



CT 理论与应用研究

Computerized Tomography Theory and Applications



徐敬慈, 潘自来, 陈克敏, 等. 纹理分析对 CT 引导下经皮肺穿刺活检术出血并发症的预测价值初探[J]. CT 理论与应用研究, 2022, 31(3): 383-391. DOI:10.15953/j.ctta.2021.016.

XU J C, PAN Z L, CHEN K M, et al. A preliminary study on the value of texture analysis in predicting bleeding complications of CT-guided percutaneous lung biopsy[J]. CT Theory and Applications, 2022, 31(3): 383-391. DOI:10.15953/j.ctta.2021.016. (in Chinese).

纹理分析对 CT 引导下经皮肺穿刺活检术 出血并发症的预测价值初探

徐敬慈, 潘自来[✉], 陈克敏, 陈小勇, 刘霄

上海交通大学医学院附属瑞金医院放射科, 上海 200025

摘要: 目的: 探讨基于 CT 图像的纹理分析对 CT 引导下经皮肺穿刺出血并发症的预测价值。方法: 回顾性分析 130 例行 CT 引导下经皮肺穿刺活检患者的术前平扫图像, 术区有大于或等于 2 级肺出血者为有出血组, 0 级或 1 级肺出血者为无/少量出血组。首先随机选取 100 例作为训练组, 采用 MaZda 软件, 分别手动勾画出平扫肺窗图像上预穿刺路径周边的肺野作为感兴趣区 (ROI), 分别通过 Fisher 系数、分类错误概率联合平均相关系数 (POE + ACC)、交互信息 (MI) 法筛选出区分出血组及无/少量出血组最具有价值的纹理特征, 然后分别采用原始数据分析 (RDA)、主要成分分析 (PCA)、线性分类分析 (LDA) 和非线性分类分析 (NDA) 四种特征分类统计方法进行判断, 结果以错判率形式表示; 最后再根据得到的最优纹理参数及特征分类方法分别对另外 30 例图像加以验证。结果: 以穿刺路径周边的肺野作为 ROI 时, 最低错判率为 11.00% (11/100), 该结果出现在特征选择方法采用 POE + ACC 或 MI, 特征分类统计方法采用 NDA 时, 以此结果进行验证的错判率分别为 13.33% (4/30) 和 16.67% (5/30), 两者差异无统计学意义。结论: 分析预穿刺路径周边肺野的纹理特征有助于预测 CT 引导下肺穿刺并发出血的风险, 为选择合适的穿刺路径以减少肺出血并发症提供依据。

关键词: X 线计算机; 纹理分析; 肺穿刺活检

DOI:10.15953/j.ctta.2021.016 中图分类号: R814 文献标识码: A

CT 引导下的经皮肺穿刺活检术 (percutaneous transthoracic needle biopsy, PTNB) 是肺部病变的一种重要诊断工具, 具有微创、简便和诊断准确率高的特点^[1]。但该技术存在一定风险, 主要并发症有气胸、出血, 少见并发症包括体循环空气栓塞、针道种植转移及血胸等^[2-4]。图像纹理分析是通过定量提取一些肉眼无法识别的纹理特征, 从而反映感兴趣区 (region of interest, ROI) 内像素灰度值分布模式及变化规律的影像组学技术手段, 能一定程度反映 ROI 内血管数量、分布的差异^[5-6]。理论上, 若能用纹理分析的方法选择血管较少的区域进针, 则并发肺出血的风险较小。

目前, 预穿刺路径上肺野的纹理特征对预测肺内出血产生的价值仍未见相关报道。本文通过研究探讨多层螺旋 CT 图像纹理分析对经皮肺穿刺活检术并发肺内出血的预测价值, 探讨从影像组学角度预测肺内出血产生的可行性, 以期手术医师选择合适的进针路线以减少肺出血并发症的发生提供参考。

