

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.01.036

呼气末二氧化碳分压、C-反应蛋白/白蛋白比值及综合脱机指数 对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的预测价值*

周玉莲 沈丽 赵丽 王琦 顾磊

(安徽中医药大学附属六安医院神经外科 安徽 六安 237000)

摘要 目的:探讨呼气末二氧化碳分压(PetCO₂)、C-反应蛋白/白蛋白比值(CRP/Alb)及综合脱机指数(IWI)对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的预测价值。**方法:**选择2020年1月至2022年6月在安徽中医药大学附属六安医院进行机械通气的重型颅脑损伤患者96例作为研究对象,按照撤机结局分为撤机失败组(n=31)和撤机成功组(n=65)。比较两组撤机前PetCO₂、CRP/Alb、IWI及临床参数。应用多因素Logistic回归分析重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的危险因素。应用受试者工作特征(ROC)曲线评价PetCO₂、CRP/Alb、IWI对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的预测价值。**结果:**撤机失败组PetCO₂、CRP/Alb、急性生理功能和慢性健康状况评分系统II(APACHE II)评分显著高于撤机成功组,机械通气时间长于撤机成功组,IWI、格拉斯哥昏迷评分(GCS)显著低于撤机成功组($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析显示,PetCO₂ ≥ 37.01 mmHg、CRP/Alb ≥ 0.97 、IWI ≤ 78.23 、GCS ≤ 5.90 分、APACHE II评分 ≥ 26.17 分、机械通气时间 ≥ 4.49 d是重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的危险因素($P<0.05$)。ROC曲线分析结果显示PetCO₂、CRP/Alb、IWI、GCS、APACHE II对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败均有较高的敏感度、特异度,PetCO₂、CRP/Alb、IWI三项联合检测对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败预测的曲线下面积(AUC)高于PetCO₂、CRP/Alb、IWI、GCS、APACHE II单独检测。**结论:**PetCO₂、CRP/Alb及IWI联合评估对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败具有较高的预测价值。

关键词:重型颅脑损伤;机械通气;呼气末二氧化碳分压;C-反应蛋白/白蛋白比值;综合脱机指数;撤机失败;预测价值

中图分类号:R651.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2024)01-180-05

Predictive Value of End-Tidal Carbon Dioxide Partial Pressure, C-Reactive Protein/Albumin Ratio and Integrated Weaning Index on Weaning Failure in Patients with Severe Craniocerebral Injury Undergoing Mechanical Ventilation*

ZHOU Yu-lian, SHEN Li, ZHAO Li, WANG Qi, GU Lei

(First Department of Neurosurgery, Lu'an Hospital Affiliated to Anhui University of Traditional Chinese Medicine,
Lu'an, Anhui, 237000, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the predictive value of end-tidal carbon dioxide partial pressure (PetCO₂), C-reactive protein/albumin ratio (CRP/Alb) and integrated weaning index (IWI) on weaning failure in patients with severe craniocerebral injury undergoing mechanical ventilation. **Methods:** 96 patients with severe craniocerebral injury who underwent mechanical ventilation in Lu'an Hospital Affiliated to Anhui University of Traditional Chinese Medicine from January 2020 to June 2022 were selected as research objects, according to the withdrawal results, they were divided into the weaning failure group (n=31) and the weaning success group (n=65). PetCO₂, CRP/Alb, IWI and clinical parameters in the two groups before weaning were compared. Multivariate Logistic regression was used to analyze the risk factors of weaning failure in patients with severe craniocerebral injury undergoing mechanical ventilation. The predictive value of PetCO₂, CRP/Alb and IWI for weaning failure in patients with severe craniocerebral injury undergoing mechanical ventilation was evaluated by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** PetCO₂, CRP/Alb, acute physiology and chronic health evaluation scoring system II (APACHE II) score in the weaning failure group were significantly higher than those in the weaning success group, mechanical ventilation time was longer than that in the weaning success group, while IWI and glasgow coma score (GCS) were significantly lower than those in the weaning success group ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that PetCO₂ ≥ 37.01 mmHg, CRP/Alb ≥ 0.97 , IWI ≤ 78.23 , GCS ≤ 5.90 scores, APACHE II score ≥ 26.17 scores, mechanical ventilation time ≥ 4.49 d were the risk factors of weaning failure in patients with severe craniocerebral injury undergoing mechanical ventilation ($P<0.05$). The ROC curve analysis showed that PetCO₂, CRP/Alb, IWI, GCS, APACHE II had high sensitivity and specificity for the weaning failure in

