

论 著 · 腹部

肝癌能谱CT参数与preALB、AFP、Ki67水平的相关性及其术前诊断价值

孙玉枫*
资阳市人民医院放射科 (四川 资阳 641300)

【摘要】目的 探讨肝癌(HCC)患者能谱CT参数与前白蛋白(preALB)、甲胎蛋白(AFP)、Ki67水平的相关性,并评估其在术前诊断中的应用效果,以期HCC诊断、治疗提供新思路和方法。方法 选取2021年10月至2023年3月期间本院收治肝占位性病变患者35例,其中经病理学确诊HCC患者19例(HCC组),局灶性结节增生(FNH)患者16例(FNH组)。收集35例患者术前影像学资料,比较HCC、FNH患者能谱CT参数、preALB、AFP、Ki67水平,对比HCC组preALB、AFP、Ki67不同表达水平者能谱CT参数值,采用Pearson相关分析HCC患者能谱CT参数与preALB、AFP、Ki67水平间的关系,串联诊断绘制ROC曲线分析能谱CT参数、preALB、AFP、Ki67检测对HCC的术前诊断效果。结果 HCC组动脉期、静脉期RIC、λ值显著高于FNH组($P<0.05$);HCC组、FNH组患者动脉期、静脉期IC值比较,差异无统计学意义($P>0.05$);HCC组中,preALB低水平、AFP高水平者动脉期、静脉期IC、RIC及λ值,比preALB高水平、AFP低水平者高($P<0.05$);Ki67高水平者动脉期IC、RIC及λ值、静脉期RIC及λ值均高于Ki67低水平者($P<0.05$),不同Ki67水平者静脉期IC值比较,差异无统计学意义($P>0.05$);preALB与动脉期、静脉期的IC、RIC及λ值呈负相关($P<0.05$),AFP与动脉期、静脉期的IC、RIC及λ值呈正相关($P<0.05$),Ki67与动脉期IC、动脉期RIC、动脉期λ值、静脉期RIC、静脉期λ值均呈正相关($P<0.05$);Ki67与静脉期IC值未见明显相关性($P>0.05$)。ROC曲线结果:能谱CT+preALB+AFP+Ki67诊断HCC的AUC值、灵敏度、特异度分别为0.998(95%CI:0.000~1.000)、98.74%及90.29%,高于单一能谱CT及实验室指标检测(preALB+AFP+Ki67)。结论 HCC能谱CT参数与preALB、AFP、Ki67水平密切相关,联合动脉期、静脉期时的RIC、λ值检测,可为HCC术前诊断提供更为可靠的资料,能为制定个性化治疗方案提供有力支持。

【关键词】肝癌;能谱CT参数;前白蛋白;甲胎蛋白;Ki67;相关性;术前诊断
【中图分类号】R575
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.10.035

Correlation of Energy Spectrum CT Parameters with preALB, AFP, Ki67 Levels and Their Value in Preoperative Diagnosis Of Hepatocellular Carcinoma

SUN Yu-feng*
Department of Radiology, Ziyang People's Hospital, Ziyang 641300, Sichuan Province, China

