



中国临床医学

Chinese Journal of Clinical Medicine

ISSN 1008-6358

CN 31-1794/R

大视野对比常规视野锥形束CT在经动脉化疗栓塞术中的应用

周馨, 石钦, 周永杰, 杜楠, 施惠斌, 梁吉廷, 颜志平, 马婧

引用本文:

周馨, 石钦, 周永杰, 杜楠, 施惠斌, 梁吉廷, 颜志平, 马婧. 大视野对比常规视野锥形束CT在经动脉化疗栓塞术中的应用[J]. 中国临床医学, 2022, 29(4): 585-590.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20220388>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

低管电压在经导管主动脉瓣置换术前CTA中的应用

Application of low tube voltage in CTA before transcatheter aortic valve replacement

中国临床医学. 2021, 28(4): 682-687 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20210564>

乳腺癌调强放疗摆位误差的影响因素

Exploration of impact factors on set-up errors in IMRT for breast cancer

中国临床医学. 2022, 29(3): 481-485 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20220479>

正位透视下椎弓根穿刺椎体后凸成形术治疗胸腰段骨质疏松性骨折的疗效分析

Effect of anterior-posterior fluoroscopy monitored pedicle drilling kyphoplasty on the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture

中国临床医学. 2021, 28(4): 618-621 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20210431>

定向球囊技术在经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折中的应用

Application of directional balloon technique in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture with percutaneous kyphoplasty

中国临床医学. 2021, 28(3): 472-475 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20202580>

术中输注复方氨基酸对胃癌根治术患者苏醒质量的影响

Effect of intra-operative amino acid infusion on recovery quality in patients undergoing open radical gastrectomy

中国临床医学. 2022, 29(1): 69-73 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20210570>

DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20220388

· 研究快报 ·

大视野对比常规视野锥形束 CT 在经动脉化疗栓塞术中的应用

周 馨^{1,2}, 石 钦^{1,2,3}, 周永杰^{1,2,3}, 杜 楠^{1,2,3}, 施惠斌², 梁吉廷², 颜志平^{1,2,3}, 马婧崧^{1,2,3*}

1. 国家放射与治疗临床医学研究中心, 上海 200032

2. 复旦大学附属中山医院介入治疗科, 上海 200032

3. 上海市影像医学研究所, 上海 200032

引用本文 周 馨, 石 钦, 周永杰, 等. 大视野对比常规视野锥形束 CT 在经动脉化疗栓塞术中的应用 [J]. 中国临床医学, 2022, 29(4): 585-590. ZHOU X, SHI Q, ZHOU Y J, et al. Application of cone-beam CT in transarterial chemoembolization with large versus conventional field-of-view[J]. Chinese Journal of Clinical Medicine, 2022, 29(4): 585-590.

[摘要] **目的** 比较数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 大视野 (field-of-view, FOV) 锥形束计算机断层扫描 (cone-beam computed tomography, CBCT) 与常规 FOV CBCT 在经动脉化疗栓塞术 (transarterial chemoembolization, TACE) 中的应用价值。**方法** 选择 2021 年 10 月至 12 月接受 TACE 治疗的肝癌患者 37 例, 随机分为大视野组 ($n=20$) 和对照组 ($n=17$)。大视野组在术中行大 FOV CBCT 扫描; 对照组行常规 CBCT 扫描。对两组患者的影像学资料、透视和曝光时间及辐射剂量进行分析, 比较两组图像质量和辐射剂量。**结果** 大视野组 3D 图像质量达优率为 90%, 高于对照组的 58.82% ($P=0.028$)。大视野组与对照组平均曝光次数、平均累计透视时间、平均累计曝光时间和空气比释动能差异均无统计学意义。大视野组单位时间剂量面积乘积 (dose area product, DAP) 低于对照组 [$(26.852 \pm 6.430) \mu\text{Gym}^2/\text{s}$ vs $(53.127 \pm 29.087) \mu\text{Gym}^2/\text{s}$, $P=0.002$]。**结论** 大 FOV CBCT 技术在 TACE 术中的 3D 图像质量优于常规视野 CBCT, 同时单位时间内 DAP 低于常规视野 CBCT, 表明更安全、有效, 为肿瘤精准治疗的更好选择。

