

论 著

CT增强扫描灰度直方图纹理分析技术对肺癌患者术前恶性程度评估及对预后的预测价值*

毛 宇¹ 黎 明¹ 乔文婷¹
郭剑峰¹ 李容波¹ 白艳艳^{2,*}

1.呼和浩特市第一医院胸外科

(内蒙古 呼和浩特 010030)

2.呼和浩特市第一医院麻醉科

(内蒙古 呼和浩特 010030)

【摘要】目的 探究CT增强扫描灰度直方图纹理分析技术对肺癌患者术前恶性程度评估及对预后的预测价值。方法 选择2018年5月至2022年9月在我院就诊的且经术后病理证实的肺癌患者580例作为研究对象。依据术后病理分期，将研究对象分为高分化组(183例)、中分化组(195例)、低分化组(202例)。根据预后情况，将其分为预后良好组(356例)和预后不良组(224例)。由2名医师提取患者CT增强扫描灰度直方图纹理参数。受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析特征参数对肺癌患者术前恶性程度的诊断效能及预后的预测价值。多因素Logistic回归分析预后不良的重要影响因素并构建人工神经网络模型。Pearson分析检验参数间的相关性。结果 均值、10%分位、50%分位等参数在高、中、低分化三组中有显著差异。三个参数对评估肺癌患者恶性程度均具有一定的诊断效能，且三者联合诊断效能最佳。均值、10%分位、50%分位是预后不良的保护因素，三者联合预测肺癌患者的曲线AUC值大于各指标单独预测的AUC值。ROC曲线和累积增益图表明该模型预测能力良好。纹理特征参数中，69.44%的参数具有相关性。结论 CT增强扫描灰度直方图纹理参数在一定程度上反应肺癌患者术前恶性程度信息，给术前预测以及预后提供了重要方法。

【关键词】肺癌；CT增强扫描；灰度直方图；纹理分析

【中图分类号】R734.2

【文献标识码】A

【基金项目】国家自然科学基金(81960577)；
呼和浩特市科技计划项目
(2021-社-10)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.05.026

The Value of Gray Histogram Texture Analysis Technique of Enhanced CT Scanning in Evaluating Preoperative Malignancy Degree and Predicting Prognosis of Patients with Lung Cancer*

MAO Yu¹, LI Ming¹, QIAO Wen-ting¹, GUO Jian-feng¹, LI Rong-bo¹, BAI Yan-yan^{2,*}.

1.Department of Thoracic Surgery, Huhhot First Hospital, Hohhot 010030, Inner Mongolia, China

2.Department of Anesthesiology, Huhhot First Hospital, Hohhot 010030, Inner Mongolia, China

ABSTRACT

Objective To explore the predictive value of texture analysis of ADC map for histological grading of pancreatic cancer. **Methods** From May 2018 to September 2022, 580 patients with lung cancer confirmed by postoperative pathology were selected as the research object. According to postoperative pathological stage, the subjects were divided into highly differentiated group (183 cases), moderately differentiated group (195 cases) and poorly differentiated group (202 cases). According to the prognosis, they were divided into a good prognosis group (356 cases) and a bad prognosis group (224 cases). Texture parameters of gray histogram of enhanced CT scan were extracted by 2 physicians. The predictive value of characteristic parameters of receiver operating characteristic (ROC) curve on preoperative malignant degree diagnosis and prognosis of patients with gastric cancer. Multivariate Logistic regression was used to analyze the important influencing factors of poor prognosis and construct the artificial neural network model. The correlations between the parameters were examined by Pearson analysis. **Results** The parameters of mean value, 10% and 50% were significantly different among the three groups with high, middle and low differentiation. All three parameters have certain diagnostic efficacy in evaluating the malignancy degree of lung cancer patients, and the combination of the three parameters has the best diagnostic efficacy. The mean, 10% and 50% fractions were protective factors for poor prognosis. The AUC value of the combined prediction curve of the three fractions was greater than that of the AUC value predicted by each index alone. ROC curve and cumulative gain graph show that the model has good predictive ability. Among the texture feature parameters, 69.44% of the parameters have correlation. **Conclusion** The texture parameters of the gray histogram of enhanced CT scan can reflect the preoperative malignant degree information of patients with gastric cancer to a certain extent, and provide an important method for preoperative prediction and prognosis.

