



## 人工智能定量肺部病变体积与重型新冠病毒感染患者预后的相关性分析

贺燕林, 徐长荣, 乌力吉, 柴军

### Correlation of Lung Lesion Volume Measurement Using Artificial Intelligence and Prognosis of Patients with Severe Coronavirus Disease 2019 Infection

HE Yanlin, XU Changrong, WU Liji, and CHAI Jun

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.15953/j.ctta.2023.061>

#### 您可能感兴趣的其他文章

##### Articles you may be interested in

#### 人工智能CT定量分析预测并评估COVID-19肺炎临床分型的研究

Study on Predicting and Evaluating Clinical Classification of COVID-19 Pneumonia by Artificial Intelligence CT Quantitative Analysis  
CT理论与应用研究. 2021, 30(6): 743-751

#### COVID-19各临床分型对应CT表现及人工智能辅助应用价值

The Clinical Subtypes of Corona Virus Disease 2019 Correspond to CT Findings and the Value of Artificial Intelligence  
CT理论与应用研究. 2020, 29(5): 534-542

#### 新型冠状病毒肺炎COVID-19的临床特征与CT表现

The Clinical Features and CT Manifestations of the Novel Coronavirus Pneumonia COVID-19  
CT理论与应用研究. 2020, 29(5): 559-565

#### 探讨CT扫描剂量对人工智能检测肺结节效能的影响

To Explore the Effect of CT Scan Dose on the Efficacy of Artificial Intelligence in Detecting Lung Nodules  
CT理论与应用研究. 2021, 30(4): 455-465

#### 基于人工智能技术的非门控胸部CT平扫对冠状动脉钙化积分的准确性评价

Accuracy Evaluation of Coronary Artery Calcification Score by Non Gated Chest CT Scan Based on Artificial Intelligence Technology  
CT理论与应用研究. 2021, 30(1): 106-113

#### 基于人工智能的胸部CT肺结节检出及良恶性诊断效能评估

Evaluation of Detection and Diagnostic Efficiency of Pulmonary Nodules by Chest CT Based on Artificial Intelligence  
CT理论与应用研究. 2021, 30(6): 709-715



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

贺燕林, 徐长荣, 乌力吉, 等. 人工智能定量肺部病变体积与重型新冠病毒感染患者预后的相关性分析[J]. CT 理论与应用研究, 2023, 32(3): 331-338. DOI:10.15953/j.ctta.2023.061.

HE Y L, XU C R, WU L J, et al. Correlation of Lung Lesion Volume Measurement Using Artificial Intelligence and Prognosis of Patients with Severe Coronavirus Disease 2019 Infection[J]. CT Theory and Applications, 2023, 32(3): 331-338. DOI:10.15953/j.ctta.2023.061. (in Chinese).

# 人工智能定量肺部病变体积与重型新冠病毒感染患者预后的相关性分析

贺燕林<sup>1a</sup>, 徐长荣<sup>1b</sup>, 乌力吉<sup>2</sup>, 柴军<sup>1a✉</sup>

1. 内蒙古自治区人民医院 a) 医学影像科; b) 血液科, 呼和浩特 010017
2. 内蒙古自治区第四医院影像科, 呼和浩特 010010

**摘要:** 目的: 分析肺部病变体积及伴发基础疾病与重型新冠病毒感染 (COVID-19) 患者预后的相关性。方法: 回顾 2022 年 12 月 8 日至 2023 年 1 月 31 日 136 例重型 COVID-19 患者, 通过人工智能 (AI) 定量肺部病变体积、收集伴发基础疾病及实验室检查, 分析其对重型 COVID-19 预后的影响。结果: 重症 COVID-19 不同预后两组比较显示: 年龄、低蛋白血症、脑卒中、乳酸脱氢酶、血尿素氮 (BUN)、凝血酶原时间、白蛋白、白细胞、淋巴细胞比值、中性粒细胞比值、C 反应蛋白、D-二聚体、全肺病灶体积 (TLLV) 和全肺病灶体积占比 (PTLLV) 两组之间差异有显著意义, 年龄、PTLLV、TLLV、BUN、白细胞与预后不良呈正相关, 白蛋白与预后不良呈负相关。结论: 年龄越大、TLLV 及 PTLLV 越大, 重型 COVID-19 患者越容易出现预后不良, BUN、白细胞等指标增加以及白蛋白减少是重型 COVID-19 患者预后不良的危险因素。

**关键词:** 人工智能; 新型冠状病毒感染; 肺部病灶体积

DOI:10.15953/j.ctta.2023.061 中图分类号: O 242; R 563.1 文献标识码: A

目前新型冠状病毒感染 (COVID-19) 变异毒株—奥密克戎 (Omicron) 已成为优势流行株<sup>[1]</sup>, 国内外证据显示奥密克戎变异株肺部致病力明显减弱, 临床表现已由肺炎为主衍变为以上呼吸道感染为主, 即轻型, 而且轻型、中型患者预后良好, 重型及危重型患者临床预后差<sup>[2]</sup>, 尤其是老年重型患者的死亡率较高<sup>[3]</sup>, 因此影响重型患者预后的因素值得关注。张炜宗等<sup>[4]</sup>的 Meta 分析显示影响 COVID-19 患者院内死亡因素有很多因素, 而且 COVID-19 患者肺部病变体积被确定为危重症的独立预测因子<sup>[5]</sup>。人工智能 (AI) 不仅可以帮助放射科医生检测 COVID-19 患者肺部病变<sup>[6-7]</sup>, 还可以自动检测肺炎病变的数量、体积与病变体积占百分比<sup>[8]</sup>。