* 基金项目:安徽省红十字会中医药传承创新发展研究项目(2021ZYD04)

作者简介:周玉莲(1988-),女,硕士研究生,研究方向:神经重症,E-mail:abc380069345@163.com

(收稿日期:2023-06-10 接受日期:2023-06-30)

patients with severe craniocerebral injury undergoing mechanical ventilation. The area under the curve(AUC) predicted by the combined detection of PetCO₂, CRP/Alb, IWI for the weaning failure in patients with severe craniocerebral injury undergoing mechanical ventilation was higher than that of PetCO₂, CRP/Alb, IWI, GCS, APACHE II alone. **Conclusion:** The combined assessment of PetCO₂, CRP/Alb and IWI has high predictive value for the weaning failure in patients with severe craniocerebral injury undergoing mechanical ventilation.

Key words: Severe craniocerebral injury; Mechanical ventilation; end-tidal carbon dioxide partial pressure; C-reactive protein/albumin ratio; Integrated weaning index; Weaning failure; Predictive value

Chinese Library Classification(CLC): R651.1 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2024)01-180-05

前言

重型颅脑损伤是临床上常见的危重疾病,有报道显示约有34.3%的重型颅脑损伤患者出现脑缺氧和缺血,需要进行支持治疗^[1]。机械通气是临床上常用的支持治疗手段,但长期机械通气治疗可能增加呼吸道感染、喉损伤等并发症,故需要尽早进行撤机。研究发现,重型颅脑损伤患者撤机失败发生风险较高^[2],在治疗过程中对接受机械通气治疗的重型颅脑损伤患者的撤机结局进行预测,对于制定合理的治疗方案具有重要的临床意义。目前临床上对于机械通气撤机结局预测缺乏统一标准,传统的心率、呼吸、血压等指标不能反映患者机体整体状况,但不能准确预测撤机结局^[3]。呼气末二氧化碳分压(PetCO₂)能够较好地反映肺泡二氧化碳的分压情况,是反映患者自主呼吸情况和呼吸状态的重要指标^[4]。C-反应蛋白/白蛋白比值(CRP/Alb)是诊断感染和反映炎症、组织损伤情况的有效指标,当机体发生创伤和感染时,其水平显著升高,对机体创伤的严重程度有一定诊断价值^[5]。综合脱机指数(IWI)是重型监护病房判断机械通气患者脱机时机的常用指标^[6]。故本研究对96例在我院接受机械通气治疗的重型颅脑损伤患者进行研究,以探讨PetCO₂、CRP/Alb及IWI对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的预测价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2020年1月至2022年6月在安徽中医药大学附属六安医院进行机械通气的重型颅脑损伤患者96例。纳入标准:(1)所有患者均经颅脑电子计算机断层扫描(CT)、磁共振(MR)诊断为颅脑损伤,并根据格拉斯哥昏迷评分(GCS)评定(分值范围3-8分),诊断为重型颅脑损伤;(2)符合机械通气指征,实施气管切开并经切口行气管插管机械通气治疗;(3)临床资料完整;(4)患者或其家属对本研究知情同意。排除标准:(1)合并肋骨骨折、胸廓畸形、纵膈气肿、坠积性肺炎者;(2)发生多器官功能障碍者;(3)合并免疫系统疾病及凝血功能异常者;(4)原发性神经肌肉疾病者;(5)患者家属放弃治疗者;(6)对本研究中所用药物过敏者。按照撤机结局分为撤机失败组和撤机成功组,撤机失败组31例,男性20例、女性11例;年龄32~75岁,平均(52.85±5.73)岁;致伤原因:高空坠落伤8例、交通意外伤16例、器械致伤7例;机械通气时间3~10 d,平均(4.98±0.70)d。撤机成功组65例,男性39例、女性26例;年龄30~73岁,平均(51.06±6.92)岁;致伤原因:高空坠落伤18例、交通意

