

论 著

肝癌TACE前后癌灶及癌旁CT灌注成像血流定量变化及指导疗效评估的价值*

冯坤鹏 王兴龙 董 备
李依明 郑吟诗*
商丘市第一人民医院CT室 (河南 商丘 476100)

【摘要】目的 探讨肝癌肝动脉化疗栓塞术(TACE)前后癌灶及癌旁计算机断层扫描灌注成像(CTPI)血流定量变化及指导疗效评估的价值。方法 回顾性选取2022年8月至2024年3月在本院行TACE治疗的肝癌患者63例,均分别于TACE术前1~3d及术后7d进行CTPI检查,对比肿瘤组织与癌旁1cm组织手术前后肝血流量(BF)、肝血容量(BV)、平均通过时间(MTT)、肝动脉灌注指数(HPI)、肝动脉灌注量(HAP)、门静脉灌注量(PVP)变化情况。根据术后7d肝癌患者疗效情况分为有效组和无效组,对比两组手术前后上述血流灌注参数变化,绘制受试者工作曲线(ROC)分析CTPI血流参数对肝癌患者疗效的评估价值。结果 术前、术后肿瘤组织BF、BV、HPI、HAP均高于癌旁1cm组织, PVP、MTT均低于癌旁1cm组织($P<0.05$);术后,肿瘤组织BF、BV、HPI、HAP水平较术前均降低($P<0.05$), PVP、MTT均升高但与术前比较无差异($P>0.05$);术后癌旁1cm组织上述参数水平较术前无变化($P>0.05$)。TACE后7d肝癌患者有效率为65.07%(41/63),无效34.92%(22/63)。有效组手术前后 Δ BF、 Δ BV、 Δ HPI、 Δ HAP、 Δ PVP、 Δ MTT与无效组比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。ROC结果显示, Δ BF、 Δ BV、 Δ HPI、 Δ HAP、 Δ PVP、 Δ MTT及其联合检测评估肝癌患者TACE疗效的曲线下面积(AUC)分别为0.703、0.751、0.737、0.746、0.770、0.732、0.928($P<0.05$)。结论 TACE后肝癌患者肿瘤组织的BF、BV、HPI、HAP均下降, PVP、MTT均升高,但癌旁组织上述指标无变化,临床可通过CTPI血流定量变化对肝癌患者早期疗效予以准确评估。

【关键词】肝癌;肝动脉化疗栓塞术;
CT灌注成像;血流灌注;疗效
【中图分类号】R735.7
【文献标识码】A
【基金项目】商丘市第一人民医院院级课题
(20220214)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.11.033

Quantitative Changes of Blood Flow in Focal and Para-cancerous CT Perfusion Imaging in Liver Cancer before and after Tace and Evaluation Value in Curative Effect*