ABSTRACT
Objective To investigate the correlation between spectral CT parameters and the levels of preALB, AFP and Ki67 in patients with hepatocellular carcinoma (HCC), and to evaluate its application effect in preoperative diagnosis, in order to provide new ideas and methods for the diagnosis and treatment of HCC. **Methods** A total of 35 patients with liver space-occupying lesions admitted to our hospital from October 2021 to March 2023 were selected, including 19 patients with HCC confirmed by pathology (HCC group) and 16 patients with focal nodular hyperplasia (FNH group).The preoperative imaging data of 35 patients were collected. The spectral CT parameters, preALB, AFP and Ki67 levels of HCC and FNH patients were compared, and the spectral CT parameters values of HCC patients with different expression levels of preALB, AFP and Ki67 were compared. Pearson correlation analysis was used to analyze the relationship between the spectral CT parameters and the levels of preALB, AFP and Ki67 in HCC patients. The ROC curve was drawn to analyze the preoperative diagnostic effect of spectral CT parameters, preALB, AFP and Ki67 in HCC. **Results** The RIC and λ values of HCC group were significantly higher than those of FNH group in arterial phase and venous phase ($P<0.05$).There was no significant difference in IC value between HCC group and FNH group in arterial phase and venous phase ($P>0.05$). In HCC group, IC, RIC and λ values in arterial phase and venous phase of patients with low preALB level and high AFP level were higher than those of patients with high preALB level and low AFP level ($P<0.05$). The IC, RIC, and λ value in arterial phase and RIC and λ value in venous phase in patients with high Ki67 levels were higher than those in patients with low Ki67 levels ($P<0.05$). There was no significant difference in IC value in venous phase among patients with different Ki67 levels ($P>0.05$).The preALB value was negatively correlated with IC, RIC and λ value in arterial phase and venous phase ($P<0.05$), and the AFP value was positively correlated with IC, RIC and λ value in arterial phase and venous phase ($P<0.05$). The Ki67 value was positively correlated with IC in arterial phase, RIC in arterial phase, λ value in arterial phase, RIC in venous phase and λ value in venous phase ($P<0.05$). There was no significant correlation between Ki67 value and IC value in venous phase ($P>0.05$).ROC curve results: The AUC value, sensitivity and specificity of spectral CT+preALB+AFP+Ki67 in the diagnosis of HCC were 0.998 (95%CI :0.000~1.000), 98.74% and 90.29%, respectively, which were higher than those of single spectral CT or laboratory index detection (preALB+AFP+Ki67). **Conclusion** The spectral CT parameters of HCC are closely related to the levels of preALB, AFP and Ki67. Combined with RIC and λ value detection in arterial phase and venous phase, it can provide more reliable information for the preoperative diagnosis of HCC and provide strong support for the development of personalized treatment plans.
Keywords: Hepatocellular Carcinoma; Energetic CT Parameters; preALB; AFP; Ki67; Correlation; Preoperative Diagnosis

在全球范围内,肝癌(hepatocellular carcinoma, HCC)是导致癌症相关死亡的主要原因之一^[1]。一项跨越18年(1998年至2015年)涉及2106名患者的调查表明,HCC患者总体中位生存率仅为29.8个月,即约2.48年^[1]。近年来,尽管HCC患者年龄标准化死亡率有所下降,其生存率有所上升,但总体而言,HCC生存率、预后状况仍不容乐观^[2]。局灶性结节增生(Focal nodular hyperplasia, FNH)是肝脏的一种良性病变,于影像学表现上与HCC存在较多相似之处,但预后相对良好,因此及时鉴别FNH、HCC对保障患者预后具有重要现实意义。能谱CT作为一种新型成像技术,在HCC诊断中显示出其独特价值,能显著提高肿瘤与正常组织的对比度,并量化分析肿瘤血供变化^[3]。而前白蛋白(preALB)、甲胎蛋白(alpha fetoprotein, AFP)、Ki67等生物标志物在HCC发生、发展中扮演着重要角色^[4]。但目前国内外关于能谱CT参数与HCC生物标志物表达之间关系研究偏少,鉴于此,本研究通过探讨HCC患者能谱CT参数与preALB、AFP、Ki67水平的相关性,并评估其在术前诊断中的应用价值,从而为HCC诊断、治疗提供新思路和方法。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2021年10月至2023年3月期间本院收治肝占位性病变患者35例。
纳入标准:(1)经病理学明确病变性质者,符合原发性HCC^[5]或FNH^[6]相关诊断标准者;(2)年龄>18周岁;(3)影像学资料完整;(4)符合增强CT扫描适应症,无检查禁忌症;(5)HCC患者最大横截面病变直径>1 cm;(6)HCC患者既往无肝炎史。排除标准:(1)影像学图像质量较差,影响阅片;(2)既往接受抗肿瘤或降期治疗者;(3)存在其他部位恶性肿瘤;(4)为转移性、复发性肝占位性疾病。

