

# 静息能量监测在机械通气患者 营养支持治疗中的应用价值

石俊<sup>1,2</sup> 席力罡<sup>1</sup> 迟天航<sup>1</sup> 宋吉官<sup>1</sup> 王梓芳<sup>1</sup>

<sup>1</sup>大连市友谊医院ICU, 辽宁大连 116000; <sup>2</sup>大连市友谊医院肠外肠内营养中心, 辽宁大连 116000

通信作者: 石俊, Email: shijun00800@sina.com

**【摘要】 目的** 探讨静息能量消耗(REE)监测在接受机械通气的重症患者营养支持治疗中的应用价值。**方法** 采用前瞻性随机对照研究方法,选择2016年9月至2018年10月大连市友谊医院重症加强治疗病房(ICU)收治的接受机械通气治疗的重症患者60例〔急性生理学与慢性健康状况评分II(APACHE II) > 15分〕。将入选患者按随机数字表法分为Harris-Benedict公式(HB公式)组和间接能量测定(代谢车)组,每组30例。HB公式组采用传统HB公式计算营养支持治疗提供的能量及配比;代谢车组采用代谢车定期测定营养支持治疗提供的能量及配比。分别于营养支持治疗3、5、7、9、11 d测定血白蛋白(ALB)、总蛋白(TP)、淋巴细胞比例、血糖、血气分析指标及REE值。**结果** 营养支持治疗3 d,代谢车监测REE值明显高于HB公式计算值(kJ/d: 7 850.4±947.3比6 915.3±875.7,  $P < 0.05$ );随营养支持治疗时间延长,代谢车组REE值逐渐下降,7 d后患者病情稳定好转,REE值逐渐趋于平稳,11 d时REE值明显低于HB公式组(kJ/d: 5 046.3±493.3比6 915.3±875.7,  $P < 0.05$ )。两组患者营养支持治疗前血气分析及血浆蛋白等监测指标比较差异均无统计学意义。营养支持治疗5 d,两组重症患者呼吸功能有所改善,淋巴细胞比例及血浆蛋白指标下降趋势缓解;11 d两组重症患者呼吸功能进一步好转,呼吸机模式调整为持续气道正压(CPAP)模式,淋巴细胞比例及血浆蛋白指标改善,皮肤颜色及弹性好转,创口肉芽新鲜并愈合良好,血浆蛋白值有升高趋势,且代谢车组ALB水平明显高于HB公式组(g/L: 31.8±2.5比26.7±2.3,  $P < 0.05$ )。代谢车组各监测指标中,REE值于3 d达峰值(kJ/d: 7 850.4±947.3),之后逐渐下降,并在11 d后趋于稳定(kJ/d: 5 046.3±493.3),其能量消耗配比也发生明显改变,由早期3 d内碳水化合物:脂肪约77%:21%、有蛋白消耗状态,逐渐过渡到后期11 d碳水化合物:脂肪约56%:44%、无蛋白消耗状态,说明能量消耗配比趋于合理。**结论** 应用代谢车动态监测REE的变化可精确反映机械通气重症患者的能量代谢规律,并为营养支持治疗提供实施依据。

**【关键词】** 静息能量消耗; 代谢车; Harris-Benedict公式法; 机械通气; 营养支持疗法

**基金项目:** 国家自然科学基金(30560152); 辽宁省大连市快速提升医疗软实力引进高级医学人才项目(2015-10-30)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.01.019

## Application value of resting energy monitoring in nutritional support therapy for mechanical ventilation patients

Shi Jun<sup>1,2</sup>, Xi Ligang<sup>1</sup>, Chi Tianhang<sup>1</sup>, Song Jiguan<sup>1</sup>, Wang Zifang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Intensive Care Unit, Dalian Friendship Hospital, Dalian 116000, Liaoning, China; <sup>2</sup>Parenteral & Enteral Nutrition Center, Dalian Friendship Hospital, Dalian 116000, Liaoning, China

