

· 胸部影像学 ·

中高危及急性肺血栓栓塞症患者 CTPA 检查中 Qanadli 指数的预后意义

张凡涛, 罗涛

【摘要】 目的:探讨中高危及急性肺血栓栓塞(APTE)患者肺动脉 CT 血管成像(CTPA)检查中 Qanadli 指数的预后意义。**方法:**回顾性搜集我院 107 例中高危 APTE 患者的病例资料。所有患者行 CTPA 检查并计算 Qanadli 指数,分析 Qanadli 指数与患者临床危险分层、APTE 相关不良事件和短期预后的关系。**结果:**高危组、中高危组和中低危组的 Qanadli 指数依次降低,组间差异均有统计学意义($P<0.05$)。高 Qanadli 指数组中休克、机械通气、心肺复苏和死亡的发生率均高于低 Qanadli 指数组($P<0.05$)。Qanadli 指数预测患者死亡的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.934 ± 0.048 , Qanadli 指数为 50.5% 时,预测敏感度和特异度分别为 88.9% 和 92.9%。Qanadli 指数预测患者预后不良的 AUC 为 0.977 ± 0.018 , Qanadli 指数为 45.5% 时,预测敏感度和特异度分别为 90.5% 和 98.8%。性别、年龄、体重指数、手术史、吸烟、高血压、糖尿病、冠心病、慢性肾病和 D-二聚体水平等临床指标的不同分组间预后不良的发生率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);恶性肿瘤史及不同水平 B 型脑钠肽、心肌肌钙蛋白 T 和 Qanadli 指数的分组间患者的预后不良发生率比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。Logistic 回归分析显示,B 型脑钠肽、心肌肌钙蛋白 T 和 Qanadli 指数是患者预后不良的独立危险因素($P<0.05$)。**结论:**CTPA 检查中 Qanadli 指数是判断 APTE 患者短期预后的可靠指标,值得临床推广应用。

【关键词】 肺动脉栓塞; 危险分层; Qanadli 指数; CT 肺动脉成像; 预后

【中图分类号】 R445.3; R563.5 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)12-1537-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.12.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Prognostic significance of CT Qanadli index in patients with moderate to high risk of acute pulmonary thromboembolism ZHANG Fan-tao, LUO Tao. CT Department, the Central Hospital of Shengli Oil-field, Shandong 257035, China

【Abstract】 Objective: To investigate the prognostic significance of CT Qanadli index in patients with moderate to high risk acute pulmonary thromboembolism (APTE). **Methods:** A retrospective review of 107 patients with moderate to high risk APTE admitted to our hospital was performed. All patients underwent pulmonary CT angiography and the Qanadli index was calculated. The correlation between the Qanadli index and clinical risk stratification, APTE-related adverse events, and short-term prognosis was analyzed. **Results:** Compared with the high-risk group, the Qanadli index was lower in the middle-high-risk group and the middle-lower-risk group ($P<0.05$). Compared with the middle-high-risk group, the Qanadli index was lower in the middle-lower-risk group ($P<0.05$). The incidence of shock, mechanical ventilation cardiopulmonary resuscitation and death were higher in the high-Qanadli index group than that in the low-Qanadli index group ($P<0.05$). The area under the ROC curve of the Qanadli index predicting the patient's death was 0.934 ± 0.048 . When the value of the Qanadli index was 50.5%, the sensitivity and specificity were 88.9% and 92.9%, respectively. The area under the ROC curve of the Qanadli index predicting poor prognosis was 0.977 ± 0.018 . When the value of the Qanadli index was 45.5%, the sensitivity and specificity were 90.5% and 98.8%, respectively. There was no significant difference in the poor prognosis rate between different groups of gender, age, body mass index, surgical history, smoking, hypertension, diabetes, coronary heart disease, chronic kidney

作者单位: 257035 山东, 胜利油田中心医院 CT 室(张凡涛), 放射科(罗涛)

作者简介: 张凡涛(1982-), 男, 山东临沂人, 主治医师, 主要从事 CT 诊断工作。

通信作者: 罗涛, E-mail: zxyy45@163.com

基金项目: 辽宁省自然科学基金(201602245)

disease and D-dimer ($P > 0.05$). There was significant difference in the poor prognosis rate between difference groups of malignant tumor, B-type brain natriuretic peptide, cardiac troponin T and Qanadli index ($P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that type B brain natriuretic peptide, cardiac troponin T and Qanadli index were independent risk factors for poor prognosis ($P < 0.05$). **Conclusion:** The CT Qanadli index is a reliable indicator to judge the short-term prognosis of patients with APTE, which is worthy of clinical application.

