

· 非血管介入 Non-vascular intervention ·

基于 Fisher 判别构建 CT 引导下肺穿刺活检
并发症的预测模型

张 皓, 李 琳, 吕发金

【摘要】目的 探讨基于机器学习算法的 Fisher 判别, 初步构建 CT 引导下经皮肺穿刺活检 (PTNB) 并发症的预测模型。方法 回顾性分析 227 例 CT 引导下 PTNB 的肺部肿块或结节, 用前 187 例筛选并发症危险因素, 纳入有统计学意义的指标, 构建 Fisher 判别式, 然后采用交叉核实法和后 40 例评估预测模型。结果 187 例中出现并发症 48 例 (25.7%), 主要为气胸 29 例 (15.5%) 和肺出血 26 例 (13.9%), 其中包含有气胸合并肺出血 7 例 (3.74%)。并发症的危险因素有病灶大小、合并肺气肿、病灶中心与膈面短径、穿刺深度、穿刺角度和穿刺次数, 并设参数值: X_1 =病灶大小 ($0 > 2$ cm; $1 \leq 2$ cm), X_2 =合并肺气肿等 (0=是; 1=否), X_3 =病灶中心距离膈面短径 ($0 > 3$ cm; $1 \leq 3$ cm), X_4 =穿刺深度 ($0 \leq 5$ cm; $1 > 5$ cm), X_5 =穿刺胸膜角度 ($0 \leq 50^\circ$; $1 > 50^\circ$), X_6 =穿刺时间 ($0 \leq 20$ min; $1 > 20$ min), X_7 =穿刺次数 (0=1 次; $1 \geq 2$ 次)。所得并发症的非标准化 Fisher 判别公式为 $Z = 1.531X_1 + 1.531X_2 + 2.123X_3 + 1.390X_4 + 1.564X_5 + 0.903X_6 + 1.716X_7 - 3.114$, 判别界值为 0.514。预测模型的交叉核实法和 40 例实践测评的误判率分别是 10.2% 和 7.5%, 准确率为 89.8% 和 92.5%, 敏感度为 85.4% 和 88.9%, 特异度为 91.4% 和 93.5%。结论 Fisher 判别模型可以用于辅助临床预测 CT 引导下 PTNB 并发症的发生概率。

【关键词】CT 引导下肺穿刺活检; 并发症; Fisher 判别; 预测模型

中图分类号: R734.2 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X (2020)-01-0045-06

The establishment of a model for predicting complications of CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy based on Fisher discriminant ZHANG Hao, LI Lin, LÜ Fajin. Department of Radiology, Dianjiang County People's Hospital, Chongqing 408300, China

Corresponding author: LÜ Fajin, E-mail: fajinlv@163.com

【Abstract】Objective To discuss on Fisher's discriminant based on machine learning algorithm, and to construct a model for predicting complications in CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy (PTNB). Methods The clinical data of 227 patients with pulmonary mass or nodule, who received CT-guided PTNB, were retrospectively analyzed. The first 187 patients were used to screen the risk factors of complications, and the statistically significant indicators were selected to construct the Fisher discriminant. Then the cross-validation method and the relevant data of the remaining 40 patients were used to evaluate the prediction model. Results Of the 187 patients, 48 had complications (25.7%), including pneumothorax ($n=29$, 15.5%) and pulmonary hemorrhage ($n=26$, 13.9%), among them 7 patients (3.7%) had pneumothorax associated with pulmonary hemorrhage. The risk factors for complications included the size of the lesion, coexisting emphysema, the short distance between the center of the lesion and the diaphragmatic surface, the depth of puncturing, the puncture-pleural angle and the number of puncture times. The values of relevant parameters were set as follows: X_1 =lesion size ($0 > 2$ cm; $1 \leq 2$ cm), X_2 =coexisting

DOI: 10.3969/j.issn. 1008-794X. 2020.01.009

基金项目: 重庆市垫江县科委技术研发与示范应用项目 (dkjxm2016jsyfysfyy027)

作者单位: 408300 重庆 垫江县人民医院放射科 (张 皓)、药剂科 (李 琳); 重庆医科大学附属第一医院放射科 (吕发金)