Corresponding author: Shi Jun, Email: shijun00800@sina.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the value of resting energy expenditure (REE) monitoring in nutritional support therapy of critical patients on mechanical ventilation. **Methods** A prospective randomized controlled trial was conducted. Sixty critical patients [acute physiology and chronic health evaluation II score (APACHE II) > 15] on ventilation admitted to intensive care unit (ICU) of Dalian Friendship Hospital from September 2016 to October 2018 were enrolled. The enrolled patients were randomly divided into Harris-Benedict formula (HB formula) group and indirect energy measurement (metabolic vehicle) group with 30 patients in each group. The HB formula group was used traditional HB formula to determine the energy supply and ratio of nutritional support therapy, and the metabolic vehicle group was regularly measured the energy supply and proportion of nutritional support therapy. Serum albumin (ALB), total protein (TP), lymphocyte ratio, blood glucose, blood gas analysis parameters and REE value were determined at 3, 5, 7, 9, and 11 days of nutritional support therapy. **Results** The value of REE at 3 days of nutritional support therapy in metabolic vehicle group was significantly higher than that in HB formula group (kJ/d: 7 850.4±947.3 vs. 6 915.3±875.7,  $P < 0.05$ ). With the time of nutritional support treatment prolonged, the REE value of metabolic vehicle group was decreased gradually, and after 7 days, the patient's condition was stable and improved, and the REE value tended to be stable gradually, it was significantly lower than that of HB formula group at 11 days (kJ/d: 5 046.3±493.3 vs. 6 915.3±875.7,  $P < 0.05$ ). There was no significant difference in blood gas analysis or plasma protein before nutritional support therapy

between the two groups. After 5 days of nutritional support therapy, the respiratory function of critical patients in both groups was improved, and the lymphocyte ratio and plasma protein parameters were alleviated. After 11 days of nutrition support therapy, the respiratory function of critical patients in both groups was further improved, the ventilator model was adjusted to continuous positive airway pressure (CPAP) mode, the lymphocyte ratio and plasma protein parameters were improved, and the skin color and elasticity were improved, the granulation of the wound was fresh and healed well, and the plasma protein level was increased obviously, ALB level in metabolic vehicle group was significantly higher than that in HB formula group ( $g/L$ :  $31.8 \pm 2.5$  vs.  $26.7 \pm 2.3$ ,  $P < 0.05$ ). In the metabolic vehicle group, REE value was decreased from the maximum level on the 3rd day ( $kJ/d$ :  $7\ 850.4 \pm 947.3$ ) to a stable level after 11 days ( $kJ/d$ :  $5\ 046.3 \pm 493.3$ ), and its energy ratio changed significantly, from carbohydrate : fat of 77% : 21% with protein consumption gradually transition in the early (3 days) to carbohydrates : fat of 56% : 44% without protein consumption in the later stage (11 days), which showed the tendency of energy consumption was reasonable. **Conclusion** The energy metabolism rule of critical patients on ventilation could be determined by using the accurate metabolic vehicle and dynamic monitoring of REE value, which could be used for the implementation of nutritional support therapy.

**【Key words】** Rest energy expenditure; Metabolic vehicle; Harris-Benedict formula method; Mechanical ventilation; Nutrition support therapy

**Fund program:** National Natural Science Foundation of China (30560152); Dalian Municipal Medical Soft Power Promotion Project to Introduce Senior Medical Talents of Liaoning Province (2015-10-30)

DOI: 10.3760/ema.j.issn.2095-4352.2019.01.019

营养支持疗法是重症加强治疗病房(ICU)患者重要的治疗手段之一,应用得当可以提高机体免疫功能,减少并发症;否则可加重营养不良,引发代谢紊乱,导致预后不良<sup>[1-2]</sup>。针对每位重症患者提供个性化的营养支持疗法,并在治疗中进行监测、评估等,是重症监护中包含的项目。特别是人为干预的机械通气、镇静剂等的使用可影响机体的气体交换、能量消耗及代谢进程。营养支持疗法的制定主要依据对患者能量代谢的客观监测和综合评估,以及对目标能量的精准对接、实施。美国肠外肠内营养学会及欧洲临床营养和代谢学会在2009年指南中推荐危重病患者营养目标值的确定应用静息能量消耗(REE)作为定量测量值,以各种预测公式计算值作为目标能量代谢值<sup>[3-4]</sup>。早期应用的REE预测公式为Harris-Benedict公式(简称HB公式),并乘以应激系数,而目前临床应用的REE监测方法是间接能量测定法(代谢车)。本研究在机械通气患者实施营养支持治疗过程中,应用代谢车定量监测REE值,并与HB公式的计算值进行对比,确定营养支持疗法与机体能量代谢的对接目标,以指导临床医疗制定个性化、动态平衡的营养与代谢目标值。

## 1 资料和方法

**1.1 病例选择:**采用前瞻性随机对照研究方法,选择2016年9月至2018年10月本院ICU收治的接受机械通气治疗的重症患者,急性生理学与慢性健康状况评分II(APACHE II)  $> 15$ 分<sup>[5]</sup>。排除标准:年龄  $< 60$ 岁或  $> 90$ 岁;ICU住院时间  $< 1$ 周。

