

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.18.014
文章编号: 1005-8982 (2024) 18-0090-06

临床研究·论著

血清降钙素原、和肽素、胆碱酯酶对颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者预后的预测效能*

黄清源¹, 吕毅²

(1. 常宁市人民医院 重症医学科, 湖南 常宁 421500; 2. 南华大学附属第二医院 重症医学科, 湖南 衡阳 421099)

摘要: **目的** 分析颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者血清降钙素原(PCT)、和肽素、胆碱酯酶(CHE)水平与预后的关系。**方法** 选取2020年12月—2023年12月常宁市人民医院收治的行机械通气的颅脑损伤伴肺部感染患者70例为感染组, 另取同期该院82例单纯颅脑损伤患者为未感染组, 并将感染组患者按28 d生存情况分为存活组(48例)和死亡组(22例), 比较各组患者血清PCT、和肽素、CHE水平, 采用单因素分析及多因素一般Logistic回归模型分析颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者死亡的危险因素, 绘制受试者工作特征(ROC)曲线评价血清PCT、和肽素、CHE对颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者死亡的预测价值。**结果** 感染组患者血清PCT、和肽素水平高于未感染组($P < 0.05$), CHE水平低于未感染组($P < 0.05$)。存活组和死亡组患者第1秒用力呼气量与用力肺活量比值(FEV_1/FVC)、血清PCT、和肽素、CHE、格拉斯哥昏迷评分(GCS)、临床肺部感染评分(CPIS)、急性生理学及既往健康状况评分II(APACHE II)比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。多因素一般Logistic回归分析结果显示: 血清PCT [$\hat{OR}=1.531$ (95% CI: 1.059, 2.213)]、和肽素 [$\hat{OR}=2.132$ (95% CI: 1.161, 3.914)]、CHE [$\hat{OR}=3.251$ (95% CI: 1.383, 7.641)]、CPIS评分 [$\hat{OR}=4.860$ (95% CI: 2.210, 10.686)]及APACHE II评分 [$\hat{OR}=2.901$ (95% CI: 1.327, 6.341)]是颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者死亡的独立危险因素($P < 0.05$)。ROC曲线结果显示, PCT、和肽素、CHE预测颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者死亡的敏感性分别为68.2%、68.2%和77.3%, 特异性分别为66.7%、64.6%和70.8%, 曲线下面积(AUC)分别为0.754、0.749和0.853; 3者联合预测的敏感性为90.9%, 特异性为62.5%, AUC为0.904, 联合检测预测价值较高。**结论** 联合检测血清PCT、和肽素、CHE水平对颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者预后有着良好的预测价值。

关键词: 颅脑损伤; 机械通气; 肺部感染; 降钙素原; 和肽素; 胆碱酯酶

中图分类号: R651.15

文献标识码: A

Predictive efficacy of serum procalcitonin, copeptin, and cholinesterase for the prognosis of patients with craniocerebral injury complicated by pulmonary infections after mechanical ventilation*

Huang Qing-yuan¹, Lü Yi²

(1. Department of Critical Care Medicine, Changning People's Hospital, Changning, Hunan 421500, China;
2. Department of Critical Care Medicine, The Second Affiliated Hospital of University of South China, Hengyang, Hunan 421099, China)

Abstract: Objective To explore the relationship between levels of serum procalcitonin (PCT), copeptin and

收稿日期: 2024-08-29

* 基金项目: 湖南省自然科学基金(No:2023JJ60355)

