌、乳腺良性实质肿瘤和乳腺癌旁正常腺体组织的 TDC 和 MIP、AV、BF、BV、TTS、TTP、PS 和 PBV 等灌注参数,采用  $\chi^2$  检验、独立样本 *t* 检验进行统计学处理。结果 癌旁正常乳腺腺体组织 TDC 均为平坦型,流出型和平台型中分别有 76.47%、71.43% 为乳腺癌,而流入型 85.72% 为良性实质肿瘤。乳腺癌的 BF、BV、PS、PBV 均高于良性实质肿瘤及癌旁正常乳腺腺体组织。最大径 2.0 cm 以上的乳腺癌和乳腺良性实质肿瘤的中心带与边缘带瘤组织 MIP、AV、BF、BV、PBV 差异有统计学意义,乳腺癌中心带低于边缘带,良性实质肿瘤反之。结论 MSCTPI 对乳腺癌的诊断、鉴别诊断具有重要价值。

**[关键词]** 体层摄影术,X 线计算机;灌注成像;乳腺肿瘤

**[中图分类号]** R814.42; R737.9 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2009)09-1573-04

**[基金项目]** 中南大学创新基金(ZRD28)。

**[作者简介]** 李丽艳(1971-),女,吉林省吉林人,硕士,主治医师。研究方向:影像诊断及介入治疗。E-mail: lily\_chsh@126.com

**[通讯作者]** 周顺科,中南大学湘雅二医院放射科,410011。E-mail: shk@medmail.com.cn

**[收稿日期]** 2008-12-26 **[修回日期]** 2009-06-15

随着多层螺旋CT(multi-slice CT, MSCT)的广泛应用, MSCT灌注成像(MSCT perfusion imaging, MSCTPI)技术已经逐步应用于脑血管病变和脑肿瘤的评价,但应用于乳腺肿瘤方面的研究国内外仍处于起步阶段<sup>[1-3]</sup>。本研究对53个乳腺癌及良性实质肿块进行MSCTPI检查,以探讨乳腺癌的血流灌注特点。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集2007年7~12月于我院接受B超或体检发现乳腺肿瘤的38例(53个肿瘤)女性患者,年龄12~63岁,平均41.9岁。所有病例均有完整的临床资料、手术病理资料,包括乳腺癌27例(28个肿瘤),良性实质肿瘤11例(25个肿瘤)。乳腺癌组中,导管内癌4例,浸润型导管癌19例(20个肿瘤),浸润型小叶癌1例,混合型3例;良性实质肿瘤组中,导管内乳头状瘤7个,纤维瘤6个,纤维腺瘤12个。病灶最大径0.8~10.8 cm,平均2.8 cm,其中最大径超过2.0 cm者包括20个肿瘤块和13个良性实质肿瘤。全部患者于月经结束后3~5天接受CT扫描,无对比剂过敏及心、肝、肾等重大脏器功能衰竭者。

### 1.2 扫描设备及检查方法

**1.2.1 扫描设备与准备** 使用Siemens Sensation 64层螺旋CT扫描仪。扫描前经肘正中静脉穿刺18G静脉留置针,训练患者呼吸,确保扫描过程中患者静止不动,使各扫描序列中病灶保持同一位置。

**1.2.2 检查方法** 常规CT平扫:患者俯卧于检查床上的自制木制支架上,双臂上举,乳房自然下垂。于吸气末扫描,平

扫范围自腋窝顶至乳腺下缘水平。扫描参数为管电压120 kV,管电流100 mAs,探测器宽64×0.6 mm,采用容积采集,重建层厚及间距为7.0 mm。确定病变部位,选择肿瘤最大层面为灌注扫描层面。灌注扫描成像:自动高压注射器以7 ml/s注射流率经前臂静脉注入20 ml生理盐水确定无渗漏后,以6 ml/s注射流率注入300 mgI/ml非离子对比剂50 ml,再以同样速率注入20 ml生理盐水,延迟5 s,选用多层连续动态电影扫描模式行灌注扫描,扫描条件同平扫,探测器宽度24×1.2 mm,重建层厚为4×7.2 mm。扫描分3个序列,每个序列时间为30 s,间隔10 s让患者呼吸换气。每个扫描序列的每次球管曝光时间为0.5 s,间隔分别为0.5 s、2.5 s、4.5 s,总共得到4×46幅图像。