**1.2 伦理学审查:**本研究符合医学伦理学标准,并通过本院伦理委员会审批(审批号:2016051203),

患者或家属均签署知情同意书。

**1.3 患者分组:**将入选患者按随机数字表法分为HB公式组和代谢车组。HB公式组采用传统HB公式计算营养支持治疗提供的能量及配比<sup>[6]</sup>。代谢车组采用代谢车(美国Medgraphics公司)定期测定营养支持治疗提供的能量及配比。

**1.4 营养支持疗法:**采用肠外肠内联合营养支持方式,肠外营养为总量1/3,肠内营养为总量2/3,观察并统计重症患者营养支持治疗过程中的总量、成分、品种等,监测能量代谢总量,按照REE值确定营养支持治疗的总量。

**1.5 检测指标及方法:**分别于营养支持治疗3、5、7、9、11 d测定血白蛋白(ALB)、总蛋白(TP)、淋巴细胞比例、血糖、血气分析指标水平以及机体的氧消耗量( $VO_2$ )、二氧化碳产生量( $VCO_2$ )和尿氮排出量(UN),通过Weir公式计算REE值[ $REE = (3.941 \times VO_2 + 1.106 \times VCO_2) \times 1.44 - 2.17 \times UN$ ]。

**1.6 统计学方法:**采用SPSS 19.0软件对数据进行统计学分析。正态分布计量资料以均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,多组间比较采用方差分析,两组间比较采用 $t$ 检验;计数资料采用 $\chi^2$ 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

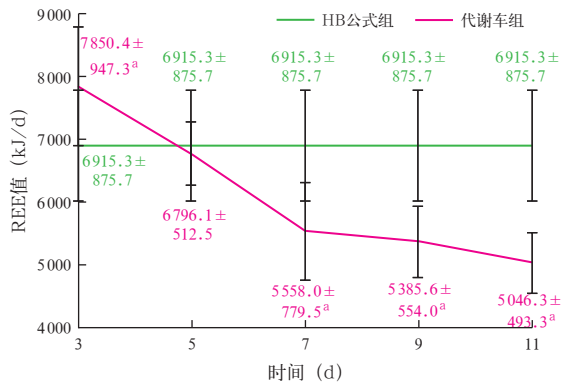
**2.1 一般资料(表1):**共纳入60例机械通气重症患者,其中男性44例,女性16例;年龄60~90岁,平均( $80.3 \pm 10.4$ )岁。HB公式组30例,代谢车组30例,两组患者性别、年龄、疾病严重程度及原发病等比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$ ),说明两组资料均衡,具有可比性。

**表1 Harris-Benedict 公式 (HB 公式) 计算法与间接能量测定法 (代谢车) 两组接受机械通气的重症患者一般资料比较**

| 组别           | 例数 | 性别 (例) |       | 年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ ) | APACHE II (分, $\bar{x} \pm s$ ) | 原发病 (例) |        |
|--------------|----|--------|-------|--------------------------|---------------------------------|---------|--------|
|              |    | 男性     | 女性    |                          |                                 | COPD    | 心脑血管疾病 |
| HB 公式组       | 30 | 24     | 6     | 79.7 ± 11.2              | 20.2 ± 1.5                      | 10      | 20     |
| 代谢车组         | 30 | 20     | 10    | 80.9 ± 10.5              | 21.6 ± 3.2                      | 12      | 18     |
| $\chi^2/t$ 值 |    | 1.026  | 1.559 | 1.342                    | 0.527                           | 0.823   |        |
| <i>P</i> 值   |    | 0.237  | 0.064 | 0.158                    | 0.192                           | 0.185   |        |

注: APACHE II 为急性生理学学与慢性健康状况评分 II, COPD 为慢性阻塞性肺疾病

**2.2 营养支持治疗能量代谢比较 (图 1):** 营养支持治疗 3 d, 代谢车监测 REE 值明显高于 HB 公式计算值 ( $P < 0.05$ ), 随营养支持治疗时间延长, 代谢车组 REE 值逐渐下降, 7 d 起患者疾病稳定好转, REE 值逐渐趋于平稳, 且均明显低于 HB 公式组, 差异均有统计学意义 (均  $P < 0.05$ )。