本研究通过 AI 定量重型 COVID-19 全肺病变体积 (total lung lesion volume, TLLV) 及全肺病变体积占比 (percentage of total lung lesion volume, PTLLV), 分析肺部病变体积及伴发基础疾病对重型 COVID-19 预后的影响。

## 1 对象与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析 2022 年 12 月 8 日至 2023 年 1 月 31 日内蒙古自治区人民医院确诊重型 COVID-19 患者 147 例, 排除 11 例入院时在外院行 CT 检查或住院期间均行胸部普通 X 线检查进行诊断、复查患者及呼吸伪影较重无法准确测量患者。最终纳入 136 例住院且入院时行多层螺旋 CT 检查患者, 男

收稿日期: 2023-03-15。

基金项目: 2022 年度内蒙古自治区卫生健康科技计划项目 (超高分辨率 CT 靶扫描技术联合低剂量对诊断亚实性肺结节的价值 (202201015)); 内蒙古自治区人民医院院内基金项目 (基于深度学习的病毒性肺炎不同临床转归胸部 CT 评价 (2020YN08))。

88 例，年龄 40~95 岁，平均年龄 (74.39 ± 11.826) 岁；女 48 例，年龄 35~91 岁，平均年龄 (76.19 ± 12.471) 岁。诊断标准：新型冠状病毒感染诊疗方案（试行第十版）<sup>[1]</sup>发布重型诊断标准。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 临床资料

包括年龄、性别、吸烟史、心血管疾病、低蛋白血症、2 型糖尿病、脑卒中、恶性肿瘤、慢性肺部疾病、慢性肾脏疾病、慢性肝脏疾病。

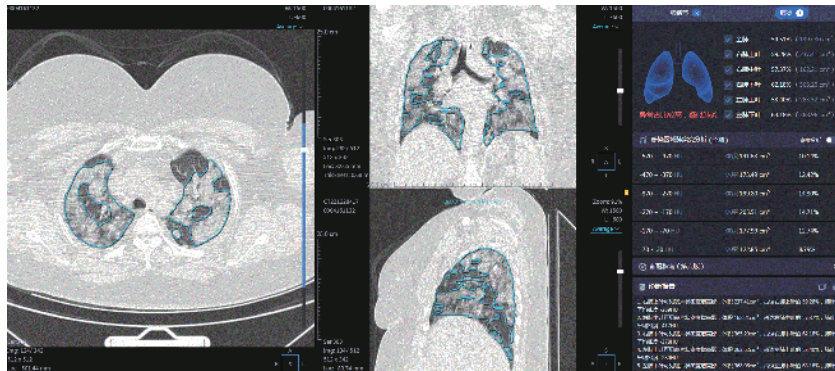
#### 1.2.2 实验室检查

血常规：白细胞、中性粒细胞比值、淋巴细胞比值、血红蛋白、C 反应蛋白。生化指标：白蛋白、丙氨酸转移酶、天门冬氨酸转移酶、乳酸脱氢酶、BUN、肌酐、总胆红素。凝血指标：凝血酶原时间、D-二聚体；降钙素原、N-端脑钠肽前体。检验指标的正常值源自《全国临床检验操作规程第 4 版》<sup>[9]</sup>，核酸检测采集咽拭子或鼻拭子。

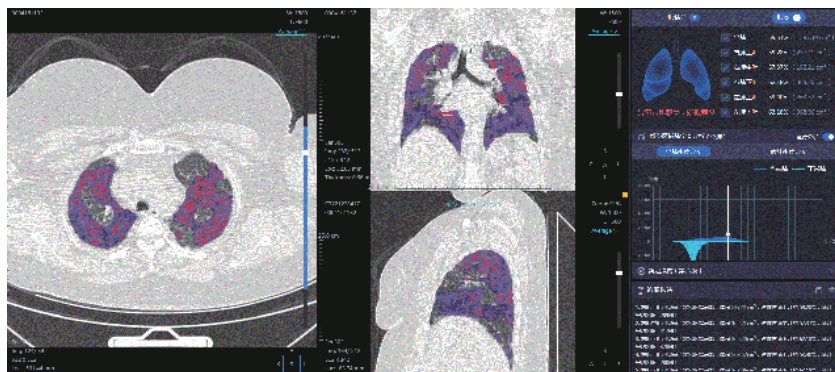
#### 1.2.3 胸部 CT 检查

采用 64 排及其以上多排螺旋 CT (MSCT) 扫描，仰卧位，从肺尖至肺底扫描，扫描时屏气。扫描条件：120 kV、80~100 mA、层厚 5 mm、间隔 5 mm，扫描完成后以层厚 1.5 mm、间隔 1.5 mm 进行重建。肺窗：窗宽 1500 HU、窗位 -600 HU，纵隔窗：窗宽 400 HU、窗位 40 HU。