FENG Kun-peng, WANG Xing-long, DONG Bei, LI Yi-ming, ZHENG Yin-shi*.
CT Room, Shangqiu First People's Hospital, Shangqiu 476100, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore quantitative changes of blood flow in focal and para-cancerous computed tomography perfusion imaging (CTPI) in liver cancer before and after transcatheter arterial chemoembolization (TACE) and evaluation value in curative effect. **Methods** A total of 63 patients with liver cancer undergoing TACE in the hospital were retrospectively enrolled between August 2022 and March 2024. All underwent CTPI examination at 1-3d before TACE and 7d after TACE. The changes of hepatic blood flow (BF), blood volume (BV), mean transit time (MTT), hepatic artery perfusion index (HPI), hepatic artery perfusion volume (HAP) and portal vein perfusion volume (PVP) before and after surgery in cancer tissues and para-cancerous 1cm tissues were compared. According to curative effect at 7d after surgery, patients with liver cancer were divided into effective group and ineffective group, and changes of the above blood perfusion parameters before and after surgery were compared between the two groups. The evaluation value of CTPI blood flow parameters for curative effect in patients with liver cancer was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** Before and after surgery, BF, BV, HPI and HAP in cancer tissues were higher than those in para-cancerous 1cm tissues, while PVP and MTT were lower than those in para-cancerous 1cm tissues ($P<0.05$). After surgery, BF, BV, HPI and HAP were decreased ($P<0.05$), while PVP and MTT were increased in cancer tissues, but there was no difference compared with those before surgery ($P>0.05$). Before and after surgery, there was no change in the above parameters in para-cancerous 1cm tissues ($P>0.05$). At 7d after TACE, effective rate and ineffective rate were 65.07% (41/63) and 34.92% (22/63) in patients with liver cancer. There were significant differences in Δ BF, Δ BV, Δ HPI, Δ HAP, Δ PVP and Δ MTT between effective group and ineffective group before and after surgery ($P<0.05$). The results of ROC curves analysis showed that area under the curve (AUC) values of Δ BF, Δ BV, Δ HPI, Δ HAP, Δ PVP, Δ MTT and combined detection for evaluating curative effect of TACE in patients with liver cancer were 0.703, 0.751, 0.737, 0.746, 0.770, 0.732 and 0.928, respectively ($P<0.05$). **Conclusion** In patients with liver cancer after TACE, BF, BV, HPI and HAP are decreased, while PVP and MTT are increased in cancer tissues, but there are no changes in the above indexes in para-cancerous tissues. Clinically, quantitative changes of CTPI blood flow can be applied to accurately evaluate early curative effect in patients with liver cancer.

Keywords: Liver Cancer; Transcatheter Arterial Chemoembolization; CT Perfusion Imaging; Blood Flow Perfusion; Curative Effect

肝癌为临床常见的恶性肿瘤之一,具有发病率、死亡率均较高的特点^[1]。手术是延长患者生存期,改善预后的重要举措。然而,部分患者由于早期症状并不明显未能及时就医而错过最佳手术时机,故而多采用肝动脉化疗栓塞术(transcatheter arterial chemoembolization, TACE)治疗。TACE通过选择性阻断肿瘤供血,结合局部化疗药物的释放,能够有效延缓肿瘤的进展,提高患者的生存率^[2-3]。但TACE的疗效评估一直是临床实践中的一大挑战。传统的影像学评估方法,如CT或MRI,主要依赖于肿瘤大小变化来判断疗效,然而这一方法在肿瘤的生物学特征及微环境变化方面的敏感性不足,往往导致对疗效的低估或误判。因此,寻找更为精确且方便的评估方法十分重要。计算机断层扫描灌注成像(computed tomography perfusion imaging, CTPI)能够定量分析肿瘤及其周围组织的血流动力学特征,通过测量灌注参数为评估肝癌的生物行为及TACE的治疗效果提供了新的工具^[4-5]。李珊玫等^[6]研究显示,肝癌为血管富集的实体肿瘤,其疗效情况取决于组织血供变化。而CTPI不仅能反映肿瘤的血供变化,还能揭示癌旁组织的血流特征,为综合评估提供了更为丰富的信息。据此,本研究旨在探讨肝癌患者在接受TACE前后,癌灶及癌旁组织的CT灌注成像血流定量变化,并分析其在疗效评估中的价值,以期为临床治疗提供更为科学的依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2022年8月至2024年3月在本院行TACE治疗的肝癌患者63例。纳入标准:符合肝癌诊断标准^[7],并经AFP、影像学或活检/手术确诊;采用TACE治疗;Child-Pugh分级A或B级。排除标准:存在CTPI检查禁忌者;临床资料不完整者;精神疾病者;有心肾功能严重障碍者;对碘剂过敏者。本研究满足医学研究相关原则,符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》。纳入的患者中男37例,女26例;年龄48~75岁,平均年龄(61.59±5.42)岁,Child-Pugh A级40例, B级23例,肿瘤直径3~12cm,平均

【第一作者】冯坤鹏,男,副主任医师,主要研究方向:影像诊断。E-mail: yan1873801@163.com
【通讯作者】郑吟诗,男,主任医师,主要研究方向:影像诊断。E-mail: feng1827262@163.com