[关键词] 大视野; 锥形束 CT; 经动脉化疗栓塞术; 剂量面积乘积

[中图分类号] R 735.7 **[文献标志码]** A

Application of cone-beam CT in transarterial chemoembolization with large versus conventional field-of-view

ZHOU Xin^{1,2}, SHI Qin^{1,2,3}, ZHOU Yong-jie^{1,2,3}, DU Nan^{1,2,3}, SHI Hui-bin², LIANG Ji-ting², YAN Zhi-ping^{1,2,3}, MA Jing-qin^{1,2,3*}

1. National Clinical Research Center For Interventional Medicine, Shanghai 200032, China

2. Department of Interventional Radiology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

3. Shanghai Institute of Medical Imaging, Shanghai 200032, China

[Abstract] **Objective** To compare the application values of digital subtraction angiography (DSA) large field-of-view (FOV) cone-beam computed tomography (CBCT) and conventional FOV CBCT in transarterial chemoembolization (TACE). **Methods** 37 patients with liver cancer who received TACE treatment from October to December in 2021 were selected and randomly divided into experimental group and control group. 20 patients in experimental group received large FOV CBCT scan during operation, and 17 patients in control group received conventional FOV CBCT scan. The imaging data, fluoroscopy and radiographic time, radiation dose were compared between the two groups. **Results** The excellent rate of 3D image quality in experimental group was 90%, which was higher than 58.82% in control group ($P=0.030$). There were no significant differences in average radiographic times, average cumulative fluoroscopic time, average cumulative radiographic time, and air specific release kinetic energy between the experimental group and the control group. Dose area product (DAP) per unit time in experimental group was significantly lower than that in control group [$(26.852 \pm 6.430) \mu\text{Gym}^2/\text{s}$ vs $(53.132 \pm 29.087) \mu\text{Gym}^2/\text{s}$, $P=0.002$]. **Conclusions** Large FOV CBCT has better 3D image quality and lower DAP per unit time than conventional CBCT in TACE

[收稿日期] 2022-03-08

[接受日期] 2022-06-10

[基金项目] 科技部国家重点研发项目 (2017YFC0109205). Supported by State's Key Project of Research and Development Plan of Ministry of Science and Technology (2017YFC0109205).

[作者简介] 周 馨, 硕士. E-mail: zhouxin9406@126.com

*通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: ma.jingqin@zs-hospital.sh.cn

surgery, which can be safely and effectively applied in TACE surgery and provide a better choice for precise tumor treatment.

[Key Words] large field-of-view; cone-beam computed tomography; transarterial chemoembolization; dose area product

肝癌发病率在恶性肿瘤中排名第6位,恶性程度高、病情发展快,而全球近50%的肝癌患者在中国^[1]。目前,经动脉化疗栓塞术(transarterial chemoembolization, TACE)在中晚期肝癌治疗中得到广泛应用^[2]。数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)是TACE术最基本的引导方式。部分肿瘤的血管较为复杂,如血管重叠、乏血供、动脉迂曲等,传统DSA引导较为困难,且肿瘤的检出率、供血动脉识别及插管精准率都受到影响^[3]。锥形束计算机断层扫描(cone-beam computed tomography, CBCT)是一种较新的成像技术,目前得到广泛应用^[4]。CBCT能为TACE术中肿瘤供血动脉的确定及精准插管提供帮助,以最大程度避免正常动脉分支遭到误栓^[5-7]。

然而,目前DSA设备的CBCT功能较单一,且其成像质量与多排螺旋CT(multi-slice spiral CT, MSCT)存在一定差距^[8]。CBCT图像质量的影响因素包括DSA系统和算法、图像伪影和噪声水平、术中对对比剂注射参数和患者屏气条件、软组织分辨率等^[9-11],且成像范围局限,导致临床应用受限。大视野(field-of-view, FOV)CBCT通

过与DSA技术相结合,突破传统扫描轨迹限制,能提供依据完整数据重建的大容积图像。同时,断层FOV直径从248 mm提高到431 mm,能够对腹部和胸部进行完整重建。本研究通过比较大FOV CBCT和常规视野CBCT技术的图像质量和辐射剂量,探讨大FOV CBCT在TACE中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 前瞻性随机纳入2021年10月至12月接受TACE治疗的40例肝癌患者。纳入标准:(1)临床明确诊断为肝癌;(2)年龄>18岁,性别不限;(3)需要进行TACE术。排除标准:严重心功能、肝功能、肾功能不全,经研究者评估其他不适宜参加临床试验者。参照随机对照表,将受试者随机分配到大视野组和对照组。大视野组20例,TACE术中用大FOV CBCT进行扫描;对照组有3例患者中途退出,最终入组17例,TACE术中进行常规CBCT扫描。两组患者临床资料基线值差异无统计学意义(表1)。本研究获得医院伦理委员会审批(B2021-570R),所有患者或家属在术前签署知情同意书。