【第一作者】孙玉枫,女,主治医师,主要研究方向:腹部影像诊断。E-mail: sunyufengdr@163.com
【通讯作者】孙玉枫

经病理学确诊,其中HCC患者19例,FNH患者16例。19例HCC患者,其中男12例,女7例,平均年龄(55.54±9.72)岁,术前Child-pugh肝功能分级:A级13例、B级6例。16例FNH患者,其中男10例,女6例,平均年龄(54.89±9.65)岁。两组一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),有可比性。患者或家属知情并同意本次研究。

1.2 方法

1.2.1 检查方法 所有研究对象均接受CT检查。设备采用东软NeuViz Glory 256 层能谱 CT行能谱增强腹部CT成像扫描。患者呈仰卧姿势,双手置于头部两侧,深吸气后,呈屏气状态。扫描范围精准覆盖从膈顶至肾下极的区域。检查过程中,CT设备在高能量(140kVp)和低能量(80kVp)之间实现快速切换,切换速度0.25ms。设备自动调节管电流、X射线管转速,以0.5s/圈的旋转速度进行扫描。每个扫描切片厚度为5mm,重建切片0.625mm。随后,进入增强扫描阶段,高压注射器经静脉注射造影剂,剂量按照患者体重的1.0mL/kg计算。造影剂以4.0至5.0mL/s的速度注入,生理盐水冲洗管路,以确保造影剂完全进入。动脉期扫描用自动触发扫描技术,当降主动脉阈值达到100Hu时自动启动扫描。静脉期扫描则设定在动脉期扫描完成后30s开始,以捕捉不同阶段的血液流动和血管结构信息。

1.2.2 图像数据提取 动脉和静脉期CT图像数据传送至Neusoft工作站,以便进行后续处理和分析。由2位具备丰富腹部影像学诊断经验的医生采用双盲法独立完成图像阅片,在碘标测图中,选择肿瘤最亮图像,并在其上确定感兴趣区域(region of interest, ROI)。设定ROI时,要求其至少覆盖肿瘤面积一半,且避开可能的囊性坏死区域,以防止此区域对测量结果的影响。为了确保动脉期、静脉期测量一致性,严格保持ROI位置、测量图像的大小不变,进行3次测量,最终取平均值。

两个阶段中,均记录病变、主动脉ROI内碘浓度(iodine concentration, IC),且计算相对碘浓度(relative iodine concentration, RIC), $RIC=病变IC/主动脉IC$ 。此外,单个能谱程序中,记录ROI中病变在40keV-70keV下的CT值,从而计算能谱曲线的斜率(λ), $\lambda=(40keV-70 keV)/(70-30)$ 。

1.3 preALB, AFP、Ki67水平测量

1.3.1 preALB样本采集及结果判读 空腹状态下,抽取HCC患者静脉血3mL,放置红色抗凝管内。即刻进行离心,3500r/min、15min,12cm,提取血清。运用免疫透射比浊法测定血清preALB,试剂盒来自上海北加生化试剂有限公司。参考preALB正常参考范围^[7],判定 ≥ 170 mg/L为高水平组; <170 mg/L 为低

水平组。

1.3.2 AFP、Ki67免疫组化方法及结果判读 HCC患者采用免疫组化SP法,AFP、Ki67单克隆抗体及SP免疫组化试剂盒均购自上海嘉楚生物工程有限公司。按照1:200稀释度对浓缩型AFP、Ki67单克隆抗体进行稀释。标本固定-脱水-包埋-切片-冲洗-染色-自返蓝-复染-脱水-透明-封片。

光镜下观察,胞浆呈现淡黄至棕黄的色泽,即为AFP阳性表达特征;而细胞核则被染成棕黄色,为Ki67阳性表达。半定量判定结果,综合考虑切片中阳性细胞占所观察同类细胞数的百分比、阳性细胞染色强度。细胞染色程度,四级评分系统:无色计为0分,淡黄色为1分,棕黄色为2分,棕褐色则为3分。对于每个样本,随机选取5个不重复视野,计算观察阳性细胞所占计数细胞百分比,五级评分系统:阴性计为0分,阳性细胞占比在0%至25%之间为1分,25%至50%之间为2分,50%至75%之间为3分,而超过75%的则计为4分。二次计分法,将染色程度得分 $\times$ 阳性细胞百分比得分。乘积为0或小于3为(-),乘积在3至6之间为(+),乘积在6至9之间为(++),而乘积大于或等于9的则为(+++)。其中-、+为低表达,++、+++为高表达^[8]。