收稿日期: 2021-10-15。

1 方法

1.1 患者资料

回顾性连续收集 2014 年 3 月至 2021 年 10 月上海瑞金医院北部院区符合以下标准的已行 CT 引导下经皮肺穿刺活检的患者。

纳入标准：① 目标病灶为结节或肿块，且直径大于或等于 2.0 cm；② 病灶边缘距离胸膜进针点距离大于或等于 1.0 cm；③ 穿刺胸膜次数 1 次；④ 活检取样次数 1 次或 2 次；⑤ 穿刺时间小于或等于 20 min（从穿刺针突破胸膜至取样结束拔出穿刺针的间隔时间）；⑥ 术前血常规、凝血功能、肝肾功能均无明显异常；⑦ 术前已行增强 CT 或 MRI 检查排除包虫囊肿或血管畸形可能^[7]；⑧ 图像质量满足后处理要求。排除标准：① 接受过放、化疗；② 有其他胸腔手术史；③ 穿刺侧肺野合并急性感染或肿瘤。共计 130 例患者纳入研究，男 72 例，女 58 例；年龄 38~82 岁，中位年龄 66 岁。

1.2 手术

1.2.1 术前准备

穿刺术前使用 Aquilion 64 层螺旋 CT 完成胸部 CT 平扫检查，指导患者取仰卧位。扫描参数：管电流 350 mA，管电压 120 kV，层厚 5 mm，层间隔 5 mm，视野 280~350 mm，矩阵 512 × 512；扫描范围需包括目标病灶。

1.2.2 手术方式

根据病灶位置，指导患者取仰卧位或俯卧位，行 CT 扫描，扫描参数同前，扫描一次后根据 CT 图像选择一合适穿刺点，在体外用记号笔做好标记，常规应用利多卡因局麻，活检器材为同轴套管针及活检枪（Agron Medical Devices, Inc.），同轴引导鞘直径 17 G（MCXS 1810 BP，长 6.8 cm；或 MCXS 1815 BP，长 11.8 cm），配套的活检枪直径 18 G（BioPince™ 全自动活检枪）。

根据病灶深度采用合适长度的同轴套管针后进针至胸膜外，调整进针角度、方向，选择合适进针深度，快速突破胸膜。如遇病灶较小或位置较深时可采用分段进针法，刺中病灶后用活检枪取样 1~2 次，根据病灶大小选择合适活检深度，可选择 1.3、2.3 和 3.3 cm 三档。

1.2.3 术后处理

术后即刻行全胸部 CT 扫描，观察有无气胸、出血等并发症，必要时进行处理。无需处理的患者可用轮椅或推车转运至病房或观察室，监测患者生命体征、血氧饱和度等，嘱患者尽可能避免任何增加胸腔压力的活动，如咳嗽、说话等^[7]。标本用福尔马林浸泡在标本盒内送病理科。

1.3 图像选择与分组

1.3.1 图像选择

在 PACS 系统内查找符合纳入标准和排除标准的患者的 CT 图像，根据实际进针层面选取患者术前的平扫肺窗图像，以及术后的 CT 平扫肺窗图像，以上肺窗图像选择窗宽 = 1500 HU，窗位 = -500 HU，以 BMP 格式下载、储存于硬盘中。

1.3.2 肺出血的定义和严重程度分级

肺出血, 定义为活检后图像上新的实变或磨玻璃密度影, 肺出血的严重程度分级^[8]: 0 级: 无出血; 1 级: 穿刺针周围 ≤ 2 cm 范围出血; 2 级: 穿刺针道周围 > 2 cm 范围的出血, 但局限于肺段; 3 级: 为肺叶范围内或更大范围出血; 4 级: 血胸。

1.3.3 图像分组

由一名副主任医师及一名高年资主治医师 (影像诊断经验分别为 10 年和 8 年) 对术后的平扫图像进行分组, 病灶及穿刺路径周围发生 2 级或 2 级以上肺出血的纳入发生肺内出血组; 病灶及穿刺路径周围肺野无出血或仅有 1 级肺出血的纳入无/少量肺内出血组, 如意见不统一则通过商议取得一致意见。