表1 两组患者基线资料比较

项目	大视野组(n=20)	对照组(n=17)	t值/ χ^2 值	P值
性别 n(%)			0.564	0.452
男	19(95.00)	15(88.24)		
女	1(5.00)	2(11.76)		
年龄/岁	60.70±12.962	61.59±10.308	-0.232	0.818
身高/cm	170.82±6.277	167.82±8.025	1.214	0.234
体质量/kg	67.226±10.361	63.500±12.811	0.935	0.342
肝炎 n(%)			1.859	0.173
有	11(55.00)	13(76.47)		
无	9(45.00)	4(23.53)		
肝硬化 n(%)			0.149	0.699
有	7(35.00)	7(41.18)		
无	13(65.00)	10(58.82)		
Child-Pugh分级 n(%)			0.014	0.906
A	19(95.00)	16(94.12)		
B	1(5.00)	1(5.88)		
BCLC分期 n(%)			0.621	0.733
A	6(30.00)	7(41.18)		
B	6(30.00)	5(29.41)		
C	8(40.00)	5(29.41)		

1.2 仪器与方法

1.2.1 常规 CBCT 使用 PHILIPS Allura Xper FD20 DSA, TACE 术中先行常规正位 DSA, 了解肿瘤个数、部位及供血情况; 在栓塞前行 CBCT 双期扫描明确肿瘤供血动脉, 选择 AbdomenXper, 栓塞结束后, 再次行 CBCT 平扫评价栓塞效果。

1.2.2 大 FOV CBCT 使用 UIH uAngio 960 DSA, TACE 术中先行常规正位 DSA, 了解肿瘤个数、部位及供血情况; 在栓塞前行大 FOV CBCT 双期扫描, 栓塞结束后, 再次行大 FOV CBCT 平扫评价栓塞效果。

1.3 观察指标

1.3.1 影像图像的评价 TACE 术中图像质量由主刀医师评判, 评判内容: 透视图像; 2D、3D 造影和图像处理; CBCT 扫描下肿瘤的显示情况; 肿瘤供血动脉的识别; 栓塞后碘油沉积情况。(1) 透视图像: 优为导丝导管清晰可见; 良为可见; 差为模糊, 难以辨认。(2) 2D 造影和图像处理: 优为可辨认 3 级以下血管分支, 边缘清晰; 良为可辨认 3 级以下血管分支, 欠清晰; 差为不可辨认 3 级以下血管分支。(3) 3D 造影和图像处理: 优为图像清晰度高, 血管轮廓清晰, 对比明显, 轻微伪影, 骨骼影像基本不干扰血管成像, 分支小动脉 (3 级) 显示完全, 能很好满足介入手术需要; 良为图像较清晰, 少量伪影, 骨骼影像较少干扰血管成像, 分支小动脉 (3 级) 显示基本完全, 尚能满足介入手术需要; 差为图像模糊, 血管边缘不清晰, 伪影明显, 骨骼影像干扰血管成像, 分支小动脉 (3 级) 显示不完全, 无法满足诊断要求。(4) CBCT: 优为图像清晰, 对比度好, 病变显示良好, 轻微伪影, 能很好满足介入手术需要; 良为图像不够清晰、锐度欠佳, 能基本显示病变, 有少量伪影但不影响图像观察, 能基本满足介入手术需要; 差为图像清晰度、对比度和锐度均较差, 伪影较大, 病变部位显示不清楚, 不能满足介入手术需要^[12]。

1.3.2 安全性 收集并分析 TACE 手术辐射参数数据, 包括曝光次数、累计透视时间、累计曝光时间、单位时间内剂量面积乘积 (dose area product, DAP)、空气比释动能等。

1.4 统计学处理 所有数据采用 SPSS 26.0 统计软件进行分析, 计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 计数资料以 $n(\%)$ 表示。计量数据的组间比较根据数据分布情况采用独立样本 t 检验 (方差齐、正态分布); 分类数据采用卡方检验或精确概率法, 等级资料采用 Mann-Whitney U 检验。所有的统计检验均为双侧, 检验水准 (α) 为 0.05。

