

双源 CT 虚拟平扫图像质量及去除碘油的能力评价

于欣, 任克, 徐克, 陈久红, 赵宇, 赵丽

【推荐理由】 该篇论文对 40 例肝癌 TACE 术后患者先行常规腹部平扫(TNC), 然后静脉注射对比剂行双能量动脉期、门静脉期增强扫描, 之后采用肝脏虚拟平扫后处理软件 Liver VNC, 对双能量强化图像进行后处理, 得到虚拟平扫(VNC)图像, 以 TNC 图像为标准, 评价 VNC 图像的图像质量及 VNC 去除碘油的能力, 并对比分析图像的 SNR、CNR、碘油沉积缺损区及病灶周边区 CT 值差异有无统计学意义。

结果表明 VNC 较 TNC 在图像质量上有所下降, 但能满足诊断的基本需求, VNC 替代 TNC 扫描可降低辐射剂量。VNC 图像碘油沉积缺损区的 CT 值较 TNC 图像明显减低, 而病灶周边区的 CT 值与 TNC 图像无明显差异。VNC 具有很强的去除碘油的能力, 从而去除碘油遮蔽的影响, 使双源 CT 观察 TACE 术后病灶内碘油及周边区残余或复发肿瘤成为可能。该研究利用双源 CT 双能量扫描的虚拟平扫技术, 评价去除肝癌 TACE 术后栓塞区域碘油的能力, 在国内外尚未见报道。

(任克)

【摘要】 目的:评价肝癌肝动脉化疗栓塞(TACE)术后双源 CT 虚拟平扫的图像质量以及去除栓塞区域碘油的能力。**方法:**对 40 例肝癌 TACE 术后患者先行常规腹部平扫(TNC), 然后静脉注射对比剂行双能量动脉期、门静脉期增强扫描, 之后采用肝脏虚拟平扫后处理软件 Liver VNC 对双能量强化图像进行处理, 得到 VNC 图像, 以 TNC 图像为标准, 评价 VNC 图像的图像质量及 VNC 去除碘油的能力, 比较图像的信噪比(SNR)、对比信噪比(CNR)、碘油沉积缺损区及病灶周边区 CT 值并进行统计学分析。**结果:**VNC 具有很强的去除碘油的能力, 对于碘油沉积患者, VNC 较 TNC 在图像质量上有所下降, 碘油沉积缺损区的 CT 值 VNC 较 TNC 低, 差异有统计学意义(TNC 动脉期 CT 值 = 54.4 ± 19.1 , VNC-CT 值 = 44.8 ± 12.9 , $P < 0.05$; TNC 门静脉期 CT 值 = 54.4 ± 19.1 , VNC-CT 值 = 45.3 ± 13.4 , $P < 0.05$), 病灶周边区的 CT 值 VNC 与 TNC 差异无统计学意义(TNC 动脉期 CT 值 = 56.4 ± 7.6 , VNC-CT 值 = 55.1 ± 7.8 , $P > 0.05$; TNC 门静脉期 CT 值 = 56.4 ± 7.6 , VNC-CT 值 = 58.3 ± 8.2 , $P > 0.05$), 病灶的动脉期 VNC 与门静脉期 VNC 的 CT 值差异无统计学意义(碘油沉积缺损区动脉期 CT 值 = 44.8 ± 12.9 , 门静脉期 CT 值 = 45.3 ± 13.4 , $P > 0.05$; 病灶周边区动脉期 CT 值 = 55.1 ± 7.8 , 门静脉期 CT 值 = 58.3 ± 8.2 , $P > 0.05$)。**结论:**对于较少碘油沉积的病例, VNC 能基本满足诊断需求, 对于肝癌 TACE 术后病灶, VNC 对病灶周边区的显示好于病灶内。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 肝肿瘤; 肝动脉化疗栓塞术

【中图分类号】 R735.7; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)05-0504-05

The evaluation of virtual non-contrast (VNC) images from dual-energy CT: image quality and the ability of iodized oil removal