**1.3 图像后处理** 将扫描数据传送到Siemens Leonardo工作站,采用Siemens Body Perfusion(Leonardo 2006A)软件处理数据。避开血管分别选取乳腺肿瘤、肿瘤旁非瘤乳腺腺体组织为

兴趣区,最大径>2.0 cm的肿瘤分别取肿瘤中心带和边缘带为兴趣区,软件自动处理得出各兴趣区的时间-密度曲线(time-density curve, TDC)及最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)、增强平均值(average value, AV)、血流量(blood flow, BF)、血容量(blood volume, BV)、灌注起始时间(time to start, TTS)、灌注峰值时间(time to peak, TTP)和血管表面通透性(permeability surface, PS)、Patlak血容量(Patlak blood volume, PBV)等灌注参数均值和标准差。

**1.4 数据分析** 采用SPSS 11.5统计软件,不同组织各灌注参数的比较采用独立样本t检验;各型TDC乳腺实质肿瘤恶性率的比较采用χ<sup>2</sup>检验。P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 乳腺癌与癌旁正常乳腺腺体组织灌注参数的比较** 乳腺癌患者27例,共计28个肿瘤,其中2个肿瘤较大无法测量癌旁正常乳腺腺体组织,选取余26个肿瘤同层面癌旁腺体组织进行灌注参数比较,乳腺癌组织的MIP、AV、BF、BV、PS、PBV均高于癌旁正常组织,差异有统计学意义(表1)。

**2.2 乳腺癌与乳腺良性实质肿瘤TDC类型及各灌注参数的比较**

**2.2.1 乳腺癌与乳腺良性实质肿瘤TDC类型的比较** TDC按其形态分为四型:平坦型曲线上下波动,无迅速上升趋势;流入型曲线显示动脉期迅速强化,其后仍维持缓慢上升趋势;流出型曲线显示动脉期迅速强化达峰值,其后迅速下降;平台型曲线显示动脉期迅速强化达峰值,其后无明显上升或下降,

表1 乳腺癌与癌旁正常乳腺腺体组织各灌注参数的比较

参数	癌(n=28)	癌旁(n=26)	t值	P值
MIP(HU)	64.98±16.01	24.49±11.89	10.49	<0.01
AV(HU)	39.61±11.75	12.38±7.56	10.04	<0.01
BF[ml/(100 ml·min)]	63.93±36.92	9.89±11.89	7.13	<0.01
BV(ml/100 ml)	8.47±3.44	1.58±1.62	9.30	<0.01
TTS(s)	8.89±1.69	8.82±4.42	0.08	0.93
TTP(s)	19.04±4.27	19.33±7.60	-0.17	0.86
PS[ml/(100 ml·min)]	19.52±10.87	7.31±7.29	4.81	<0.01
PBV(ml/100 ml)	13.29±10.22	5.01±5.20	3.71	<0.01

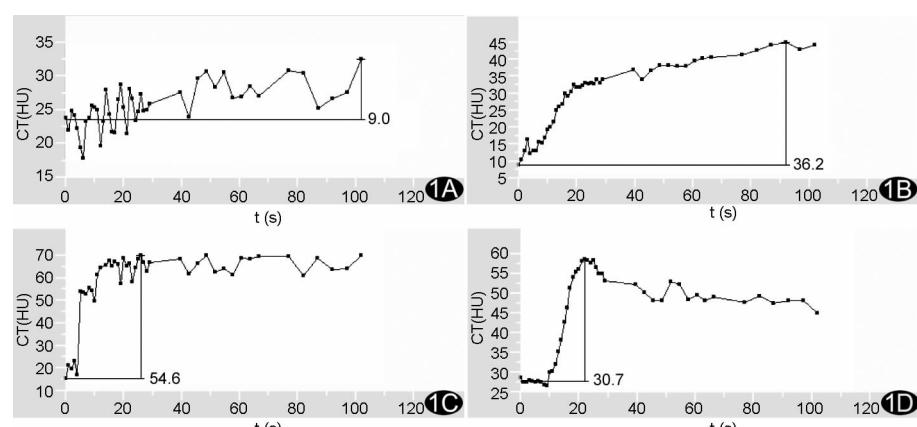


图1 TDC类型 A. 平坦型; B. 流入型; C. 平台型; D. 流出型

维持平台状(图 1)。

本组乳腺癌旁正常腺体组织 TDC 均为平坦型。TDC 为流出型、流入型、平台型、平坦型四种类型的乳腺实质肿瘤恶性率差异有统计学意义( $\chi^2 = 14.8, P < 0.01$ , 表 2)。