2 结果

2.1 图像质量 大视野组大 FOV CBCT 的 3D 图像质量达优率为 90%, 优于对照组常规 CBCT (58.82%), 差异有统计学意义 ($P=0.028$, 表 2)。常规 CBCT 横断位图像中部分肝脏、脾脏未能纳入视野; 大 FOV CBCT 横断位图像中腹腔脏器完整纳入视野 (图 1)。

表 2 两组患者 CBCT 图像质量评价情况

项目	n(%)		
	大视野组 (n=20)	对照组 (n=17)	χ^2 值 P 值
透视			0.131 0.721
优	7(35.00)	5(29.41)	
良	13(65.00)	12(70.59)	
2D 造影			3.070 0.084
优	16(80.00)	9(52.94)	
良	4(20.00)	8(47.06)	
锥束 CT			0.087 0.772
优	8(40.00)	6(35.29)	
良	12(60.00)	11(64.71)	
2D 图像处理			0.460 0.504
优	18(90.00)	14(82.35)	
良	2(10.00)	3(17.65)	
3D 图像处理			4.852 0.028
优	18(90.00)	10(58.82)	
良	2(10.00)	7(41.18)	

2.2 辐射安全性 两组 TACE 术中平均曝光次数、平均累计透视时间、平均累计曝光时间、空气比释动能差异均无统计学意义; 大视野组单位时间内 DAP 低于对照组 ($P=0.002$, 表 3)。

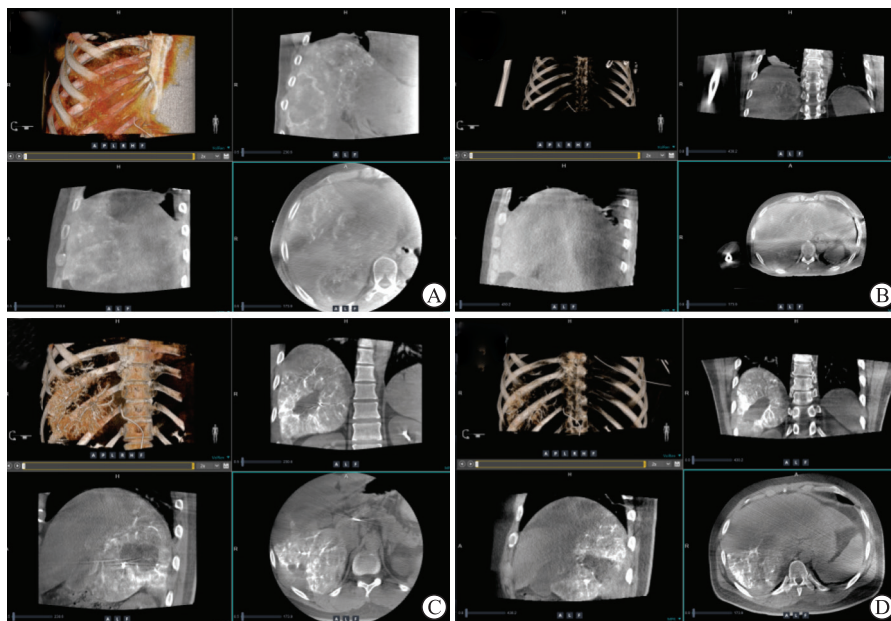


图1 栓塞前后 CBCT 扫描重建图像

A、B:栓塞前常规(A)和大FOV(B)重建图像;C、D:栓塞后常规(C)和大FOV(D)重建图像。

表3 两组患者透视和曝光时间、辐射剂量对比

项目	大视野组 ($n=20$)	对照组 ($n=17$)	t 值	P 值
曝光次数	7.55 ± 1.701	6.82 ± 3.340	0.812	0.425
累计透视时间/s	732.315 ± 14.986	738.059 ± 486.341	-0.047	0.963
累计曝光时间/s	811.195 ± 157.600	787.990 ± 507.593	0.181	0.858
空气比释动能/mGy	$1\,069.521 \pm 230.824$	820.170 ± 638.659	1.527	0.143
DAP/($\mu\text{Gym}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	26.852 ± 6.430	53.127 ± 29.087	-3.650	0.002