Keywords: Gastric Cancer; CT Enhanced Scan; Gray Level Histogram; Texture Analysis

肺癌系支气管粘膜上皮细胞病变引发^[1]，是常见的恶性肿瘤。发病率和死亡率居高不下，危害生命健康。肺癌早期起病隐匿，无法有效确诊且发病迅速，因此多数肺癌患者出现症状时已处于较高级别^[2]。故准确判断肺癌患者恶性程度可提高临床诊断和预后。

影像检查是常用的肺癌诊断方式^[3]。其中，计算机断层扫描(computed tomography, CT)技术分辨率高、成像快、时间短、易配合^[4]，可获得肺癌细胞的全面信息^[5]。通过对CT增强扫描图像灰度纹理特征参数进行分析，可准确显示肿瘤周围组织以及转移情况^[6]，而不受主观因素的影响。CT增强扫描灰度直方图纹理分析技术已在肿瘤诊断以及预后等方面应用开来^[7]。近年来，一些研究人员发现CT灰度直方图纹理参数和肺癌患者恶性程度有一定关联^[8]，但研究结果尚不统一。基于此，本研究探讨CT增强扫描灰度直方图纹理分析技术对肺癌患者恶性程度评估效能以及对肺癌患者预后的预测价值，旨在提高肺癌患者恶性程度预测结果，为提高患者预后提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选择2018年5月至2022年9月在我院就诊的且经术后病理证实的肺癌患者580例作为研究对象，其中女性226例，男性354例。年龄25~78岁，平均(54.19±10.28)岁。依据术后病理分期，将研究对象分为高分化组(183例)、中分化组(195例)、低分化组(202例)。另根据预后情况，将其分为预后良好组(356例)和预后不良组(224例)。本研究获我院伦理委员会批准，患者及家属均对本研究知情并签署同意书。

纳入标准：患者经术后病理确诊肺癌；患者首次接受手术治疗，依从性良好；患者无碘过敏史，术前进行CT增强扫描，影像学资料完整；患者无其他恶性肿瘤史，且肿瘤直径≥1cm。排除标准：患者术前接受过系统性治疗；患者CT增强扫描图像不清楚，影响判断；患者合并严重肾脏疾病；患者存在认知功能障碍或其他精神类疾病。

1.2 方法

1.2.1 一般资料收集 确定本次研究的研究对象后，收集患者的临床资料与数据：性别、年龄、高血压、糖尿病、身体质量指数(body mass index, BMI)等指标。

【第一作者】毛 宇，男，主任医师，主要研究方向：胸外科。E-mail: MAO2023YUmy0@126net.com.cn

【通讯作者】白艳艳，女，主任医师，主要研究方向：麻醉科。E-mail: 8786702@qq.com

凝血功能指标检查：住院后24小时内，抽取2mL患者静脉血，以枸橼酸钠作为抗凝剂，将静脉血和抗凝剂按照1:9的比例加入到试管中^[9]。利用凝血检测仪检测患者血液活化部分的凝血酶时间(thrombin time, TT)、纤维蛋白原(fibrinogen, FIB)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、部分凝血活酶(partial thrombin, APTT)。

1.2.2 CT扫描 患者检查前至少4h禁食。采用西门子双源CT扫描仪增强扫描。参数设置^[10]：管电压为120 kV，管电流为250 mAs，层间距为5mm，层厚为5 mm，重建层厚为0.2 cm，螺距为0.990，机架转速为1.0 s/r。患者取仰卧位，头先进，需配合屏气。先平扫，后经静脉注入浓度为320 mgI/mL的碘海醇，注入量为1.1 mL/kg，速率为3.2 mL/s，进行三期增强扫描(静脉期、动脉期、延时期)。

1.2.3 图像分析 使用系统配置的图像纹理分析软件Mazda分析CT图像。由2名经验丰富的影像诊断医师在不知患者资料的前提下对患者所有图像操作分析：在操作界面选择提取纹理参数，对图像进行肿瘤分割。使用软件中的Editor模块将图像中的ROI选中并勾画，尽量避免囊变和坏死区域，尽可能包含所有肿瘤区域。提取图像中的纹理参数数据：均值、方差、峰度、偏斜度、1%分