通信作者: 吕发金 E-mail: fajinlv@163.com

emphysema, etc. (0=yes; 1=no), X3=short distance between the center of the lesion and the diaphragmatic surface ($0 > 3 \text{ cm}$; $1 \leq 3 \text{ cm}$), X4=puncturing depth ($0 \leq 5 \text{ cm}$; $1 > 5 \text{ cm}$), X5=puncture-pleural angle ($0 \leq 50^\circ$; $1 > 50^\circ$), X6=time spent for puncturing ($0 \leq 20 \text{ min}$; $1 > 20 \text{ min}$), and X7=the number of puncture times ($0=1 \text{ time}$; $1 \geq 2 \text{ times}$). The non-standardized Fisher discriminant formula for complications thus obtained was $Z=1.531X1+1.531X2+2.123X3+1.390X4+1.564X5+0.903X6+1.716X7-3.114$, and the discriminant boundary value was 0.514. The misjudgment rates of cross-validation method with the prediction model and the actual evaluation results of 40 patients were 10.2% and 7.5% respectively, the accuracy rates were 89.8% and 92.5% respectively, the sensitivities were 85.4% and 88.9% respectively, and the rates of specificity were 91.4% and 93.5% respectively.

Conclusion The Fisher discriminant model can be used to assist clinical prediction of the occurrence probability of complications in CT-guided PTNB. (J Intervent Radiol, 2020, 29: 45-50)

【Key words】 CT-guided percutaneous puncture lung biopsy; complication; Fisher discriminant; prediction model

CT 引导下的经皮肺穿刺活检术(percutaneous transthoracic needle biopsy, PTNB)由于微创、简便和诊断准确率高,是肺癌的一种重要诊断工具^[1]。但它仍是一种侵入性的检查方式,会出现气胸和肺出血,还会有呼吸困难、咯血、血胸、空气栓塞等并发症。国内外研究并发症危险因素文献也较多^[2-3],如对穿刺器械的研究分析、同轴针技术的应用等^[4],都是为了尽量降低并发症的发生率,但是鲜有建立并发症预测模型报道^[5]。随着科技的发展和医疗技术的革新,机器学习算法等人工智能对人类疾病的风险预测或诊断已成为热点。本研究旨在探索应用机器学习算法的 Fisher 判别,初步构建 CT 引导下 PTNB 并发症的预测模型,为临床风险评估提供参考。

1 材料与方法

1.1 临床资料

纳入 2016 年至 2018 年,在我院接受 CT 引导下的 PTNB 的患者 227 例,男 142 例,女 85 例,年龄为 18~82 岁,平均(61 ± 12)岁。按时间先后顺序,将有病理确诊或随访结果证实的前 187 例用于构建预测模型,后 40 例用于预测模型的临床应用测试。纳入标准:穿刺路径需经过肺组织的肿块或结节。排除标准:穿刺路径无需经过肺组织的纵隔或贴胸膜的病灶。临床表现主要为咳嗽、咯痰,痰中带血或咯血,以及胸痛,部分为偶然发现,无明显临床症状。左、右肺单发病灶分别为 97 和 104 例,两肺多发病灶共有 26 例。病灶大小=(长径+短径)/2,为 0.5~7.0 cm,平均(3.8 ± 1.3)cm。所有患者术前均被告知 PTNB 的作用和风险,并签署手术知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 术前准备 完善患者的术前常规检查,排除肺穿刺禁忌证及不能耐受或无法配合手术者,例如心肺功能差,凝血功能明显异常,剧烈咳嗽不能控制者或有精神疾患者。术前行 CT 增强扫描,应用 1 mm 的 CT 薄层图像观察肋间动脉,以及穿刺路径和病灶周缘血管支气管的走行情况。参考增强扫描,靶点设定在强化明显的病灶实性部分,避开液化坏死区,结合前述血管和支气管的走行,选择适宜的穿刺层面和穿刺点来制定合理的穿刺路线,规划初步的穿刺角度和深度。