肿瘤直径(7.48 ± 1.26)cm。

1.2 方法

1.2.1 TACE治疗：在SIMENS MULTISTAR数字减影血管机指导下，运用Seldinger技术选择肝脏处肿瘤供血动脉，后注入表阿霉素(批号201203)40 mg+超化碘油(批号2205061)混悬剂。待肿瘤充满后，采用明胶海绵颗粒予以栓塞，栓塞终止标准：混悬剂流速减慢或肿瘤周围肝区出现碘油弥散。手术结束后常规止血、包扎。

1.2.2 CTPI检查：于术前1~3d及术后7d采用美国GE公司Revolution CT机进行检查。嘱患者采取仰卧位，并指导其尽可能保证均匀且缓慢的胸式呼吸。首先进行全肝CT扫描，扫描范围包括肿瘤、门静脉主干及分支、脾脏和动脉层，扫描中心层面设置为肿瘤最大层面，行动态扫描，扫描范围16.0mm，层厚5.0mm，时间1s，矩阵 512×512 ，管电压120 kV，管电流100 mA。经患者手腕静脉处采用筒高压注射器注射60mL碘海醇注射液(上海司太立制药有限公司，国药准字H20000599)，注射速率为5.0mL/s，注射后8s扫描，扫描时间50s，总曝光时间14.5s，扫描18次。

图像处理：由2名高年资影像学医师(工作年限为5年及以上)进行阅片(双盲法)，意见不统一时邀请更高年资(工作年限10年以上)的医师共同讨论。将获取的灌注图像传送至工作站，采用肝脏灌注模式，阈值范围为-50~150Hu，门静脉、腹主动脉分别为输入静脉、输入动脉，选择感兴趣区(regions of interest, ROI)(避开大血管、肿瘤坏死区及碘油沉积区)置于门静脉、主动脉和脾脏，计算机自动处理并产生时间-密度曲线，而后将ROI置于肿瘤实质部分及癌旁1cm区域，生成灌注图像及其参数，肝血流量(blood hepatic flow, BF)、肝血容量(blood volume, BV)、平均通过时间(Mean transit time, MTT)、肝动脉灌注指数(hepatic artery perfusion index, HPI)、肝动脉分数(hepatic artery fraction, HAF)，计算肝动脉灌注量(hepatic artery perfusion volume, HAP)、门静脉灌注量(portal vein perfusion volume, PVP)， $HAP = HAF \times BF$ ， $PVP = BF \times (1 - HAF)$ 。术前和术后的ROI尽量保证在同一区域，将3个ROI平均结果作为最终结果。

1.2.3 疗效评估：术后7d根据实体瘤疗效^[8]评估标准，完全缓解：肿瘤病灶消失；部分缓解：术后肿瘤直径相比术前显著减小 $\geq 30\%$ ；稳定：术后肿瘤最大径减小 $< 30\%$ ；进展：上述标准均

未达到。完全缓解、部分缓解为有效；稳定与进展为无效。

1.3 观察指标 (1)比较术前、术后肿瘤组织与癌旁1cm BF、BV、MTT、HPI、HAP、PVP等血流灌注参数变化情况；(2)于术后7d评估患者术后疗效，根据疗效分为有效组和无效组。对比两组术前、术后上述血流灌注参数差异；(3)受试者工作曲线(receiver operator characteristic, ROC)分析CTPI血流灌注参数变化对肝癌患者疗效的评估价值。

1.4 统计学方法 将SPSS 22.0作为本次研究中的数据处理软件，计量资料(血流灌注参数、年龄等)均满足正态分布，以($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验，绘制ROC曲线分析CTPI血流灌注参数对肝癌患者TACE疗效的评估价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 TACE前后CTPI灌注图像 患者男性，54岁，采用TACE治疗前后的CTPI灌注图像，见图1。

2.2 TACE前后肝癌患者肿瘤组织与癌旁1cm组织灌注参数对比 术前、术后肿瘤组织BF、BV、HPI、HAP均高于癌旁1cm组织，PVP、MTT均低于癌旁1cm组织($P < 0.05$)；术后，肿瘤组织BF、BV、HPI、HAP水平较术前均降低($P < 0.05$)，PVP、MTT较术前无明显变化($P > 0.05$)；术后癌旁1cm组织上述参数水平较术前无变化($P > 0.05$)。见表1。