cholinesterase (CHE) and the prognosis of patients with craniocerebral injury complicated by pulmonary infections after mechanical ventilation. **Methods** The 70 patients with craniocerebral injury complicated by pulmonary infections who were admitted to Changning People's Hospital for mechanical ventilation from December 2020 to December 2023 were selected as the infected group, and 82 patients with only craniocerebral injury in the hospital during the same period were included in the uninfected group. Patients in the infected group were divided into the survival group ($n = 48$) and the death group ($n = 22$) according to the 28-day survival status. The levels of serum PCT, copeptin and CHE were compared among the groups. Univariate analysis and multivariate Logistic regression analysis were performed to identify the risk factors affecting the death of patients with craniocerebral injury complicated by pulmonary infections after mechanical ventilation. Receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to assess the predictive values of serum PCT, copeptin and CHE for the death of patients with craniocerebral injury complicated by pulmonary infections after mechanical ventilation. **Results** The levels of serum PCT and copeptin in the infected group were higher than those in the uninfected group ($P < 0.05$), while the level of CHE in the infected group was lower than that in the uninfected group ($P < 0.05$). There were statistically significant differences in the forced expiratory volume in one second/forced vital capacity (FEV_1/FVC), serum levels of PCT, copeptin, and CHE, the Glasgow coma scale (GCS) score, the clinical pulmonary infection score (CPIS) and the Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II score between the survival group and death group ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that higher levels of serum PCT [$\hat{OR} = 1.531$ (95% CI: 1.059, 2.213)], copeptin [$\hat{OR} = 2.132$ (95% CI: 1.161, 3.914)], and CHE [$\hat{OR} = 3.251$ (95% CI: 1.383, 7.641)], and higher CPIS scores [$\hat{OR} = 4.860$ (95% CI: 2.210, 10.686)] and APACHE II scores [$\hat{OR} = 2.901$ (95% CI: 1.327, 6.341)] were independent risk factors affecting the death of patients with craniocerebral injury complicated by pulmonary infections after mechanical ventilation ($P < 0.05$). ROC curve analysis indicated that the sensitivities of PCT, copeptin and CHE in predicting the death of patients with craniocerebral injury complicated by pulmonary infections after mechanical ventilation were 68.20%, 68.20% and 77.30%, with the specificities being 66.70%, 64.60% and 70.80%, and the areas under the curves (AUC) being 0.754, 0.749 and 0.853. The sensitivity, specificity and AUC of the combined prediction of the three indicators were 90.90%, 62.50% and 0.904, respectively, indicating a high predictive value. **Conclusion** The combined detection of serum levels of PCT, copeptin and CHE has a good predictive value for the prognosis of patients with craniocerebral injury complicated by pulmonary infections after mechanical ventilation..

Keywords: craniocerebral injury; mechanical ventilation; pulmonary infection; procalcitonin; copeptin; cholinesterase

颅脑损伤因治疗难度大、成本高,加之其高发病率和病死率高,已成为一个全球性的医疗保健和社会问题,造成了重大的社会和经济损失^[1-2]。我国一项流行病学调查显示,中度颅脑损伤患者致残率为60%,重型颅脑损伤患者致残率为100%^[3]。目前,临床上治疗颅脑损伤的主要方案包括紧急抢救、纠正休克及手术治疗等,机械通气是救治过程中主要的呼吸支持手段^[4]。但在予以呼吸机进行机械通气辅助救治的过程中,常并发呼吸机相关性肺部感染,进而加重患者病情,提高治疗难度,最关键的是会增加患者死亡风险,对患者临床预后造成严重影响^[5]。既往研究表明,细菌感染后血清降钙素原(Procalcitonin, PCT)水平迅速升高,是细菌感染早期诊断和衡量感染严重程度的可靠标志物^[6-7]。和肽素是血管加压素前体的稳定C端裂解产物,主要与

心血管疾病有关^[8]。近年来研究发现,感染性疾病中和肽素水平也升高,加之其水平改变较快,使其成为监测病情进展的良好指标^[9-10]。胆碱酯酶(Cholinesterase, CHE)是丝氨酸脂酶家族成员,其水平下降可能提示患者总体健康状况较差。有研究指出,重症肺部感染患者血清CHE水平明显下降^[11]。故联合检测血清PCT、和肽素、CHE水平,并探讨其在颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者中的水平变化及与预后的关系,有望为临床决策的制订提供依据。但其在颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者中的水平及与预后的关系有待研究。本研究拟分析血清PCT、和肽素、CHE水平对颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者预后的预测价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 病例资料