外伤33例、器械致伤14例;机械通气时间3~11 d,平均(4.25±0.78)d。两组性别、年龄及致伤原因比较无统计学意义($P>0.05$),基线资料具有可比性。本研究经安徽中医药大学附属六安医院医学伦理委员会审批。

1.2 方法

所有患者给予基础治疗,包括:抗感染、脱水降低颅内压、调控血压、维持水电解质及酸碱平衡和给予脑保护治疗、营养支持治疗等。患者进行机械通气治疗,应用咪达唑仑0.1 mg/kg,芬太尼4 mg/kg,丙泊酚1 mg/kg、维库溴铵0.1 mg/kg进行诱导,实施气管切开并经切口插管进行机械通气。呼吸机为西门子SERVO-S呼吸机(德国西门子公司生产),呼吸支持模式为间歇正压通气模式,潮气量6~8 mL/min,呼吸频率12~18次/min。当患者符合以下情况时可进行撤机:呼吸机支持参数降低至辅助通气模式,肌松剂和镇静剂停用时间超过24 h,患者呼吸、心率及血压平稳,肺部啰音减少,胸片显示肺部水肿明显减轻,颅脑损伤症状明显减轻。

1.3 机械通气撤机失败标准^[7]

患者撤机后48 h内因呼吸困难,不能自主呼吸需要再次进行机械通气治疗,或患者在机械通气过程中因各种原因死亡。

1.4 PetCO₂、IWI、CRP/Alb的检测方法

(1)应用日本光电BSM-3532多功能监护仪(日本光电工业株式会社)检测PetCO₂,将仪器连接呼吸机的Y行管,可以实时动态检测PetCO₂波形及数值,记录患者撤机前PetCO₂水平。撤机前记录患者潮气量、平台压、呼气末正压、血氧饱和度、呼吸频率,计算 $IWI=[\text{潮气量}/(\text{平台压}-\text{呼气末正压})]\times \text{血氧饱和度}/(\text{呼吸频率}/\text{潮气量})$ ^[8]。(2)所有患者撤机前采集空腹外周静脉血5 mL,经3500 r/min离心10 min分离血清,应用散射比浊法检测血清CRP水平,试剂盒购自北京美康基因科学股份有限公司,应用双缩脲法检测血清Alb水平,试剂盒购自永和阳光(湖南)生物科技有限公司,仪器为美国贝克曼公司AU680全自动生化分析仪,计算CRP/Alb。

1.5 临床资料的采集

收集患者年龄、性别、致伤原因、GCS、机械通气时间、撤机前心率、平均动脉压、每分通气量、急性生理功能和慢性健康状况评分系统II(APACHE II)评分。

1.6 统计学分析

应用SPSS26.0统计软件对所采集数据进行统计学分析。计数资料以百分率表示,应用 χ^2 检验;计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,应用t检验,应用多因素Logistic回归分析重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败危险因素。应用受试者工作特征(ROC)曲线

评价 PetCO₂、CRP/Alb、IWI 对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的预测价值, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

表 1 两组患者 PetCO₂、CRP/Alb、IWI 水平比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of PetCO₂, CRP/Alb and IWI levels in two groups of patients($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	PetCO ₂ (mmHg)	CRP/Alb	IWI
Weaning failure group	31	39.89± 3.03	1.36± 0.41	67.38± 11.42
Weaning success group	65	35.64± 2.78	0.79± 0.22	83.41± 12.59
t		6.803	8.874	-6.006
P		0.000	0.000	0.000

2.2 撤机失败的单因素分析

撤机失败组 APACHE II 评分显著高于撤机成功组, 机械通气时间长于撤机成功组, GCS 显著低于撤机成功组 ($P<0.05$), 两组患者年龄、性别、致伤原因、心率、平均动脉压、每分通

2.1 两组患者 PetCO₂、CRP/Alb、IWI 水平比较

96 例患者撤机失败 31 例, 撤机失败率为 32.29%, 撤机失败组 PetCO₂、CRP/Alb 显著高于撤机成功组, IWI 显著低于撤机成功组 ($P<0.05$), 见表 1。