1.2.2 手术方式 在患者的体表用简易定位器标记好穿刺点,常规消毒铺巾后应用利多卡因作好皮肤及壁层胸膜的局麻,利用 CT 扫描做引导,根据具体情况,扫描层厚选择 5 mm、3 mm 及 1.5 mm,并尽量缩小 CT 的扫描范围。在胸膜外调整好 18 G 同轴穿刺针的角度和方向,再平稳而快速地突破胸膜后刺中病灶,部分病灶位置较深和病灶较小,或毗邻重要组织结构时,需通过分次进针的方式,观察和修正穿刺路线,直至靶点,应用巴德全自动活检枪取材 2~3 次,根据病灶部位和大小,选取取材长度为 1.5 cm 或 2.2 cm。术后行 CT 平扫,包含穿刺区域和心脏,了解有无并发症。

1.2.3 术后处理 活检取出的组织条用 15% 甲醛液瓶盛装后送检病理科。术后由护士护送患者轮椅或推车返回病房,嘱患者卧床休息 2~4 h,避免剧烈咳嗽和跑跳等运动,定时监测患者的基本生命体征。

1.2.4 数据收集 将 CT 引导下 PTNB 的小标本病理结果,与外科手术切除后的病理结果,和非手术治疗病例的追踪调查结果,进行对照比较。统计 PTNB 病例的临床资料,术中和术后记录,包含并发

症情况。

1.3 统计学方法

使用 SPSS 22.0 统计学软件包。连续性变量采用均数±标准差表示。分类资料采用例数和百分比表示。前 187 例并发症的单因素分析使用 χ^2 检验, 选取有统计学意义的变量进入二元 logistic 回归分析, 采用后退剔除法 ($\alpha_{进} = 0.05, \alpha_{剔} = 0.10$)。纳入前 187 例有统计学意义的并发症危险因素指标, 构建 Fisher 判别函数, 采用交叉核实法核算模型的误差概率, 后 40 例进入模型实践和测评。显著性水平设置为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 病理结果

187 例肺部病变 PTNB 术后的小标本组织病理结果显示, 恶性肿瘤 136 例位于首位, 占比 72.7%, 主要为腺癌 68 例 (36.4%) 和鳞癌 36 例 (19.3%), 其次是小细胞肺癌 14 例 (7.5%), 转移瘤和未分化癌分别为 9 例 (4.8%) 和 7 例 (3.7%); 其后降序依次排列为, 感染性病变 42 例 (22.46%), 未明确诊断 5 例 (2.67%), 良性肿瘤 4 例 (2.1%)。对照比较显示, 在 PTNB 术后小标本的 51 例非恶性肿瘤的病理诊断中, 11 例后来被确诊为肺癌, 还有 1 例未明确

诊断者在经过 1 年的追踪随访后考虑为结核瘤。本组的 PTNB 小标本病理组织切片的诊断正确率为 93.6% (175/187)。

2.2 并发症情况

187 例中发生并发症 48 例, 占总例数的 25.7%。气胸 29 例 (15.5%), 含呼吸困难 3 例 (1.6%); 肺出血 26 例 (13.9%), 含咯血 8 例 (4.3%); 气胸合并肺出血 7 例 (3.7%)。无血胸和空气栓塞等其他并发症。后 40 例中并发症共发生 9 例, 占总例数的 22.5%, 其中气胸 6 例, 肺出血 3 例。

2.3 危险因素分析

单因素的卡方检验 (表 1) 和多因素的二元 logistic 回归分析 (表 2) 显示, 并发症的危险因素有病灶的大小, 是否合并肺气肿等疾病, 病灶中心距离膈面的短径, 穿刺肺组织的深度, 穿刺胸膜的角度, 穿刺的时间和次数, 性别、年龄、病灶部位 (含左右和上中下) 差异无统计学意义。

2.4 预测模型构建

设定 X1 = 病灶大小、X2 = 合并肺气肿等、X3 = 病灶中心距离膈面短径、X4 = 穿刺深度、X5 = 穿刺胸膜角度、X6 = 穿刺时间、X7 = 穿刺次数, 阳性设值为 1, 阴性设值为 0, 设值参考表 2, 构建判别函数, 所得非标准化 Fisher 判别公式为 $Z = 1.531X1 +$