位、10%分位、50%分位、90%分位、99%分位。所有参数值取测量均值。

1.3 统计分析 采用SPSS 22.0进行统计分析，计数资料以例数和率(%)表示。组间比较采用卡方检验，采用($\bar{x} \pm s$)表示符合正态分布相关的计量资料。 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。2名影像诊断医师提取参数的一致性利用组内相关系数(intraelass conelation coefficient, ICC)来评价。多组间比较采用方差分析，进一步两两比较采用LSD-t检验。采用受试者工作特征(receiver operating characteristics, ROC)曲线分析直方图纹理特征参数对肺癌患者术前恶性程度及预后的预测价值。多因素logistic回归分析预后不良的影响因素。Pearson分析检验参数间的相关性。基于Softmax策略以二分类变量生存0(预后不良)和1(预后良好)作为结果变量构建人工神经网络模型，ROC曲线评价模型的区分度，采用累积增益图评价模型的应用价值。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 三组患者CT扫描灰度直方图纹理参数预测结果分析 2名医师对患者CT扫描灰度直方图纹理参数进行检测，分析患者纹理参数一致性。9个纹理参数一致性良好(95%CI: 0.81~0.98)，见表1。

表1 CT扫描灰度直方图纹理参数一致性分析结果									
	高分化组(n=183)			中分化组(n=195)			低分化组(n=202)		
	观察者1	观察者2	ICC(95%CI)	观察者1	观察者2	ICC(95%CI)	观察者1	观察者2	ICC(95%CI)
均值	143.55±20.67	140.16±20.18	0.81(0.54~0.88)	131.35±17.55	128.23±16.28	0.83(0.56~0.89)	119.27±13.68	116.52±12.41	0.84(0.58~0.91)
方差	427.78±108.54	423.52±107.19	0.84(0.63~0.89)	408.42±103.31	404.68±102.58	0.85(0.62~0.88)	373.67±96.35	370.41±95.27	0.81(0.57~0.84)
峰度	0.48±0.15	0.42±0.12	0.83(0.61~0.90)	0.63±0.19	0.69±0.21	0.85(0.63~0.91)	1.16±0.33	1.11±0.32	0.84(0.64~0.89)
偏斜度	-0.41±0.10	-0.43±0.12	0.83(0.59~0.93)	-0.37±0.09	-0.39±0.10	0.82(0.64~0.88)	-0.34±0.07	-0.36±0.09	0.81(0.64~0.88)
1%分位	106.54±20.22	104.36±20.63	0.83(0.52~0.90)	92.56±16.13	94.72±16.78	0.85(0.53~0.89)	86.54±14.17	88.59±14.89	0.82(0.54~0.89)
10%分位	127.45±26.89	129.52±28.13	0.82(0.53~0.89)	121.53±24.47	122.62±24.59	0.82(0.51~0.91)	115.78±22.63	117.67±22.97	0.82(0.56~0.91)
50%分位	143.35±32.41	141.48±30.89	0.85(0.57~0.92)	124.78±27.56	121.83±26.43	0.83(0.55~0.90)	115.48±22.44	116.62±22.52	0.84(0.58~0.93)
90%分位	148.34±32.53	150.64±33.12	0.86(0.61~0.92)	142.61±32.37	141.38±31.98	0.84(0.52~0.88)	134.81±30.95	137.48±31.56	0.85(0.57~0.94)
99%分位	168.25±34.82	166.49±34.46	0.84(0.62~0.89)	156.62±32.19	158.15±32.68	0.83(0.55~0.89)	148.13±30.12	150.69±30.85	0.84(0.55~0.92)