将数据传输到人工智能软件，由两位高年主治以上医生进行评估 COVID-19 肺部病变，即 COVID-19 肺部受累的特征性 CT 表现包括实变或胸膜下磨玻璃密度影，外周和下肺分布为主、铺路石症、晕症等<sup>[10]</sup>，通过人工智能软件逐层测量得出全肺及各叶病灶体积 (LV) 及其占比等 CT 定量参数 (图 1)，测量过程中如 AI 软件识别不准时，进行人工手动校正。



(a) AI 勾画病灶



(b) 病灶不同密度伪彩图

图 1 AI 定量病灶的分析图

Fig.1 Chart of quantitative lesions using AI

### 1.2.4 预后判断

将所有患者分为两类：好转、预后不良。预后不良：重型转为危重型放弃治疗或死亡；好转：根据新型冠状病毒感染诊疗方案（试行第十版）<sup>[1]</sup>住院患者达到出院标准及危重型诊断标准。

### 1.3 统计学方法

所有数据采用 SPSS 17.0 软件进行处理，计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示，计量资料组间比较，采用独立样本  $t$  检验；计数资料以百分比表示，计数资料组间比较采用  $\chi^2$  检验，相关性分析采用 logistic 回归分析， $P < 0.05$  为差异有统计学意义。ROC 曲线分析计算曲线下面积、最佳截止点、敏感性和特异性。

## 2 结果

### 2.1 所有纳入重症 COVID-19 患者各观察指标及两组对比结果

所有纳入重症 COVID-19 患者各观察指标及不同预后两组研究对象观察指标的比较（表 1 和表 2），肺部病灶 AI 测量指标（图 2 和图 3）。

表 1 重症 COVID-19 患者不同预后两组肺部病灶 AI 测量指标的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 1 Comparison of various indicators of lung lesions between two groups with patients with severe COVID-19 and different prognoses measured using AI

AI 测量指标	所有纳入人群 ( $n = 136$ )	预后好转 ( $n = 94$ )	预后不良 ( $n = 42$ )	$t$	$P$
右肺上叶 LV/cm <sup>3</sup>	99.26 ± 115.784	82.30 ± 102.082	137.21 ± 135.534	2.345	0.022*
右肺上叶 PLV/%	14.22 ± 17.011	11.79 ± 15.551	19.65 ± 18.989	2.351	0.022*
右肺中叶 LV/cm <sup>3</sup>	48.44 ± 60.167	38.57 ± 70.516	70.52 ± 72.137	2.591	0.012*
右肺中叶 PLV/%	16.22 ± 18.504	13.65 ± 17.238	21.97 ± 20.109	2.468	0.015*
右肺下叶 LV/cm <sup>3</sup>	187.30 ± 139.077	172.75 ± 133.610	219.87 ± 147.050	-0.338	0.736
右肺下叶 PLV/%	42.76 ± 163.245	45.93 ± 195.969	35.66 ± 23.665	1.842	0.068
左肺上叶 LV/cm <sup>3</sup>	84.79 ± 99.048	76.72 ± 96.225	102.84 ± 104.005	1.427	0.156
左肺上叶 PLV/%	11.86 ± 15.076	10.45 ± 14.354	15.02 ± 16.315	1.645	0.102
左肺下叶 LV/cm <sup>3</sup>	139.30 ± 112.473	123.59 ± 104.904	174.48 ± 121.889	2.485	0.014*
左肺下叶 PTLV/%	24.26 ± 20.080	21.36 ± 19.277	30.75 ± 20.552	2.571	0.011*
TLLV/cm <sup>3</sup>	554.24 ± 393.127	486.90 ± 359.175	704.94 ± 427.312	3.081	0.003*
PTLLV/%	18.11 ± 14.442	15.90 ± 13.844	23.04 ± 14.700	2.724	0.007*

注：\* $-P < 0.05$ ，统计学有显著性差异；LV 为病灶体积，PLV 为病灶体积占比。

本组 136 例重型 COVID-19 患者中，94 例好转出院，42 例预后不良，年龄、低蛋白血症、脑卒中、乳酸脱氢酶、BUN、凝血酶原时间、白蛋白、白细胞、淋巴细胞比值、中性粒细胞比值、C 反应蛋白、D-二聚体、右肺上叶 LV、右肺上叶 PLV、右肺中叶 LV、右肺中叶 PLV、左肺下叶 LV、左肺下叶 PLV、TLLV、PTLLV 两组之间差异有显著意义。

### 2.2 两组重型 COVID-19 患者预后的危险因素分析

重型 COVID-19 患者不同预后两组肺病变体积及其占比、伴发疾病及其实验室检查相关性分析（表 3）。本组重型 COVID-19 患者中，Logistic 回归分析显示：年龄、PTLLV、TLLV、BUN、白蛋白、白细胞进入方程，与重型 COVID-19 患者预后显著相关；年龄、PTLLV、TLLV、BUN、白细胞 OR > 1，呈正相关，白蛋白 OR < 1，呈负相关。