表 1 并发症的单因素分析

参数	性别		年龄/岁		病灶大小/cm		合并肺气肿等疾病		距离膈面短径/cm		穿刺深度/cm		穿刺胸膜角度/°		穿刺时间/min		穿刺次数/次	
	男	女	≤60	>60	>2	≤2	否	是	>3	≤3	≤5	>5	≤50	>50	≤20	>20	1	≥2
例数	122	65	77	110	76	111	153	34	152	35	121	66	125	62	144	43	153	34
并发症/n(%)	32	16	17	31	12	36	32	16	30	18	24	24	24	24	31	14	31	17
	(26.2)	(24.6)	(22.1)	(28.2)	(15.8)	(32.4)	(20.9)	(47.1)	(19.7)	(51.4)	(19.8)	(36.4)	(19.2)	(38.7)	(21.5)	(39.5)	(20.3)	(50.0)
χ^2 值	0.058		0.884		6.549		9.965		14.976		6.115		8.268		5.627		12.894	
P 值	0.810		0.347		0.010		0.002		<0.001		0.013		0.004		0.018		<0.001	

表 2 并发症的 logistic 回归多因素分析

参数	偏回归系数	偏回归系数标准误	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	OR 值的 95%CI
X1=病灶大小 (0 表示 > 2 cm ; 1 表示 ≤ 2 cm)	-4.720	1.020	21.402	.000	.009	(.001, .066)
X2=合并肺气肿等 (0 表示否 ; 1 表示是)	-4.983	1.112	20.084	.000	.007	(.001, .061)
X3=距离膈面短径 (0 表示 > 3 cm ; 1 表示 ≤ 3 cm)	-7.404	1.453	25.951	.000	.001	(.000, .011)
X4=穿刺深度 (0 表示 ≤ 5 cm ; 1 表示 > 5 cm)	-5.404	1.220	19.623	.000	.004	(.000, .049)
X5=穿刺胸膜角度 (0 表示 ≤ 50° ; 1 表示 > 50°)	-4.797	.970	24.470	.000	.008	(.001, .055)
X6=穿刺时间 (0 表示 ≤ 20 min ; 1 表示 > 20 min)	-3.629	.908	15.983	.000	.027	(.004, .157)
X7=穿刺次数 (0 表示 1 次 ; 1 表示 ≥ 2 次)	-4.690	.943	24.746	.000	.009	(.001, .058)
常数	22.883	4.019	32.412	.000		

表 3 并发症的 Fisher 判别函数值

赋值	典型区别函数系数							群组重心函数		
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	常数	0	1
设定值										
函数值	1.531	1.531	2.123	1.390	1.564	0.903	1.716	-3.114	-0.569	1.597

非标准化系数

$1.531X_2 + 2.123X_3 + 1.390X_4 + 1.564X_5 + 0.903X_6 + 1.716X_7 - 3.114$, 群组重心函数分别为并发症(无) = 0 和函数值 = -0.569, 以及并发症 = 1 和函数值 = 1.597 (表 3), 判别界值为 0.514。

2.5 预测模型的测评

通过交叉核实法得出 187 例的总误判率是 10.2%, 符合率(准确率)是 89.8%, 48 例并发症中有 7 例误判为无并发症, 敏感度(真阳性率)为 85.4%, 139 例无并发症中有 12 例误判为有并发症, 特异度(真阴性率)为 91.4% (表 4)。227 例中的后 40 例带入预测模型中实践, 测评结果: 总的误判率是 7.5%, 符合率是 92.5%。9 例中并发症中有 1 例误判为无并发症, 灵敏度为 88.9%, 31 例无并发症中有 2 例误判为有并发症, 特异度为 93.5%。

表 4 交叉核实法诊断 Fisher 判别结果分析表

并发症判别 结果(预测值)	金标准(实际值)		
	有	无	合计
有	41	12	53
无	7	127	134
合计	48	139	187
分析指标	真阳性率 85.4%	真阴性率 91.4%	准确率 89.8%