130 例图像随机分为训练集和验证集。训练集共 100 例, 肺内出血组 42 例 (2 级肺出血 35 例, 3 级肺出血 7 例), 无/少量肺内出血组 58 例 (0 级肺出血 14 例, 1 级肺出血 44 例)。验证集共 30 例, 肺内出血组 13 例 (2 级肺出血 10 例, 3 级肺出血 3 例), 无/少量肺内出血组 17 例 (0 级肺出血 6 例, 1 级肺出血 11 例)。

1.4 纹理分析

1.4.1 感兴趣区的勾画

采用 MaZda 软件 (version 4.6, The Technical University of Lodz, Institute of Electronics, <http://www.eletel.p.lodz.pl/mazda/>), 对患者术前平扫肺窗图像的纹理特征参数进行分析。具体过程: 根据实际穿刺路径, 在术前平扫肺窗图像上手动勾画出胸膜进针点与病灶边缘之间的肺野作为感兴趣区, 感兴趣区宽度约为 1~2 个肋间隙的宽度, 从胸膜面至病灶边缘, 需包括预穿刺径路。

1.4.2 图像标准化

首先使用软件自带功能对所选图像灰阶水平进行标准化, 范围为 $[\mu - 3\delta, \mu + 3\delta]$ (μ 和 δ 分别是平均灰度值和标准差), 目的是减低亮度和对比度变化对纹理特征分析的影响。

1.4.3 参数选择及分析

对所选平扫肺窗图像, 使用 MaZda 软件提供的 3 种纹理特征选择方法分别选出 10 个对鉴别有/无并发肺内出血最有意义的纹理特征 (图 1 (a)), 3 种纹理特征选择方法分别是 Fisher 系数 (Fisher coefficient)、分类错误概率联合平均相关系数 (classification error probability combined average correlation coefficients, POE + ACC) 和交互信息 (mutual information, MI)。

Fisher 系数是指特征的类间散布和类内方差的比值, Fisher 系数越大、该特征越优。POE + ACC 表示最小分类误差与平均相关系数, POE + ACC 值越低、特征越优。MI 代表两个或多个随机变量间相关性的测度, MI 值越大, 特征项与类别间的相关程度就越大。

每使用一种纹理特征选择方法选出有最意义的纹理特征后, 立即使用 MaZda 软件自带的 B11 统计模块分别对两个组别加以区分。B11 模块可以在特征空间内对样本分布进行可

1.4.4 最优纹理特征及分类方法的验证

筛选出最优纹理特征选择方法和分类统计方法组合后，分别对验证集的 30 例病例加以验证。具体方法是每次将 1 例验证集病例加入训练组后，使用 B11 模块对所筛选出的最优纹理特征及分类方法对该验证集病例分组进行判断，并以根据术后结果所做的实际分组为金标准进行比较，结果以错判率表示。

1.5 统计学方法

使用 B11 模块自动计算训练集错判率。使用 SPSS 17.0 统计软件，对筛选出的最优纹理特征选择方法和统计方法组合预测术后并发肺内出血的最小错判率进行比较；显著性水平设置为 $\alpha = 0.05$ ，将 $P < 0.05$ 定义为有统计学意义。

2 结果

使用 MaZda 软件对术前平扫肺窗下预穿刺路径周边肺野的纹理特征进行筛选，采用 Fisher、POE + ACC、MI 分别筛选出了 10 种最优纹理参数（表 1），其中 Fisher、MI 两种参数选择的 10 个最优纹理特征均为反映图像二维熵的相关参数。POE + ACC 选出的 10 个最优纹理特征为 Skewness（偏度）、Kurtosis（峰度）、Teta3（自回归模型特征参数）、Vert1_RLNonUni（游程长不均匀度因子）、S（5，5）SumVarnc（和方差特征）、S（0，2）DifVarnc（差方差特征）以及另外 4 种小波算法特征 WavEnLH_s-2、WavEnHH_s-4、WavEnHL_s-4、WavEnHL_s-3。