气量比较无统计学意义 ($P>0.05$), 见表 2。

表 2 撤机失败的单因素分析

Table 2 Single-factor analysis of the weaning failure

Clinical indicators	Weaning failure group (n=31)	Weaning success group (n=65)	t/ χ^2	P
Age(years)	52.85± 5.73	51.06± 6.92	1.249	0.215
Gender[n(%)]			0.181	0.671
Male	20(64.52)	39(60.00)		
Female	11(35.48)	26(40.00)		
Cause of injury			0.206	0.732
Falling injury	8(25.81)	18(27.69)		
Traffic trauma	16(51.61)	33(50.77)		
Injuries caused by instruments	7(22.58)	14(21.54)		
GCS(scores)	5.17± 0.92	6.25± 0.94	-5.300	0.000
Heart rate(beats/min)	77.24± 7.18	74.12± 8.83	1.714	0.090
Mean arterial pressure(mmHg)	79.92± 7.22	81.81± 6.09	-1.338	0.184
Ventilation volume per minute (L/min)	7.44± 0.85	7.28± 0.89	0.835	0.406
Mechanical ventilation time(d)	4.98± 0.70	4.25± 0.78	4.427	0.000
APACHE II(scores)	31.32± 8.86	23.72± 7.01	6.948	0.000

2.3 重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的多因素 Logistic 回归分析

以重型颅脑损伤机械通气患者是否撤机失败为自变量(是 Y=1, 否 Y=0), 以表 1、2 中有统计学意义的指标为因变量, 以平均值作为分界标准, 进行赋值, PetCO₂(≥ 37.01 mmHg X1=1, <37.01 mmHg X1=0)、CRP/Alb(≥ 0.97 X2=1, <0.97 X2=0)、IWI (≤ 78.23 X3=1, >78.23 X3=0)、GCS (≤ 5.90 分 X4=1, >5.90 分 X4=0)、APACHE II 评分 (≥ 26.17 分 X5=1, <26.17 分 X5=0)、机械通气时间(≥ 4.49 d X6=1, <4.49 d X6=0)纳入多因素 Logistic 回归分析模型进行分析, 结果 PetCO₂ ≥ 37.01 mmHg、CRP/Alb ≥ 0.97 、IWI ≤ 78.23 、GCS ≤ 5.90 分、APACHE

II 评分 ≥ 26.17 分、机械通气时间 ≥ 4.49 d 是重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的危险因素 ($P<0.05$), 见表 3。

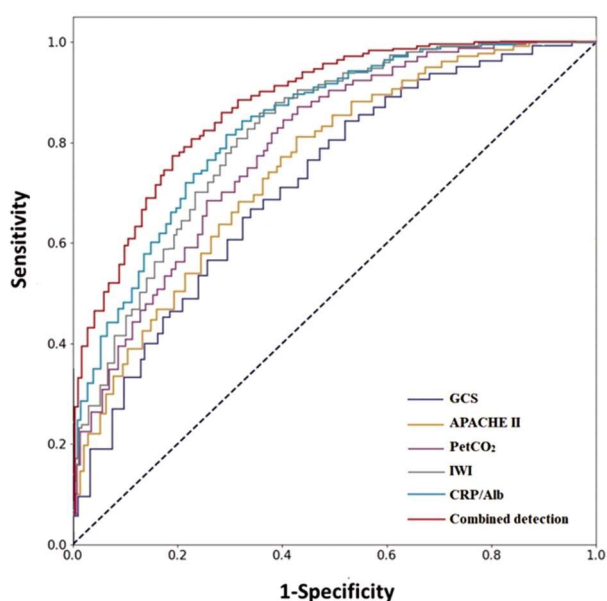
2.4 PetCO₂、CRP/Alb、IWI、GCS 及 APACHE II 对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的预测价值

以本研究中纳入的 96 例接受机械通气治疗的重型颅脑损伤患者为样本进行 ROC 曲线分析, 结果显示 PetCO₂、CRP/Alb、IWI、GCS 及 APACHE II 对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败均有较高的敏感度、特异度, PetCO₂、CRP/Alb、IWI 三项联合检测对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败预测的曲线下面积(AUC)高于 PetCO₂、CRP/Alb、IWI、GCS、APACHE II 单独检测见图 1, 表 4。

