❖生殖泌尿影像学

Influence of arterial data on Revolution CT perfusion parameters of renal cell carcinoma

LIU Jinghong，*LIU Ailian**，*LIU Yijun*，*WANG Yimin*，*ZHAO Ying*，
FANG Xin，*WEI Qiang*，*DENG Xijia*
（*Department of Radiology*，*the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University*，
Dalian 116011，*China*）

[**Abstract**] **Objective** To explore the effect of whole-renal perfusion imaging removal of arterial phase data on perfusion parameters of renal clear cell carcinoma using Revolution CT. **Methods** Perfusion imaging with Revolution CT was retrospectively analyzed in 10 patients with pathologically proven clear cell renal cell carcinoma. The z-direction coverage model was used in perfusion imaging，and the images were analyzed with CT Perfusion 4D software. All images were analyzed twice. All 23 phases data was included in group A and only 16 phases except arterial data (9—15 phases) were selected in group B. The abdominal aorta on the level of right hilus was chosen to be the input artery，and the perfusion parameter maps were obtained，including blood flow (BF)，blood volume (BV)，mean transit time (MTT)，permeability of surface (PS). Every perfusion parameters of lesions and contralateral normal cortex，lesions and normal cortex in both groups were compared. **Results** The BF and PS of lesions were lower than those of normal cortex in both groups (both $P<0.05$). There was no statistical difference in BV and MTT between lesions and normal cortex in both groups (all $P>0.05$). There was no statistical difference in all perfusion parameters of renal clear cell carcinoma between group A and group B (all $P>0.05$). The difference of BF in normal cortex between the two groups was statistically significant ($P=0.009$)，and the difference of the PS，BV，MTT had no statistically significant (all $P>0.05$). **Conclusion** When the duration time of renal CTP is 600 s，there is no difference between including and excluding arterial phase in all perfusion parameters of renal clear cell carcinoma.

[**Key words**] Carcinoma，renal cell；Perfusion imaging；Tomography，X-ray computed
DOI：10.13929/j.1003-3289.201609080

Revolution CT 全肾灌注成像动脉期数据对肾透明细胞癌灌注参数值的影响

刘静红，刘爱连*，刘义军，王逸敏，赵　莹，方　鑫，魏　强，邓锡佳
（大连医科大学附属第一医院放射科，辽宁 大连　116011）

[**摘　要**] **目的**　探讨 Revolution CT 全肾灌注成像去除动脉期数据对肾透明细胞癌灌注参数值的影响。**方法**　回顾性分析接受 Revolution CT 肾脏增强及灌注扫描、并经手术病理证实为肾透明细胞癌的患者 10 例。采用 Revolution CT 机轴扫模式进行灌注扫描，采用 CT Perfusion 4D 肾脏灌注软件包进灌注成像分析，对所有图像均进行 2 次后处理，第 1 次选择所有的灌注数据为 A 组；第 2 次去除第 9～15 期数据，共测量 16 期，为 B 组。选择右侧肾门水平腹主动脉为输入动脉，获得血流量(BF)图、血容量(BV)图、平均通过时间(MTT)图及表面通透性(PS)图。分别对比 2 组肿瘤与正常肾皮质间各灌注参数的差异，并比较 A 组和 B 组间肿瘤、正常肾皮质间各灌注参数值的差异。**结果**　A 组和 B 组中肿瘤较正常肾皮质的 BF 值及 PS 值均减低(P 均<0.05)，BV 及 MTT 值差异均无统计学意义(P 均>0.05)。2 组病变侧各灌注参数

[**第一作者**] 刘静红(1979—)，女，辽宁锦州人，硕士，副主任医师。研究方向：泌尿系统影像诊断学。E-mail：liujinghong54@163.com
[**通信作者**] 刘爱连，大连医科大学附属第一医院放射科，116011。E-mail：cjr.liuailian@vip.163.com
[**收稿日期**] 2016-09-19　[**修回日期**] 2017-04-03

值差异均无统计学意义(P 均>0.05),2 组正常肾皮质的 BF 值差异有统计学意义(P=0.009),余灌注参数值差异亦无统计学意义(P 均>0.05)。**结论** 灌注扫描时间为 600 s 时,去除动脉期数据后测量的肾透明细胞癌各灌注参数值与包含动脉期数据测量的结果无差异,去除动脉期的数据可用于诊断肾透明细胞癌。