YU Xin, REN Ke, XIU Ke, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang 11001, P. R. China

【Abstract】 Objective: To assess the image quality of virtual non-contrast (VNC) images and the ability of iodized oil removal in the embolization zone of iodized oil in hepatocellular carcinoma (HCC) patients with transcatheter arterial chemoembolization (TACE) on VNC images by dual energy CT. **Methods:** Forty HCC patients with TACE were enrolled. Dual-energy CT was performed in both arterial and portal phases. VNC was generated from dual energy mode CT scans. The true non-contrast (TNC) images were used as standard. The mean image quality of both SNR (signal-to-noise ratio) and CNR (contrast-to-noise ratio) and the ability of iodized oil removal (the average CT value of iodized oil in both deposit defect area and perifocal area) of VNC were compared with TNC using T test. **Results:** VNC possesses the powerful ability of removing iodized oil. For patients of iodized oil deposit, compared with TNC, the image quality of VNC was poorer. A significant difference existed in average CT value of iodized oil deposit defect area (arterial phase CTTNC = 54.4 ± 19.1 , CTVNC = 44.8 ± 12.9 , $P < 0.05$; portal phase CTTNC = 54.4 ± 19.1 , CTVNC = 45.3 ± 13.4 , $P < 0.05$). No significant statistical difference existed in average CT value of perifocal area (arterial phase CTTNC = 56.4 ± 7.6 , CTVNC = 55.1 ± 7.8 , $P > 0.05$; portal phase CTTNC = 56.4 ± 7.6 , CTVNC = 58.3 ± 8.2 , $P > 0.05$). No significant statistical difference in average CT value between arterial and portal phase of VNC (iodized oil deposit defect area CTa = 44.8 ± 12.9 , CTp = 45.3 ± 13.4 , $P > 0.05$; perifocal area CTa = 55.1 ± 7.8 , CTp = 58.3 ± 8.2 , $P > 0.05$). **Conclusion:** The image quality of VNC images can meet

作者单位: 110001 沈阳, 中国医科大学附属第一医院放射科, 辽宁省肝癌转化医学研究中心

作者简介: 于欣(1983—), 女, 沈阳人, 硕士研究生, 主要从事腹部影像诊断工作。

通讯作者: 任克, Email: renke815@sina.com

the diagnostic needs in cases of less iodized oil accumulation, it could better differentiate HCC of perifocal areas from that of intralesional areas after TACE.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Liver neoplasms; Transcatheter arterial chemoembolization

肝动脉化疗栓塞术(transcatheter arterial chemoembolization, TACE)是肿瘤局限在患者肝内且不能手术切除的首选治疗方案,正确评价肝癌 TACE 术后疗效对制定治疗方案、把握治疗时机有重要意义^[1,2]。CT 是评价肝癌 TACE 术后疗效最常用、最有效的随访方法。TACE 术后肝癌复发最易出现在病灶内碘油沉积缺损区及病灶周边区,CT 复查需特别注意。然而高密度碘油在 CT 上易产生伪影,碘油区残存肿瘤的强化与碘油沉积常不易区分^[3,4]。双源 CT 双能量扫描的虚拟平扫技术指于增强后的任何一期行双能量扫描,经去碘处理后生成虚拟平扫图像,在满足诊断要求的同时降低了辐射剂量,有望代替常规 CT 平扫^[5,6]。相对于常规 CT 成像,双源 CT 虚拟平扫成像在去除碘对比剂的同时,也能部分去除 TACE 术后沉积在肿瘤中的碘油,有望更好地显示肿瘤残存或复发区域,本研究旨在评价肝癌 TACE 术后双源 CT 肝脏虚拟平扫的图像质量,以及去除肝癌栓塞区域碘油的能力。