表2 不同恶性程度肺癌患者灰度直方图纹理参数比较									
组别	高分化组(n=183)	中分化组(n=195)	低分化组(n=202)	LSD-t ₁	P ₁	LSD-t ₂	P ₂	LSD-t ₃	P ₃
均值	142.16±20.33	129.48±17.13	117.34±12.96	3.418	0.006	3.572	0.004	2.981	0.007
方差	424.68±103.42	406.56±102.86	371.67±95.55	1.707	0.089	5.227	0.003	3.503	0.009
峰度	0.46±0.12	0.65±0.23	1.14±0.32	8.973	0.009	10.071	<0.001	9.466	0.002
偏斜度	-0.42±0.11	-0.38±0.10	-0.35±0.08	2.703	0.003	2.892	0.002	3.306	0.001
1%分位	105.43±20.13	93.38±16.45	87.35±14.34	2.568	0.012	3.458	0.006	1.946	0.053
10%分位	128.64±27.08	121.98±24.67	117.64±22.74	2.595	0.01	5.362	0.001	1.823	0.069
50%分位	142.77±31.54	122.15±26.79	115.76±22.47	6.856	<0.001	9.745	<0.001	2.578	0.01
90%分位	149.13±32.31	141.83±32.03	136.17±31.06	2.205	0.028	4.011	<0.001	1.788	0.075
99%分位	167.51±34.62	157.38±32.53	149.75±30.57	2.933	0.004	5.345	<0.001	2.409	0.016

注：LSD-t₁、P₁：中分化组与高分化组指标比较的t值与P值；LSD-t₂、P₂：低分化组与高分化组比较的t值与P值；LSD-t₃、P₃：低分化组与中分化组比较的t值与P值。

2.2 不同恶性程度肺癌患者灰度直方图纹理参数比较 将表2中的纹理参数进行比较。结果表明，三组患者均值、峰度、偏斜度、50%分位、99%分位相比较，有显著差异($P<0.05$)，而方差、1%分位、10%分位、90%分位相比较，无显著差异($P>0.05$)。见表2。

2.3 灰度直方图纹理参数对肺癌患者恶性程度的诊断价值 将表2中有统计学意义的CT灰度直方图纹理参数进行比较。采用ROC曲线分析CT灰度直方图纹理参数对肺癌患者恶性程度的诊断价值。结果表明，最优特征参数分别为：均值、50%分位、99%分位。结果见表3。

探讨上述三个参数的预测性能，绘制预测的ROC曲线。结果显示，模型区分度良好。三个参数联合诊断的ROC曲线更偏向于图像左上方。提示：均值、50%分位、99%分位在预测肺癌患者术前恶性程度中均有良好收效，三者联合诊断预测性能更佳。如图1所示。

2.4 预后不良的单因素分析 预后良好组和预后不良组患者性别、年龄、合并症、BIM、TT、PT、APTT、方差、1%分位、10%分位、90%分位等指标均无显著差异($P>0.05$)。预后良好组和预后不良组患者FIB、分化程度、肿瘤大小、均值、峰度、偏斜度、50%分位、99%分位等指标有显著差异($P<0.05$)。见表4。

表3 ROC曲线分析灰度直方图纹理参数对CRC患者恶性程度的诊断价值

项目	截断值	AUC	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	P值
均值	128.17	0.822	0.743~0.855	79.3	75.8	0.552	<0.001
峰度	0.68	0.718	0.646~0.748	66.8	64.9	0.361	0.038
偏斜度	-0.39	0.698	0.617~0.726	65.8	64.2	0.385	0.049
50%分位	123.58	0.818	0.741~0.838	71.6	72.7	0.505	0.004
99%分位	158.69	0.789	0.758~0.817	73.2	72.7	0.468	0.012