1.4 观察指标 比较HCC、FNH患者能谱CT参数、preALB、AFP、Ki67水平,对比HCC组preALB、AFP、Ki67不同表达水平者能谱CT参数值,分析HCC患者能谱CT参数与preALB、AFP、Ki67水平间的关系,计算能谱CT参数、preALB、AFP、Ki67检测对HCC的术前诊断效果。

1.5 统计学处理 采用SPSS 23.0统计软件进行数据分析,利用Kolmogorov-Smirnov试验对数据进行正态性检验。对于呈正态分布数据,以平均值 $\pm$ 标准差的形式表示;HCC患者及FNH能谱CT参数差异、HCC患者不同preALB、AFP、Ki67水平表达的能谱CT参数差异,用独立样本t检验;使用Pearson相关分析探究HCC患者能谱CT参数与preALB、AFP、Ki67水平之间关系,当为评估能谱CT参数、preALB、AFP、Ki67在HCC诊断中的效果,采用接收者操作特性曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)分析,且计算曲线下面积(area under the curve, AUC),AUC值越接近1,说明诊断效能越高,联合诊断采用串联诊断法(series testing); $P<0.05$ 代表差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 HCC、FNH患者能谱CT参数 HCC组动脉期、静脉期RIC、 λ 值显著高于FNH组($P<0.05$),见表1。

表1 HCC、FNH患者能谱CT参数比较

组别	例数	动脉期			静脉期		
		IC(mg/mL)	RIC	λ	IC(mg/mL)	RIC	λ
FNH组	16	1.27±0.35	0.04±0.01	1.77±0.56	1.99±0.65	0.24±0.10	2.20±0.64
HCC组	19	1.47±0.49	0.17±0.05	2.95±0.79	2.50±0.84	0.42±0.16	5.91±1.57
t	-	1.364	10.206	5.004	1.978	3.899	8.837
P	-	0.181	<0.001	<0.001	0.056	<0.001	<0.001

2.2 对比不同水平preALB、AFP、Ki67的能谱CT参数 preALB低水平者动脉期、静脉期IC、RIC及 λ 值高于preALB高水平者($P<0.05$);AFP高水平者动脉期、静脉期IC、RIC及 λ 值高于AFP低水平者($P<0.05$);Ki67高水平者动脉期IC、RIC及 λ 值、静脉期RIC及 λ 值均高于Ki67低水平者($P<0.05$)。见表2。

2.3 HCC患者能谱CT参数与preALB, AFP、Ki67水平相关性 preALB与动脉期、静脉期的IC、RIC及 λ 值呈负相关,AFP与动脉期、静脉期的IC、RIC及 λ 值呈正相关,Ki67与动脉期IC、动脉期RIC、动脉期 λ 值、静脉期RIC、静脉期 λ 值均呈正相关($P<0.05$);Ki67与静脉期IC值未见明显相关性($P>0.05$)。见表3。

表3 能谱CT参数与preALB, AFP、Ki67水平相关性

能谱CT参数		preALB		AFP		Ki67	
		r	P	r	P	r	P
动脉期	IC	-0.425	<0.001	0.638	<0.001	0.482	<0.001
	RIC	-0.511	<0.001	0.483	<0.001	0.677	<0.001
	λ	-0.426	<0.001	0.581	<0.001	0.584	<0.001
静脉期	IC	-0.530	<0.001	0.475	<0.001	0.017	0.122
	RIC	-0.486	<0.001	0.492	<0.001	0.630	<0.001
	λ	-0.443	<0.001	0.539	<0.001	0.587	<0.001