### 2.3 PTLV、TLLV 评估重型 COVID-19 患者预后的诊断效能

ROC 曲线分析显示：PTLLV、TLLV 评估重型 COVID-19 患者预后具有诊断意义（图 4）。PTLLV、TLLV 曲线下面积（AUC）分别为 0.651 和 0.650，诊断敏感性分别为 59.5% 和 54.8%，特异性分别

为 76.6% 和 76.6%，最佳截止点分别为 19.38% 和 647.93 cm<sup>3</sup> (表 4)。PTLLV、TLLV 两者评估重型 COVID-19 患者预后的特异性相同，而 PTLLV 评估重型 COVID-19 患者预后的敏感性相对更高。

表 2 重症 COVID-19 患者不同预后两组基础疾病及实验室检查的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 2 Comparison of observation indicators between two groups with patients with severe COVID-19 and different prognoses

临床及实验室资料	所有纳入人群 (n = 136)	预后好转 (n = 94)	预后不良 (n = 42)	t/ $\chi^2$	P
年龄/岁	74.91 ± 12.006	73.66 ± 11.441	78.07 ± 12.915	1.996	0.039*
男性/例(%)	88 (64.71)	60 (63.83)	28 (66.67)	0.102	0.749
吸烟/例(%)	27 (19.85)	20 (21.28)	7 (16.67)	0.388	0.534
心血管疾病/例(%)	98 (72.06)	66 (70.21)	32 (76.19)	0.515	0.473
低蛋白血症/例(%)	78 (57.35)	48 (51.06)	30 (71.43)	4.922	0.027*
2 型糖尿病/例(%)	43 (31.62)	34 (36.17)	9 (21.43)	2.918	0.088
脑卒中/例(%)	6 (4.41)	1 (1.06)	5 (11.90)	8.090	0.004*
恶性肿瘤/例(%)	11 (8.09)	8 (8.51)	3 (7.14)	0.073	0.787
慢性肺部疾病/例(%)	36 (26.47)	23 (24.47)	13 (30.95)	0.672	0.428
慢性肾脏疾病/例(%)	22 (16.18)	12 (12.77)	10 (23.81)	2.611	0.106
慢性肝脏疾病/例(%)	15 (11.03)	9 (9.57)	6 (14.29)	0.657	0.418
总胆红素/( $\mu\text{mol/L}$ )	11.87 ± 9.40	11.79 ± 10.579	12.03 ± 6.076	0.137	0.891
丙氨酸转氨酶/(U/L)	36.24 ± 47.173	34.36 ± 43.254	40.45 ± 55.290	0.695	0.488
天门冬氨酸转氨酶/(U/L)	40.18 ± 42.563	38.55 ± 48.102	43.84 ± 26.402	0.823	0.412
乳酸脱氢酶/(U/L)	323.54 ± 159.911	305.05 ± 149.402	364.92 ± 176.154	2.041	0.043*
BUN/(mmol/L)	8.47 ± 6.653	7.67 ± 6.487	10.25 ± 6.750	2.117	0.036*
肌酐/( $\mu\text{mol/L}$ )	99.10 ± 136.866	103.81 ± 160.405	88.57 ± 56.150	-0.599	0.550
凝血酶原时间/s	13.23 ± 2.601	12.84 ± 2.088	14.09 ± 3.358	2.640	0.009*
白蛋白/(g/L)	34.27 ± 5.787	35.32 ± 5.464	31.93 ± 5.866	-3.269	0.001*
降钙素原/(ng/mL)	2.07 ± 12.058	1.65 ± 10.312	3.00 ± 15.370	0.600	0.549
血红蛋白/(mmol/L)	131.99 ± 23.442	132.16 ± 22.76	131.62 ± 25.193	-0.119	0.906
白细胞/(10 <sup>9</sup> /L)	7.40 ± 4.336	6.88 ± 3.839	8.58 ± 5.140	2.149	0.033*
淋巴细胞比值%	15.33 ± 9.413	16.41 ± 9.331	12.90 ± 9.249	-2.031	0.044*
中性粒细胞比值%	77.28 ± 12.397	75.55 ± 11.688	81.14 ± 13.192	2.476	0.015*
C 反应蛋白/(mg/L)	79.07 ± 64.282	71.59 ± 64.539	95.81 ± 61.173	2.098	0.039*
D-二聚体/( $\mu\text{g/mL}$ )	1.32 ± 3.062	0.96 ± 1.974	2.13 ± 4.590	2.083	0.039*
N-端脑钠肽前体/(pg/mL)	3239.55 ± 7118.443	2797.38 ± 7253.059	4229.14 ± 6787.372	1.112	0.269

注: \*-P < 0.05, 统计学有显著性差异。

## 2.4 不同年龄段重型 COVID-19 患者预后对比

重型 COVID-19 患者预后在不同年龄段中差异对比 (表 5)。两组预后有差别, 说明年龄在重型新型冠状病毒感染患者预后中有差异。≥ 80 岁重型 COVID-19 患者中, 预后不良患者占 43.86%。预后不良患者中 59.52% 是 ≥ 80 岁患者。