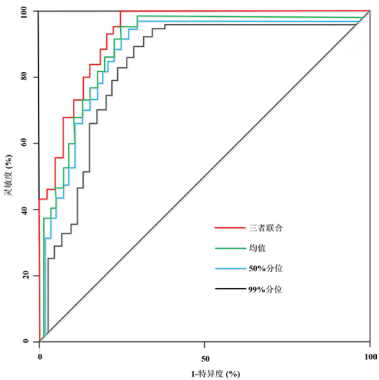


图1 ROC曲线分析CT灰度直方图纹理参数对肺癌患者术前恶性程度的诊断价值

表4 两组患者的一般资料比较

指标	预后良好组(n=356)	预后不良组(n=224)	χ^2/t 值	P值
性别			0.260	0.807
男	202(56.74)	125(55.80)		
女	79(43.26)	85(42.20)		
年龄(岁)	53.46±11.37	53.57±11.42	0.248	0.812
合并症				
糖尿病	125(35.11)	79(35.27)	0.296	0.756
高血脂	150(42.13)	96(42.86)	0.275	0.788
高血压	159(44.66)	101(45.09)	0.196	0.851
慢性肾脏疾病	35(9.83)	23(10.27)	0.323	0.674
甲状腺疾病	45(12.64)	30(13.39)	0.371	0.582
BMI(kg/m ²)	22.65±7.84	23.04±8.15	0.432	0.563
凝血指标				
TT(s)	17.12±5.23	16.88±4.96	0.549	0.583
FIB(g/L)	2.52±0.64	2.64±0.71	2.107	0.036
PT(s)	13.14±4.31	12.98±4.26	0.437	0.662
APTT(s)	34.92±10.52	35.64±10.67	0.798	0.425
分化程度[n(%)]			2.862	0.007
高分化	132(37.08)	51(22.77)		
中分化	147(41.29)	48(21.43)		
低分化	77(21.63)	125(55.80)		
肿瘤大小(cm)			2.761	0.012
≤5	258(72.47)	86(38.39)		
>5	98(27.35)	138(61.61)		
灰度直方图纹理参数比较				
均值	132.52±18.33	119.38±16.68	7.683	<0.001
方差	407.87±95.67	392.68±93.85	1.884	0.060
峰度	1.01±0.15	0.65±0.11	2.885	0.004
偏斜度	-0.42±0.16	-0.31±0.12	2.657	0.008
1%分位	98.43±18.48	95.59±17.32	1.873	0.062
10%分位	126.53±24.08	122.59±23.74	1.935	0.053
50%分位	128.62±28.37	119.83±23.59	3.117	0.002
90%分位	142.32±31.49	138.57±31.05	1.408	0.160
99%分位	160.61±32.72	152.68±30.62	2.957	0.003

2.5 预后不良的多因素分析 将上述组间差异具有统计学意义的指标作为自变量，将肺癌患者是否预后不良(是=1，否=0)作为因变量，进行多因素Logistic回归分析，赋值表见表5。结果显示，分化程度、均值、峰度、50%分位、99%分位等是肺癌患者预后不良的独立保护因素($P<0.05$)，肿瘤大小是肺癌患者预后不良的独立危险因素。见表6。

分析灰度直方图纹理参数之间的相关性。结果表明，69.44%(50/72)的纹理参数明显相关($|r|\geq 0.5$)。均值、50%分位、99%分位和其他参数均明显相关。如表7所示。不同的纹理参数可从不同算法或角度反应预后情况，但具有明显共线性。

2.6 均值、50%分位、99%分位及联合指标对肺癌患者预后的预测价值 采用ROC曲线分析均值、50%分位、99%分位等指标对肺癌患者预后的诊断价值。结果如表8和图2所示。结果显示，模型区分度良好。三个参数联合诊断的ROC曲线更偏向于图像左上方。提示：均值、50%分位、99%分位在预测肺癌患者预后中均有良好收效，三者联合诊断预测预后价值更高。

2.7 基于人工神经网络模型的预测 根据多因素Logistic回归分析结果，将分化程度、肿瘤大小、均值、峰度、50%分位、99%分位作为第一层的输入变量，每个变量都连接到人工神经网络的隐藏层中所有节点(H1: 1到H1: 3)，输出层为结局指标，和隐藏层的节点连接。线的颜色越深表示因素越重要。结合图3可知，均值、50%分位、99%分位所占权重均较高。

2.8 模型预测效能评估 ROC曲线评价人工神经网络预测预后情况模型的区分度。由图可知，预后不良发生曲线下面积为0.865(95%CI: 0.759~0.886, $P<0.001$)，特异度和灵敏度分为85.12%、85.33%。预后良好发生曲线下面积为0.848(95%CI: 0.742~0.879, $P<0.001$)，特异度和灵敏度分为84.58%、84.37%。