2.3 肝癌患者TACE前后有效组与无效组灌注参数对比 TACE后完全缓解9例，部分缓解32例，稳定14例，进展8例，有效率为65.07%(41/63)，无效34.92%(22/63)。两组术前BF、BV、HPI、HAP、PVP、MTT比较均无差异($P > 0.05$)；有效组术后BF、BV、HPI、HAP均低于无效组($P < 0.05$)，但PVP、MTT比较无差异($P > 0.05$)；有效组 ΔBF 、 ΔBV 、 ΔHPI 、 ΔHAP 、 ΔPVP 、 ΔMTT 与无效组比较差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表2。

2.4 CTPI灌注参数变化值对肝癌患者TACE疗效的评估价值 ROC结果显示， ΔBF 、 ΔBV 、 ΔHPI 、 ΔHAP 、 ΔPVP 、 ΔMTT 及其联合检测(并联)评估肝癌患者TACE疗效的曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为0.703、0.751、0.746、0.770、0.732、0.737、0.928(P 均 < 0.05)，见表3、图2。

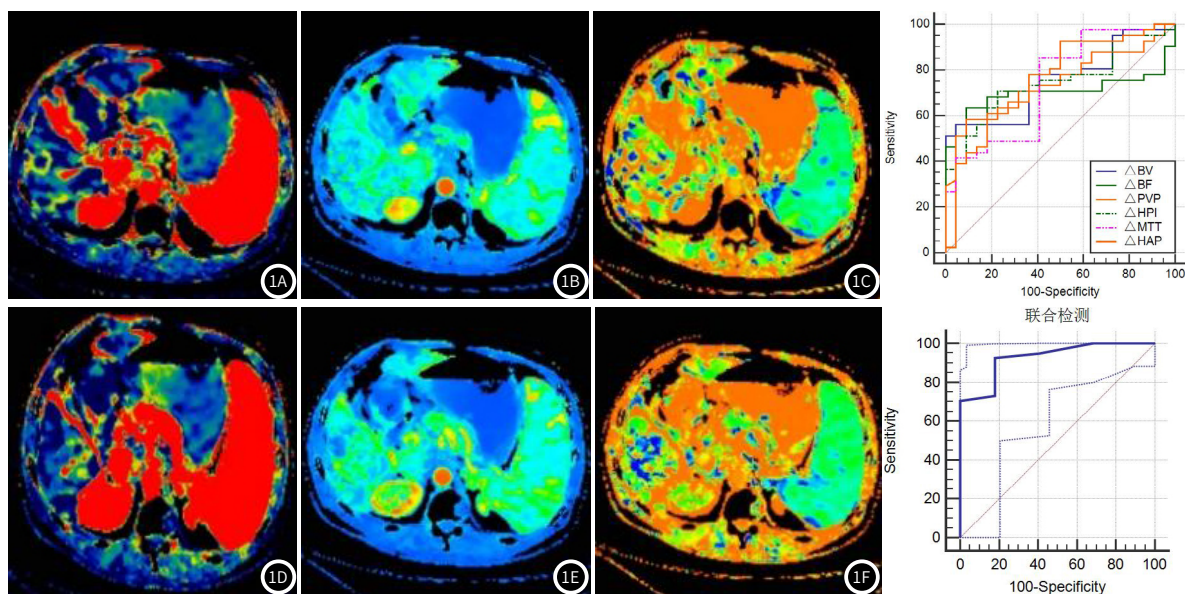


图1A-图1F 患者TACE前后CTPI灌注图像。图1A-图1C 术前灌注成像。分别为BF图像、BV图像、HAF图像，表示病灶区血流灌注丰富，边缘较明显，较肿瘤周围1cm处肝脏组织灌注丰富；图1D-图1F 术后灌注成像。分别为BF图像、BV图像、HAF图像，表示病灶区血流灌注较治疗前明显减少，较肿瘤周围1cm处肝脏组织灌注丰富。