表 3 重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的多因素 Logistic 回归分析

Table 3 Multivariate Logistic regression analysis of the weaning failure in patients with severe craniocerebral injury undergoing mechanical ventilation

Influencing factors	β	SE	Wald χ^2	P	OR(95%CI)
PetCO ₂ ≥ 37.01 mmHg	0.861	0.342	6.345	0.000	1.967 (1.652~2.253)
CRP/Alb ≥ 0.97	0.914	0.331	7.623	0.000	2.221(1.908~2.652)
IWI ≤ 78.23	1.015	0.402	6.381	0.000	2.182(1.833~2.536)
GCS ≤ 5.90 scores	0.759	0.311	5.961	0.000	1.680(1.386~1.978)
APACHE II score ≥ 26.17 scores	0.214	0.112	3.653	0.005	1.826(1.363~2.442)
Mechanical ventilation time ≥ 4.49 d	0.418	0.231	3.282	0.011	1.541(1.273~1.811)

图 1 PetCO₂、CRP/Alb、IWI、GCS 及 APACHE II 评分对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的预测价值的 ROC 曲线Fig.1 ROC curve of the predictive value of PetCO₂, CRP/Alb, IWI, GCS and APACHE II of weaning failure in patients with severe craniocerebral injury undergoing mechanical ventilation表 4 PetCO₂、CRP/Alb、IWI、GCS 及 APACHE II 评分对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的预测价值比较Table 4 Comparison of the predictive value of PetCO₂, CRP/Alb, IWI, GCS, APACHE II score of weaning failure in patients with severe craniocerebral injury undergoing mechanical ventilation

Indicators	Best truncation value	Sensitivity(%)	Specificity(%)	Youden index	AUC(95%CI)
PetCO ₂ (mmHg)	36.92	74.11	72.32	0.464	0.662(0.628~0.705)
CRP/Alb	0.97	78.98	75.43	0.544	0.753(0.712~0.798)
IWI	77.45	73.36	79.22	0.526	0.748(0.703~0.792)
GCS(score)	5.88	61.73	62.82	0.246	0.712(0.672~0.741)
APACHE II(score)	25.94	67.87	69.54	0.374	0.761(0.722~0.815)
PetCO ₂ , CRP/Alb, IWI combined detection	-	83.12	85.11	0.682	0.821(0.772~0.876)

功能降低,肺脏血流灌注不足,导致肺换气功能障碍,PetCO₂ 水平升高^[17]。CRP 是一种由肝脏产生的急性时相反应蛋白,在感染、组织损伤及炎症反应期间血清 CRP 水平会急剧升高^[18]。Alb 也是由肝脏产生,约占血浆总蛋白的 40%~60%,是血浆中

3 讨论

重型颅脑损伤是颅脑损伤的严重类型,患者常出现意识障碍、呼吸困难等症状,并合并自主呼吸功能障碍,常需要进行机械通气治疗^[9]。机械通气虽然能够改善患者肺通气功能,缓解呼吸肌疲劳,但随着机械通气治疗时间的延长可能会增加感染等并发症,因此应在患者恢复自主呼吸后尽早撤机^[10,11]。然而,部分患者撤机后会再次出现呼吸困难、不能自主呼吸,甚至死亡的情况,导致治疗失败。因此,治疗早期对患者撤机失败进行预测,对于指导临床治疗具有重要意义。

本研究选择我院进行机械通气的重型颅脑损伤患者 96 例作为研究对象,其中撤机失败患者 31 例,占 32.29%,低于相关报道^[12],可能由样本差异所致。研究发现,撤机失败组 PetCO₂、CRP/Alb 显著高于撤机成功组,IWI 显著低于撤机成功组。PetCO₂ 是反映呼吸末肺泡内二氧化碳分压的指标^[13]。研究表明,当气道发生通气不畅或气管阻塞时 PetCO₂ 水平可升高^[14]。另外,当各种原因导致肺泡通气不足,CO₂ 增多时也可引起 PetCO₂ 水平升高^[15]。重型颅脑损伤撤机失败的患者可能因自主呼吸功能尚未完全恢复,引起肺泡通气不足,循环血液输入肺泡的 CO₂ 增多,PetCO₂ 水平升高^[16];也可能因患者因心脏射血