增益图：模型累积增益图从0%开始计算模型累计增益效果，最高到100%。从图中可知，模型先迅速增长之后趋于平缓，提示模型增益效果良好。见图5。

表5 赋值表

项目	赋值
分化程度	低分化=1，中高分化=0
肿瘤大小	$\geq 5\text{cm}=1$ ， $<5\text{cm}=0$
均值	$\leq 128.47=1$ ， $>128.47=0$
峰度	$\leq 0.64=1$ ， $>0.64=0$
50%分位	$\leq 122.58=1$ ， $>122.58=0$
99%分位	$\leq 158.36=1$ ， $>158.36=0$

表6 肺癌患者预后不良的多因素分析

变量	β	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
分化程度	0.866	0.542	3.563	2.346	2.123~3.561	0.010
肿瘤大小	0.841	0.651	2.764	1.458	1.127~2.785	0.012
均值	-1.238	0.872	2.631	2.862	2.235~3.349	0.002
峰度	-0.913	0.686	1.789	0.574	0.343~0.897	0.009
50%分位	-1.196	0.574	1.655	1.524	1.318~3.161	0.004
99%分位	-1.042	0.489	2.127	2.451	2.088~3.679	0.006

表7 具有统计学意义的ADC纹理特征参数的相关性

纹理参数	均值	方差	峰度	偏斜度	1%分位	10%分位	50%分位	90%分位	99%分位
均值	—	0.52	0.61	-0.63	0.58	0.61	0.69	0.57	0.64
方差	0.52	—	0.58	-0.23	0.45	0.34	0.58	0.27	0.52
峰度	0.61	0.58	—	-0.52	0.56	0.58	0.62	0.46	0.59
偏斜度	-0.63	-0.23	-0.52	—	-0.28	-0.37	-0.59	-0.47	-0.63
1%分位	0.58	0.45	0.56	-0.28	—	0.29	0.58	0.36	0.68
10%分位	0.61	0.34	0.58	-0.37	0.29	—	0.53	0.31	0.62
50%分位	0.69	0.58	0.62	-0.59	0.58	0.53	—	0.59	0.62
90%分位	0.57	0.27	0.46	-0.47	0.36	0.31	0.59	—	0.57
99%分位	0.64	0.52	0.59	-0.63	0.68	0.62	0.62	0.57	—

表8 均值、10%分位、50%分位及联合指标对肺癌患者预后的预测价值

项目	截断值	AUC	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	P值
均值	128.47	0.818	0.736~0.885	76.8	74.5	0.562	0.002
50%分位	122.58	0.796	0.657~0.826	73.5	71.1	0.453	0.004
99%分位	158.36	0.784	0.731~0.847	68.4	65.6	0.438	0.008
三者联合	/	0.826	0.779~0.912	79.8	78.2	0.689	<0.001