2.4 能谱CT参数、preALB、AFP、Ki67诊断HCC患者的效能 能谱CT+preALB+AFP+Ki67诊断HCC的AUC值、灵敏度、特异度分别为0.998(95%CI: 0.000~1.000)、98.74%及90.29%，高于能谱CT及实验室指标检测(preALB+AFP+Ki67)，见表4、图1。

2.5 典型影像学病例 见图2。

患者男，66岁，因彩超发现肝脏多发占位性病变就诊，CT提示：肝实质内多发斑片状、团片状密度减低影，边界不清，部分呈融合状，部分病灶内见片状高密度影，增强扫描呈不均匀强化，内见杂乱动脉影，门静脉左右支见斑片状充盈缺损，肝右叶胆管轻度扩张。

表2 对比不同水平preALB、AFP、Ki67的能谱CT参数

类别	n		动脉期			静脉期		
			IC(mg/mL)	RIC	λ	IC(mg/mL)	RIC	λ
preALB	低水平	14	1.67±0.60	0.22±0.06	3.45±1.03	2.99±0.68	0.53±0.10	6.88±1.14
	高水平	5	0.91±0.33	0.03±0.01	1.55±0.76	1.12±0.42	0.11±0.04	3.19±0.88
t	-		2.659	6.921	3.747	5.710	8.999	6.531
P	-		0.016	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
AFP	低水平	6	0.77±0.40	0.02±0.01	1.58±0.65	1.56±0.38	0.09±0.03	3.96±0.68
	高水平	13	1.79±0.72	0.24±0.05	3.58±1.10	2.93±0.83	0.57±0.11	6.84±1.27
t	-		3.215	10.523	4.096	3.817	10.363	5.168
P	-		0.005	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001
Ki67	低水平	8	1.13±0.32	0.12±0.03	2.50±0.68	1.40±0.53	0.33±0.13	2.44±0.72
	高水平	11	1.74±0.56	0.22±0.07	3.29±0.70	1.92±0.71	0.49±0.18	3.86±1.05
t	-		2.757	3.773	2.457	1.743	2.134	3.291
P	-		0.013	0.001	0.025	0.099	0.043	0.004

表4 能谱CT参数、preALB、AFP、Ki67诊断HCC患者的效能

变量		阈值	AUC	SE	P值	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)
动脉期	RIC	0.10	0.687	0.051	<0.001	0.588~0.886	78.25	75.37
	λ	2.33	0.674	0.053	<0.001	0.571~0.878	74.11	73.28
静脉期	RIC	0.25	0.750	0.050	<0.001	0.726~0.892	80.50	79.43
	λ	4.50	0.602	0.066	0.007	0.473~0.763	65.88	64.52
能谱CT参数联合		-	0.892	0.026	<0.001	0.782~0.948	92.55	90.17
preALB	170	0.563	0.064	0.015		0.305~0.820	64.70	63.29
AFP	-	-	0.629	0.045	<0.001	0.400~0.859	72.66	70.53
Ki67	-	-	0.617	0.054	0.004	0.362~0.877	67.92	66.88
preALB+AFP+Ki67	-	-	0.811	0.039	<0.001	0.734~0.888	86.59	85.37
能谱CT+preALB+AFP+Ki67	-	-	0.998	0.002	<0.001	0.000~1.000	98.74	90.29