DAP:剂量面积乘积。

3 讨论

CBCT利用C臂的旋转运动,经平板探测器采集和计算机重建形成三维断层CT图像,不仅具有普通DSA功能,还可行容积成像及三维血管重建^[13]。

在TACE术中,CBCT通过多平面重组(MPR)和容积再现(VR)等图像后处理技术,获得肝脏的三维容积数据,并得到与普通多层螺旋CT相似的肿瘤增强图像和CT血管造影(CTA)图像^[14-16],能直观显示肿瘤的个数、分布情况和供血血管,从而帮助术者制定栓塞方案、评估TACE术中操作的难易程度,选择术中导管头端的形状及对导管塑形,进而更好地引导超选择精准插管,提高手术效

率^[17-19]。研究^[19]显示,在TACE术中,CBCT对栓塞靶点和肿瘤供血血管的识别、栓塞后评估碘油沉积有重要指导价值。

对于体型较大或病灶较大、较多的受试者,常规CBCT平板探测器扫描面积有限,1次旋转不能完全涵盖整个躯干部截面,图像视野相对于螺旋CT小,存在无法完全扫描的情况,因此术中需根据患者体型不断进行体位调整。相较于常规CBCT,大FOV CBCT既没有增加新的硬件装置,也不改变射线在平板探测器上的能量分布,在保证重建图像均匀性和图像质量的基础上,可将重建直径由常规CBCT的248 mm增加至431 mm,扫描视野扩大了73.79%,可以覆盖整个腹部(图2、图3)。

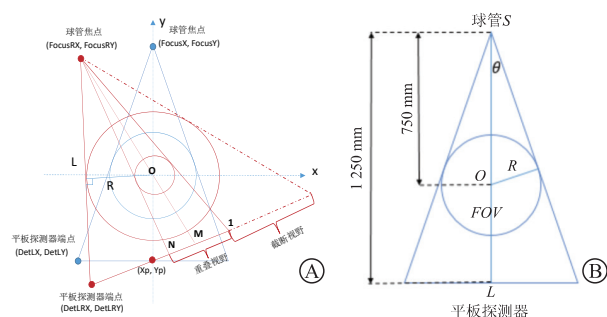


图2 CBCT视野测量与计算方法

A:大FOV;B:常规FOV。

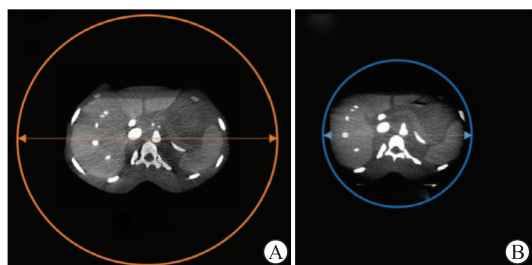


图3 CBCT图像视野

A:大FOV,扫描横截面最大横径为431 mm;B:常规FOV,扫描横截面最大横径为248 mm。

本研究显示,相比常规CBCT,大FOV CBCT有更大成像视野,能获得更优的图像质量,可帮助医师在术中更准确、全面地评估患者情况,在TACE中具有重要指导意义。因常规CBCT视野及其覆盖面积有限,在TACE术中有时需进行2次或多次图像采集,增加术者和患者所受辐射量,且易造成漏诊^[20]。而大FOV CBCT能在保证图像质量的前提下,一次性覆盖更大的成像范围,减少漏诊,降低重复采集次数。本研究采用的大FOV锥形束CT辐射剂量小,单位时间内DAP低于对照组($P=0.002$)。

但是,本临床试验未进行后期随访。同时,大FOV CBCT图像质量的影响因素较多,包括成像参数、对比剂注射参数、患者屏气条件及病灶部位等,其成像机制有待进一步研究,理论体系有待进一步完善,扫描过程中辐射剂量标准尚待制订,因此其安全性和有效性需进一步深入研究。

综上所述,本研究表明,大FOV CBCT技术在TACE术中图像质量优于常规CBCT,单位时间内DAP低于常规CBCT,能安全、有效地应用于TACE手术,为肿瘤精准治疗提供了更好选择。由