【Key words】 Pulmonary thromboembolism; Risk stratification; Qanadli index; Pulmonary CT angiography; Prognosis

急性肺血栓栓塞症 (acute pulmonary thromboembolism, APTE) 是指血栓急性阻塞肺动脉及其分支引起肺循环障碍的临床病理生理综合征^[1]。在全球范围内, APTE 的发病率约为 1.2‰, 发病 30 天内的病死率为 5.2%~7.8%^[2]。肺动脉 CT 血管成像是诊断 APTE 的首选检查方法, 有研究采用 Qanadli 指数对 APTE 程度进行定量分析, 但其应用价值尚未获得广泛认识^[3]。以往的研究中主要关注 Qanadli 指数用于病情评估和疗效监测的价值, 而对于 Qanadli 指数的预后价值少有报道。鉴于此, 本研究回顾性搜集本院 107 例 APTE 患者的病例资料, 分析 Qanadli 指数与临床危险分层、APTE 相关不良事件和预后的关系, 旨在为 APTE 患者的临床诊疗提供参考。

材料与方法

1. 一般资料

回顾收集 2018 年 3 月—2019 年 3 月本院收治的 APTE 患者的病例资料。所有患者均符合《2018 年肺血栓栓塞症诊治与预防指南》的诊断标准^[4]。纳入标准: ①经病史、临床表现及辅助检查等首次确诊为 APTE; ②肺动脉 CTA 及 B 型脑钠肽 (B-type natriuretic peptide, BNP)、心肌肌钙蛋白 (cardiac troponin T, cTnT) 和 I、D-二聚体等相关实验室检查资料完整。排除标准: ①慢性肺血栓栓塞症; ②低危 APTE; ③肺动脉 CT 血管成像检查前已行溶栓治疗; ④肺动脉 CTA 图像质量差; ⑤临床资料不完整; ⑥不能配合随访; ⑦非血栓性 (如癌栓、脂肪、气体等) 肺栓塞症; ⑧有严重的外伤、凝血功能障碍、对比剂过敏、活动性出血和出血倾向等介入治疗禁忌证。

对入组患者进行危险度分层, 分层标准: ①高危患者为出现休克或低血压, 超声心动图提示右心功能不全 (RVD), 并伴有心肌损伤相关生物学标志物的升高, 本研究中观察的生物学标志物包括心脏肌钙蛋白 T 或 I、B 型利钠肽及氨基末端脑钠肽前体; ②中危患者为无休克或低血压, 超声心动图提示右心功能不全; ③中危风险可再分层, 心脏生物学标志物 BNP、cTnI 或 cTnT 呈阳性为中高危, 否则为中低危。

本研究中共纳入 107 例 APTE 患者, 男 66 例, 女 41 例; 年龄 37~97 岁, 平均 (68.4±14.2) 岁。根据危险度进行分层, 高危 28 例, 中高危 39 例, 中低危 40 例。最常见的临床症状有呼吸困难 (89/107, 83.2%)、胸痛 (62/107, 57.9%)、晕厥 (39/107, 36.4%) 和咯血 (24/107, 22.4%)。所有患者在抗凝治疗 (低分子肝素钠 5000 IU/12h) 的基础上进行介入治疗, 主要治疗方法包括肺动脉置管溶栓 (107/107, 100.0%)、下腔静脉滤器置入 (85/107, 79.4%) 和经导管碎解抽吸血栓 (25/107, 23.4%)。

本研究经本院医学伦理委员会批准, 并获得所有研究对象的书面知情同意书。

2. 肺动脉 CTA 检查

使用 Siemens Somatom Definition 64 层双源螺旋 CT 机。患者取仰卧位, 扫描范围自膈底至肺尖水平, 扫描参数: 120 kV, 300 mAs, 层厚 3.0 mm, 探测器准直宽度 64×0.6 mm, 机架旋转一周时间 0.33 s, 视野 30 cm×35 cm。经肘静脉注入对比剂碘普罗胺 (德国拜尔公司), 注射流率 3.5 mL/s, 总量 50~70 mL。将感兴趣区设置于上腔静脉内, 触发 CT 阈值为 100 HU, 延迟 5 s 后屏气扫描。将原始扫描数据传至后处理工作站, 采用多平面重组 (MPR)、最大密度投影 (MIP) 和容积再现 (VR) 技术进行图像后处理。