图2 CTPI灌注参数变化值评估肝癌患者TACE疗效的ROC曲线。

表1 TACE前后肝癌患者肿瘤组织与癌旁组织1cm灌注参数对比(n=63)

灌注参数	时间	肿瘤组织	癌旁1cm	t	P
BF(mL/min/100mL)	术前	207.41±16.93	96.37±10.21	44.579	<0.001
	术后	154.82±23.55 [*]	97.20±10.06	17.859	<0.001
BV(mL/100 mL)	术前	28.90±3.44	10.45±2.34	35.199	<0.001
	术后	16.07±2.81 [*]	10.88±2.40	11.147	<0.001
MTT(s)	术前	12.65±1.72	17.21±1.92	14.041	<0.001
	术后	13.49±1.69	17.34±1.87	12.124	<0.001
HPI(%)	术前	71.39±5.43	13.21±3.11	73.797	<0.001
	术后	36.28±2.61 [*]	12.65±3.05	46.722	<0.001
HAP(mL/min/100mL)	术前	66.54±6.07	19.16±2.56	57.086	<0.001
	术后	41.90±4.52 [*]	18.79±2.23	36.394	<0.001
PVP(mL/min/100mL)	术前	19.76±2.14	52.86±5.44	44.942	<0.001
	术后	20.05±2.21	52.42±5.38	44.174	<0.001

注：与同组术前比较，^{*}P<0.05。

表3 CTPI灌注参数变化值评估肝癌患者TACE疗效的ROC特征

指标	AUC	敏感度(%)	特异度(%)	截断值	95%CI	P
△BF	0.703	63.41	90.91	>64.75	0.574~0.811	0.003
△BV	0.751	56.10	95.45	>12.96	0.626~0.851	<0.001
△MTT	0.737	85.37	59.09	>0.58	0.611~0.840	<0.001
△HPI	0.746	70.73	77.27	>37.64	0.621~0.847	<0.001
△HAP	0.770	60.98	81.82	>27.93	0.647~0.867	<0.001
△PVP	0.732	58.54	90.91	>0.28	0.605~0.836	<0.001
联合检测	0.928	92.68	81.82	-	0.835~0.978	<0.001

3 讨 论

TACE是一种介入性治疗方法，一方面，化疗药物可以直接作用于肿瘤细胞，发挥细胞毒作用；另一方面，栓塞剂能够阻塞肿瘤的供血血管，使肿瘤组织缺血、缺氧，进而抑制肿瘤生长。但临床研究发现^[9-10]，TACE治疗后仍存在较高的复发率。故大部分肝癌患者常需接受多次TACE治疗。然而多次TACE治疗可能会影响患者肝功能。因此，及时对TACE术后疗效进行评估，可为后续治疗方案的制定提供有利依据。既往临床多采用DSA评估TACE疗效^[11-12]，但其为有创性操作，患者接受度不高，使临床应用受限。

CTPI通过静脉注射对比剂，对选定层面进行同层动态扫描，获得时间密度曲线及灌注参数，其中BF、BV、HPI、HAP、PVP、MTT为主要参数；同时也可根据灌注图像了解肿瘤组织的血流灌注特点及血管特性，从而评估肿瘤血流状况^[13-14]。肿瘤进展的关键基础为血管生长，在肿瘤生长阶段，新生血管会和周围邻近组织血管构建侧支循环，导致ROI呈现高灌注血流状态，表现为高水平的BF、BV、HPI、HAP和低水平的PVP、MTT^[15]。李青薛等^[16]研究认为，TACE术后肿瘤内部及周边的动脉狭窄或闭塞会导致肝动脉血流流速下降，对于TACE治疗敏感的患者，肝动脉血流速度降低与肿瘤内部血供消失或减少呈现出一致性，而CTPI灌注参数可定量反映此变化。本研究中，术后肿瘤组织BF、BV、HPI、HAP水平较术前均降低，与上述病理变化基本一致，表明TACE术后肝癌患者的血流量及血流均有减少。但PVP与术前比较无差异间接提示门静脉也参与肿瘤供血，MTT与术前比较无差异可能与栓塞剂引起的微循环阻塞有关。本研究中术后肿瘤组织BF、BV、HPI、HAP均高于癌旁1cm组织，PVP、MTT均低于癌旁1cm组织，提示TACE术后栓塞不完全，仍存在高动脉灌注、低门静脉灌注、血流通过快等病理过程，极易导致肿瘤复发，故仍需继续治疗，直至栓塞完全。本研究术后癌旁1cm组织上述灌注参数水平较术前无变化，提示TACE术并不会影响周围肝组织的血供。结合上述结果说明CTPI可通过肝脏血流的灌注变化来了解肿瘤的存活情况，以此判断临床疗效。