注: REE 为静息能量消耗; 与 HB 公式组比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$

**图1 Harris-Benedict 公式 (HB 公式) 计算法与间接能量测定法 (代谢车) 两组接受机械通气的重症患者营养支持治疗不同时间点 REE 值的变化比较**

**2.3 血气分析、血浆蛋白指标的变化比较 (表 2):** 两组营养支持治疗前血气分析及血浆蛋白等监测指标比较差异无统计学意义 (均  $P > 0.05$ )。营养支持治疗 5 d, 两组重症患者呼吸功能有所改善, 淋巴细胞比例及血浆蛋白指标下降趋势缓解; 11 d 两组重症患者呼吸功能进一步好转, 呼吸机模式调整为持续气道正压 (CPAP) 模式, 淋巴细胞比例及血浆蛋白指标改善, 皮肤颜色及弹性好转, 创口肉芽新鲜并愈合良好, 血浆蛋白值有升高趋势, 且代谢车组 ALB 水平明显高于 HB 公式组 ( $P < 0.05$ ); 之后 2 周各项指标有小幅波动, 但与 11 d 差异均无统计学意义。

**2.4 代谢车监测指标变化 (表 3):** 代谢车组各监测指标中, REE 值于治疗 3 d 达峰值, 之后逐渐下降, 并在 11 d 后趋于稳定, 其能量消耗配比也发生明显改变, 由早期 3 d 内碳水化合物: 脂肪约 77% : 21%、有蛋白消耗状态, 逐渐过渡到后期 11 d 碳水化合物: 脂肪约 56% : 44%、无蛋白消耗状态, 说明能量消耗配比趋于合理; 之后连续 2 周代谢车监测各项指标有小幅波动, 与 11 d 比较差异无统计学意义。

**3 讨论**

重症患者营养支持治疗时间越早, 越有利于提高机体的抵抗力, 从而改善预后。对于因为各种原因引起呼吸衰竭而行机械通气的重症患者, 代谢评估与营养支持疗法的合理性十分必要。针对全周期和每个疗程精准、动态评估代谢改变, 欧洲及美国肠外肠内营养协会推荐了多种形式的能量评估和营养供应的方法, 目前采用代谢车实时测定患者的 REE 值, 精准监测能量消耗, 是一种较为客观的

**表2 Harris-Benedict 公式 (HB 公式) 计算法与间接能量测定法 (代谢车) 两组接受机械通气的重症患者营养支持治疗前后不同时间点血气分析及血浆蛋白等监测指标的变化比较 ( $\bar{x} \pm s$ )**

| 组别     | 时间      | 例数 (例) | PaO <sub>2</sub> (mmHg) | PaCO <sub>2</sub> (mmHg) | pH 值        | 淋巴细胞比例      | TP (g/L)    | ALB (g/L)               | 血糖 (mg/L)   |
|--------|---------|--------|-------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------|
| HB 公式组 | 治疗前     | 30     | 59.8 ± 6.1              | 49.6 ± 10.6              | 7.20 ± 0.09 | 0.33 ± 0.04 | 60.1 ± 10.8 | 22.6 ± 3.1              | 8.33 ± 0.56 |
|        | 治疗 5 d  | 30     | 59.3 ± 7.6              | 42.6 ± 6.1               | 7.30 ± 0.08 | 0.34 ± 0.01 | 60.4 ± 10.5 | 23.3 ± 2.0              | 8.35 ± 0.25 |
|        | 治疗 11 d | 30     | 102.4 ± 5.2             | 43.1 ± 3.1               | 7.30 ± 0.55 | 0.32 ± 0.25 | 57.5 ± 5.2  | 26.7 ± 2.3              | 7.42 ± 0.03 |
| 代谢车组   | 治疗前     | 30     | 58.6 ± 7.3              | 50.1 ± 12.8              | 7.40 ± 0.08 | 0.31 ± 0.13 | 59.4 ± 11.7 | 22.1 ± 3.3              | 8.31 ± 0.61 |
|        | 治疗 5 d  | 30     | 63.1 ± 6.1              | 42.1 ± 1.6               | 7.40 ± 0.03 | 0.38 ± 0.06 | 61.6 ± 10.4 | 24.5 ± 2.6              | 8.27 ± 0.07 |
|        | 治疗 11 d | 30     | 125.3 ± 1.2             | 41.3 ± 3.3               | 7.20 ± 0.26 | 0.33 ± 0.25 | 59.8 ± 6.1  | 31.8 ± 2.5 <sup>a</sup> | 7.15 ± 0.05 |