3. 观察指标和随访

由两位影像科副主任医师分别观察 CTA 图像, 独立计算每例患者的 Qanadli 指数, 取两者的平均值作为最终结果, 计算公式为^[5]:

$$\text{Qanadli 指数}(\%) = [\sum(n \times d) / 40] \times 100\% \quad (1)$$

其中, n 表示有管腔内充盈缺损的肺段动脉的数量, 左、右肺各包括 10 支肺段动脉: 右肺上叶含 3 支 (尖段、前段和后段), 中叶 2 支 (内侧段和外侧段), 左肺上叶 5 支 (尖段、前段、后段、上舌段和下舌段), 两肺下叶各 5 支 (尖段、前段、内段、后段和外基底段)。 d 表示栓子阻塞管腔的程度 (部分阻塞取值为 1, 完全阻塞取值为 2)。

搜集所有患者的基本临床资料, 包括性别、年龄、体质指数、疾病史及心肌损伤相关生物学指标 (BNP、

cTnT、cTnI 和 D-二聚体等)。观察患者住院期间 APTE 相关不良事件(休克、呼吸衰竭、心肺复苏和死亡)的发生情况。就诊我院 3 个月后,通过收集患者复诊的临床资料、CT 影像学检查结果和 Qanadli 指数,并对其进行电话随访。预后不良的定义:随访期间患者死亡,或肺动脉栓塞症状未得到明显缓解,或存在呼吸困难、胸腔积液和心肺功能异常。

4. 统计学分析

使用 SPSS 16.0 软件进行数据的统计学分析。对计量资料先进行正态性检验,本实验计量资料均符合正态分布,以均数±标准差表示;计数资料以例(百分比)的形式表示。不同危险分层组间 Qanadli 指数的比较采用单因素方差分析,进一步组间多重比较采用 Dunnett T3 检验。Qanadli 指数高低组间不良事件发生率的比较采用 χ^2 检验。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评价 Qanadli 指数对患者死亡和预后不良的预测价值。对患者预后不良影响因素的单因素和多因素分析分别采用

χ^2 检验和二分类 logistic 回归模型。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1. CT Qanadli 指数的比较

高危组、中高危组和中低危组的 CT Qanadli 指数值分别为 46.2 ± 16.7 、 31.9 ± 13.6 和 24.1 ± 9.3 ,三组间差异具有统计学意义($F = 21.158$, $P = 0.000$)。进一步组间两两比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),高危组的 CTQanadli 指数显著高于中高危组和中低危组(图 1~2)。

2. 不良事件发生率的比较

高危、中高危和中低危患者住院期间临床不良事件的发生率分别为 94.3%、61.5% 和 2.7%,三组间差异具有统计学意义($\chi^2 = 1.706$, $P < 0.05$)。根据本组患者 Qanadli 指数的中位数(30.0%),将患者分为两组,高 Qanadli 指数($> 30.0\%$)组中休克、呼吸衰竭(需机械通气)、心肺复苏和死亡的发生率均显著高于