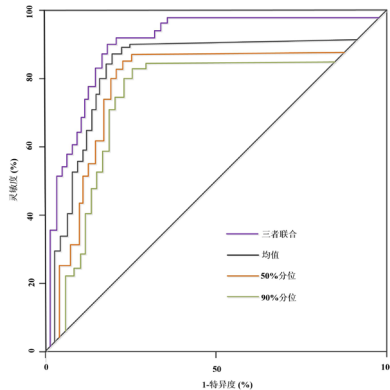


图2 ROC曲线分析CT灰度直方图纹理参数对肺癌患者预后的诊断价值

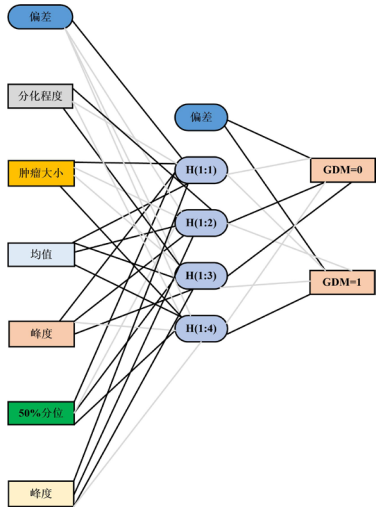


图3 GDM的人工神经网络架构图

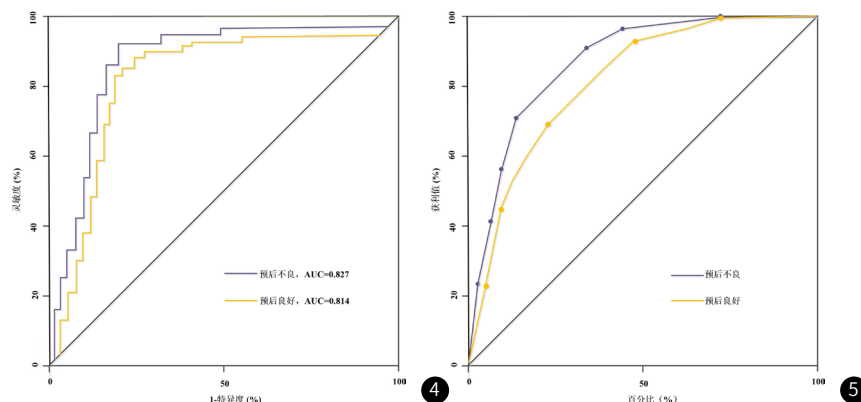


图4 ROC曲线评估人工智能神经网络模型的预测能力

图5 累计增益图评估人工智能神经网络模型对预后的预测能力

3 讨论

肺癌发病率高,发病机理尚不明确,普遍认为和吸烟、环境污染等相关。早期症状不明显,就诊时多为中晚期,降低患者生存质量^[11]。纹理分析将影像学信息转化成相关算法,表现细胞异常血管、过度增值,反应病灶性质^[12]。既往研究指出,图像纹理分析可避免人为误差影像,提高诊断^[13]。但鲜有CT增强扫描灰度直方图纹理对肺癌患者术前恶性程度的评估相关报道。

灰度直方图是常见的纹理分析特征统计方法之一,灰度直方图参数反应图像亮度在各灰度级上的分布概率以及峰值等。在本研究中,均值、50%分位、99%分位等参数在低、中、高分化组中逐渐升高,差异明显。研究表明,均值等参数描述患者身体细胞素值,和肿瘤增值、发展密切相关^[14]。均值反应患者病灶区像素点灰度值,临床数据指出,肿瘤细胞分化程度越高,纤维细胞表达水平越低,肿瘤间质纤维化程度低,造影剂的进入量多,反应到灰度直方图上即为均值较大^[15]。Wang X和他的研究团队认为^[15],CT增强检查的均值越高,肿瘤细胞其分化程度越高,患者的恶性程度越低。本研究结果与之相同。另外,灰度直方图百分位数表示低于该百分位数观测对象所占百分比,50%分位、99%分位反应患者病灶中的高密度成分。本研究中高分化患者50%分位、99%分位均比中分化患者、低分化患者高,这可能是:患者肿瘤生长越慢,组织分化程度越高,坏死成分越少,病灶内高密度成分越多。Jang D等认为^[16],灰度直方图百分位数是胃癌患者组织分化的重要提示征象。灰度直方图百分位数降低,提示患者组织分化降低,坏死情况越严重,侵袭性越高,肿瘤恶化程度越高。本研究对此进行了证实。进一步分析发现,均值、50%分位、99%分位对肺癌患者术前恶性程度有一定诊断意义,且三者联合诊断AUC值最大。提示联合诊断效能最佳,可用于评估肺癌患者术前恶性程度。

另外进一步研究显示,分化程度、均值、峰度、50%分位、99%分位等是肺癌患者预后不良的独立保护因素。这验证了上述均值、50%分位、99%分位等对术前恶性程度的诊断价值。以往研究显示^[17],细胞分化程度低是肿瘤患者预后较差的重要因素。本研究结果和前人研究结果一致。均值是反应肿瘤异质性的参数,和肿瘤异质性负相关,即均值大表示肿瘤异质性程度低。肿瘤异质性高表示区域中出现坏死、粘液,肿瘤细胞密度较高,是判断恶性肿瘤的独特参数。故通常患者异质性越高,预后越差^[18]。低均值提示患者可能会出现预后不良。均值、50%分位、99%分位在联合预测患者预后中显示了较高的价值,优于单独指标的预测性能。ROC曲线探讨模型对预后的预测性能。模型特异度、区分度良好。相关性分析结果显示,纹理特征参数中,69.44%的参数具有相关性。再次验证模型预测信息更全面、精准。