注: PaO<sub>2</sub> 为动脉血氧分压, PaCO<sub>2</sub> 为动脉血二氧化碳分压, TP 为总蛋白, ALB 为白蛋白; 1 mmHg = 0.133 kPa; 与 HB 公式组比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$

**表3 间接能量测定法 (代谢车) 监测接受机械通气的重症患者营养支持治疗不同时间点能量代谢指标的变化 ( $\bar{x} \pm s$ )**

| 时间      | 例数 (例) | REE 值 (kJ/d)    | VCO <sub>2</sub> (mL/min) | VO <sub>2</sub> (mL/min) | 能量消耗配比 (%)  |             |            |
|---------|--------|-----------------|---------------------------|--------------------------|-------------|-------------|------------|
|         |        |                 |                           |                          | 碳水化合物       | 脂肪          | 蛋白         |
| 治疗 3 d  | 30     | 7 850.4 ± 947.3 | 224.2 ± 12.3              | 235.5 ± 11.6             | 73.1 ± 13.5 | 22.6 ± 10.6 | -1.0 ± 0.3 |
| 治疗 5 d  | 30     | 6 796.1 ± 512.5 | 124.1 ± 15.6              | 203.8 ± 12.1             | 68.2 ± 12.1 | 30.5 ± 12.5 | -1.0 ± 0.2 |
| 治疗 11 d | 30     | 5 046.3 ± 493.3 | 163.7 ± 12.1              | 233.1 ± 11.1             | 48.3 ± 11.1 | 50.8 ± 10.5 | 0          |

注: REE 为静息能量消耗, VCO<sub>2</sub> 为二氧化碳产生量, VO<sub>2</sub> 为氧消耗量

定量监测方法,被认为是“金标准”<sup>[7-8]</sup>。通过测定 REE 值制作代谢趋势图,可有针对性地提供符合患者个体化的实时、定量的能量需求。

研究表明,在营养支持过程中,能量代谢达标率只有 50%,特别是在接受机械通气的重症患者中,供给达到目标量十分困难,加之镇静镇痛药物的应用,影响了营养物质的吸收利用<sup>[9]</sup>。公式法很难动态反映重症患者 REE 值的变化趋势,不能排除疾病反应的差异性、伴随疾病状态、并发症发生、治疗等影响因素。因此,根据公式法计算结果给予能量的营养配方容易导致重症患者营养过度或营养不良<sup>[10]</sup>。合理的营养支持可改善重症患者的生存情况,降低 ICU 住院时间和病死率。营养过度可造成 VCO<sub>2</sub> 增加,加重患者的脂肪肝变性、高血糖及影响呼吸功能指标等<sup>[11]</sup>;而营养补充不足则会导致抵抗力下降、肌肉萎缩肌力下降、营养不良等的发生。本研究显示,早期代谢车监测的重症患者 REE 值明显高于 HB 公式计算值,在 5 d 左右才下降至 HB 公式 REE 值水平,之后明显下降,并在 11 d 左右缓解呈低代谢持续状态。代谢车动态监测 REE 值可明确机械通气重症患者的能量代谢规律,使营养支持疗法的实施有大数据的动态监测指标作为依据。本研究中重症患者肠外肠内营养治疗添加了免疫营养制剂  $\omega$ -3 多不饱和脂肪酸( $\omega$ -3 PUFA)<sup>[12]</sup>,持续匀速给予,营养途径或营养成分不会因营养代谢的热动力效应而对能量消耗产生影响,从而保证 REE 值的稳定性、准确性和代表性,REE 值可反映全天能量消耗水平。本研究依据代谢车监测的 REE 值实施营养支持治疗 5 d 时,患者呼吸功能指标即明显改善,淋巴细胞比例、血浆蛋白及血糖等指标改善;11 d 呼吸功能进一步好转,并进入试脱机过程,淋巴细胞比例及血浆蛋白有所回升,其中 ALB 升高明显,血糖指标稳定并无波动。

本研究中代谢车早期 3 d 内监测的 REE 值升高,主要是碳水化合物配比增加至约 77%,而脂肪配比降至约 21%,并表现为负蛋白配比,说明机体在早期各种疾病严重状态下产生应激引起的代谢增高,伴随着外周末梢胰岛素抵抗的病理生理状态;而在 11 d,碳水化合物、脂肪配比趋于合理,分别约为 56%、44%,且无蛋白消耗。在随后 2 周连续监测的各项指标均有小幅波动,但与 11 d 比较差异无统计学意义。在 3 d 血糖监测中,因血糖值持续升高,部分患者早期应用了胰岛素泵治疗从而失去了统计学价值。在代谢车监测中,有 16 例次重症患者(肿瘤晚