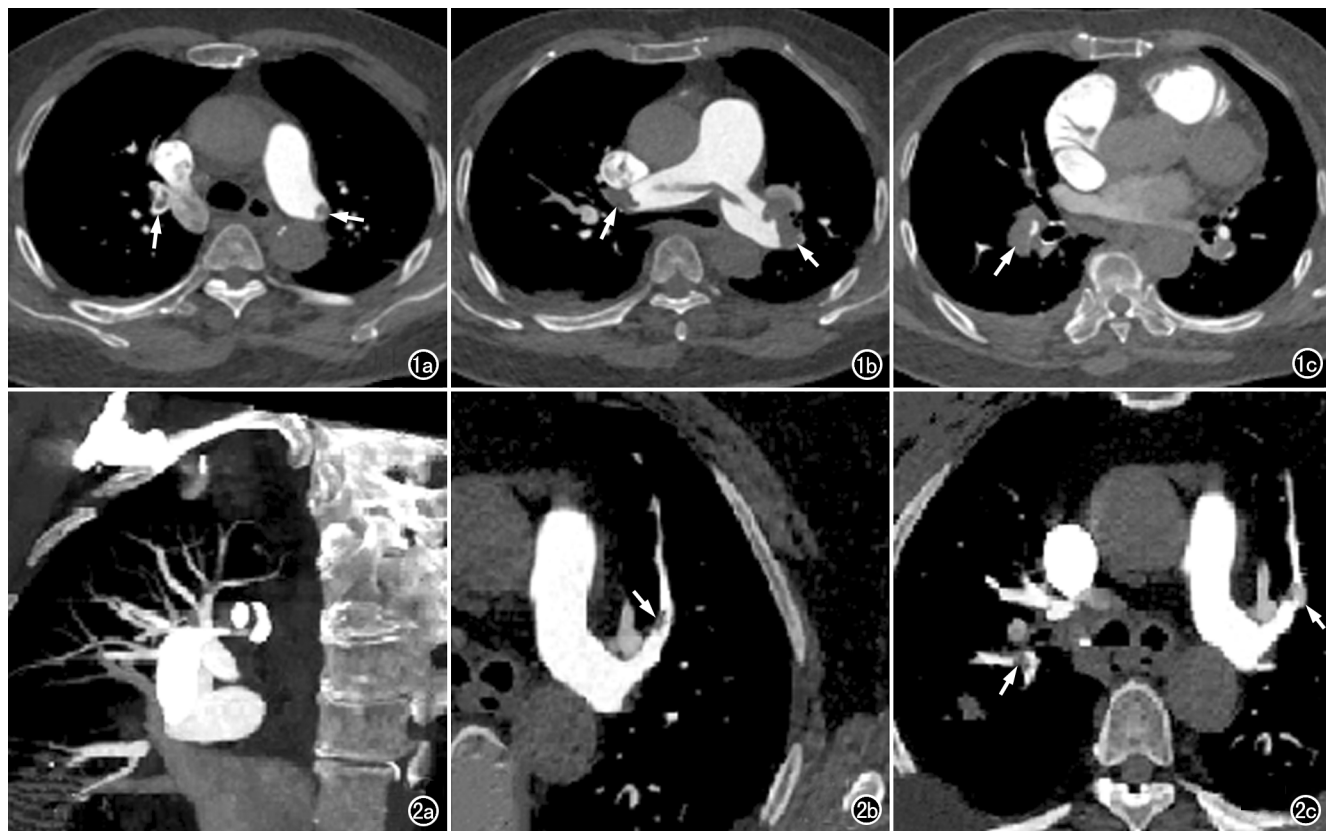


图 1 高危组 APTE 患者,女,53 岁。肺动脉 CTA 横轴面图像示双侧肺动脉及其分支内多发血栓栓塞,CT Qanadli 指数为 57.5%。a) 主肺动脉窗层面,显示双侧主肺动脉内有充盈缺损(箭);b) 肺动脉分叉层面,显示双侧主肺动脉内有大小不等的充盈缺损(箭);c) 双侧下叶肺动脉层面,显示右侧下叶肺段动脉内有充盈缺损(箭)。图 2 中危组 APTE 患者,男,67 岁。肺动脉 CTA 冠状面和横轴面图像显示双肺动脉及其分支内多发血栓栓塞,CT Qanadli 指数为 41.7%。a) 主肺动脉窗层面,显示肺动脉干及分支内有片状充盈缺损; b) 左肺动脉分叉层面,左上肺叶动脉内有片状充盈缺损(箭); c) 双肺下叶动脉层面,显示右下叶肺动脉后基底段及左上肺动脉尖后段内有结节状、斑片状充盈缺损(箭)。

低 Qanadli 指数($\leq 30.0\%$)组,差异均具有统计学意义($P<0.05$),详见表 1。

表 1 高、低 Qanadli 指数组间不良事件发生率的比较

不良事件	高 Qanadli 指数组 (n=50)	低 Qanadli 指数组 (n=57)	χ^2 值*	P 值
休克	17(34.0%)	3(5.3%)	14.473	0.000*
呼吸衰竭	9(18.0%)	1(1.8%)	6.490	0.011*
心肺复苏	12(24.0%)	1(1.8%)	12.349	0.000*
死亡	10(20.0%)	1(1.8%)	9.614	0.002*