表 1 三种纹理特征提取法分别筛选出的的 10 个最优特征
Table 1 The 10 optimal features screened out respectively by the three texture feature extraction methods

方法	纹理特征
Fisher	S(0,3)SumEntrp、S(4,0)SumEntrp、S(3,3)SumEntrp、S(0,2)SumEntrpS、(3,0)SumEntrp、S(0,4)SumEntrp、S(4,4)SumEntrp、S(5,0)SumEntrp、S(0,5)SumEntrp、S(2,-2)SumEntrp
POE + ACC	Skewness、Kurtosis、Teta3、S(5,5)SumVarnc、S(0,2)DifVarnc、Vert1_RLNonUni、WavEnLH_s-2、WavEnHH_s-4、WavEnHL_s-4、WavEnHL_s-3
MI	S(3,3)SumEntrp、S(4,4)SumEntrp、S(0,2)SumEntrp、S(0,3)SumEntrp、S(3,0)SumEntrp、S(5,-5)SumEntrp、S(5,0)SumEntrp、S(4,0)SumEntrp、S(0,1)SumEntrp、S(5,5)SumEntrp

选出的最优纹理特征后，用 4 种不同的分类方法 RDA、PCA、LDA 和 NDA，分别计算出经皮肺穿刺并发出血的错判率（表 2）。

表 2 纹理分析预测穿刺并发出血的错判率 [%（例）]
Table 2 Misjudgment rate of puncture complicated with bleeding predicted by texture analysis [% (cases)]

纹理特征	鉴别方法	RDA	PCA	LDA	NDA
预穿刺路径 周边的肺野	Fisher	27.00（27/100）	33.00（33/100）	24.00（24/100）	12.00（12/100）
	POE + AsCC	41.00（41/100）	40.00（40/100）	33.00（33/100）	11.00（11/100）
	MI	30.00（30/100）	31.00（31/100）	33.00（33/100）	11.00（11/100）

注：括号内为错判数/所有例数。

本次研究显示,分析预穿刺路径周边肺野的纹理参数时,最低错判率为 11.00% (11/100);出现在特征选择方法采用 POE + ACC 或 MI,特征分类统计方法采用 NDA 时。

对 30 例验证集病例的验证结果显示,特征选择方法采用 POE + ACC,特征分类统计方法采用 NDA 时验证的错判率为 13.33% (4/30)。特征选择方法采用 MI,特征分类统计方法采用 NDA 时验证的错判率为 16.67% (5/30),两者差异无统计学意义。

3 讨论

随着 CT 检查在临床上的广泛应用,越来越多的肺部病灶被检出,精确的诊断是进行精准治疗以及采用非手术治疗的前提。CT 引导下的 PTNB 作为一种安全、微创的检查手段,能够帮助临床医生获取关键的组织学证据,对患者的治疗预后具有重要影响^[9-10]。

但是,微创不等于无创,PTNB 不可避免会伴有并发症的出现,常见的有肺内出血、气胸等^[11-12]。PTNB 术后并发肺内出血的概率约为 25%^[13]。有研究显示,病灶较小、病变沿针道距胸膜的距离较长、采用了同轴活检针等,会增加肺出血并发症的发生率^[14-15]。然而,在实践中,病灶的大小、穿刺的深度、使用的活检器材等因素常常由病变本身的形态、位置以及手术的客观条件所决定,实际操作中难以控制及修正。近年来也有作者发现,通过小 FOV 扫描方法,可显示病变更多细节以及周围细小血管、细小支气管^[16],在此基础上采用分段进针法绕开相应血管,可降低肺内出血的发生率^[17]。

纹理分析通过计算病灶的图像纹理特征,从图像本身的细节入手,排除了主观因素的影响,直接给出基于图像的客观信息,反映了图像中微观异质性的程度^[18],并已在鉴别肿瘤的不良性及疗效评估中体现了一定的应用价值^[19-20]。

与通过小 FOV 扫描方法降低肺内出血发生率相似,本次研究尝试利用 MaZda 软件分析图像本身细节的优势,筛选出对预测肺内出血并发症有意义的纹理特征,以期选择合适的进针路线提供参考。