表 2 四种 TDC 类型乳腺实质肿瘤恶性率的比较

TDC 类型	癌	良性	合计	恶性率(%)
流出型	13	4	17	76.47
流入型	2	12	14	14.28
平台型	10	4	14	71.43
平坦型	3	5	8	37.50
合计	28	25	53	52.83

2.2.2 乳腺癌与乳腺良性实质肿瘤各灌注参数的比较 乳腺癌组的 BF、BV、PS、PBV 高于良性实质肿瘤组,且差异有统计学意义(表 3)。

2.2.3 乳腺癌和乳腺良性实质肿瘤中心带与边缘带各灌注参数差值的比较 乳腺癌块最大径超过 2.0 cm 者 20 个,乳腺良性实质肿瘤最大径超过 2.0 cm 者 13 个,二者中心带及边缘带瘤组织的 MIP、AV、BF、BV、PBV 差异有统计学意义,乳腺癌中心带低于外缘带,乳腺实质肿瘤反之。二者各自的中心带与边缘带 TDC 类型一致(表 4)。

### 3 讨论

乳腺癌是妇女常见恶性肿瘤之一,影像学诊断及普查主要依靠钼靶 X 线摄影和超声,但其对于乳腺癌与良性实质肿瘤鉴别诊断及肿瘤血供的观察有局限性,活体获得病变组织的生物学特征及功能方面的信息一直是临床医学专家所追求

的目标。

3.1 乳腺癌 MSCTPI 原理及临床意义 乳腺癌 MSCTPI 是近年来开发的一种无创性评价组织器官血流灌注的新方法。普通 CT 主要反映解剖形态的变化,而 MSCTPI 反映的是生理功能的改变。Miles 等<sup>[4]</sup>认为用于 CT 增强的非离子型对比剂与核医学的放射性示踪剂有相似药物代谢动力学,其代谢状况也符合放射性核素示踪剂稀释原理。通过在体静脉团注对比剂后对选定层面行动态扫描,以获得该层面上每一像素的 TDC 曲线,根据该曲线利用不同的数学模型计算出 BF、BV、TTS、TTP、PS 等参数来评价组织器官的灌注状态。本研究采用标准灌注分析法和 Patlak 灌注分析法两种数学模型来计算各灌注参数。

### 3.2 乳腺癌 CT 灌注扫描的价值

3.2.1 TDC 类型 灌注组织的 TDC 的横坐标为时间(s),纵坐标为注射对比剂后组织兴趣区的 CT 值(HU),反映对比剂在该组织中对比剂浓度的变化,即碘聚集量的变化,进而反映组织灌注量的变化。本研究将 TDC 按其形态分为流入型、流出型、平台型、平坦型四型,发现四种 TDC 类型的乳腺实质肿瘤恶性率差异有统计学意义:癌旁非癌乳腺腺体组织均为平坦型,TDC 为流出型和平台型的乳腺肿瘤分别有 76.47%、71.43% 为乳腺癌,而 TDC 为流入型的肿瘤 85.72% 为良性实质肿瘤。由此可见,依据 TDC 类型可以初步推断乳腺实质肿瘤性质。

3.2.2 灌注参数 本研究乳腺癌组 BF、BV、PS、PBV 分别为  $(63.93 \pm 36.92) \text{ ml}/(100 \text{ ml} \cdot \text{min})$ 、 $(8.47 \pm 3.44) \text{ ml}/100 \text{ ml}$ 、 $(19.52 \pm 10.87) \text{ ml}/(100 \text{ ml} \cdot \text{min})$ 、 $(13.29 \pm 10.22) \text{ ml}/100 \text{ ml}$ ,