注: * 因 $1\leq$ 最小的理论频数 <5 ,采用校正 χ^2 检验。

3. ROC 曲线分析

Qanadli 指数预测 APTE 患者死亡情况的 ROC 曲线下面积(area under curve,AUC)为 0.934 ± 0.048 ($P<0.01$),95%CI 为 $0.839\sim 1.028$ (图 3);当 Qanadli 指数取值为 50.5%时,约登指数最大,鉴别诊断的敏感度和特异度分别为 88.9%和 92.9%。Qanadli 指数预测 APTE 患者预后不良的 AUC 为 0.977 ± 0.018 ($P<0.01$),95%CI 为 $0.941\sim 1.014$ (图 4);当 Qanadli 指数取值为 45.5%时,约登指数最大,敏感度和特异度分别为 90.5%和 98.8%。

4. APTE 患者预后不良的影响因素分析

患者的各项临床资料与预后不良的关系见表 2。性别、年龄、体重指数、手术史、吸烟、高血压、糖尿病、冠心病、慢性肾病和 D-二聚体水平等指标与预后不良发生率之间无显著相关性($P>0.05$);恶性肿瘤病史及不同 BNP、cTnT 和 Qanadli 指数水平的分组间患者的预后不良发生率比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。

将单因素分析结果显示与预后不良之间具有相关性的变量纳入二分类 logistic 回归分析,各变量的赋值情况如下。预后不良:否=0,是=1;恶性肿瘤:有=0,无=1;BNP: $<100\text{ ng/L}=0,\geq 100\text{ ng/L}=1$;cTnT: $<0.05\text{ g/L}=0,\geq 0.05\text{ g/L}=1$;Qanadli 指数: $>30.0\%=0,\leq 30.0\%=1$ 。Logistic 回归分析结果见表 3。BNP、cTnT 和 Qanadli 指数是 APTE 患者预后不良的独立危险因素($P<0.05$)。

讨 论

随着 CT 成像技术的发展,肺段动脉及其分支可以清晰显示,这为 APTE 严重程度的量化提供了可能。Qanadli 指数是评估 APTE 受累血管数量及其血流情况的半定量方法,受人为因素的干扰小,可相对客观、全面地评价 APTE 的范围和程度。有研究表明,APTE 预后主要受到患者栓塞严重程度和基础状态两方面的影响,前者主要与短期预后相关,而后者与中远期预后相关^[6],故本研究探讨 Qanadli 指数与患者短期预后的关系。既往有学者采用超声心动图评价心脏

表 2 APTE 患者预后不良相关影响因素的单因素分析

临床特征	预后不良		χ^2 值	P 值
	是 (n=21)	否 (n=86)		
性别			0.228	0.633
男(n=66)	12	54		
女(n=41)	9	32		
年龄(岁)			0.048	0.827
<65 (n=43)	8	35		
≥ 65 (n=64)	13	51		
体重指数			0.466	0.495
$<25\text{ kg/m}^2$ (n=54)	12	42		
$\geq 25\text{ kg/m}^2$ (n=53)	9	44		
手术史			0.012*	0.913*
有(n=22)	5	17		
无(n=85)	16	69		
吸烟			2.501	0.114
有(n=60)	15	45		
无(n=47)	6	41		
恶性肿瘤			12.105*	0.001*
有(n=11)	7	4		
无(n=96)	14	82		
高血压			0.483	0.487
有(n=59)	13	46		
无(n=48)	8	40		
糖尿病			1.050	0.305
有(n=41)	6	35		
无(n=66)	15	51		
冠心病			0.152	0.697
有(n=15)	4	11		
无(n=92)	17	75		
慢性肾病			—	0.253#
有(n=5)	2	3		0
无(n=102)	19	83		
BNP			59.207*	0.000*
$<100\text{ ng/L}$ (n=84)	3	81		
$\geq 100\text{ ng/L}$ (n=23)	18	5		
cTnT			48.628*	0.000*
$<0.05\text{ g/L}$ (n=86)	5	81		
$\geq 0.05\text{ g/L}$ (n=21)	16	5		
D-二聚体			0.000*	1.000*
$<0.4\text{ mg/L}$ (n=8)	2	6		
$\geq 0.4\text{ mg/L}$ (n=99)	19	80		
Qanadli 指数			24.699	0.000
$>30.0\%$ (n=50)	20	30		
$\leq 30.0\%$ (n=57)	1	56		