结果显示,以穿刺路径周边的肺野作为 ROI 时,判断是否属于出血组的最低错判率为 11.00% (11/100),该结果出现在特征选择方法采用 POE + ACC 或 MI 时。其中,POE + ACC 筛选出的 10 个纹理特征(表 1)中,偏度和峰度为图像纹理分析的一维统计参数,反映灰度直方图的对称性和平坦性,与 ROI 的灰度值的分布有关,一定程度上反映了 ROI 内血管分布的数量和均匀度,其余参数也反映了 ROI 内灰度的变化方向、空间分布和变化幅度的综合信息。理论上若穿刺路径上血管丰富,则在肺内空气的对比下,图像的不均匀度就会提高,从而被 MaZda 软件作为纹理特征提取,提示从该区域经过出血的风险较高。

MI 筛选出的 10 个纹理特征(表 1)均为纹理分析的二阶统计参数,反映了图像的二维熵。熵值是纹理分析的统计参数,熵是图像具有信息量的度量,反映纹理的非均匀程度或复杂程度。图像的二维熵是能够反映灰度分布空间特征的特征量。若图像中灰度不均匀,熵值大;反之,若图像中灰度均匀,熵值小。理论上,若作为 ROI 的肺野内的血管较少,肺泡充气量较多,则该区域图像灰度分布均匀,熵值小,则从这个区域进针出血的风险较小。

本研究亦基于错判率最小的组合,以 POE + ACC 或 MI 为特征选择方法,NDA 为分类方法对 30 例进行了验证,结果显示验证的错判率分别为 13.33% (4/30) 和 16.67% (5/30),

两者差异无统计学意义, 提示两种特征选择方法分别筛选出的 10 个特征均可以对预测 CT 引导下经皮肺穿刺并发出血的风险提供帮助。

本文不足之处, ① 回顾性研究, 样本的选择存在一定程度的偏倚, 还需进一步的前瞻性研究加以验证; ② 纳入研究的样本量较小, 时间跨度较大, 手术医生的熟练程度前后有差异; ③ 没有根据每个病灶的病理类型、病灶大小、进针深度等进一步细分, 还需在以后扩大样本量, 进一步完善及验证。

综上所述, 本文发现通过纹理分析的方法, 根据术后结果分组后筛选出最具特征性的参数, 可以从影像组学的角度为手术医师估计肺穿刺出血发生的可能性提供依据, 最终辅助术者更精确地选择合适的进针路线, 提前就可能发生的并发症与临床医师进行沟通, 从而降低发生肺内出血的概率和严重程度, 降低医疗风险, 使患者获益。