选取 2020 年 12 月—2023 年 12 月常宁市人民医院重症医学科收治的颅脑损伤患者 152 例,所有患者伤后 24 h 内入院,并使用呼吸机进行机械通气。根据患者机械通气后是否出现肺部感染,分为感染组(70 例)和未感染组(82 例)。感染组男性 52 例,女性 18 例;年龄 18~72 岁,平均(44.16±7.10)岁;脑损伤类型:脑挫伤裂伤 25 例,颅内血肿 16 例,硬膜下血肿或硬膜下血肿合并硬膜外血肿 12 例,弥漫性轴索损伤 9 例,复杂颅脑损伤 8 例;非感染组男性 60 例,女性 22 例;年龄 20~75 岁,平均(45.03±7.39)岁;脑损伤类型:脑挫伤裂伤 32 例,颅内血肿 22 例,硬膜下血肿或硬膜下血肿合并硬膜外血肿 15 例,弥漫性轴索损伤 6 例,复杂颅脑损伤 7 例。两组患者在性别构成、年龄、脑损伤类型方面比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。本研究经医院伦理委员会批准,患者家属均签署知情同意书(伦理批号:2020160)。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①经 CT、MRI 等影像学检查证实;②具备机械通气指征。

1.2.2 排除标准 ①合并其他脏器损伤;②排除既往神经损伤;③慢性器官损伤及血液疾病;④颅脑损伤前感染;⑤癌症。

1.3 方法

1.3.1 检测指标 使用呼吸机进行机械通气前,采集入选患者空腹静脉血 3 mL,将血液置入采血管中,室温保存 20 min,待血液凝固后,6 000 r/min 离心 15 min,分离得到血清并置于密封管中,置于-80℃超低温冰箱保存备用。双抗体夹心免疫化学发光法检测血清 PCT 水平(试剂盒购自上海科华生物工程股份有限公司),酶联免疫吸附试验检测血清和肽素水平(试剂盒购自美国 R&D 公司),速率法检测血清 CHE 水平。

1.3.2 肺部感染诊断标准 参照《医院感染诊断标准(试行)》^[12]中肺部感染诊断标准:①具有确定的咳嗽、咳痰、气喘,以及不同程度的发热;②胸部 X 射线可见肺部有斑片状及絮状炎性浸润性病变;③肺部能够闻及典型干湿性啰音。符合以上任意 2 项即可诊断。

1.3.3 随访 将感染组患者按 28 d 生存情况分为存活组和死亡组。收集两组患者一般临床资料,包括性别、年龄、收缩压、舒张压、颅脑损伤类型、合并基础疾病;实验室检查指标,包括第 1 秒用力呼气容积(forced expiratory volume in the first second, FEV₁)、第 1 秒用力呼气量与用力肺活量比值(forced expiratory volume in the first second/forced vital capacity, FEV₁/FVC)、血清 PCT、和肽素水平、CHE;疾病相关资料,包括格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS)、临床肺部感染评分(clinical pulmonary infection score, CPIS)、急性生理学及既往健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)。

1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 22.0 统计软件。计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,比较用 t 检验;计数资料以构成比(%)表示,比较用 χ^2 检验;影响因素的分析用多因素一般 Logistic 回归模型;绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)曲线。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 感染组与未感染组血清 PCT、和肽素、CHE 水平比较

感染组与未感染组血清 PCT、和肽素、CHE 水平比较,经 t 检验,差异均有统计学意义($P<0.05$);感染组血清 PCT、和肽素水平高于未感染组, CHE 水平低于未感染组。见表 1。

表 1 感染组与未感染组血清 PCT、和肽素、CHE 水平比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	PCT/(ng/ml)	和肽素/(pmol/L)	CHE/(IU/L)
未感染组	82	0.77±0.19	1.43±0.42	7 405.28±1 716.93
感染组	70	2.93±1.66	5.37±3.61	5 987.73±3 339.39
<i>t</i> 值		11.700	9.811	3.360
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.001