注: * $1\leq$ 最小的理论频数 <5 ,选择校正 χ^2 检验;# 最小的理论频数 <1 ,采用确切概率法,无 χ^2 值。

表 3 APTE 患者预后不良影响因素的二分类 logistic 回归分析

变量	β 值	标准差	Wald χ^2 值	P 值	优势比	95%CI
恶性肿瘤	-0.913	1.583	0.332	0.564	0.401	0.018~8.940
BNP	4.007	1.039	14.885	0.000	54.999	7.182~421.186
cTnT	2.469	1.002	6.069	0.014	11.810	1.656~84.205
Qanadli 指数	-2.882	1.446	3.973	0.046	0.056	0.003~0.953

的形态学和动力学改变,并探讨其与疾病预后的关系,但超声显影质量较差,易受操作者经验的影响,且不及 Qanadli 指数能直观评估 APTE 患者的严重程度^[7]。

APTE 诊疗指南推荐采用临床危险分层来指导诊疗,评价标准包括了影像学、血流动力学和实验室指标等^[4]。本研究中根据危险分层标准对患者进行分组,结果显示中低危、中高危和高危 APTE 患者的 Qanadli 指数依次升高,组间差异有统计学意义($P<0.05$),表明 Qanadli 指数可较准确地反映患者的危险程度。这与 Matsuoka 等^[8]研究结果一致。Guo 等^[9]探讨 Qanadli 指数评估 APTE 风险分层的能力,显示

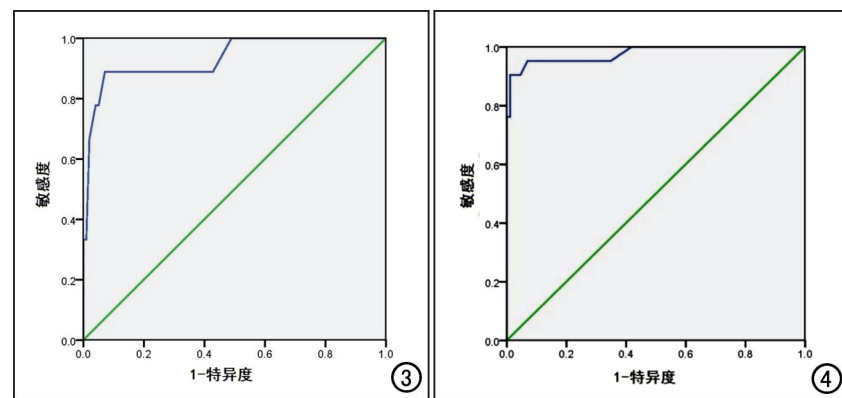


图 3 Qanadli 指数预测死亡的 ROC 曲线。 图 4 Qanadli 指数预测预后不良的 ROC 曲线。

Qanadli 指数对高危患者具有强烈的预测作用,且与主要心血管参数显著相关。对于 APTE 患者不良事件的研究,结果显示,表明 Qanadli 指数越高,住院期间发生不良事件的可能性越高。这与蒲艳军等^[10]和 Becattini 等^[11]的研究结果基本一致。此外,本研究中 ROC 曲线分析显示 Qanadli 指数预测死亡和预后不良的 AUC 分别为 0.934 ± 0.048 和 0.977 ± 0.018 ,表明 Qanadli 指数对患者预后具有良好的预测价值。许令荣等^[12]研究发现,Qanadli 指数评价预后的 ROC-AUC 为 0.823 ± 0.067 ,最佳临界值为 32.5%,与本研究数据有所差异,这可能与研究的病例数量和研究对象的疾病分层有关。

为探讨 APTE 患者预后的影响因素,本研究对常见临床特征进行单因素和多因素分析。结果显示,BNP、cTnT 和 Qanadli 指数是患者预后不良的独立危险因素($P < 0.05$),表明 APTE 患者预后不仅与心功能生化指标相关,也与 Qanadli 指数相关。与本研究结果相似,柏新乐等^[13]分析了 APTE 患者预后的影响因素,显示 BNP、cTnT 是患者预后的独立危险因素。Ouriel 等^[14]研究发现,Qanadli 指数是 APTE 患者预后的独立危险因素,Qanadli 指数 $> 40.0\%$ 患者的死亡率是 $\leq 40.0\%$ 患者的 11.2 倍。