[**关键词**] 癌,肾细胞;灌注成像;体层摄影术,X 线计算机
[**中图分类号**] R737.11;R814.42 [**文献标识码**] A [**文章编号**] 1003-3289(2017)05-0752-04

对于部分肾脏肿瘤患者,术前 CT 增强扫描明确性质仍存在一定困难[1-2]。随着 16 cm 宽体探测器的出现,可同时获得全肾 CT 三期增强图像及 CT 灌注(CT perfusion, CTP)图像,但其扫描范围不能覆盖整个泌尿系,如在动脉期获得整个泌尿系的增强数据,则该期数据的床位与其他期相不一致,因此不能用于 CTP 处理,即无法同时获得全泌尿系动态增强图像和肾脏 CTP 图像。因此,如在肾脏 CTP 扫描过程中于动脉期进行全泌尿系动脉期扫描,行 CTP 后处理时需去除该动脉期数据。本研究探讨于 CTP 图像后处理中去除动脉期数据后对 CTP 灌注参数的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2015 年 11 月—2016 年 3 月间于我院因怀疑肾脏或上中腹部疾病而进行肾脏 CT 增强及灌注扫描、并经手术病理证实为单侧肾透明细胞癌的患者 23 例,选取其中行 600 s 长时间灌注扫描的 10 例患者纳入研究,其中男 6 例,女 4 例,中位年龄 62.5 岁。本研究经本院伦理委员会审批,患者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 GE Revolution CT 机,所有患者检查前禁食、禁水 4 h。患者取仰卧位,先行肾脏平扫,然后进行灌注扫描,管电压 120 kVp,管电流 55 mA,轴扫模式,ASiR-V 60%,球管旋转时间 0.5 s,z 轴覆盖范围 160 mm,矩阵 512×512,SFOV 50.0 cm;完全覆盖双侧肾脏;扫描层厚 5 mm,层间隔 5 mm,重建层厚 1.25 mm,层间隔 1.25 mm。增强扫描时先注射 20 ml 生理盐水,后注射 85 ml 非离子型对比剂碘海醇(350 mgI/ml),后再跟注 20 ml 生理盐水,速率均为 5 ml/s。对比剂注射 6 s 后启动扫描,首次 30 s 采用屏气扫描,共获得 15 期图像,然后分别于第 43、63、83、113、153、213、354、594 s 各扫描 1 次,均为平静缓慢呼吸,最终获得 23 期图像。

1.3 图像分析 由 1 名影像诊断医师(CTP 诊断经验 10 年)和 1 名放射科研究生(CTP 诊断经验 3 年)共同测量灌注图像。将数据传至 GE AW 4.6 工作站,采用 CT Perfusion 4D 肾脏灌注软件包进行灌注成像分析。所有图像均进行 2 次后处理,第 1 次选择所有的灌注数据,共 23 期,该方法测得的数据为 A 组;第 2 次去除第 9～15 期(动脉期)数据,采用其他 16 期进行处理,该方法测得的数据为 B 组。均选择右侧肾门水平腹主动脉为输入动脉,手动定义圆形 ROI(直径 5 mm),ROI 需完全位于血管,获得伪彩色灌注功能图,包括血流量(blood flow, BF)图、血容量(blood volume, BV)图、平均通过时间(mean transit time, MTT)图及表面通透性(permeability 0f surface, PS)图。分别于肿瘤部位及对侧正常肾皮质各放置 3 个圆形、等大 ROI(直径均为 5 mm),肿瘤部位 ROI 须避开出血、坏死、钙化区域。记录 3 个 ROI 的灌注参数值并取均值。

系统自动生成 CT 剂量指数(CT dose index, CTDIvol)及剂量-长度乘积(dose-length product, DLP),计算有效剂量(effective dose, ED):ED=k×DLP,k=0.015 mSv/(mGy·cm)[3]。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件。经单样本 *Levene* 检验进行正态性分析,数据均符合正态分布,以 $\bar{x}\pm s$ 表示。2 组肿瘤与正常肾皮质间、2 组间肿瘤、正常肾皮质各灌注参数值的差异采用配对样本 t 检验,$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