3 讨论

肺癌发病率位居全球首位, 且有逐年递增的趋势, 随着医疗技术的进步和发展, 肺部小结节的早期确诊^[6], 以及肺癌的一些非手术治疗需要病理学依据, 而 CT 引导下的 PTNB 能够帮助临床尽早施行精准医疗^[7-8], 对患者的预后具有重要影响。本次研究中 PTNB 诊断正确率为 93.6%, 显示它具有很高的临床应用价值。但 PTNB 时常伴有并发症, 近年来有研究描述其总体发生率为 18.4%~24.5%^[9], 常见的肺出血和气胸的发生率分别是 8.7%~52.5% 和 8.5%~36.4%, 而另一份肺穿刺活检的 meta 分析显示, 常见并发症的发生率分别为气胸 17.9%~51.8% 和咯血 10.5%~19.4%^[10]。其间的数值差异很大, 值得深入研究, 以尽量降低并发症的发生率。

本次研究的危险因素分析指标参考了历史文

献资料, 所以病灶大小和是否合并肺气肿等疾病, 以及穿刺的深度、次数和时间, 与既往很多研究结果近似^[1-3,5-6,9,11]。有研究认为年龄也是并发症的危险因素, 但注意到肺气肿患者在 60 岁以上的老人年多见, 即年龄和肺气肿在 logistic 回归分析中可能存在共线性问题, 所以应谨慎评估这个因素。穿刺路径若有肺气肿或肺大泡, 易在穿刺时出现壁破裂, 进而发生气胸。肺部炎症则因为病变区域炎性充血、组织水肿, 在切割取检时肺出血的概率较正常肺组织高。病灶的大小和并发症呈负相关性; ①靶点越小, 穿刺难度增加, 特别是对于呼吸活动度大或者配合度差的患者, 穿刺的次数和时间易被动增加; ②小结节样病灶周围大都包绕有供血或引流小血管, 易被肺穿刺活检误伤; ③取检小结节病灶时, 活检针的组织切割槽最小选择为 1.5 cm, 正常肺组织易被纳入并造成切割损伤。穿刺深度越深, 损伤的肺组织越多, 并发症发生概率增加, 而肺血管的分布是由肺门密集向外周发散, 管径由粗变细, 深部病灶的穿刺远较外周的所致血管损伤的概率更大。穿刺次数和时间分别作为危险因素之一, 其原因和穿刺深度相似, 简言之, 肺组织被侵入过多。

穿刺胸膜的角度和病灶中心距离膈面的短径与并发症发生, 偶有文献提及^[12-13]。本研究参考并纳入其为 PTNB 并发症危险因素的观察指标, 结果显示这些指标也是并发症的危险因素。人体在呼吸时, 肺组织是以肺门为中心, 循环而规律的进行着收缩和膨胀运动, 垂直或小角度穿刺胸膜, 顺着肺血管走行方向的进针, 顺应肺组织呼吸运动轨迹, 胸膜和肺内血管的损伤概率相对小, 而大角度的斜行穿刺会增加对胸膜和肺组织的牵拉力, 增加并发症发生概率, 同时斜行的路径一般会使针道的损伤范围相应增大, 所以避免大角度穿刺可以相对减少并发症的危险因素。还有重力作用对肺组织和血流灌注的影响, 各处肺泡充气量不同, 肺底部大于尖部, 肺间质的弹性也具有一定差异^[13]。同时, 根据观察, 靠近膈面的肺底部结节, 其呼吸动度在 2.5~3.5 cm。通过训练和控制患者的呼吸, 选择患者平静呼吸状态下的呼气末期, 或保持在患者的同一呼吸时相的分

表 5 Fisher 判别直观显示 10 例样本的并发症发生概率,辅助临床工作

患者	性别	年龄/岁	病灶大小/cm	肺气肿等	距离膈面短径/cm	穿刺深度/cm	穿刺胸膜角度/°	穿刺时间/min	穿刺次数	并发症	预测值	预测评分	预测概率
1	男	>60	≤2	有	<3	>5	≤50	≤20	1	有	有	3.46205	.99888
2	女	≤60	≤2	无	<3	≤5	≤50	>20	1	有	有	1.44367	.88581
3	男	>60	≤2	有	≥3	>5	≤50	≤20	1	有	有	1.33857	.85836
4	女	≤60	>2	无	≥3	≤5	≤50	≤20	1	无	无	1.03657	.74882
5	女	>60	>2	无	≥3	>5	>50	>20	1	无	有	.74375	.59975
6	女	>60	≤2	无	<3	≤5	≤50	≤20	1	有	无	.54099	.48203
7	男	≤60	≤2	无	≥3	≤5	>50	≤20	1	无	无	-.01812	.20015
8	女	>60	≤2	无	≥3	>5	≤50	≤20	1	无	无	-.19218	.14255
9	男	≤60	>2	无	≥3	>5	≤50	>20	1	无	无	-.82062	.36590
10	女	>60	>2	无	≥3	≤5	≤50	≤20	1	无	无	-3.11361	.00017