材料与方法

1. 研究对象

纳入 2013 年 7 月—2013 年 11 月在我院行肝动脉化疗栓塞术后行双源 CT 双能量扫描复查的原发性肝癌患者连续病例 40 例(50 个肝癌病灶),其中男 31 例,女 9 例,年龄 35~76 岁,平均 58.2 岁。原发性肝癌诊断标准符合 1999 年中国抗癌协会肝癌专业委员会修订并通过的原发性肝癌诊断标准:① AFP >400 ng/dL,能排除活动性肝病、妊娠、生殖系胚胎源性肿瘤及转移性肝癌,并能触及坚硬、有肿块的肝脏或影像学检查具有肝癌特征性占位性病变征象者;② AFP <400 ng/dL,有两种影像学检查具有肝癌特征性占位性病变征象或有两种肝癌标志物(AFP 异质体、异常凝血酶原、 α -L-岩藻糖苷酶等)阳性及一种影像学检查具有肝癌特征性占位性病变征象者;③有肝癌的临床表现并有肯定的肝外转移灶(包括肉眼可见的血性腹水或在其中发现癌细胞)并能排除转移性肝癌者^[7]。

纳入标准:经临床、病理或影像学检查确诊,且自愿行 TACE 治疗的肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)患者;TACE 术治疗后行双源 CT(dual source computed tomography, DSCT)双能量扫描且资料搜集完整者;DSCT 复查后经 DSA 检查或手术进一步确诊者。排除标准:资料搜集不全者;患者有动静

脉瘵未行碘化油栓塞者;DSCT 复查后未经进一步检查确诊者。

2. 检查仪器与方法

所有患者均行平扫和双期增强扫描,采用双源 CT(Somatom Definition Flash)进行检查。患者常规禁食 8~10 h,常规训练深吸气憋气,使各期扫描范围最大程度一致。检查前常规口服适量对比剂充盈胃肠。定位扫描后行常规平扫(true non-contrasted CT, TNC),扫描范围均从横膈顶至肝脏下缘 1 cm;然后采用高压注射器经肘前静脉以 3.0 ml/s 流率注射对比剂碘佛醇(320 mg I/ml),剂量 1.5 ml/kg,注射完毕后再以相同流率注入生理盐水 20 ml。于注射对比剂后 25 s 行动脉期双能量扫描,70 s 行门静脉期双能量扫描。所有患者均嘱其深吸气后屏气扫描。

普通平扫参数:120 kV,层厚 7 mm,重建间隔 7 mm。双能量扫描参数:A 球管电压 100 kV,B 球管电压选用附加 0.5 mm 锡板滤过的 Sn140 kV,参考管电流 A 球管 260 mAs,B 球管 200 mAs;准直器宽度 64×0.6 mm,螺距 0.6,视野 300 mm×300 mm,旋转时间 0.5 s。2 个球管夹角 90°时开启实时动态曝光剂量调节(combined application reduce exposure CARE Dose 4D)技术实时调节毫安量。

3. 图像后处理

双能量扫描后自动生成 3 个序列的图像,即 100 kV、140 kV、120 kV 图像,双能比率=0.5(即按照 50%~140 kV 的数据与 50%~80 kV 的数据比率,通过特殊计算后融合成 120 kV 的图像);自动生成层厚 1.5 mm 和 7 mm 图像。将层厚 1.5 mm 图像数据(100 kV 或 140 kV)调入工作站(Syngo VIA)的 Dual-Energy 软件内,选择应用程序 LiverVNC 处理,通过调整平扫 CT 与碘对比剂的融合比率,将 CT 的融合比率调节到 100%,碘对比剂的融合比率调节到 0%,得到虚拟平扫(virtual non-contrasted, VNC)CT 数据,设置窗宽与常规平扫相同并保存。将保存的数据调入 3D 软件内,重建出层厚 7 mm、间隔 7 mm 的最终 VNC 图像。

4. 数据收集

将 VNC 组及 TNC 组两组图像载入工作站的 Viewer 界面,由两位具有 15 年以上腹部诊断经验的放射科医师,采用盲法独立对两组图像的肿瘤病灶可见度及诊断接受度进行等级评分。图像浏览窗采用轴面、冠状面和矢状面多平面重组(multiplanar reformation, MPR)。