A 组和 B 组中肿瘤较正常肾皮质的 BF 值及 PS 值减低(P 均<0.05),BV 和 MTT 值差异均无统计学意义(P 均>0.05)。A 组和 B 组间肿瘤 BF、BV、MTT 及 PS 值差异均无统计学意义($t=-1.651$、0.380、−0.445、−0.025,$P=0.133$、0.712、0.667、0.981);A 组和 B 组间正常肾皮质的 BF 值差异有统计学意义($t=-3.297$,$P=0.009$),BV、MTT 及 PS 值差异无统计学意义($t=-0.265$、0.619、−0.980,$P=0.797$、0.552、0.353)。见表 1 和图 1。

CTP 检查的 CTDIvol 为 96.60 mGy,DLP 为 1545.80 mGy·cm,ED 为 23.19 mSv。

3 讨论

CT 动态增强扫描是诊断肾脏肿瘤首选、常用的检查方法。虽然近年来对肾脏病灶的检出率有所提高,但术前仍难以准确诊断[2,4-5]。CTP 可为肾脏肿块

表 1　2 组透明细胞癌与正常肾皮质各灌注参数对比结果（$\bar{x}\pm s$，$n=10$）

组别	BF [ml/(100 g·min)]	BV (ml/100 g)	MTT (s)	PS [ml/(100 g·min)]
A 组				
透明细胞癌	167.47±60.11	28.26±18.13	11.23±5.77	22.09±15.10
正常肾皮质	289.81±98.46	30.26±5.79	8.08±2.95	41.16±15.65
t 值	−4.515	−0.357	1.982	−2.297
P 值	0.001	0.729	0.079	0.047
B 组				
透明细胞癌	236.75±169.89	26.41±15.46	12.16±6.98	22.16±11.51
正常肾皮质	444.71±180.30	32.18±18.55	6.25±7.94	47.84±17.33
t 值	−5.895	−0.869	2.024	−3.713
P 值	＜0.0001	0.407	0.074	0.005

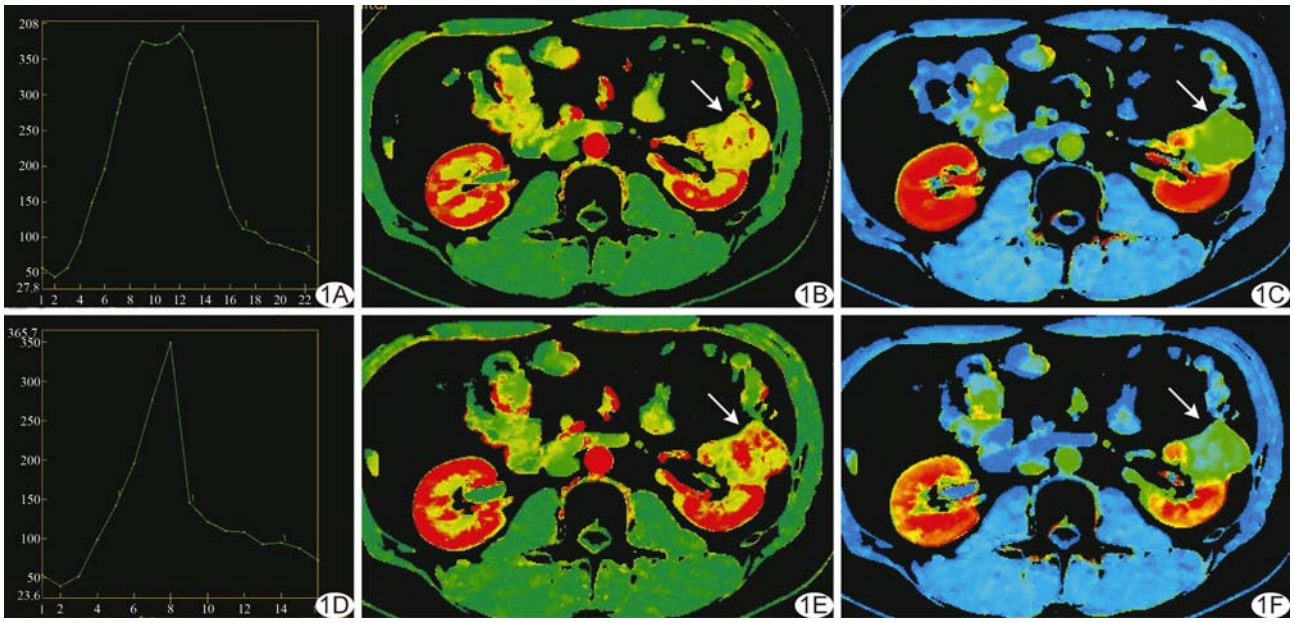

图 1　患者男，37 岁，左肾透明细胞癌Ⅱ级　A. 包含所有期相的腹主动脉时间密度曲线，呈峰值略出现波动的平滑曲线；B、C. 包含全 23 期的 BF 图和 PS 图；D. 去掉动脉期后的腹主动脉时间密度曲线，达到峰值后出现陡峭的斜线；E、F. 去掉动脉期数据的 BF 图和 PS 图　（箭示病灶）