参考文献

- [1] POULOU L S, TSAGOULI P, ZIAKAS P D, et al. Computed tomography-guided needle aspiration and biopsy of pulmonary lesions: A single-center experience in 1000 patients[J]. *Acta Radiology*, 2013, 54: 640-645.
- [2] TAVARE A N, PATEL A, SAINI A, et al. Systemic air embolism as a complication of percutaneous lung biopsy[J]. *British Journal of Hospital Medicine*, 2018, 79(2): 106-107.
- [3] IALONGO P, CIARPAGLINI L, TINTI M D, et al. Systemic air embolism as a complication of percutaneous computed tomography guided transthoracic lung biopsy[J]. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 2017, 99(6): 174-176.
- [4] SMIT D R, KLEIJN S A, DEVOOGT W G. Coronary and cerebral air embolism: A rare complication of computed tomography-guided transthoracic lung biopsy[J]. *Netherlands Heart Journal*, 2013, 21(10): 464-466.
- [5] 董鑫哲, 邢立刚, 于金明. 肿瘤异质性的医学影像学分析及临床应用[J]. *中华肿瘤杂志*, 2013, (2): 81-84. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2013.02.001.
DONG X Z, XING L G, YU J M. Medical imaging analysis and clinical application of tumor heterogeneity[J]. *Chinese Journal of Oncology*, 2013, (2): 81-84. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2013.02.001. (in Chinese).
- [6] GILLIES R J, KINAHAN P E, HRICAK H. Radiomics: Images are more than pictures, they are data[J]. *Radiology*, 2016, 278(2): 563-577.
- [7] 中国抗癌协会肿瘤介入专业委员会, 中国抗癌协会肿瘤介入专业委员会青委会. 胸部肿瘤经皮穿刺活检中国专家共识[J]. *中华介入放射学电子杂志*, 2018, 6(3): 188-194. DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-5782.2018.03.002.
The Professional Committee of Tumor Intervention of China Anti Cancer Association, the Youth Committee of the Professional Committee of Tumor Intervention of China Anti Cancer Association. Consensus of Chinese experts on percutaneous biopsy of thoracic tumors[J]. *Chinese Journal of Interventional Radiology (Electronic Edition)*, 2018, 6(3): 188-194. DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-5782.2018.03.002. (in Chinese).
- [8] TAI R, DUNNE R M, TROTMAN-DICKENSON B, et al. Frequency and severity of pulmonary hemorrhage in patients undergoing percutaneous CT guided transthoracic lung biopsy: Single-institution experience of 1175 cases[J]. *Radiology*, 2016, 279(1): 287-296.
- [9] 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(6): 539-543. DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2018.06.010.
LIU D, GENG Z J, ZHU Q F, et al. Clinical application of CT-guided percutaneous needle biopsy of lung[J]. *Journal of Interventional Radiology*, 2018, 27(6): 539-543. DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2018.06.010. (in Chinese).
- [10] WANG Y, JIANG F M, TAN X B, 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(31): e4460.
- [11] 张皓, 李琳, 吕发金. 基于 Fisher 判别构建 CT 引导下肺穿刺活检并发症的预测模型[J]. *介入放射学杂志*, 2020, 29(1): 45-50. DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2020.01.009.
- ZHANG H, LI L, LV F J. The establishment of a model for predicting complications of CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy based on Fisher discriminant[J]. *Journal of Interventional Radiology*, 2020, 29(1): 45-50. DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2020.01.009. (in Chinese).
- [12] WIENER R S, WIENER D C, GOULD M K. Risks of transthoracic needle biopsy: How high?[J]. *Clinical Pulmonary Medicine*, 2013, 20: 29-35.
- [13] 杨肖华, 黄新宇, 汪国祥. CT 引导下经皮肺穿刺活检术并发症的影响因素分析[J]. *介入放射学杂志*, 2013, 22(8): 658-662. DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2013.08.011.
- YANG X H, HUANG X Y, WANG G X. Complications of CT-guided percutaneous lung puncture biopsy: an analysis of influencing factors[J]. *Journal of Interventional Radiology*, 2013, 22(8): 658-662. DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2013.08.011. (in Chinese).
- [14] ZHU H, ZHANG L, WANG Y, et al. Improved image quality and diagnostic potential using ultra-high-resolution computed tomography of the lung with small scan FOV: A prospective study[J]. *PLoS One*, 2017, 12(2): e0172688.
- [15] KIM G R, HUR J, LEE S M, et al. CT fluoroscopy-guided lung biopsy versus conventional CT-guided lung biopsy: A prospective controlled study to assess radiation doses and diagnostic performance[J]. *European Radiology*, 2011, 21(2): 232-239.
- [16] SHESHADRI A, RODRIGUEZ A, CHEN R, et al. Effect of reducing field of view on multi-detector quantitative computed tomography parameters of airway wall thickness in asthma[J]. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 2015, 39(4): 584-590.
- [17] 刘玉良, 陈麦林, 朱海滨, 等. 小视野扫描方法在肺小结节 CT 引导下经皮穿刺活检中的应用[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2019, 16(9): 517-521. DOI:10.13929/j.1672-8475.201905002.
- LIU Y L, CHEN M L, ZHU H B, et al. Application of small field of view scan in CT-guided transthoracic needle lung biopsy for pulmonary small nodule[J]. *Chinese Journal of Interventional Imaging and Therapy*, 2019, 16(9): 517-521. DOI:10.13929/j.1672-8475.201905002. (in Chinese).
- [18] DAVNALL F, YIP C S, LJUNGQVIST G, et al. Assessment of tumour heterogeneity: An emerging imaging tool for clinical practice[J]. *Insights Imaging*, 2012, 3(6): 573-589.
- [19] 周林丽, 冯峰. CT 纹理分析对吉非替尼治疗肺腺癌疗效评估的应用[J]. *CT 理论与应用研究*, 2020, 29(4): 473-480. DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.04.10.
- ZHOU L L, FENG F. CT texture analysis on the response evaluation of lung adenocarcinoma treated by gefitinib[J]. *CT Theory and Applications*, 2020, 29(4): 473-480. DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.04.10. (in Chinese).
- [20] 凡健, 高斌, 夏春华. CT 平扫与动脉期图像纹理分析在鉴别膀胱乳头状瘤和膀胱癌中的应用价值[J]. *CT 理论与应用研究*, 2020, 29(6): 742-750. DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.06.13.
- FAN J, GAO B, XIA C H. The value of CT non-enhanced and enhanced image texture analysis in differentiating bladder papilloma from bladder cancer[J]. *CT Theory and Applications*, 2020, 29(6): 742-750. DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.06.13. (in Chinese).