2.2 颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者死亡的单因素分析

颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者 28 d 存活 48 例,纳入存活组,死亡 22 例,纳入死亡组。存活组与死亡组患者 FEV₁/FVC、PCT、和肽素、CHE、GCS 评分、CPIS 评分、APACHE II 评分比较,经 t 检

验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。两组患者性别、年龄、收缩压、舒张压、脑损伤类型、基础疾病 (糖尿病、高血压、冠心病)、 FEV_1 比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

表 2 存活组与死亡组患者临床资料比较

组别	n	男/女/ 例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	收缩压/(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	舒张压/(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	FEV_1 /(L, $\bar{x} \pm s$)	FEV_1/FVC /(%, $\bar{x} \pm s$)	脑损伤类型/例			基础疾病/例				
								脑挫伤裂伤	颅内血肿	硬膜下血肿或硬膜下血肿合并硬膜外血肿	弥漫性轴索损伤	复杂颅脑损伤	糖尿病	高血压	冠心病
存活组	48	34/14	44.22 ± 7.18	110.86 ± 19.03	76.94 ± 14.26	2.39 ± 1.17	63.20 ± 19.76								
死亡组	22	18/4	44.02 ± 7.05	108.73 ± 19.78	73.85 ± 14.11	1.92 ± 0.86	44.11 ± 17.04								
χ^2/t 值		0.953	0.109	0.429	0.844	1.684	3.91								
P 值		0.329	0.914	0.669	0.401	0.097	0.000								

组别	脑损伤类型/例			基础疾病/例				
	脑挫伤裂伤	颅内血肿	硬膜下血肿或硬膜下血肿合并硬膜外血肿	弥漫性轴索损伤	复杂颅脑损伤	糖尿病	高血压	冠心病
存活组	15	11	10	8	4	6	7	5
死亡组	10	5	2	1	4	5	6	4
χ^2/t 值			5.070			-	-	-
P 值			0.280			0.303	0.320	0.448

组别	PCT/(ng/mL, $\bar{x} \pm s$)	和肽素/(pmol/L, $\bar{x} \pm s$)	CHE/(IU/L, $\bar{x} \pm s$)	GCS 评分 ($\bar{x} \pm s$)	CPIS 评分 ($\bar{x} \pm s$)	APACHE II 评分 ($\bar{x} \pm s$)
	存活组	2.46 ± 1.34	4.08 ± 2.45	7 158.72 ± 3 079.28	9.06 ± 2.13	3.71 ± 0.62
死亡组	3.95 ± 1.85	8.17 ± 4.17	3 432.86 ± 2 333.86	7.42 ± 1.86	8.14 ± 0.99	24.70 ± 4.57
χ^2/t 值	3.818	5.149	5.043	3.107	22.823	9.876
P 值	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000

2.3 颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者死亡的多因素一般 Logistic 回归分析

以发肺部感染 28 d 死亡作为因变量 (存活 = 0, 死亡 = 1), 单因素分析中差异有统计学意义的 FEV_1/FVC 、血清 PCT、和肽素、CHE、GCS 评分、CPIS 评分及 APACHE II 评分 (均赋值为实测值) 为自变量, 进行多因素一般 Logistic 回归分析, 结果显示: 血清

PCT [$\hat{OR}=1.531$ (95% CI: 1.059, 2.213)], 和肽素 [$\hat{OR}=2.132$ (95% CI: 1.161, 3.914)], CHE [$\hat{OR}=3.251$ (95% CI: 1.383, 7.641)], CPIS 评分 [$\hat{OR}=4.860$ (95% CI: 2.210, 10.686)] 及 APACHE II 评分 [$\hat{OR}=2.901$ (95% CI: 1.327, 6.341)] 是影响颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者死亡的独立危险因素 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者死亡的多因素 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S_b	Wald χ^2	P 值	\hat{OR}	95% CI	
						下限	上限
PCT	0.426	0.188	5.135	0.024	1.531	1.059	2.213
和肽素	0.757	0.310	5.963	0.015	2.132	1.161	3.914
CHE	1.179	0.436	7.312	0.007	3.251	1.383	7.641
CPIS 评分	1.581	0.402	15.467	0.000	4.860	2.210	10.686
APACHE II 评分	1.065	0.399	7.124	0.008	2.901	1.327	6.341