的鉴别提供更多的诊断信息。宽体探测器扫描可完全包含整个肾脏，使肾脏 CTP 成为研究热点[6-7]。有学者[8]进行不同临床分期肾细胞癌的 CTP 研究，结果表明早期肾细胞癌的 BV、MTT 值低于晚期肾细胞癌，而 PS 值高于晚期肾细胞癌，TTP 值无差异；采用 CTP 技术诊断肾细胞癌分期的敏感度为 86.36%，特异度为 89.47%，误诊率为 10.53%，漏诊率为 13.64%，表明肾脏 CTP 可对肾细胞癌进行分期。有学者[9]利用 CTP 鉴别肾细胞癌与肾盂癌，结果表明肾细胞癌 BF、BV 值高于肾盂癌；而 TTP、PS 值无明显差异。Chen 等[7]研究表明肾细胞癌与乏脂性血管平滑肌脂肪瘤（angioleiomyolipoma，AML）、肾透明细胞癌与乏脂性 AML 的 BV 值差异有统计学意义；肾透明细胞癌的 BV、BF 值显著高于乳头状肾细胞癌，肾透明细胞癌的 BV 值高于嫌色细胞癌；且肾透明细胞癌的 BF、BV、PS 值均低于正常肾皮质。本研究中 2 组肿瘤 BF、PS 值均明显低于正常肾皮质，而 BV 值差异无统计学意义，与 Chen 等[7]的结果略有不同，可能与扫描方法和后处理软件不同等有关。

本研究组关于宽体探测器 CT 肝脏一站式检查的研究[10]显示，使用宽体探测器 CT 可以进行肝脏一站式检查，既可获得满意的三期增强图像，又能够获得反映肝脏血流状态的 CTP 图像。虽然肾脏 CTP 有助于对肾脏肿瘤的鉴别诊断和分期诊断，但 CTP 需连续采

集,且后处理软件要求所有期相的扫描条件完全一致,而多期相扫描将增加患者的辐射剂量。如在 CTP 成像的同时获得整个泌尿系的影像,一站式完成 CTP 及泌尿系 CT 增强扫描,减少患者的扫描次数和对比剂应用次数,既可减少患者的辐射剂量,又可降低对比剂肾病发生的风险。临床进行泌尿系扫描时,在动脉期获得整个泌尿系的增强数据,该期数据的床位与其他期相不一致,因此不能用于 CTP 处理中,CTP 后处理时需去除该动脉期数据。但 CTP 参数的获得需监测动脉的流入,因此目前关于全肾 CTP 的研究,均未同时进行全泌尿系增强扫描。本研究组将全肾脏 CTP 与肾脏三期扫描进行一站式检查[11],采用 600 s 长时间扫描方案,模拟去除动脉期(9～15 期)数据进行 CTP 后处理,发现去除动脉期与包含动脉期测量的肾透明细胞癌肿瘤区域的各灌注参数值差异均无统计学意义,提示对于肾脏透明细胞癌患者,泌尿系 CT 成像时可进行肾脏 CTP,其结果不受影响,可能因动脉期扫描时相较长、速度较快,去除 7 期(14 s)的动脉期不会对时间密度曲线产生有意义的影响。对比剂注射后 26～28 s 采集动脉期,本研究去除扫描后 16～28 s和注射对比剂后延迟 6 s 的图像,包含动脉期。因 CTP 扫描为轴扫,动脉期增强扫描为螺旋扫描,轴扫与螺旋扫描之间转换需一定时间,以及动脉期的曝光时间约 14 s,因此,本研究将第 9～15 期的数据去除。