CT增强扫描灰度直方图纹理分析技术可提供客观数据,提高诊断效能。但对诊断医师要求较高。本研究可为肺癌患者的临床诊断和治疗提供有价值信息。

参考文献

- [1]Ponziani M,Macchini M,Iamurri AP.Predicting the molecular mechanism of EGFR domain ii dimer binding interface by machine learning to identify potent small molecule inhibitor for treatment of cancer[J].J Pharm Sci, 2021, 110 (2): 727-737.
- [2]Purdie C,Henderson S,Michie C,et al.Integrated omics analysis of non-small-cell lung cancer cells harboring the EGFR C797S mutation reveals the potential of AXL as a novel therapeutic target in TKI-resistant lung cancer [J].Cancers (Basel), 2020, 13 (1): 111-117.
- [3]梅馨方,吴熠. EGFR基因突变状态与非小细胞肺癌患者临床特征及血清肿瘤标志物水平关系分析[J]. 中华医学杂志, 2020, 27 (7): 1198-1202.
- [4]McDonald ES,Rahbar H,Lee JM,et al.CT features associated with EGFR mutations and ALK positivity in patients with multiple primary lung adenocarcinomas[J]. Cancer Imaging, 2020, 20 (1): 51-64.
- [5]Zhang G,Zhang J,Cao Y,et al.Nomogram based on preoperative CT imaging predicts the EGFR mutation status in lung adenocarcinoma[J]. Transl Oncol, 2021, 14 (1): 100954.
- [6]解福友,程刚,刘斌.增强CT联合肿瘤标志物对盐酸安罗替尼治疗非小细胞肺癌中的疗效评估分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (5): 26-29.
- [7]Roh SJ,Hong YH,Kim BC,et al.Analysis of metachronous colorectal neoplasms and survival following segmental or extended resection in patients with hereditary non-polyposis colorectal cancer[J]. Int J Colorectal Dis, 2020, 35 (7): 1273-1282.
- [8]吕天来,吕健秋. CT靶重建技术对诊断肺腺癌VPI的检查诊断价值研究[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30 (10): 44-45.
- [9]Lennartz S,Mager A,Große Hokamp N,et al.Texture analysis of iodine maps and conventional images for k-nearest neighbor classification of benign and metastatic lung nodules[J]. Cancer Imaging, 2021, 21 (1): 17-19.
- [10]彭弘,李圣博,赵旭. 周围型肺癌CT征象与病理的对照相关性研究[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29 (12): 42-43.
- [11]邹灵俊,陈洪波,郭晓康,等. 非小细胞肺癌新辅助化疗联合手术预后影响因素分析[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2022, 29 (3): 179-185.
- [12]Reid FSW,Egoroff N,Pockney PG,et al.A systematic scoping review on natural killer cell function in colorectal cancer[J]. Cancer Immunol Immun, 2021, 70 (3): 597-606.
- [13]张二宁,朱鹭翔,鲍志国,等. 结直肠腺癌CT纹理分析征象与病理组织学的相关性研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20 (5): 157-159.
- [14]Koch T,Thermin Jørgensen J,Christensen J,et al.Bilateral oophorectomy and rate of colorectal cancer:a prospective cohort study[J]. Int J Cancer, 2022, 150 (1): 38-46.
- [15]Wang X,Yuan M,Mi H,et al.The feasibility of differentiating colorectal cancer from normal and inflammatory thickening colon wall using CT texture analysis[J]. Sci Rep, 2020, 10 (1): 6346.
- [16]Jang D,Choe S,Park JW,et al.Smoking status before and after colorectal cancer diagnosis and mortality in Korean men:a population-based cohort study[J]. Cancer Med-us, 2020, 9 (24): 9641-9648.
- [17]Pujara AC,Kim E,Axelrod D,et al.PET/MRI in breast cancer[J]. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2020, 49 (2): 328-342.
- [18]彭铮望,彭云,吴娜珊,等. CT影像与纹理特征联合模型在甲状腺良恶性结节鉴别中的价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20 (5): 1-3, 25.

(收稿日期: 2023-08-17)

(校对编辑: 姚丽娜)