叶兆祥等<sup>[5]</sup>运用去卷积法测得结果相比,各具体数值不同。由于增强方法不相同、CT 设备不同、计算模型不同,相互之间无可比性;即便是同一灌注过程中,本研究采用 Patlak 分析法计算的 PBV 均值及标准差均明显高于标准灌注分析法的 BV。

本组乳腺癌组 BF、BV、PS、PBV 高于癌旁非癌腺体组织和良性实质肿瘤组,呈高灌注、高通透性表现,与恶性肿瘤组织代谢活跃、生长旺盛、血管基底膜形成不完整的生物学特征相符合<sup>[6-7]</sup>。参照 TNM 分期,对本组最大径超过 2.0 cm 的乳腺癌块和乳腺良性实质肿瘤进一步对照研究,将二者中心带及边缘带肿瘤组织的各灌注参数差值进行比较,MIP、AV、BF、BV、PBV 差别有统计学意义,上述各参数乳腺癌边缘带高于中心带,呈边缘型高灌注,与乳腺良性实质肿瘤的中心型高灌注不同,可能与恶性肿瘤组织生长速度快,较大恶性肿瘤血流供应相对不足,导致中心缺血有关,提示 CT 灌注参数可以作为乳腺癌诊断及鉴别诊断的参考指标。

乳腺 MSCTPI 的重要价值是评价肿瘤的生物学特性。研究提示,在各项 CT 灌注参数中,

表 3 乳腺癌与良性实质肿瘤各灌注参数的比较

参数	癌(n=28)	良性肿瘤(n=25)	t 值	P 值
MIP(HU)	$64.98 \pm 16.01$	$62.44 \pm 12.44$	0.64	0.53
AV(HU)	$39.61 \pm 11.75$	$40.22 \pm 9.57$	-0.21	0.84
BF[ ml/(100 ml · min) ]	$63.93 \pm 36.92$	$33.88 \pm 20.91$	3.59	<0.01
BV(ml/100 ml)	$8.47 \pm 3.44$	$5.98 \pm 3.44$	2.63	0.01
TTS(s)	$8.89 \pm 1.69$	$8.36 \pm 1.58$	1.18	0.24
TTP(s)	$19.04 \pm 4.27$	$19.33 \pm 2.22$	-0.30	0.76
PS[ ml/(100 ml · min) ]	$19.52 \pm 10.87$	$12.75 \pm 5.59$	2.80	0.01
PBV(ml/100 ml)	$13.29 \pm 10.22$	$8.54 \pm 6.21$	2.02	0.04

表 4 乳腺癌和乳腺良性实质肿瘤边缘带与中心带各灌注参数差值的比较

两区域 差值	乳腺癌 (n=20)	乳腺良性实质肿瘤 (n=13)	t 值	P 值
MIP(HU)	$5.26 \pm 11.75$	$-3.78 \pm 7.89$	2.43	0.02
AV(HU)	$4.79 \pm 9.55$	$-2.72 \pm 9.87$	2.43	0.02
BF[ ml/(100 ml · min) ]	$15.44 \pm 30.73$	$-11.33 \pm 2.07$	2.98	0.01
BV(ml/100 ml)	$26.59 \pm 25.19$	$-11.15 \pm 15.61$	4.82	<0.01
TTS(s)	$2.90 \pm 11.23$	$1.06 \pm 9.64$	0.49	0.63
TTP(s)	$1.78 \pm 14.72$	$5.75 \pm 15.67$	-0.74	0.47
PS[ ml/(100 ml · min) ]	$5.70 \pm 13.10$	$-1.87 \pm 7.93$	1.87	0.07
PBV(ml/100 ml)	$26.60 \pm 25.19$	$-11.15 \pm 15.61$	4.82	<0.01