以 TNC 组图像清晰完整显示的肿瘤病灶为标准, VNC 组图像对相应肿瘤病灶的病灶显示度评分: 1 分, 完全未显示; 2 分, 部分显示; 3 分, 清晰显示但密度较低; 4 分, 清晰显示。诊断接受度评分: 1 分, 不能用于诊断; 2 分, 显示程度欠佳, 解剖结构不清楚, 诊断价值有限; 3 分, 显示程度中等, 大部分解剖结构清楚, 少数细节模糊, 考虑用于诊断; 4 分, 显示程度良好, 解剖结构和细节均清楚, 可以用于诊断。碘油沉积分 4 种形态, 即完全沉积型、部分型沉积、稀疏型沉积及无沉积, 以此为各病灶碘油沉积形态进行评分: 1 分, 无沉积; 2 分, 稀疏型; 3 分, 部分沉积型; 4 分, 完全沉积型。VNC 去除碘油能力评分: 1 分, 无去除; 2 分, 少量去除; 3 分, 大部分去除; 4 分, 完全去除。

选取其中 30 例肝尾状叶没有受累的病例, 将 TNC 组、动脉期 VNC 组两组图像放置在相同的层面

(肝尾状叶显示最大层面), 在肝尾状叶、竖脊肌及腹主动脉同步选取 ROI, 兴趣区的面积为 $1.5 \sim 2.0 \text{ cm}^2$ (图 1)。选取原则: 避开血管、邻近骨或其它伪影, 避免容积效应。由同一名研究者测量并记录肝尾状叶、竖脊肌及腹主动脉 ROI 的平均 CT 值及肝尾状叶 ROI 的标准差 (SD), 按公式 (1) 和公式 (2) 计算信噪比 (signal-noise ratio, SNR) 及对比信噪比 (contrast-noise ratio, CNR), 其中 $CT_{\text{肝}}$ 代表肝尾状叶 CT 值, $SD_{\text{肝}}$ 代表肝尾状叶标准差, $CT_{\text{肌}}$ 代表相同层面竖脊肌 CT 值, $CT_{\text{动脉}}$ 代表相同层面腹主动脉 CT 值。