综上所述,Qanadli 指数作为 APTE 患者转归的一种有效评价指标,丰富了 APTE 患者的预后评价系统。当然,本研究为回顾性、单中心研究,且样本量有限,Qanadli 指数对 APTE 的预后价值有待前瞻性、多中心和大样本研究进一步探讨。

参考文献:

- [1] de Gregorio MG, Olivetto I, Migliorini A, et al. Life-threatening acute pulmonary thromboembolism following severe carbon monoxide poisoning: a plausible association[J]. JACC Case Rep, 2019, 1(2): 208-212.
- [2] Yanagisawa R, Fetterly KA, Johnson GB, et al. Integrated use of

perfusion SPECT/CTA fusion imaging and pulmonary balloon angioplasty for chronic pulmonary thromboembolism[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2017, 10(5): 532-534.

[3] Zahoor A, Khan N, Khan G. Correlation of Qanadli score with right ventricular dysfunction in patients with acute pulmonary embolism[J]. Pak J Physiol, 2017, 13(4): 14-17.

[4] 万铠瑞, 赖宁, 马杰岭, 等. 2018 年肺血栓栓塞症诊治与预防指南的质量评价[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2019, 42(3): 213-218. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2019.03.012.

[5] Qanadli SD, El Hajjam M, Vieillard-Baron A, et al. New CT index to quantify arterial obstruction in pulmonary embolism: comparison with angiographic index and echocardiography[J]. Am J Roentgenol, 2001, 176(6): 1415-1420.

- [6] Meysman M, Everaert H, Vincken W. Factors determining altered perfusion after acute pulmonary embolism assessed by quantified single-photon emission computed tomography-perfusion scan[J]. Ann Thorac Med, 2017, 12(1): 30-35. DOI: 10.4103/1817-1737.197772.
- [7] Ehrman R, Favot M. Can echocardiography be used to diagnose pulmonary embolism at the bedside[J]. Ann Emerg Med, 2018, 72(3): 310-311. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2017.09.018.
- [8] Matsuoka S, Kotoku A, Yamashiro T, et al. Quantitative CT evaluation of small pulmonary vessels in patients with acute pulmonary embolism[J]. Acad Radiol, 2018, 25(5): 653-658. DOI: 10.1016/j.acra.2017.11.013.
- [9] Guo F, Zhu G, Shen J, et al. Health risk stratification based on computed tomography pulmonary artery obstruction index for acute pulmonary embolism[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 17897-17907. DOI: 10.1038/s41598-018-36115-7.
- [10] 蒲艳军, 孙凯, 李文玲, 等. CT 血栓栓塞指数评价 APE 危险分层及短期不良事件的临床应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2015(7): 46-50. DOI: CNKI: SUN: LCFS.0.2015-07-011.
- [11] Becattini C, Giustozzi M, Pau Cerdà, et al. Risk of recurrent venous thromboembolism after acute pulmonary embolism: role of residual pulmonary obstruction and persistent right ventricular dysfunction. A meta-analysis[J]. J Thromb Haemost, 2019, 17(2): 1217-1228. DOI: 10.1111/jth.14477.
- [12] 郭志军, 刘海涛, 曾艳红, 等. 急性肺动脉栓塞患者心脏形态学变化与 CT 栓塞指数相关性研究[J]. 实用放射学杂志, 2018, 34(9): 1354-1358. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2018.09.012.
- [13] 柏新乐, 张继友, 蓝业平. 血清 BNP、TnI 及 Hcy 水平变化对急性肺栓塞患者的病情严重程度及预后的影响[J]. 临床肺科杂志, 2019, 24(11): 1970-1973. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6663.2019.11.009.
- [14] Ouriel K, Ouriel RL, Lim YJ, et al. Computed tomography angiography with pulmonary artery thrombus burden and right-to-left ventricular diameter ratio after pulmonary embolism[J]. Vascular, 2017, 25(1): 54-62. DOI: 10.1177/1708538116645056.

(收稿日期: 2020-03-05 修回日期: 2020-08-11)