含量最多的蛋白^[9]。研究表明,当组织处于炎症反应过程中,毛细血管通透性增加,导致血液中 Alb 渗出,血液中 Alb 水平降低^[20]。有研究报道,CRP/Alb 对重型颅脑损伤合并早期呼吸机相关性肺炎有一定的预测价值,在重型颅脑损伤合并早期呼吸

机相关性肺炎患者中 CRP/Alb 水平升高^[21]。本研究中撤机失败组 CRP/Alb 显著高于撤机成功组,其原因可能是撤机失败组患者经过机械通气治疗后,仍存在颅脑和(或)肺部的炎症反应,CRP/Alb 被用于评价患者炎症反应及创伤情况,受到患者炎症反应和创伤的影响,CRP/Alb 水平显著升高,与黄琪惠等报道相符^[21]。IWI 是综合考虑人体呼吸频率、潮气量、血氧饱和度等情况,能进一步体现患者自主呼吸功能^[22],本研究中撤机失败组 IWI 显著低于撤机成功组,分析其原因,撤机失败组潮气量、呼气末正压及血氧保护度均尚未恢复,患者自主呼吸功能尚未完全恢复,从而导致 IWI 水平较低。

本研究结果还显示, $\text{PetCO}_2 \geq 37.01 \text{ mmHg}$ 、 $\text{CRP/Alb} \geq 0.97$ 、 $\text{IWI} \leq 78.23$ 、 $\text{GCS} \leq 5.90$ 分、APACHE II 评分 ≥ 26.17 分、机械通气时间 $\geq 4.49 \text{ d}$ 是重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败危险因素。GCS 是评价患者昏迷程度的指标,评分越低表明提示患者昏迷程度越高^[23],对于 $\text{GCS} \leq 5.90$ 分的患者颅脑损伤往往更加严重,治疗难度也越大,撤机失败风险增高。APACHE II 是临床上常用的评分系统,可以对疾病严重程度进行评价,当 APACHE II 评分较高时,患者疾病更加严重^[24,25]。机械通气时间越长,肺部顺应性下降,肺部感染率升高,进而加重患者病情^[26]。

PetCO_2 、CRP/Alb、IWI、GCS、APACHE II 评分对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败均有较高的敏感度、特异度。而 PetCO_2 、CRP/Alb、IWI 三项联合对重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败预测价值最高,其敏感度和特异度均超过 80%,更具有应用价值。

综上所述, PetCO_2 、CRP/Alb 升高及 IWI 降低是重型颅脑损伤机械通气患者撤机失败的危险因素,而综合 PetCO_2 、CRP/Alb、IWI 可对患者撤机失败进行预测,并辅助指导临床治疗,有助于提高治疗效果。

参考文献(References)