组织强化的第 1 期是对比剂在血管内的分布,持续约 40～60 s[12-14];对比剂自血管内通过毛细血管基底膜渗出到血管外间隙为第 2 期。BF 和 BV 反映第 1 期,而血管通透性是第 2 期的主要决定因素[12]。为获得 PS 值,第 2 期需持续 2～10 min。目前有研究[15]将肝脏 CTP 的扫描时间延迟到 600 s。本研究亦将扫描时间延长到 600 s,以评估肾脏组织的 PS 值。

本研究中 CTP 检查的 CTDIvol 为 96.60 mGy,DLP 为 1 545.80 mGy·cm,ED 为 23.19 mSv,低于既往报道[16]的标准 CT 灌注剂量[(33.6±6.8)mSv]。

本研究的局限性为样本量小;只针对肾脏最常见的肾透明细胞癌,还需扩大样本量,增加病种范围,包括其他亚型的肾细胞癌及良性肿瘤,进一步验证本研究结果。

综上所述,CTP 扫描时间为 600 s 时,去除动脉期数据后测量的肾透明细胞癌各灌注参数值与包含动脉期数据测量的结果无差异,去除动脉期的数据可用于诊断肾透明细胞癌。

[参考文献]

[1] Nishikawa M, Miyake H, Kitajima K, et al. Preoperative differentiation between benign and malignant renal masses smaller than 4 cm treated with partial nephrectomy. Int J Clin Oncol, 2015,20(1):150-155.

[2] Sasaguri K, Takahashi N, Gomez-Cardona D, et al. Small (<4 cm) renal mass: Differentiation of oncocytoma from renal cell carcinoma on biphasic contrast-enhanced CT. AJR Am J Roentgenol, 2015,205(5):999-1007.

[3] Brix G, Lechel U, Veit R, et al. Assessment of a theoretical formalism for dose estimation in CT: An anthropomorphic phantom study. Eur Radiol, 2004,14(7):1275-1284.

[4] Veloso Gomes F, Matos AP, Palas J, et al. Renal cell carcinoma subtype differentiation using single-phase corticomedullary contrast-enhanced CT. Clin Imaging, 2015,39(2):273-277.

[5] Tsili AC, Argyropoulou MI. Advances of multidetector computed tomography in the characterization and staging of renal cell carcinoma. World J Radiol, 2015,7(6):110-127.

[6] Cai XR, Zhou QC, Yu J, et al. Assessment of renal function in patientswith unilateral ureteral obstruction using whole-organ perfusion imaging with 320-detector row computed tomography. PloS One, 2015,10(4):e0122454.

[7] Chen C, Liu Q, Hao Q, et al. Study of 320-slice dynamic volume CT perfusion in different pathologic types of kidney tumor: Preliminary results. PLoS One, 2014,21,9(1):e85522.

[8] 张颖颖,董莹,王义云.不同临床分期肾细胞癌的多层螺旋 CT 灌注研究.检验医学与临床,2015,12(4):500-504.

[9] 司成海,徐荣天.双源 CT 灌注成像在肾细胞癌及肾盂癌诊断中的应用研究.医学影像学杂志,2013,23(1):90-94.

[10] 刘静红,刘爱连,刘义军,等.肾动脉 CTA 最佳成像时间点分析:CT 灌注成像与 CTA 对比.中国介入影像与治疗学,2017,14(2):108-112.

[11] 陶奉明,刘爱连,刘静红,等.Revolution CT 轴位全肝灌注"一站式"成像的可行性.中国医学影像技术,2017,33(3):462-467.

[12] Miles KA. Tumour angiogenesis and its relation to contrast enhancement on computed tomography: A review. Eur J Radiol, 1999,30(3):198-205.

[13] Miles KA, Griffiths MR. Perfusion CT: A worthwhile enhancement? Br J Radiol, 2003,76(904):220-231.

[14] Miles KA. Functional CT imaging in oncology. Eur Radiol, 2003,13(Suppl 5):134-138.

[15] Ng CS, Hobbs BP, Wei W, et al. Effect on perfusion values of sampling interval of computed tomographic perfusion acquisitions in neuroendocrine liver metastases and normal liver. J Comput Assist Tomogr, 2015,39(3):373-382.

[16] Kambadakone AR, Sharma A, Catalano OA, et al. Protocol modifications for CT perfusion (CTp) examinations of abdomen-pelvic tumors: Impact on radiation dose and data processing time. Eur Radiol, 2011,21(6):1293-1300.