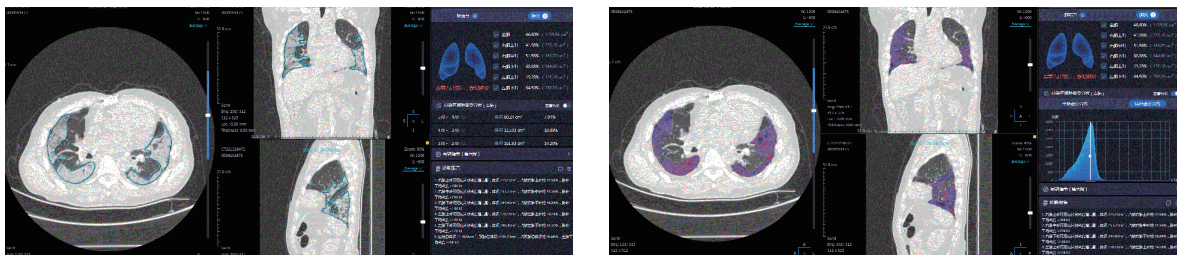


图 2 男, 79 岁, 重型 COVID-19, 预后不良, TLLV 1139.86 cm<sup>3</sup>, PTLLV 46.60%  
Fig.2 Male, 79 years old with severe COVID-19 and poor prognosis, TLLV 1139.86 cm<sup>3</sup>, PTLLV 46.60%

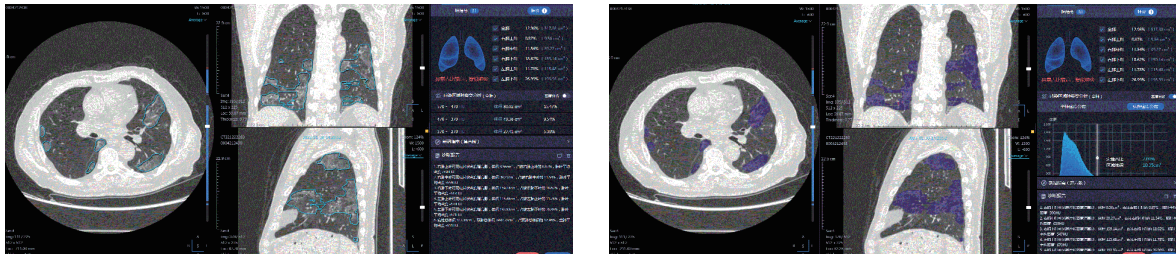


图 3 男 68 岁，重型 COVID-19，预后好转，TLLV 517.38 cm<sup>3</sup>，PTLV 12.96%

Fig.3 Male, 68 years old with severe COVID-19 and good prognosis, TLLV 517.38 cm<sup>3</sup>, PTLV 12.96%

表 3 Logistic 回归分析重型 COVID-19 患者预后与进入方程中的自变量及其参数的估计值  
Table 3 Logistic regression analysis of prognosis and estimated values of independent variables and parameters in the entry equation for patients with severe COVID-19

选入变量	B	S. E.	Wald	P	OR
年龄/岁	0.052	0.020	6.739	0.009*	1.053**
PTLV/%	0.034	0.015	5.081	0.024*	1.034**
TLLV/cm <sup>3</sup>	0.001	0.001	6.431	0.011*	1.001**
BUN/(mmol/L)	0.069	0.031	4.902	0.027*	1.072**
白蛋白/(g/L)	-0.082	0.039	4.475	0.034*	0.922 <sup>#</sup>
白细胞/(10 <sup>9</sup> /L)	0.116	0.048	5.713	0.017*	1.123**

注：\*— $P < 0.05$ ，统计学有显著性差异。\*\*—OR > 1，呈正相关；#—OR < 1，呈负相关。

### 3 讨论

#### 3.1 AI 定量分析肺部病变体积与重型 COVID-19 患者预后的关系

胸部 CT 是检测肺病变的有效成像方法<sup>[5]</sup>，不仅可以诊断 COVID-19 肺炎还可以评估肺部病变的范围<sup>[11]</sup>。为了规范急性 COVID-19 肺部受累程度的主观评估，已有学者提出了一些不同的定量和半定量 CT 严重程度评分系统，他们的研究显示肺损伤比例较高与重症 COVID-19 相关<sup>[12-13]</sup>。也有研究者通过 CT 定量检测技术对 COVID-19 患者肺内病灶的总体容积、最大径、密度、分布范围，发现患者进展期、重症期病灶体积、最大密度和最大径均显著升高<sup>[14]</sup>，在危重 COVID-19 患者中，观察到具有较大肺病灶体积者炎症反应生物标志物水平更高。肺病灶体积是危重症的独立预测因子，肺病灶体积等于或大于 60% 的患者患危重症的风险增加了 19.4 倍<sup>[10]</sup>。