2.4 血清 PCT、和肽素、CHE 对颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者预后的预测价值

ROC 曲线结果显示, PCT、和肽素、CHE 预测颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者死亡的敏感

性分别为 68.20% (95% CI: 0.451, 0.861)、68.20% (95% CI: 0.451, 0.861) 和 77.30% (95% CI: 0.546, 0.922), 特异性分别为 66.70% (95% CI: 0.516, 0.791)、64.60% (95% CI: 0.495, 0.778) 和 70.80%

(95% CI: 0.559, 0.830), 曲线下面积 (area under curve, AUC) 分别为 0.754、0.749 和 0.853; 3 者联合预测的敏感性为 90.90% (95% CI: 0.708, 0.989), 特异

性为 62.50% (95% CI: 0.474, 0.760), AUC 为 0.904, 联合检测预测价值较高。见表 4 和图 1。

表 4 血清 PCT、和肽素、CHE 预测颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者预后的效能分析

指标	临界值	AUC	95% CI		敏感性/ %	95% CI		特异性/ %	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
PCT	3.09 mg/mL	0.754	0.607	0.901	68.2	0.451	0.861	66.7	0.516	0.791
和肽素	6.32 pmol/L	0.749	0.604	0.894	68.2	0.451	0.861	64.6	0.495	0.778
CHE	5 000 IU/L	0.853	0.765	0.941	77.3	0.546	0.922	70.8	0.559	0.830
联合	-	0.904	0.817	0.992	90.9	0.708	0.989	62.5	0.474	0.760

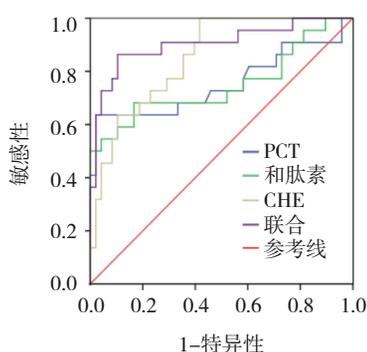


图 1 血清 PCT、和肽素、CHE 预测颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者预后的 ROC 曲线

3 讨论

肺部感染是颅脑损伤常见的并发症,可对患者呼吸状态造成影响,导致呼吸窘迫或呼吸衰竭等,严重者甚至死亡,对患者预后造成不良影响^[13]。因此,分析颅脑损伤后机械通气合并肺部感染患者死亡的危险因素,尽早识别高风险患者,有助于临床合理采取干预方案,改善患者预后。

痰涂片和细菌培养是诊断肺部感染的金标准,检查敏感性虽高,但培养持续周期较长,临床使用有局限性。血清学检查具有快捷、简便、样本容易获得等优势,因此寻找可用于早期诊断颅脑损伤后机械通气并发肺部感染及评估预后的血清生物学标志物有着十分重要的意义。PCT 是降钙素的前体肽物质,是一种没有激素活性的糖蛋白,通常被认为是一种内源性非甾体物质^[14]。PCT 在正常条件下含量很低,无法通过常规检测方法检测到。然而,病原体感染后可通过刺激甲状腺 C 细胞合成和分泌大量 PCT,并进入到血液中,从而导致血清 PCT 升高,且 PCT 水平与感染严重程度呈正比^[15]。临床认