表2 肝癌患者TACE前后有效组与无效组灌注参数对比

灌注参数	时间	有效组(n=41)	无效组(n=22)	t	P
BF(mL/min/100mL)	术前	208.39±17.22	205.58±16.39	0.628	0.533
	术后	139.48±22.71 [*]	183.40±25.12 [*]	7.052	<0.001
	差值	68.91±5.32	22.18±2.40	39.013	<0.001
BV(mL/100mL)	术前	29.12±3.07	28.49±4.13	0.698	0.488
	术后	12.35±2.40 [*]	23.00±3.57 [*]	14.103	<0.001
	差值	16.77±2.26	5.49±1.67	20.561	<0.001
MTT(s)	术前	12.51±1.93	12.91±1.33	0.866	0.390
	术后	13.50±1.85 [*]	13.47±1.39	0.111	0.912
	差值	0.99±0.27	0.56±0.14	6.966	<0.001
HPI(%)	术前	71.17±4.92	71.80±6.38	0.436	0.664
	术后	31.08±1.73 [*]	45.97±4.25 [*]	19.698	<0.001
	差值	40.09±2.41	25.83±2.06	23.305	<0.001
HAP(mL/min/100mL)	术前	65.82±5.93	67.88±6.33	1.284	0.204
	术后	36.23±3.65 [*]	52.47±6.14 [*]	13.187	<0.001
	差值	29.59±2.89	15.41±2.07	20.350	<0.001
PVP(mL/min/100mL)	术前	19.81±2.07	19.67±2.27	0.248	0.805
	术后	20.16±2.20	19.85±2.23	0.531	0.598
	差值	0.35±0.08	0.18±0.05	9.045	<0.001

注：与同组术前比较，^{*}P<0.05。

在肝癌的进展过程中，肝动脉对于肿瘤细胞的血供有着至关重要的作用，其比例高达90%以上，TACE正是基于这一特点而成为肝癌治疗的重要手段，可通过向肝动脉内注入栓塞物质，从而阻塞为肿瘤供血的肝动脉分支，进而达到杀灭肿瘤细胞、抑制肿瘤生长的治疗目的^[17-18]。本研究中TACE后肝癌患者有效率为65.07%，这与吴达熙等^[19]研究相符，提示TACE治疗肝癌患者的疗效较好。进一步对不同疗效患者的血管灌注参数对比发现，有效组术后BF、BV、HPI、HAP均低于无效组，但PVP、MTT比较无差异，且两组△BF、△BV、△HPI、△HAP、△PVP、△MTT比较差异均有统计学意义。可能为经TACE治疗后患者肿瘤组织血管被栓塞，导致肿瘤病灶缩小，肿瘤血管减少。故而疗效较好者其肿瘤组织灌注越低，灌注参数变化越明显。此外，本研究中ROC结果也显示，△BF、△BV、△HPI、△HAP、△PVP、△MTT及其联合(并联)检测评估肝癌患者TACE疗效的AUC分别为0.703、0.751、0.746、0.770、0.732、0.737、0.928，证实了CTPI血流灌注参数对肝癌患者TACE后疗效的评估有较大帮助。孟明明等^[20]研究也指出，CTPI血流灌注参数的变化与治疗效果之间密切相关。本研究结果与其基本相符。