目前 AI 可以自动检测肺炎 LV 与 PLV (图 1)，AI 定量分析肺部病变体积方便快捷，本研究通过 AI 定量重型 COVID-19 患者 TLLV 及 PTLV，分析了其与重型 COVID-19 预后的关系。研究结果显示重型 COVID-19 不同预后两组比较 PTLV、TLLV 差异有统计学意义，PTLV、TLLV 与重型 COVID-19 预后不良呈正相关，PTLV、TLLV 是重型 COVID-19 预后不良危险因素；ROC 曲线分析显示：TLLV 在 647.93 cm<sup>3</sup> 时，重型 COVID-19 预后不良的敏感性、特异性分别为 54.8% 和 76.6%，PTLV 在 19.38% 时，重型 COVID-19 预后不良的

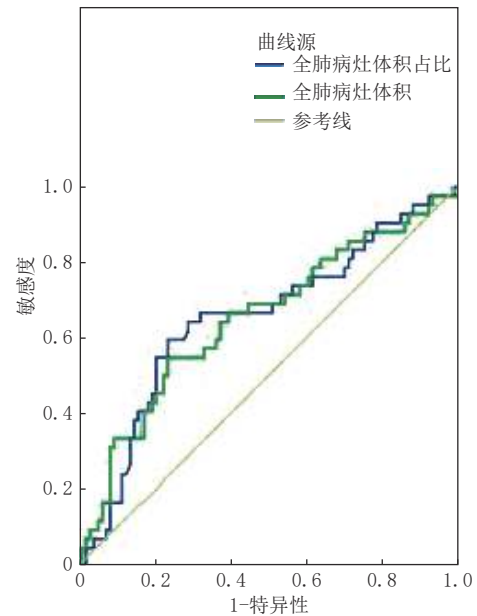


图 4 PTLV、TLLV 评估重型 COVID-19 患者预后的 ROC 曲线图

Fig.4 ROC curve for evaluating the prognosis of patients with severe COVID-19 using PTLV and TLLV

敏感性、特异性分别为 54.8% 和 76.6%，PTLV 在 19.38% 时，重型 COVID-19 预后不良的

敏感性、特异性分别为 59.5% 和 76.6%。有研究显示在危重 COVID-19 患者中 PTLV 为 60% 时, 预后不良的敏感性、特异性分别为 82.1% 和 70.2%<sup>[10]</sup>, 可能他们的研究为危重型患者, 肺部病变更重, 而本研究为重型 COVID-19 患者肺部病变相对较危重型轻、PTLV 相对较小, 而且病灶实性成分占比可能对重型 COVID-19 患者的预后也存在一定的影响。本研究没有阐述病灶实性成分占比对重型 COVID-19 预后的影响, 有待于我们进一步研究。

表 4 PTLV 和 TLLV 评估重型 COVID-19 患者预后的 ROC 分析结果  
Table 4 ROC analysis results of PTLV and TLLV in the prognosis of patients with severe COVID-19

预测值	AUC	最佳截止点	敏感性/%	特异性/%	<i>p</i>
PTLV/%	0.651	19.38	59.50	76.60	0.005
TLLV/cm <sup>3</sup>	0.650	647.93	54.80	76.60	0.005

表 5 重型 COVID-19 患者预后在不同年龄段中的卡方检验  
Table 5 Chi-square test for the prognosis of patients with severe COVID-19 in different age groups

年龄	所有纳入人群 ( <i>n</i> = 136)		合计
	预后好转/例	预后不良/例	
< 60 岁	10	4	14
≥ 60 且 < 70 岁	20	2	22
≥ 70 岁且 < 80 岁	32	11	43
≥ 80 岁	32	25	57
合计	94	42	136

### 3.2 重型 COVID-19 伴发疾病及实验室指标与其预后的关系

本研究中重型 COVID-19 患者都具有基础疾病, 基础疾病可能使 COVID-19 患者更容易成为重型, 但是不同预后两组之间对比除脑卒中以外, 其余均没有统计学意义, COVID-19 患者并发缺血性脑卒中的比例为 1.6%~4.6%。与未感染者相比, COVID-19 患者患缺血性脑卒中的风险增加 3.6 倍<sup>[15]</sup>, 重症 COVID-19 伴发脑卒中可能更易出现预后不良。

本组研究对象中低蛋白血症患者 57.35%, 重症 COVID-19 不同预后两组比较显示: 白蛋白、低蛋白血症差异有统计学意义, 白蛋白与重型 COVID-19 预后不良呈负相关, 白蛋白水平减低可以影响重型 COVID-19 预后, 是重型 COVID-19 预后不良的危险因素。感染新冠病毒后的患者能量消耗增加, 蛋白质分解加快, 可以导致低蛋白血症, 白蛋白水平的下降可以有效评估重型 COVID-19 患者病情<sup>[2]</sup>。

本研究重型 COVID-19 不同预后两组比较炎性指标中的白细胞计数、淋巴细胞比值、中性粒细胞比值、C 反应蛋白等, 肝功能指标中的乳酸脱氢酶, 凝血功能异常中的凝血酶原时间延长、D-二聚体水平升高等指标, 差异有统计学意义。重型 COVID-19 预后不良患者可能炎症爆发、肝功损伤、凝血系统的激活较预后良好者更明显。BUN 是肾功能损伤的标志物, 多见于各种类型肾功能衰竭, 其水平升高多提示不良预后<sup>[16]</sup>。本研究显示 BUN 与重症 COVID-19 预后不良呈正相关, 是预后不良的危险因素。