为,PCT 可以作为细菌感染诊断的一种相对特异性指标,能够用于判断感染严重程度及评估预后^[16]。和肽素是一种下丘脑应激激素,比皮质醇更能反映个体的应激水平,可作为心脑血管疾病或肺炎等多种急性疾病的预后标志物^[10,17]。和肽素水平在急性疾病发作时早期升高的机制可能与下丘脑-垂体-肾上腺轴在下丘脑的激活有关^[18]。有研究显示,血清和肽素水平可体现机体感染状态,用于评估患者病情严重程度^[19]。CHE 为一类由肝脏合成的催化乙酰胆碱水解的酶,可作为评估重症患者恢复情况的指标^[20]。CHE 通常被用作诊断肝脏疾病和有机磷中毒。近年来研究显示,CHE 对肺部感染患者也具有较好的提示作用^[21]。张毅等^[22]报道表明,重症肺部感染患者血清 CHE 水平明显降低,且低水平 CHE 与预后不良有关。本研究中,感染组血清 PCT、和肽素水平高于未感染组,CHE 水平低于未感染组,表明血清 PCT、和肽素、CHE 水平在颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者中具有一定的研究价值。另外,由本研究结果可知,死亡组血清 PCT、和肽素水平明显高于存活组,CHE 水平明显低于存活组,且多因素一般 Logistic 回归分析显示,血清 PCT、和肽素、CHE 是颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者死亡的独立危险因素,提示血清 PCT、和肽素升高或 CHE 水平降低时患者病情可能会进一步恶化。ROC 曲线结果也显示,血清 PCT、和肽素、CHE 对颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者预后均具有一定的预测价值,提示联合检测有助于预测颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者预后,对及时调整治疗方案,改善患者预后转归有着重要的临床意义。

尽管本研究存在样本量受限、缺乏长期随访结

果且血清 PCT、和肽素、CHE 水平受其他因素影响等缺陷, 但是对血清 PCT、和肽素、CHE 水平进行监测对颅脑损伤后机械通气并发肺部感染早期诊断及预后评估仍有一定的临床价值, 通过了解其水平变化, 有助于及时调整抗生素治疗方案, 进而改善患者预后, 促进患者预后积极转归。

综上所述, 联合检测血清 PCT、和肽素、CHE 水平对颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者预后有着良好的预测价值。

参 考 文 献 :