综上所述，肝癌TACE后患者肿瘤组织呈现低动脉灌注，临床可通过CTPI血流灌注参数变化早期评估肝癌患者TACE后疗效。

参考文献

[1] 安澜, 曾红梅, 郑荣寿, 等. 2015年中国肝癌流行情况分析[J]. 中华肿瘤杂志, 2019, 41(10): 721-727.
[2] Liu HF, Zou LQ, Lu XR, et al. Diagnostic efficacy of contrast-enhanced MRI in detecting residual or recurrent hepatocellular carcinoma after transarterial chemoembolization: a systematic review and meta-analysis[J]. J Magn Reson Imaging, 2020, 52(4): 1019-1028.
[3] 陈钰, 陈斌斌, 赵静, 等. MRI联合血清AFP-L3和VEGF水平预测TACE术治疗的原发性肝癌患者预后的价值[J]. 实用肝脏病杂志, 2023, 26(4): 556-559.
[4] Liu X, Deng L, Guo R, et al. Evaluation of total liver perfusion imaging of CT for efficacy of transcatheter arterial chemoembolization combined

- with apatinib on rabbit VX2 liver tumors[J]. Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban, 2019, 44 (5): 477-484.
- [5] Kaplan E, Kaplan S. Computed tomographic perfusion imaging for the prediction of response transarterial radioembolization with Yttrium-90 glass microspheres of hepatocellular carcinoma[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2021, 25 (1): 366-375.
- [6] 李珊玫, 高知玲, 吕茜婷, 等. 全肝CT灌注成像定量评估肝癌经肝动脉化疗栓塞术后血流状态变化的价值[J]. 中华肝脏病杂志, 2018, 26 (6): 429-435.
- [7] Bruix J, Sherman M. American Association for the Study of Liver Diseases. Management of hepatocellular carcinoma: an update[J]. Hepatology, 2011, 53 (3): 1020-1022.
- [8] 张萍, 艾斌. 实体瘤免疫治疗疗效评价标准[J]. 国际肿瘤学杂志, 2016, 43 (11): 848-851.
- [9] 侯忠衡, 张磊, 王祁, 等. 术前血清前白蛋白对TACE治疗不可切除肝细胞癌患者预后的预测价值[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31 (6): 587-592.
- [10] 王现亮, 宋威, 卞益同, 等. CT量化碘油摄取预测原发性肝癌TACE术后肿瘤复发的临床价值[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39 (3): 573-578.
- [11] 韩立, 张成, 安东均, 等. MRI-弥散加权成像技术及增强扫描在肝癌经导管动脉栓塞化疗术后疗效评估中的应用[J]. 癌症进展, 2023, 21 (18): 2074-2077.
- [12] 孙宏岗, 孙达凯, 王广平. 计算机断层扫描对肝癌介入手术治疗效果和肿瘤活性及预后的评价[J]. 中国肿瘤临床与康复, 2022, 29 (3): 291-294.
- [13] 刘洋, 寻航, 李修奎, 等. 螺旋CT灌注成像与超声超微血流成像在评估肝癌介入术后活性病灶血供中的应用比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17 (4): 86-88, 封4.
- [14] 杜廷伟, 赵浩峰, 王彤. MRI-DWI、CT灌注扫描在评估肝癌介入术后肿瘤活性中的应用比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17 (11): 70-72, 封3.
- [15] 李真真, 耿云平, 任悠悠, 等. CT灌注成像观察原发性肝癌TACE术后血供状态对预后的评估价值[J]. 肝脏, 2021, 26 (11): 1268-1271, 1275.
- [16] 李青薛. CT灌注成像用于评估TACE联合阿帕替尼治疗中晚期原发性肝癌疗效的临床研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (5): 59-62.
- [17] 朱心歌, 韩超, 沈琳. 多层螺旋计算机体层摄影灌注成像对肝癌经导管动脉化疗栓塞术后疗效的评估价值[J]. 癌症进展, 2021, 19 (15): 1573-1576.
- [18] 周轩, 鄢晓龙. 原发性肝癌患者TACE治疗前后CT全肝灌注成像的表现[J]. 西南国防医药, 2018, 28 (9): 863-865.
- [19] 吴达熙, 黄禾菁, 周群群, 等. 超声造影定量分析联合血清AFP、VEGFR-2、sTim-3对原发性肝癌TACE治疗疗效的预测价值[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23 (17): 3232-3236, 3225.
- [20] 孟明明, 董健, 刘福全, 等. CT肝脏灌注成像对PHC患者TACE术后血流状态的评估[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40 (4): 837-842.