期、心血管、糖尿病肾病、老年病)的碳水化合物、脂肪、蛋白的配比紊乱(碳水化合物配比超过 100%、脂肪配比呈负值、蛋白配比正负无序),结合疾病及临床症状体征综合确诊为疾病恶液质。其中 1 例心血管疾病重症患者代谢车监测 REE 值中碳水化合物配比持续高值,而肿瘤标志物检查显示,神经元特异性烯醇化酶(NSE)异常升高,后因家属拒绝未进行正电子发射断层和 X 线计算机断层(PET-CT)检查而不能明确肿瘤部位及诊断。

综上,重症患者能量代谢由多种综合因素共同参与,涉及机体多系统联动,在营养支持治疗的同时,根据能量代谢监测系统实时、定量、精准的临床指导对接,有利于改善患者营养状况,调节能量代谢紊乱,进一步减少并发症发生,改善危重病患者预后。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] Alberda C, Gramlich L, Jones N, et al. The relationship between nutritional intake and clinical outcomes in critically ill patients: results of an international multicenter observational study [J]. *Intensive Care Med*, 2009, 35 (10): 1728-1737. DOI: 10.1007/s00134-009-1567-4.
- [2] Bistrrian BR. Comment on *Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient* [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2010, 34 (3): 348-349; author reply 350-352. DOI: 10.1177/0148607110361902.
- [3] McClave SA, Martindale RG, Vanek VW, et al. Asseslines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.) [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2009, 33 (3): 277-316. DOI: 10.1177/0148607109335234.
- [4] Singer P, Pichard C, Heidegger CP, et al. Considering energy deficit in the intensive care unit [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2010, 13 (2): 170-176. DOI: 10.1097/MCO.0b013e3283357535.
- [5] Alves VG, da Rocha EE, Gonzalez MC, et al. Asseslines of resting energy expenditure of obese patients: comparison of indirect calorimetry with formulae [J]. *Clin Nutr*, 2009, 28 (3): 299-304. DOI: 10.1016/j.clnu.2009.03.011.
- [6] Frankenfield DC, Ashcraft CM, Galvan DA. Longitudinal prediction of metabolic rate in critically ill patients [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2012, 36 (6): 700-712. DOI: 10.1177/0148607112446702.
- [7] Headley JM. Indirect calorimetry: a trend toward continuous metabolic assessment [J]. *AACN Clin Issues*, 2003, 14 (2): 155-167; quiz 266.
- [8] Briassoulis G, Briassoulis P, Michaeloudi E, et al. The effects of endotracheal suctioning on the accuracy of oxygen consumption and carbon dioxide production measurements and pulmonary mechanics calculated by a compact metabolic monitor [J]. *Anesth Analg*, 2009, 109 (3): 873-879. DOI: 10.1213/ane.0b013e3181b018ee.
- [9] Nguyen NQ, Fraser RJ, Chapman M, et al. Fasting and nutrient-stimulated plasma peptide-YY levels are elevated in critical illness and associated with feed intolerance: an observational, controlled study [J]. *Crit Care*, 2006, 10 (6): R175. DOI: 10.1186/cc5127.
- [10] Walker RN, Heuberger RA. Predictive equations for energy needs for the critically ill [J]. *Respir Care*, 2009, 54 (4): 509-521.
- [11] 刘朝晖, 苏磊, 廖银光, 等. 脓毒症患者营养目标摄入量对临床预后影响的前瞻性随机对照研究 [J]. *中华危重病急救医学*, 2014, 26 (3): 131-134. DOI: 10.3760/ema.j.issn.2095-4352.2014.03.002. Liu ZH, Su L, Liao YG, et al. Impact of target energy intake on outcomes in septic patients: a prospective randomized controlled trial [J]. *Chin Crit Care Med*, 2014, 26 (3): 131-134. DOI: 10.3760/ema.j.issn.2095-4352.2014.03.002.
- [12] 来毅. 瑞能营养液对重症机械通气患者营养状况和免疫功能以及预后的影响 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2018, 25 (2): 165-168. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2018.02.012. Lai Y. Effect of Ruineng nutritional fluid on nutritional status, immunological function and prognosis in severe patients with mechanical ventilation [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2018, 25 (2): 165-168. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2018.02.012.

(收稿日期: 2018-12-20)