$$SNR = \frac{CT_{\text{肝}}}{SD_{\text{肝}}} \quad (1)$$

$$CNR = \frac{CT_{\text{肝}} - CT_{\text{动脉}}}{CT_{\text{动脉}}} \quad (2)$$

选取其中 30 例有碘油沉积缺损的病例, 将 TNC 组、动脉期 VNC 组及门静脉期 VNC 组三组图像在相

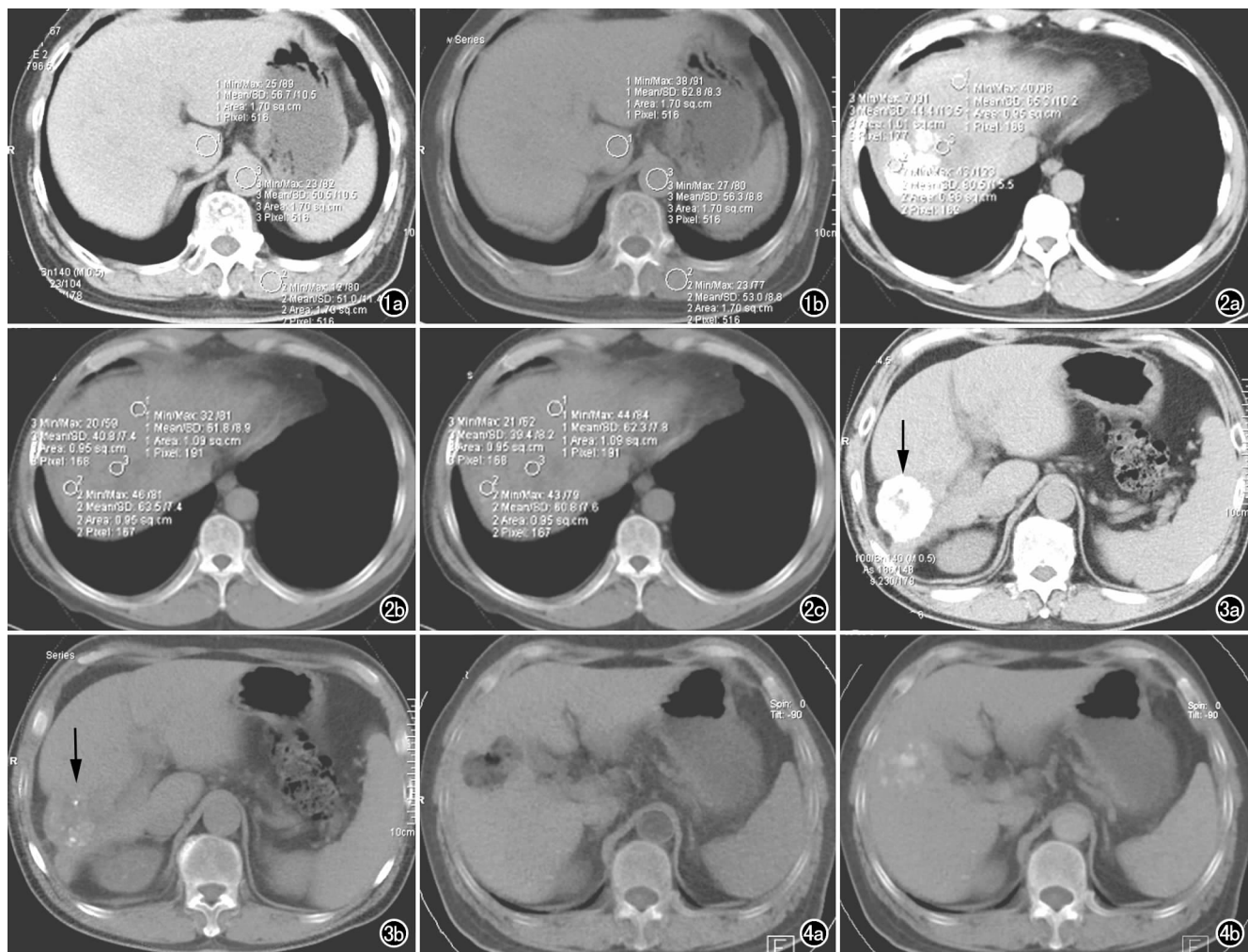


图 1 测量 CT 值时放置 $1.5 \sim 2.0 \text{ cm}^2$ 的圆形 ROI, 其中 ROI1 为肝尾状叶, ROI2 为竖脊肌, ROI3 为腹主动脉。a) TNC 图像; b) 相同层面动脉 VNC 图像。图 2 测量 CT 值时放置 $(1.00 \pm 0.05) \text{ cm}^2$ 的圆形 ROI, 其中 ROI1 为正常肝脏组织, ROI2 为病灶内碘油沉积缺损区, ROI3 为病灶周边区。a) TNC 图像; b) 相同层面动脉期 VNC 图像; c) 相同层面门静脉期 VNC 图像。图 3 a) TNC 图像显示栓塞病灶内碘油沉积形态(箭); b) 相同层面动脉期 VNC 图像, 显示虚拟平扫去除栓塞病灶内碘油的效果(箭)。图 4 虚拟平扫图像的减影效果, Rel. CM 值越小, 减影效果越强, 反之 Rel. CM 值越大, 减影效果越弱。a) Rel. CM=1.75 时虚拟平扫图像; b) Rel. CM=2.65 时虚拟平扫图像,