步进针,可以降低呼吸运动产生的动度影响。

既往文献对 CT 引导下 PTNB 并发症危险因素的研究,多限于陈列出各种单因素或 / 和多因素的分析结果,鲜有构建一套评估系统的报道^[5]。本次研究纳入有统计学意义的指标,探索性的尝试通过机器学习算法,训练样本 187 例,初步构建 Fisher 判别函数,结果显示预测模型拥有较高的准确率、灵敏度、特异度,分别为 89.8%、85.4%、91.4%。应用后 40 例实践,三者分别为 92.5%、88.9%、93.5%,证实模型的运行可靠有效。我们注意到该模型在并发症的预测概率 > 85% 时,错判率仅为 2/35 (5.7%),预测概率 > 70% 时,错判率为 4/35 (10.3%),表现优异,但预测概率在 50% 附近时,由于非“无”即“有”的二分类评判原则,易发生错判,错判率高达 6/13 (46.2%),所以需要了解它的原理,注意灵活应用^[14]。

Fisher 判别是一种多元统计分析方法,其基本思路是通过将多维空间中的样本和总体投影转化为一维数值,构建一维数据的线性函数。假设已知 A、B 两类观察对象,纳入有统计学意义的指标,分别记录为 X_1 、 X_2 、 $X_3 \cdots X_n$,得到线性函数组合 $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \cdots + C_nX_n$,将并发症的危险因素赋值后代入公式,逐例计算各自的函数值 Z ,再根据个案距离母体的亲疏程度进行判别,既根据 Z 值离 A、B 两类群组重心的距离远近,从而归入离得最近的群组。例如,当某个案的判别函数值 Z 值靠近 A 类别重心时,判为 A 类, Z 值靠近 B 类别重心时,判为 B 类, A 与 B 类别重心的中点为判别界值。它借用了一元方差分析的理念,其优势在于根据组间与组内的均方差之比最大的原则来进行判别,换言之,最大化的缩小同类各样本的差异和扩大异类各样本的差异,使它们俩的比率达到最大,所以可以获得很高的判别准确率。然后采用交叉核实法计算 Fisher 判别的误判概率,它又被称为“刀切法”,是指

假设总体样本数量为 n ,按序剔除其中的一个样本,用余下的样本量($n-1$)建立判别函数,再用模型去分析和判别这个被剔除的样本,并且每个样本逐一重复,这样 n 次后完成一个循环,充分收集每个样品的信息,然后建立判别函数和进行验证,其预测能力优于传统的 ARS 和列线图模型^[15]。

表 5 应用 SPSS 22.0 统计学软件包示例了 10 个样本,评估得分从 -3.11 361 至 3.46 205 不等,与之相对应的并发症预测概率从 0.00 017% 至 99.888% 不等。据此,可以根据患者和穿刺靶点的具体情况,得到直观的并发症预测概率值,便于医患交流 PTNB 的风险评估。从 Fisher 判别模型中,可以注意到,病灶的大小和部位,以及合并肺气肿等疾病属客观存在的危险因素,穿刺的深度和角度是主观人为设计,穿刺的次数和时间会因术者的技术技巧或(和)患者配合度情况的不同而出现差异。应用预测模型可以提高手术团队对并发症危险因素的认知,辅助术者优化穿刺路线,关注穿刺技术和患者配合度的提高,对于预测概率高值的病例,提前规划好并发症的应对和护理工作,均有助于减低并发症的发生概率或严重程度^[16]。在团队培养新人时,可以辅助教学和筛选适宜的病例,以匹配个人能力,循序渐进。