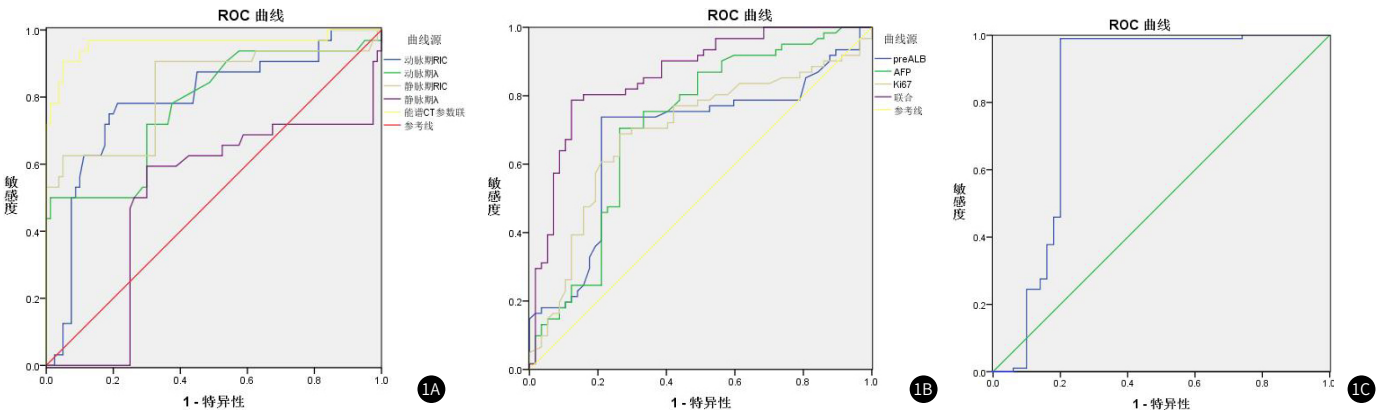
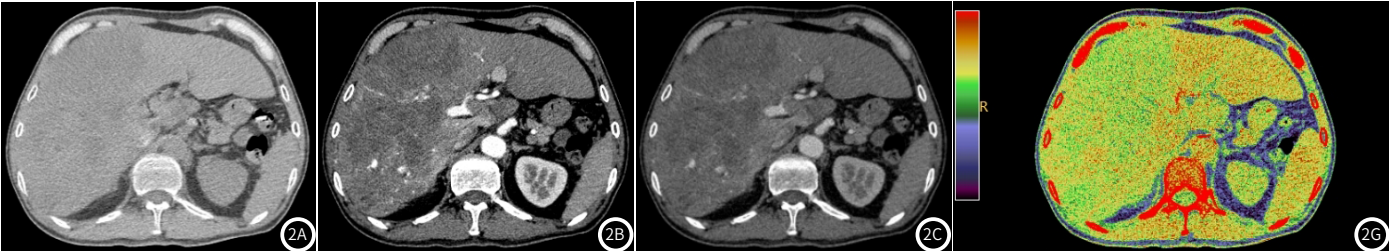


图1 不同检查诊断HCC的ROC曲线。图1A：能谱CT参数诊断HCC患者的ROC曲线；图1B：血清诊断HCC患者的ROC曲线；图1C：能谱CT+preALB+AFP+Ki67诊断HCC患者ROC曲线。



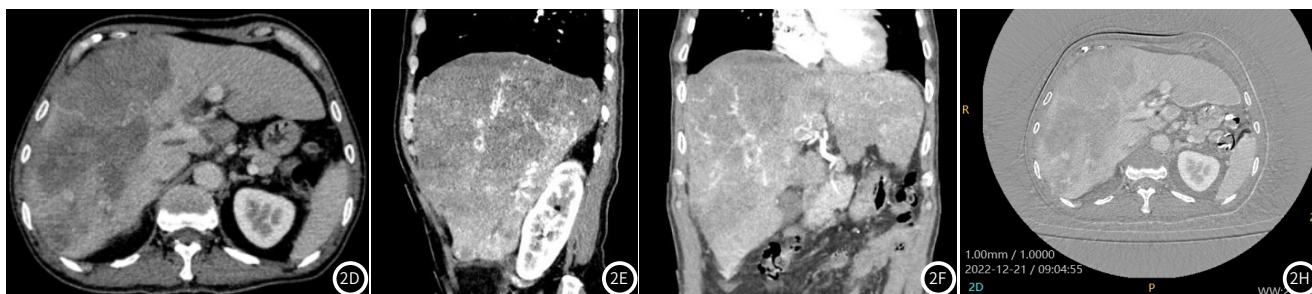


图2 HCC能谱CT检查影像学图。图2A平扫横断位, 图2B能谱平扫动脉期, 图2C能谱静脉期, 图2D能谱延迟期, 图2E能谱动脉期矢状位, 图2F能谱动脉期冠状位图, 图2G能谱伪彩图, 图2H能谱水-碘图。