BF、BV(PBV)和PS对乳腺癌的评价意义最大,能更准确反映肿瘤血管生成情况。本组乳腺癌与良性实质肿瘤的MIP、AV差异无统计学意义,但BF、BV(PBV)和PS差异显著,且二者中心带与边缘带的MIP、AV、BF、BV(PBV)差异显著,由此可以更早地诊断癌变。这一点在定位活检时更具意义,因为虽然肿瘤的确诊是依据病理组织学,但肿瘤异质性会使活检可能存在取样误差,一些学者提出肿瘤恶性程度最高的组织均应取材于灌注明显增加区域,而不总是取材于强化最明显的区域<sup>[8,9]</sup>。

综上所述,乳腺MSCTPI为乳腺癌和乳腺良性实质肿瘤的鉴别诊断提供了一种新的能够反映血流动力学变化、定量评价乳腺肿瘤血供状况的功能成像方法,较传统影像学能提供更多的诊断信息,有望在活体获得乳腺肿瘤组织的生物学特征及功能方面发挥更大的作用。

### 〔参考文献〕

- [1] Makoto S, Kohsuke K, Hirobumi O. CT perfusion for acute stroke: Current concepts on technical aspects and clinical applications. Int Congr Ser, 2006, 1290(6): 30-36.
- [2] Roland W, Ferdinand VB, Kaspar S, et al. Detection of regional blood perfusion changes in epileptic seizures with dynamic brain perfusion CT-A pilot study. Epil Res, 2006, 72(2-3): 102-110.
- [3] Hiromi H, Yoshito T, Satoshi H, et al. Perfusion CT of breast carcinoma: Arterial perfusion of noncircrrous carcinoma was higher than that of

scirrhouus carcinoma. Acad Radiol, 2007, 14(5): 547-552.

- [4] Miles KA, Griffiths MR, Fuentes MA. Standardized perfusion value: universal CT contrast enhancement scale that correlates with FDG PET in lung nodules. Radiol, 2001, 220(2): 548-553.
- [5] Ye ZX, Song XY, Xiao JY, et al. CT perfusion: the clinical application in the diagnosis of breast diseases. Chin J Radiol, 2005, 39(10): 1050-1054.
- [6] Jiang HJ, Xu K, Han MJ, et al. Quantification of angiogenesis in liver tumor of rabbit model by CT perfusion imaging. Chin J Med Imaging Technol, 2006, 22(11): 1625-1628.
- [7] Zhang JH, Qi JP, Huang WH, et al. Correlation of CT perfusion imaging with VEGF expression in gliomas. Chin J Med Imaging Technol, 2007, 23(7): 982-985.
- [8] Peng J, Dai JP, Zhu MW, et al. Utility of perfusion-weighted MR imaging in astrocytomas. Chin J Radiol, 2003, 37(7): 636-639.
- [9] Provenzale JM, York G, Moya MG, et al. Correlation of relative permeability and relative cerebral blood volume in high-grade cerebral neoplasms. AJR Am J Roentgenol, 2006, 187(4): 1036-1042.

## 《中国医学影像技术》杂志 2010 年征订启事

《中国医学影像技术》杂志于1985年创刊,是由中国科学院主管,中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊,主编为戴建平教授、姜玉新教授。刊号:ISSN 1003-3289,CN 11-1881/R。该刊是中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)、中国科学引文数据库核心期刊、《中文核心期刊要目总览》收录期刊、中国科技期刊精品数据库收录期刊、荷兰《医学文摘》收录源期刊、英国《科学文摘》收录源期刊、俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊、波兰《哥白尼索引》收录源期刊。

《中国医学影像技术》杂志刊登放射、超声、核医学、介入治疗、影像技术学、医学物理与工程学等方面的基础研究及临床实验研究最新成果,信息量大、发刊周期短,注重医、理、工的结合,是影像医学发展和学术交流的良好平台,该刊论文是医学影像专业人员晋升中、高级职称和完成硕士、博士学业的重要依据,是图书馆必备的学术刊物。

《中国医学影像技术》为月刊,160页,大16开本,彩色印刷。单价20元,全年定价240元。订户可随时向当地邮局订阅,邮发代号82-509;亦可向编辑部直接订阅,免邮寄费(附言栏请注明订阅杂志名称)。

编辑部地址:北京市海淀区罗庄南里宏嘉丽园1-301

邮编:100088

电话:010-82050373/4

传真:010-82050373/4

电子邮箱:cjmit@mail.ioa.ac.cn