- [1] YANG Z H, YIN X J, FU G Y. The correlation between CT findings of diffuse axonal injury and the expression of neuronal aquaporin in patients with craniocerebral injury[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022, 26(18): 6871-6878.
- [2] 任斌, 杨雷方, 丁新民, 等. 重型颅脑损伤患者血清可溶性 α -Klotho 蛋白水平动态变化及临床意义研究[J]. *中国全科医学*, 2022, 25(20): 2493-2497.
- [3] LI G P, YOU C, LI H, et al. The epidemiology and clinical management of craniocerebral injury caused by the Sichuan earthquake[J]. *Neurol India*, 2010, 58(1): 85-89.
- [4] 陈千益, 胡晓曼, 曹磊, 等. 早期机械通气对重型颅脑损伤患者炎性因子表达及预后的影响[J]. *中华危重病急救医学*, 2021, 33(6): 727-730.
- [5] 张驰, 许健, 王山梅, 等. 重症颅脑损伤并发肺部感染患者外周血中性粒细胞胞外诱捕网水平及意义[J]. *中华医院感染学杂志*, 2022, 32(8): 1162-1166.
- [6] WANG S, XIE Z, SHEN Z. Serum procalcitonin and C-reactive protein in the evaluation of bacterial infection in generalized pustular psoriasis[J]. *An Bras Dermatol*, 2019, 94(5): 542-548.
- [7] AZZINI A M, DORIZZI R M, SETTE P, et al. A 2020 review on the role of procalcitonin in different clinical settings: an update conducted with the tools of the Evidence Based Laboratory Medicine[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(9): 610-616.
- [8] ENHÖRNING S, BRUNKWALL L, TASEVSKA I, et al. Water supplementation reduces copeptin and plasma glucose in adults with high copeptin: the H₂O metabolism pilot study[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2019, 104(6): 1917-1925.
- [9] 李玉涛, 谭赟, 陆辉志, 等. 重度颅脑损伤患者感染病原菌及感染相关因素和血清细胞因子水平分析[J]. *中国病原生物学杂志*, 2020, 15(6): 719-722.
- [10] KAUFMANN C C, AHMED A, KASSEM M, et al. Improvement of outcome prediction of hospitalized patients with COVID-19 by a dual marker strategy using high-sensitive cardiac troponin I and copeptin[J]. *Clin Res Cardiol*, 2022, 111(3): 343-354.
- [11] 王艳华, 刘泉源, 卢金凤, 等. 老年心衰合并肺部感染患者血清 CHE、Cys C 和氧化应激指标变化[J]. *中华医院感染学杂志*, 2020, 30(16): 2452-2456.
- [12] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. *现代实用医学*, 2003, 81(7): 460-465.
- [13] LI Y, LIU C, XIAO W, et al. Incidence, risk factors, and outcomes of ventilator-associated pneumonia in traumatic brain injury: a meta-analysis[J]. *Neurocrit Care*, 2020, 32(1): 272-285.
- [14] LIU Y, TIAN L, YOU J, et al. The predictive value of postoperative C-reactive protein (CRP), procalcitonin (PCT) and triggering receptor expressed on myeloid cells 1 (TREM-1) for the early detection of pulmonary infection following laparoscopic general anesthesia for cervical cancer treatment[J]. *Ann Palliat Med*, 2021, 10(4): 4502-4508.
- [15] ZHOU W, TAN J. The expression and the clinical significance of eosinophils, PCT and CRP in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease complicated with pulmonary infection[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(4): 3451-3458.
- [16] GUITART C, RODRÍGUEZ-FANJUL J, BOBILLO-PEREZ S, et al. An algorithm combining procalcitonin and lung ultrasound improves the diagnosis of bacterial pneumonia in critically ill children: The PROLUSP study, a randomized clinical trial[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2022, 57(3): 711-723.
- [17] KARATZETZOU S, TSIPTSIOS D, SOUSANIDOU A, et al. Copeptin Implementation on Stroke Prognosis[J]. *Neurol Int*, 2023, 15(1): 83-99.
- [18] ELSEIDY S A, AWAD A K, MANDAL D, et al. Copeptin plus troponin in the rapid rule out of acute myocardial infarction and prognostic value on post-myocardial infarction outcomes: a systematic review and diagnostic accuracy study[J]. *Heart Vessels*, 2023, 38(1): 1-7.
- [19] İN E, KULUÖZTÜRK M, TELO S, et al. Can copeptin predict the severity of coronavirus disease 2019 infection?[J]. *Rev Assoc Med Bras (1992)*, 2021, 67(8): 1137-1142.
- [20] NAKAJIMA K, ABE T, SAJI R, et al. Serum cholinesterase associated with COVID-19 pneumonia severity and mortality[J]. *J Infect*, 2021, 82(2): 282-327.
- [21] 戴阳, 陆昊. BNP、CRP、WBC、Lp(a)、ChE 在老年肺部感染中的水平及其意义[J]. *中国现代医学杂志*, 2020, 30(11): 88-91.
- [22] 张毅, 刘亚伟, 段振乾, 等. 重症肺部感染患者血清 S-ChE、BNP、NLR 水平与患者预后的关系[J]. *热带医学杂志*, 2021, 21(9): 1172-1174.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 黄清源, 吕毅. 血清降钙素原、和肽素、胆碱酯酶对颅脑损伤后机械通气并发肺部感染患者预后的预测效能[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(18): 90-95.

Cite this article as: HUANG Q Y, LÜ Y. Predictive efficiency of serum PCT, copeptin, and CHE in the prognosis of lung infection complicated by mechanical ventilation after craniocerebral injury[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2024, 34(18): 90-95.