3 讨论

HCC与FNH均属于血液供应异常疾病, 两种疾病影像学特征在某些方面存在相似性, 仅凭传统CT技术难以准确区分, 鉴别诊断的难度高^[9]。能谱CT技术通过碘基图减少肝实质背景干扰, 清晰展现碘剂在肝脏中的沉积, 精确反映病变组织和肝实质的分布, 深入了解病变血液供应特性^[10]。FNH的肝动脉灌注高于HCC, 能谱CT为肝脏疾病诊断提供了独特优势^[11-13]。本次研究结果显示HCC组动脉期、静脉期RIC均高于FNH组, 与上述研究基本类似, 说明动脉期、静脉期的HCC血流灌注更为丰富, 血管生成更为活跃, 这与其恶性生物学特性密切相关; 相比之下, FNH作为一种良性病变, 其血流灌注相对较低, 血管生成也不如HCC活跃。

CT值衰减曲线作为能谱CT重要的参数, 主要反映物质A线在经过特定材料时的衰减程度; 不同物质成分在CT值衰减曲线呈现一定区别, 且造影剂不同含量也会在曲线上有所体现^[14-15]。因此, 临床认为能谱曲线是评估人体不同组织内部化学构成的关键指标^[16]。本研究通过对比两组动脉期、静脉期 λ 值, 发现HCC患者 λ 值更高, 而既往研究多关注于单一时相 λ 值变化, 而本研究则同时考虑动脉期、静脉期两个时相数据, 可更全面了解HCC在不同时相下的组织成分变化, 从而更准确评估疾病进展及预后。本次研究结果显示preALB低水平组动脉期、静脉期IC、RIC及 λ 值高于preALB高水平组, AFP高水平组动脉期、静脉期IC、RIC及 λ 值高于AFP低水平组, 我们结合相关文献分享, 引起这一结果的原因或与HCC生长、侵袭及血管生成等生物学过程有关: preALB水平降低可能反映HCC患者营养状况恶化及肿瘤负荷增加, 进而导致肿瘤组织血流灌注增加; AFP水平升高可能直接参与HCC血管生成过程, 促进肿瘤组织血管生成、血流灌注, 同时Ki67高水平组动脉期IC、RIC及 λ 值、静脉期RIC及 λ 值均高于Ki67低水平组, Ki67表达水平与HCC组织血流灌注状态密切相关, 高水平Ki67表达往往伴随着较高血流灌注量^[17-18]。说明能谱CT通过获取X射线衰减图像, 可定量评估材料密度, 尤其在鉴别有无微血管侵犯的HCC中优势明显, 为临床提供有力支持。进一步研究结果发现preALB与动脉期、静脉期IC、RIC及 λ 值呈负相关, AFP与动脉期、静脉期IC、RIC及 λ 值呈正相关, Ki67与动脉期IC、RIC及 λ 值、静脉期RIC及 λ 值均呈正相关, 间接证实上述研究猜想, 且佐证能谱CT定量参数在HCC诊断中的应用。

值得注意的是, 本次研究在获取最佳阈值的前提下, 采用并联联合诊断效果中, 发现能谱CT+preALB+AFP+Ki67诊断HCC的AUC值最高, 灵敏度、特异度分别达98.74%、90.29%, 这一结果充分证明这种联合诊断策略在提高HCC诊断效能方面的显著优势。由于HCC的病情复杂多变, 单一的诊断指标往往难以全面反映患者的实际状况, 而通过将能谱CT参数与preALB、AFP、Ki67等多个生物标志物相结合, 能够更加准确地评估患者的肝脏功能、肿瘤标志物水平以及肿瘤细胞的增殖活性, 从而为医生提供更加可靠的诊断依据。而该联合诊断方法不仅诊断效能高、实用性强, 而且操作简便、成本较低, 易于在各级医疗机构中推广应用。但本研究存在一定局限性, 如样本量相对较小、未考虑其他可能影响诊断效能的因素等, 未来研究仍需扩大样本量、优化数据分析方法, 并考虑更多可能影响诊断效能的因素, 以进一步提