于技术较新,相关应用标准尚待进一步研究后制订,因此其有效性和安全性也有待增加样本量并进行较长随访后确定。

利益冲突:所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. CA Cancer J Clin, 2021,71(3): 209-249.
- [2] MAKUUCHI M, SANO K. The surgical approach to HCC: our progress and results in Japan[J]. Liver Transpl, 2004,10(2 Suppl 1): S46-S52.
- [3] SALA M, VARELA M, BRUIX J. Selection of candidates with HCC for transplantation in the MELD era[J]. Liver Transpl, 2004,10(10 Suppl 2): S4-S9.
- [4] ROSA C, CARAVATTA L, DI TOMMASO M, et al. Cone-beam computed tomography for organ motion evaluation in locally advanced rectal cancer patients[J]. Radiol Med,2021,126(1):147-154.
- [5] SCHULZE R, HEIL U, GROSS D, et al. Artefacts in CBCT: a review[J]. Dentomaxillofac Radiol, 2011,40(5): 265-273.
- [6] VAN INEVELD R L, VAN VLIET E J, WEHRENS E J, et al. 3D imaging for driving cancer discovery[J]. EMBO J, 2022,41(10):e109675.
- [7] MISSLER U, HUNDT C, WIESMANN M, et al. Three-dimensional reconstructed rotational digital subtraction angiography in planning treatment of intracranial aneurysms[J].Eur Radiol, 2000,10(4): 564-568.
- [8] FENG Y, ZHANG W, LUO C. Evaluation of clinical application of multi-slice computerized tomography in primary retroperitoneal tumors[J]. J Clin Lab Anal,2020,34(5):e23169.
- [9] DA S M W, CHIQUETO K, PITHON G M, et al. Factors influencing the effective dose associated with CBCT: a systematic review[J]. Clin Oral Investig,2019,23(3): 1319-1330.
- [10] LINDFORS N, LUND H, JOHANSSON H, et al. Influence of patient position and other inherent factors on image quality in two different cone beam computed tomography (CBCT) devices[J]. Eur J Radiol Open, 2017,4: 132-137.
- [11] WOLF T G, FISCHER F, SCHULZE R. Correlation of objective image quality and working length measurements in different CBCT machines: An ex vivo study[J].Sci Rep,2020,10(1): 19414.

- [12] LIU S S, CHEN Y, LI Y H. Application of Dyna-CT in non-vascular interventional diagnosis and treatment[J]. J Clin Radiol, 2009, 28(8): 1134-1137.
- [13] PEISEN F, MAURER M, GROSSE U, et al. Intraprocedural cone-beam CT with parenchymal blood volume assessment for transarterial chemoembolization guidance: Impact on the effectiveness of the individual TACE sessions compared to DSA guidance alone[J]. Eur J Radiol, 2021, 140: 109768.
- [14] SOMMER C M. Percutaneous irreversible electroporation for treatment of small hepatocellular carcinoma invisible on unenhanced CT: a novel combined strategy with prior transarterial tumor marking[J]. Cancers (Basel), 2021, 13(9): 2021.
- [15] XIN L, LAMBRICHTS I, YI S, et al. A comparative evaluation of cone beam computed tomography (CBCT) and multi-slice CT (MSCT). Part II : On 3D model accuracy[J]. Eur J Radiol, 2010, 75(2): 274.
- [16] JONCZYK M, COLLETTINI F, GEISEL D, et al. Radiation exposure during TACE procedures using additional cone-beam CT (CBCT) for guidance: safety and precautions[J]. Acta Radiol, 2018, 59(11): 1277-1284.
- [17] LI Z, JIAO D, SI G, et al. Making timely remedial measures after TACE based on the results of cone-beam CT liver perfusion[J]. Int J Hyperthermia, 2021, 38(1): 428-436.
- [18] PUA U, TEO C C, U P T, et al. Cone-beam CT acquisition during transradial TACE made easy; use of the swivel arm board[J]. Br J Radiol, 2018, 91(1081): 20170248.
- [19] ORLACCHIO A, ROMA S, DELL'OLIO V, et al. Role of cone-beam CT in the intraprocedural evaluation of chemoembolization of hepatocellular carcinoma[J]. J Oncol, 2021, 2021: 8856998.
- [20] ELSHENAWY H, ALY W, SALAH N, et al. Influence of small, midi, medium and large fields of view on accuracy of linear measurements in CBCT imaging: diagnostic accuracy study[J]. Open Access Maced J Med Sci, 2019, 7(6): 1037-1041.

[本文编辑] 王迪