同的层面各同步选取 3 个 ROI,其中 ROI1:正常肝脏组织;ROI2:病灶内碘油沉积缺损区;ROI3:病灶周边区(周边区:临近无碘油沉积的病灶边缘)。感兴趣区面积为 $(1.00\pm0.05)\text{cm}^2$ (图 2),选取原则同上。由同一名研究者测量并记录上述 ROI 的平均 CT 值。将 TNC 组、VNC 动脉期及 VNC 门静脉期三组图像以相同的方法测量 3 个 ROI 的 CT 值并计算平均 CT 值。

5. 统计学分析

采用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析。采用 Wilcoxon 符号秩和检验分析定性的主观等级评分;采用独立样本 *t* 检验分析定量数据。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. VNC 图像的定性评价

VNC 图像质量的评价:本组 VNC 图像未见有明显伪影,均符合临床诊断要求。VNC 组肿瘤病灶可见度、诊断接受度均低于 TNC 组,差异有统计学意义($P<0.05$),结果见表 1。

表 1 VNC 病灶显示度及诊断接受度评分 (例)

评分	病灶显示度 VNC	诊断接受度 VNC
4 分	—	4
3 分	11	12
2 分	20	15
1 分	9	9

VNC 去除碘油能力的评价结果见表 2 及图 3。

表 2 VNC 去除碘油能力评价 (例)

评分	碘油沉积形态	VNC 去除碘油能力
4 分	8	32
3 分	24	16
2 分	18	2
1 分	—	—

2. VNC 图像的定量评价

正常肝脏组织的定量评价:TNC 图像和 VNC 图像正常肝脏组织 CT 值(HU)比较,差异无统计学意义($P>0.05$);两者图像 SNR 比较,VNC 组高于 TNC 组,差异有统计学意义($P<0.05$);两者图像 CNR 比较,TNC 组略高于 VNC 组,但差异无统计学意义($P>0.05$,表 3)。

表 3 正常肝脏组织 CT 值、SNR 及 CNR 比较

指标	TNC	VNC	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
CT 值(HU)	55.8±5.4	54.7±5.9	0.785	0.436
SNR	5.2±1.0	5.9±1.3	-2.369	0.021
CNR	0.01±0.14	-0.06±0.15	1.795	0.078

肿瘤病灶的定量评价:将动脉期 VNC、门静脉期 VNC 图像病灶内碘油沉积缺损区及病灶周边区的 CT 值分别与 TNC 组对应部位 CT 值比较,其中碘油沉积

缺损区 CT 值 TNC 组高于 VNC 组,差异有统计学意义($P<0.05$);病灶周边区 CT 值差异无统计学意义($P>0.05$,表 4、5)。

表 4 动脉期 VNC 图像病灶 CT 值与 TNC 组比较 (HU)

区域	TNC	VNC	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
碘油沉积缺损区	54.4±19.1	44.8±12.9	2.297	0.025
病灶周边区	56.4±7.6	55.1±7.8	0.662	0.511

表 5 门静脉期 VNC 图像病灶 CT 值与 TNC 组比较 (HU)

区域	TNC	VNC	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
碘油沉积缺损区	54.4±19.1	45.3±13.4	2.152	0.036
病灶周边区	56.4±7.6	58.3±8.2	-0.918	0.363

将动脉期 VNC 图像与门静脉期 VNC 图像病灶内碘油沉积缺损区及病灶周边区对应部位的 CT 值进行比较,其中碘油沉积缺损区 CT 值门静脉期 VNC 略高于动脉期 VNC,但差异无统计学意义($P>0.05$);病灶周边区 CT 值门静脉期 VNC 高于动脉期 VNC,但差异亦无统计学意义($P>0.05$,表 6)。

表 6 动脉期与门静脉期 VNC 图像病灶 CT 值比较 (HU)

区域	动脉期 VNC	门静脉期 VNC	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
碘油沉积缺损区	44.8±12.9	45.3±13.4	-0.146	0.884
病灶周边区	55.1±7.8	58.3±8.2	-1.542	0.128

将动脉期、门静脉期 VNC 图像病灶内碘油沉积缺损区及病灶周边区的 CT 值分别与 TNC 组对应部位 CT 值进行比较,动脉期、门静脉期 VNC 图像 CT 值均高于 TNC 组,差异均有统计学意义($P<0.05$,表 7、8)。