本次 Fisher 判别预测模型的探索存在不足之处;①本研究是回顾性分析,样本的选择存在一定的偏倚;②收集的并发症病例不够多;③连续性变量被简化为二分类变量,信息量有一定丢失。④没有逐一细分并发症的具体类型。因此,预测模型还需要在今后的工作中逐步完善,以此来获得更好的判别公式。

综上所述,应用 Fisher 判别初步构建的 CT 引导下 PTNB 并发症的预测模型,其准确率、敏感度和特异度高,可以用于辅助临床预测 CT 引导下 PTNB 并发症的发生概率。

[参 考 文 献]

- [1] Poulou LS, Tsagouli P, Ziakas PD, et al. Computed tomography-guided needle aspiration and biopsy of pulmonary lesions: a single-center experience in 1000 patients[J]. *Acta Radiol*, 2013, 54: 640-645.
- [2] 詹茜, 黄挺, 王铁功, 等. CT 引导下经皮肺穿刺活组织检查术后气胸发生的影响因素分析[J]. *第二军医大学学报*, 2018, 39: 139-143.
- [3] Wiener RS, Wiener DC, Gould MK. Risks of transthoracic needle biopsy: how high?[J]. *Clin Pulm Med*, 2013, 20: 29-35.
- [4] Zhang L, Shi L, Xiao Z, et al. Coaxial technique-promoted diagnostic accuracy of CT-guided percutaneous cutting needle biopsy for small and deep lung lesions[J]. *PLoS One*, 2018, 13: 0192920.
- [5] 吴虹霖, 雷丽程, 杨茂江, 等. 支持向量机 CT 引导下肺穿刺活检气胸预测模型的研究[J]. *介入放射学杂志*, 2018, 27: 572-577.
- [6] Xu C, Yuan Q, Chi Z, et al. Computed tomography-guided percutaneous transthoracic needle biopsy for solitary pulmonary nodules in diameter less than 20 mm[J]. *Medicine*, 2018, 97: e0154.
- [7] 刘丹, 耿左军, 朱青峰, 等. CT 引导下经皮肺穿刺活检的临床应用[J]. *介入放射学杂志*, 2018, 27: 539-543.
- [8] Wang Y, Jiang FM, Tan XB, et al. CT-guided percutaneous- transthoracic needle biopsy for paramediastinal and nonparamediastinal lung lesions: diagnostic yield and complications in 1484 patients[J]. *Medicine*, 2016, 95: e4460.
- [9] 蒋保华, 张进, 黄云海, 等. CT 引导 18 G-Bard Magnum 活检针在肺穿刺活检中并发症的发生因素[J]. *介入放射学杂志*, 2015, 24: 792-796.
- [10] 王小铭, 黄显龙. CT 透视引导下经皮肺穿刺活检对肺部磨玻璃样病变诊断价值的 Meta 分析[J]. *临床放射学杂志*, 2017, 36: 123-127.
- [11] Lim WH, Park CM, Yoon SH, et al. Time-dependent analysis of incidence, risk factors and clinical significance of pneumothorax after percutaneous lung biopsy[J]. *Eur Radiol*, 2018, 28: 1328-1337.
- [12] Li Y, Du Y, Yang HF, et al. CT-guided percutaneous core needle biopsy for small (≤ 20 mm) pulmonary lesions[J]. *Clin Radiol*, 2013, 68: e43-e48.
- [13] Patel MV, Ahmed O, Jilani D, et al. Computed tomography-guided percutaneous lung biopsy: impact of lesion proximity to diaphragm on biopsy yield and pneumothorax rate[J]. *J Thorac Imaging*, 2014, 29: 344-349.
- [14] 刘淑霞, 陈荣川, 刘艳丽, 等. 卵巢肿块性质的超声指标 Fisher 判别分析[J]. *中国医学影像技术*, 2010, 26: 737-740.
- [15] 何小群, 杨珊, 吴珏莅, 等. 预测原发性醛固酮增多症术后血压的转归: Fisher 判别模型[J]. *中华医学杂志*, 2016, 96: 3379-3383.
- [16] Wu CC, Maher MM, Shepard JA. Complications of CT-guided percutaneous needle biopsy of the chest: prevention and management[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2011, 196: W678-W682.

(收稿日期: 2019-02-24)

(本文编辑: 俞瑞纲)