### 3.3 年龄、性别对重型 COVID-19 预后的关系

老年患者大多数有基础疾病, 当感染 COVID-19 时, 容易导致病情加重, 死亡率增加<sup>[17]</sup>, 本研究显示重症 COVID-19 不同预后两组比较年龄差异有统计学意义, 而且年龄是重症 COVID-19 预后不良的危险因素。有研究认为新冠肺炎主要影响男性 (58.1%), 经常发生在中老年男性中, 80 岁以上人群的死亡率最高 (8%~15%)<sup>[18]</sup>, 特别是重型 COVID-19 患者 80 岁以上死亡率更高。本组研究对

象均为重型 COVID-19 患者, 其中男性 64.71%,  $\geq 80$  岁重型 COVID-19 患者中, 预后不良患者占 43.86%, 而且预后不良患者中近一半以上都是  $\geq 80$  岁患者。重型 COVID-19 患者中男性占比更大原因可能与性激素有关<sup>[19-20]</sup>, 从免疫学角度来看, 雌性比雄性更强, 导致病原体清除速度更快<sup>[21]</sup>。

## 4 结论

年龄越大、TLLV 及 PTLV 越大, 重型 COVID-19 患者越容易出现预后不良, BUN、白细胞指标增加以及白蛋白减少是重型 COVID-19 患者预后不良的危险因素。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 新型冠状病毒感染诊疗方案(试行第十版)[J]. *中国合理用药探索*, 2023, 20(1): 1-11.  
National Health Commission of the People's Republic of China. Diagnosis and treatment of COVID-19 (Trial Version 10)[J]. *Chinese Journal of Rational Drug Use*, 2023, 20(1): 1-11. (in Chinese).
- [2] 彭丁, 杨爽, 李邦一, 等. 老年重症及危重症新型冠状病毒感染患者预后的危险因素分析[J]. *中华老年多器官疾病杂志*, 2021, 20(8): 600-603.  
PENG D, YANG S, LI B Y, et al. Risk factors of prognosis in severe or critically ill elderly patients infected with 2019 novel coronavirus[J]. *Chinese Journal of Multiple Organ Diseases in the Elderly*, 2021, 20(8): 600-603. (in Chinese).
- [3] LIU Y J, LU P, PENG L, et al. High-sensitivity troponin I is an indicator of poor prognosis in patients with severe COVID-19 related pneumonia[J]. *International Journal of General Medicine*, 2022, 15: 7113-7121.
- [4] 张炜宗, 袁红, 孙金栋, 等. 新型冠状病毒感染患者院内死亡危险因素的 Meta 分析[J]. *中国全科医学*, 2023, 26(5): 607-620.  
ZHANG W W, YUAN H, SUN J D, et al. Risk factors of in-hospital death in COVID-19 patients: A Meta-analysis[J]. *Chinese General Practice*, 2023, 26(5): 607-620. (in Chinese).
- [5] TORRES-RAMIREZ C A, TIMARAN-MONTENEGRO D, MATEO-CAMACHO Y S, et al. CT-based pathological lung opacities volume as a predictor of critical illness and inflammatory response severity in patients with COVID-19[J]. *Heliyon*, 2022, 8(12): e11908.
- [6] YANG Y H, LURE F Y M, MIAO H Y, et al. Using artificial intelligence to assist radiologists in distinguishing COVID-19 from other pulmonary infections[J]. *Journal of X-ray Science and Technology*, 2021, 29(1): 1-17.
- [7] KUMAR H, FERNANDEZ C J, KOLPATTIL S, et al. Discrepancies in the clinical and radiological profiles of COVID-19: A case-based discussion and review of literature[J]. *World Journal of Radiology*, 2021, 13(4): 75-93.
- [8] 孙怡瑶, 李杰, 白茜茜. 基于人工智能技术的新冠肺炎辅助诊断研究[J]. *生物医学工程学进展*, 2022, 43(1): 21-23.  
SUN Y Y, LI J, BAI X X. Research progress of auxiliary diagnosis of new coronavirus pneumonia based on artificial intelligence technology[J]. *Progress in Biomedical Engineering*, 2022, 43(1): 21-23. (in Chinese).
- [9] 尚红, 王毓三, 申子瑜. 全国临床检验操作规程(第4版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 200-280.
- [10] AKITOSHI I, TAKAHASHI H, IBE T, et al. Comparison of semiquantitative chest CT scoring systems to estimate severity in coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia[J]. *European Radiology*, 2022, 32(5): 3513-3524.
- [11] RUBIN G D, RYERSON C J, HARAMATI L B, et al. The role of chest imaging in patient management during the COVID-19 pandemic: A multinational consensus statement from the Fleischner Society[J]. *Radiology*, 2020, 296(1): 172-180.
- [12] LI K, FANG Y, LI W, et al. CT image visual quantitative evaluation and clinical classification of coronavirus disease (COVID-19)[J]. *European Radiology*, 2020, 30(8): 4407-4416.
- [13] LI K, WU J, WU F, et al. The clinical and chest CT features associated with severe and critical COVID-19 pneumonia[J]. *Investigative Radiology*, 2020, 55(6): 327-331.
- [14] 倪晨峰, 周妙平, 裴磊, 等. CT 肺内病灶定量检测技术在新型冠状病毒肺炎诊疗中的应用[J]. *中华医院感染学杂志*, 2020, 30(21): 3210-3213.  
NI C F, ZHOU M P, PEI L, et al. Application of CT quantitative detection of pulmonary lesions in diagnosis and treatment of COVID-19[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2020, 30(21): 3210-3213. (in Chinese).
- [15] 中国医师协会神经内科医师分会. 新型冠状病毒感染所致神经系统疾病临床救治专家推荐意见[J]. *解放军医学杂志*, 2023, 48(2): 123-131.  
Neurology Branch of Chinese Medical Doctor Association. Expert recommendations for clinical