高诊断准确性、可靠性。

综上所述, HCC能谱CT参数与preALB、AFP、Ki67水平密切相关, 联合动脉期、静脉期时的RIC、 λ 值检测, 可为HCC术前诊断提供更为可靠的资料, 能为制定个性化治疗方案提供有力支持。

参考文献

- [1] 沈娟, 丁怀银, 杜超, 等. 能谱CT成像对甲状腺癌局部浸润深度的诊断价值及其定量参数与肿瘤组织中Ki67、VEGF、CD34、EGFR的相关性[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(3): 483-488.
- [2] 吕雪, 刘巧, 严敏, 等. 能谱CT容积定量参数术前预测肝细胞癌微血管侵犯[J]. 中国医学影像技术, 2023, 39(5): 700-704.
- [3] Xu H, Zhu N, Yue Y, et al. Spectral CT-based radiomics signature for distinguishing malignant pulmonary nodules from benign[J]. BMC Cancer, 2023, 23(1): 91.
- [4] 赖珠丽, 王尔莉, 吴玲珊. 甲胎蛋白联合异常凝血酶原检测在肝癌早期诊断中的价值探讨[J]. 罕少疾病杂志, 2024, 31(8): 67-68.
- [5] 丛文铭, 步宏, 陈杰, 等. 原发性肝癌规范化病理诊断指南(2015年版)[J]. 解放军医学杂志, 2015, 40(11): 865-872.
- [6] 孙健, 王捷. 肝脏局灶性结节性增生诊断及规范化治疗[J]. 中国实用外科杂志, 2013, 33(S1): 1-37.
- [7] 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.
- [8] 贾磊, 李豪, 白鸿太, 等. CD34和Ki67的表达预测肝癌术后复发的风险[J]. 肝脏, 2020, 25(2): 197-199.
- [9] 段敬豪, 孟祥娟, 仇清涛, 等. 基于3DCT、4DCT和多参数MR的原发性肝癌放疗靶区构建及剂量学对比研究[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2022, 29(9): 650-655.
- [10] 杨伟, 罗倩, 刘启楠, 等. MSCT与MRI在肝硬化背景下小肝癌中的诊断价值[J]. 中国老年学杂志, 2023(23): 5670-5673.
- [11] 陈松, 黄泽和, 李莹, 等. 普美显增强MRI及DWI相关定量参数对原发性肝癌肝储备功能及CD34、Glypican-3表达水平的预测价值[J]. 放射学实践, 2023, 38(9): 1134-1139.
- [12] Li XM, Chen WB, Zhang J, et al. Correlation of CT perfusion parameters and vascular endothelial growth factor (VEGF) and basic fibroblast growth factor (BFGF) in patients with primary liver cancer[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2022 May 24; 2022: 4548922.
- [13] 王学玲, 袁青玲, 杨娟. 能谱CT用于肝细胞肝癌诊断的灵敏性及准确性分析[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(6): 1339-1342.
- [14] Dong X, Niu T, Zhu L. Combined iterative reconstruction and image-domain decomposition for dual energy CT using total-variation regularization[J]. Med Phys, 2014, 41(5): 051909.
- [15] Chang S, Li M, Yu H, et al. Spectrum estimation-guided iterative reconstruction algorithm for dual energy CT[J]. IEEE Trans Med Imaging, 2020, 39(1): 246-258.
- [16] 张新宇, 李欣益, 郑韵琳, 等. 探讨增强CT在鉴别胆囊癌侵犯肝脏与胆囊炎中的应用价值[J]. 重庆医科大学学报, 2023, 48(3): 286-290.
- [17] Ma C, Jin Y, Wang Y, et al. Beyond liver cancer, more application scenarios for alpha-fetoprotein in clinical practice[J]. Front Oncol, 2023, 13: 1231420.
- [18] 赵文龙, 吕立志, 齐兴峰, 等. 肝细胞肝癌CD147和Ki67表达的相关性及其临床意义[J]. 华南国防医学杂志, 2016, 30(11): 700-704.

(收稿日期: 2024-07-03)

(校对编辑: 韩敏求、翁佳鸿)