A Preliminary Study on the Value of Texture Analysis in Predicting Bleeding Complications of CT-guided Percutaneous Lung Biopsy

XU Jingci, PAN Zilai[✉], CHEN Kemin, CHEN Xiaoyong, LIU Xiao

Department of Radiology, Ruijin Hospital, Shanghai Jiaotong University
School of Medicine, Shanghai 200025, China

Abstract: Objective: In this paper we intends to explore the value of texture analysis based on CT image in predicting the complications of percutaneous pulmonary puncture hemorrhage under the guidance of CT. Methods: The preoperative plain scan images of 130 patients who underwent CT-guided percutaneous lung biopsy were analyzed retrospectively. The patients with pulmonary hemorrhage greater than or equal to grade 2 in the operative area were assined into the bleeding group while the patients with grade 0 or grade 1 pulmonary hemorrhage were assined into the no / small bleeding group. 100 cases were randomly selected as the training group, and the lung field around the pre-puncture path on the plain scan lung window image was manually drawn as the region of interest (ROI) by using MaZda software. The most valuable texture features were selected by methods of Fisher coefficient, classification error probability joint average correlation coefficient (POE + ACC) and interactive information (MI) to distinguish between bleeding group and no / small amount of bleeding group. Then, the four following feature classification statistical methods; raw data analysis (RDA), principal component analysis (PCA), linear classification analysis (LDA) and nonlinear classification analysis (NDA), were used for judgement, and the results were shown by way of error rate. Finally, the other 30 cases were verified according to the optimal texture parameters and feature classification method. Results: The lowest error rate was 11.00% (11/100) when the lung field around the puncture path was used as ROI. The error rates were respectively 13.33% (4/30) and 16.67% (5/30), when the feature selection method was POE + ACC or MI, and the feature classification statistical method was NDA, there was no significant difference between the two groups. Conclusion: The analysis of the texture characteristics of the lung field around the puncture path is helpful in predicting the risk of pulmonary puncture complicated with hemorrhage under the guidance of CT, and can provide certain basis for selecting a suitable puncture path to reduce the complications of pulmonary hemorrhage.

Keywords: X-ray computer; texture analysis; CT-guided percutaneous puncture lung biopsy



作者简介: 徐敬慈, 男, 上海交通大学医学院附属瑞金医院放射科主治医师, 主要从事 CT、MRI 影像诊断, E-mail: 13764353996@163.com; 潘自来[✉], 男, 上海交通大学医学院附属瑞金医院放射科主任医师、硕士生导师, 主要研究方向为胃癌影像学、胸部影像学, E-mail: zilaipanlilly@163.com。