表 7 动脉期 VNC 图像病灶 CT 值与 TNC 组比较 (HU)

区域	动脉期	TNC 组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
碘油沉积缺损区	67.8±24.2	54.4±19.1	2.381	0.021
病灶周边区	67.4±9.5	56.4±7.6	4.945	0.000

表 8 门静脉期图像病灶 CT 值与 TNC 组比较 (HU)

区域	门静脉期	TNC 组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
碘油沉积缺损区	76.5±27.5	54.4±19.1	3.613	0.001
病灶周边区	95.4±16.7	56.4±7.6	11.634	0.000

讨 论

在肝癌的非手术治疗中,以肝动脉化疗栓塞术为代表的介入治疗作为不能手术切除肝癌的首选治疗方法已得到了广泛应用^[8,9]。除临床和实验室检查外,能够较客观和准确反映 TACE 术后肿瘤残存或复发的影像学检查方法对于临床制定进一步治疗方案尤为关键。CT 评价 TACE 的治疗效果简单而直观。多数学者认为 TACE 术后碘油沉积缺损区及病灶周边区改变的监测对于评价疗效和决定是否需要重复治疗具有重要的临床意义^[10,11],碘化油的高密度影响常规 CT 对上述区域残存或复发肿瘤的观察。

1. 虚拟平扫的图像质量

本组研究对 VNC 图像的定评性价中,选取的是肝癌 TACE 术后的病例,病灶可见度、诊断接受度均低于 TNC 图像,即 VNC 图像对解剖结构及细节的显示不及 TNC 图像,总体来看,VNC 图像质量不及 TNC 图像,两者差异有统计学意义,这一结论与以往某些研究结论相同^[12]。考虑本研究纳入的是 TACE 术后的患者,肿瘤病灶内含有碘油,在虚拟平扫的后处理中被减影,使得肿瘤病灶的显示不及 TNC 图像。

2. 虚拟平扫去除碘油的能力及价值

TACE 术后肿瘤病灶内碘油沉积形态分为四种,VNC 去除碘油的能力也可分为 4 级,本研究 50 个病灶中,8 个病灶属于完全沉积型,其中 7 个病灶完全去除碘油,1 个病灶部分去除碘油;24 个病灶属于部分沉积型,其中 10 个病灶完全去除碘油,13 个病灶部分去除碘油,1 个病灶少量去除碘油;18 个病灶属于稀疏型,其中 15 个病灶完全去除碘油,2 个病灶部分去除碘油,1 个病灶少量去除碘油。由此看来,无论病灶碘油沉积形态是何种类型,VNC 去除碘油的能力都很强。调节 LiverVNC 中的 Rel. CM(Relative Contrast Medium)参数,该参数的范围是 1.75 至 2.65,调节不同数值可得到不同的减影效果(图 4),这一点解释了虚拟平扫图像中病灶内仍可见少许碘油影的原因(图 3)。通过双源 CT 的虚拟平扫技术去除碘油,使更好地显示病灶内及周边区残存或复发的肿瘤成为可能。

3. 虚拟平扫显示正常组织及病灶 CT 值的异同

本研究中 VNC 与 TNC 图像对正常肝脏组织的密度显示差异无统计学意义;VNC 图像的信噪比高于 TNC 图像,差异有统计学意义;VNC 图像的对比信噪比略低于 TNC 图像,差异无统计学意义。这些结论与以往研究均相同。总体来看,VNC 图像能够满足诊断的基本需求,同时减少了患者的辐射剂量,有望取代 TNC 图像。