- diagnosis and treatment of coronavirus disease 2019 induced neurological diseases[J]. *Medical Journal of Chinese People's Liberation*, 2023, 48(2): 123-131. (in Chinese).
- [16] 柳舟, 张亮, 詹丽英, 等. 重型/危重型新型冠状病毒肺炎患者临床特征及死亡危险因素分析[J]. *微循环学杂志*, 2021, 31(2): 46-51, 56.
- LIU Z, ZHANG L, ZHAN L Y, et al. Clinical characteristics and predictors risk factors in hospitalized severe/critical COVID-19 patients[J]. *Chinese Journal of Microcirculation*, 2021, 31(2): 46-51, 56. (in Chinese).
- [17] HEMRAJ S K, JACOB M J, KOTIAN V, et al. Chest CT findings and their temporal evolution in COVID-19 pneumonia[J]. *Cureus*, 2022, 14(6): e26021.
- [18] MARGINEAN C M, POPESCU M, VASILE C M, et al. Challenges in the differential diagnosis of COVID-19 pneumonia: A pictorial review[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2022, 12(11): 2823.
- [19] MUSSINI C, COZZI-LEPRI A, MENOZZI M, et al. Better prognosis in females with severe COVID-19 pneumonia: Possible role of inflammation as potential mediator[J]. *Clinical Microbiology and Infection*, 2021, 27(8): 1137-1144.
- [20] VIGNERA L S, CANNARELLA R, CONDORELLI R A, et al. Sexspecific SARS-CoV-2 mortality: Among hormone-modulated ACE2 expression, risk of venous thromboembolism and hypovitaminosis D[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2020, 21(8): 2948.
- [21] KLEIN S L, FLANAGAN K L. Sex differences in immune responses[J]. *Nature Reviews Immunology*, 2016, 16(10): 626-638.

## Correlation of Lung Lesion Volume Measurement Using Artificial Intelligence and Prognosis of Patients with Severe Coronavirus Disease 2019 Infection

HE Yanlin<sup>1a</sup>, XU Changrong<sup>1b</sup>, WU Liji<sup>2</sup>, CHAI Jun<sup>1a✉</sup>

1. a). Department of Medical Imaging; b). Department of hematology, Inner Mongolia Autonomous Region People's Hospital, Hohhot 010017, China
2. Department of Imaging, The Fourth Hospital of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot 010010, China

**Abstract:** Objective: To analyze the correlation between lung lesion volume and associated underlying diseases and prognosis of patients with severe coronavirus disease infection (COVID-19). Method: We reviewed 136 patients with severe COVID-19 in our hospital from December 8, 2022 to January 31, 2023. We measured the volume of lung lesions using artificial intelligence (AI), collected concomitant basic disease data and laboratory tests, and analyzed their impact on the prognosis of severe COVID-19. Results: The difference in the different prognoses of severe COVID-19, such as age, hypoproteinemia, stroke, lactate dehydrogenase, blood urea nitrogen (BUN), prothrombin time, albumin, leukocyte, lymphocyte ratio, neutrophil ratio, C-reactive protein, D-dimer, total lung lesion volume (TLLV), and percentage of total lung lesion volume (PTLLV), between the two groups was significant. Age, TLLV, PTLLV, BUN, and white blood cells were positively correlated with poor prognosis, while albumin was negatively correlated with poor prognosis. Conclusion: The older, the larger TLLV and PTLLV are, the more likely the patients with severe COVID-19 will have poor prognosis. The increase in indicators, such as BUN and white blood cells, and decrease in albumin are the risk factors for poor prognosis of the patients with severe COVID-19.

**Keywords:** artificial intelligence; COVID-19; lung lesion volume



**作者简介:** 贺燕林, 女, 硕士研究生, 内蒙古自治区人民医院副主任医师, 主要从事影像诊断工作, E-mail: [708966749@qq.com](mailto:708966749@qq.com); 柴军<sup>✉</sup>, 男, 影像医学与核医学博士, 内蒙古自治区人民医院主任医师, 主要从事影像诊断及 CT 引导下肺结节穿刺术, E-mail: [amaschai@126.com](mailto:amaschai@126.com)。