(收稿日期: 2024-04-01)

(校对编辑: 江丽华)

(上接第68页)

- [7] Ning X, Ding N, Ballew S H, et al. Diabetes, its duration, and the long-term risk of abdominal aortic aneurysm: the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study[J]. Atherosclerosis, 2020, 313 (3): 137-143.
- [8] Nam K, Nam K, Han K, et al. Prognostic value of coronary artery disease-reporting and data system (CAD-RADS) score for cardiovascular events in ischemic stroke[J]. Atherosclerosis, 2019, 287.
- [9] 王朝兵, 李旭, 徐盼, 等. 64排双源CT对T2DM合并冠心病患者冠脉狭窄程度及斑块稳定性的诊断价值研究[J]. 影像科学与光化学, 2020, 38 (2): 266-271.
- [10] Saluja S, Sobolewska J, Khan K, et al. The clinical implications of incidental coronary artery calcification in routine, non-triggered high-resolution thoracic computed tomography: a retrospective study[J]. European Heart Journal, 2020, 41 (2): 946.
- [11] Strauss HW, Nakahara T, Narula N, et al. Vascular calcification: the evolving relationship of vascular calcification to major acute coronary events[J]. J Nucl Med, 2019, 60 (9): 1207-1212.
- [12] Pugliese L, Spiritiglozzi L, Di Tosto F, et al. Association of plaque calcification pattern and attenuation with instability features and coronary stenosis and calcification grade[J]. Atherosclerosis, 2020, 311 (1): 150-157.
- [13] 刘洋, 胡晓恒, 王小娜, 等. 低剂量螺旋CT评估冠脉钙化积分与冠心病危险因素的相关性[J]. 海军医学杂志, 2022, 43 (1): 102-104.
- [14] Caselli C, Rocchiccioli S, Rosendael A, et al. Biohumoral predictors of coronary atherosclerosis progression in patients with suspected coronary artery disease from the SMARTool Study[J]. Eur Heart J, 2018, 39 (1): 744-766.
- [15] Unkart JT, Allison MA, Abdelmalek JA, et al. Relation of plasma renin activity to subclinical peripheral and coronary artery disease (from the multiethnic study of atherosclerosis)[J]. Am J Cardiol, 2020, 125 (12): 1794-1800.
- [16] Han D, Klein E, Friedman J, et al. Prognostic significance of subtle coronary calcification in patients with zero coronary artery calcium score: from the CONFIRM registry[J]. Atherosclerosis, 2020, 313 (3): 33-38.
- [17] Scoccia A, Gallone G, Cereda A, et al. Impact of clinical and subclinical coronary artery disease as assessed by coronary artery calcium in COVID-19[J]. Atherosclerosis, 2021, 328 (3): 136-143.
- [18] 赵君, 刘翔. 心电图联合双源螺旋CT冠状动脉成像对2型糖尿病合并冠心病的诊断价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17 (9): 64-66.
- [19] Jin H, Son J, Weir-Mccall J, et al. The relationship between coronary calcification and the natural history of coronary artery disease[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2020, 14 (3): 233-242.
- [20] Lopes P, Presume J, Araujo G P, et al. Incorporating coronary calcification into pretest assessment of the likelihood of coronary artery disease: validation and recalibration of a new diagnostic tool[J]. Eur Heart J - Card Img, 2021, 15 (4): S7.
- [21] Winther S, Schmidt S E, Mayrhofer T, et al. Incorporating coronary calcification into pre-test assessment of the likelihood of coronary artery disease[J]. Journal of the American College of Cardiology, 2020, 76 (21): 2421-2432.

(收稿日期: 2023-11-07)

(校对编辑: 韩敏求)