VNC 图像对病灶碘油沉积缺损区的密度显示明显低于 TNC 图像,差异有统计学意义,虚拟平扫技术在去除碘对比剂的同时,也去除了沉积的碘油,且去除碘油的能力很强。VNC 图像对病灶周边区的密度显示与 TNC 图像无明显差别,说明本研究中病灶周边区无异常密度改变,即无周边区肿瘤的复发;而动脉期 VNC 图像与门静脉期 VNC 图像对病灶内碘油沉积缺损区及病灶周边区的密度显示均无明显差异。动脉期及门静脉期 VNC 图像对病灶碘油沉积缺损区的密度显示明显高于 TNC 图像,差异有统计学意义,说明肿瘤病灶没有完全被栓塞,仍然有血供。动脉期及门静脉期图像对病灶周边区的密度显示明显高于 TNC

图像,差异有统计学意义,符合增强扫描的特征,尚不能完全排除周边区肿瘤的复发。

综上所述,本研究结果显示,VNC 图像较 TNC 图像在正常肝脏组织的显示上无明显差异,VNC 图像信噪比高于 TNC 图像,但两者对比信噪比差异无统计学意义。虚拟平扫技术去除肝癌栓塞区域碘油的能力很强,使更好地显示病灶内及周边区残存或复发的肿瘤成为可能。对于较少碘油沉积的病例,VNC 能满足诊断的基本需求,对于肝癌 TACE 术后病灶,VNC 对病灶周边区的显示好于病灶内。

参考文献:

- [1] Bosch FX, Ribes J, Díaz M, et al. Primary liver cancer: worldwide incidence and trends[J]. *Gastroenterology*, 2004, 127 (Suppl 1): S5-S16.
- [2] 任晓璇,杜端明,刘鹏程.影像学检查在肝癌介入术后疗效评价中的现状及进展[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2010, 7(6): 672-675.
- [3] El-Serag HB, Rudolph KL. Hepatocellular carcinoma: epidemiology and molecular carcinogenesis[J]. *Gastroenterology*, 2007, 132 (7): 2557-2576.
- [4] Yan FH, Zhou KR, Cheng JM, et al. Role and limitation of FMP-SPGR dynamic contrast scanning in the follow-up of patients with hepatocellular carcinoma treated by TACE[J]. *World J Gastroenterol*, 2002, 8(4): 658-662.
- [5] Graser A, Johnson TR, Hecht EM, et al. Dual-energy CT in Patients suspected of having renal masses: can virtual nonenhanced images replace true nonenhanced images? [J]. *Radiology*, 2009, 252(2): 433-440.
- [6] 彭晋,张龙江,吴新生,等.双源 CT 双能量上腹部虚拟平扫临床应用价值的初步探讨[J]. *临床放射学杂志*, 2009, 28(12): 1680-1684.
- [7] 中国抗癌协会肝癌专业委员会.原发性肝癌诊断标准[J]. *中华肝脏病杂志*, 2000, 8(3): 135.
- [8] Chung GE, Lee JH, Kim HY, et al. Transarterial chemoembolization can be safely performed in patients with hepatocellular carcinoma invading the main portal vein and may improve the overall survival[J]. *Radiology*, 2011, 258(2): 627-634.
- [9] Chen HB, Huang Y, Dai DL, et al. Therapeutic effect of transeatheter arterial Chemoembolization and percutaneous injection of acetic acids on primary liver cancer[J]. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*, 2004, 3(1): 55-57.
- [10] Sergio A, Cristofori C, Cardin R, et al. Transcatheter arterial chemoembolization (TACE) in hepatocellular carcinoma (HCC): the role of angiogenesis and invasiveness[J]. *Am J Gastroenterol*, 2008, 103(4): 914-921.
- [11] Goldbe SN, Gazelle GS, Mueller PR. Thermal ablation therapy for focal malignancy: a unified approach to underlying principles, techniques and diagnostic imaging guidance[J]. *AJR*, 2000, 174 (2): 323-331.
- [12] 钱玉娥,胡红杰,张峭巍,等.新双源 CT 虚拟平扫技术在肝脏检查中的应用[J]. *中华放射学杂志*, 2011, 45(2): 120-123.

(收稿日期:2013-02-10 修回日期:2013-03-10)