- [1] 车鹏,张在龙,张柯. 住院期间 TCD 监测下强化管理方案对重型颅脑损伤术后患者远期疗效的影响研究 [J]. 中华神经医学杂志, 2021, 20(5): 511-515.
- [2] 康琦,张细学,郭东风,等. P(Aa) O_2 、CVP 联合 IWI 对重症颅脑损伤机械通气患者撤机的指导意义 [J]. 临床急诊杂志, 2020, 21(2): 106-110.
- [3] Huo Y, Zhang K, Li B, et al. Predictive efficacy of weaning index on mechanical ventilation evacuation [J]. Ann Palliat Med, 2021, 10(1): 646-656.
- [4] Cao FT, Cui Y, Mao J, et al. Application of Non-invasive Positive Pressure Ventilation Combined with PetCO_2 Monitoring for Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease Combined with Severe Respiratory Failure [J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2019, 29(6): 545-548.
- [5] 刘欣,曹雯雯,白冰. $\text{TNF-}\alpha$ 、NLRP3、CRP/ALB 与老年碳青霉烯类耐药肺炎克雷伯菌感染病情程度的关系及对预后的影响[J]. 实用医学杂志, 2021, 37(24): 3174-3178.
- [6] Huo Y, Guo S, Zhang K, et al. A clinical study on the ability of the integrative weaning index to predict weaning from mechanical ventilation[J]. Ann Palliat Med, 2020, 9(5): 3162-3169.
- [7] 屠欣. 撤机参数在机械通气患者呼吸机撤离中的应用价值[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2004, 27(12): 829-832.
- [8] Ray A. Integrative Weaning Index: A Few Observations [J]. Indian J Crit Care Med, 2017 21(11): 805-806.
- [9] 汤睿,周敏. 机械通气对急性颅脑损伤患者肺保护作用的研究进展[J]. 中华危重病急救医学, 2020, 32(12): 1533-1536.
- [10] Dong Z, Liu Y, Gai Y, et al. Early rehabilitation relieves diaphragm dysfunction induced by prolonged mechanical ventilation: a randomised control study[J]. BMC Pulm Med, 2021, 21(1): 106.
- [11] 王莹,吴颖,张雯予,等. 机械通气时间对重症颅脑损伤患者继发肺部感染病原菌分布及耐药性的影响[J]. 实用心脑血管病杂志, 2020, 28(11): 124-129.
- [12] 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症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.
- [13] Wang J, Zhang J, Liu Y, et al. Relationship between end-tidal carbon dioxide and arterial carbon dioxide in critically ill patients on mechanical ventilation: A cross-sectional study [J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100(33): e26973.
- [14] 刘杰,陈荣昌,钟南山. 呼出气二氧化碳和体表氧饱和度监测在慢性阻塞性肺疾病呼吸衰竭患者中的应用 [J]. 南方医科大学学报, 2010, 30(7): 1565-1568.
- [15] 江婷,郑则广,陈荣昌. 延长呼气法呼气末 CO_2 监测在慢性阻塞性肺病患者中的应用[J]. 实用医学杂志, 2013, 29(16): 2631-2633.
- [16] de Freitas Vianna JR, Pires Di Lorenzo VA, Lourenço da S Simões MM, et al. Effects of Zero PEEP and $< 1.0 \text{ FIO}_2$ on SpO_2 and PETCO_2 During Open Endotracheal Suctioning[J]. Respir Care, 2020, 65(12): 1805-1814.
- [17] 张新平,徐庆余,卢鹏,等. 持续呼气末二氧化碳分压监测在颅脑损伤患者程序化脱机中的体会 [J]. 中国医药指南, 2016, 14(34): 2,4.
- [18] Sproston NR, Ashworth JJ. Role of C-Reactive Protein at Sites of Inflammation and Infection[J]. Front Immunol, 2018, 9(4): 754.
- [19] Sleep D. Albumin and its application in drug delivery[J]. Expert Opin Drug Deliv, 2015, 12(5): 793-812.
- [20] Wu JR, Lin M, Lin F, et al. Human serum albumin variants in China: a molecular epidemiological investigation and literature review [J]. J Int Med Res, 2021, 49(12): 3000605211064225.
- [21] 黄琪惠,张琳. 中性粒细胞/淋巴细胞比值、C-反应蛋白/白蛋白及低钙在重症颅脑损伤并早期呼吸机相关性肺炎的价值分析[J]. 实用医学杂志, 2021, 37(7): 903-908.
- [22] 郭子业,王素敏. 综合脱机指数与用力呼吸指数预测慢性阻塞性肺疾病急性加重机械通气患者脱机结局的价值 [J]. 广西医学, 2019, 41(4): 502-504.
- [23] Balakrishnan B, VanDongen-Trimmer H, Kim I, et al. GCS-Pupil Score Has a Stronger Association with Mortality and Poor Functional Outcome than GCS Alone in Pediatric Severe Traumatic Brain Injury [J]. Pediatr Neurosurg, 2021, 56(5): 432-439.
- [24] Hansted AK, Møller MH, Møller AM, et al. APACHE II score validation in emergency abdominal surgery. A post hoc analysis of the InCare trial[J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2020, 64(2): 180-187.
- [25] 尹彦芬,容维娜,张霞,等. 脓毒症患者血清氧化应激因子、炎症因子水平与 APACHE II 评分及预后的关系研究[J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(3): 524-528.
- [26] 郑川燕,李霞,马静,等. 重型颅脑损伤患者术后发生呼吸机相关性肺炎的影响因素分析[J]. 中国实用护理杂志, 2017, 33(3): 183-187.