

# 应用代谢车监测 ICU 患者 REE 变化规律并指导营养支持的前瞻性研究

赵士兵 段立彬 余刚 邹琪 吴强 汪华学 何先弟

蚌埠医学院第一附属医院重症医学科 233004

通信作者: 何先弟, Email: byfyhxd@163.com

**【摘要】目的** 探讨应用代谢车监测重症医学科(ICU)患者静息能量消耗(REE)变化规律并以其指导营养支持的价值。**方法** 采用前瞻性随机对照研究,选择2016年12月至2017年6月蚌埠医学院第一附属医院ICU收治的预计能够持续肠内和(或)肠外营养且ICU住院时间 $\geq 7$  d的58例重症患者。按随机数字表法将患者分为REE组( $n=29$ )和HBREE组( $n=29$ ),于入ICU第1~7天(D1~D7),分别应用能量代谢车和Harris-Benedict(HB)公式监测REE,分别得出REE值和HBREE值;并分别以REE值和HBREE值为指导进行营养支持。记录D1、D3、D5、D7和出科前的血红蛋白(Hb)、白蛋白(Alb)、前白蛋白(PA)、C-反应蛋白(CRP)、氧合指数(OI)等营养相关指标,观察两组血管活性药物和胰岛素使用情况、机械通气时间、ICU住院时间和28 d病死率。**结果** ①患者刚入科后,REE水平均较高,随着住院时间延长逐渐下降,D2、D3时差异均有统计学意义(kJ/d:  $7088.38 \pm 559.41$ 、 $6751.34 \pm 558.72$  比  $7553.44 \pm 645.55$ ,均  $P < 0.05$ );从D5开始,能量消耗进入相对稳定的状态,呈现出前高后低、快速下降—缓慢下降—到达稳态的变化规律,中间还有2 d的平台期。D1、D2时REE值明显高于HBREE值(kJ/d:  $7553.44 \pm 645.55$  比  $6759.21 \pm 668.14$ ,  $7088.38 \pm 559.41$  比  $6759.21 \pm 668.14$ ,均  $P < 0.01$ );D3、D4时REE值与HBREE值基本持平(kJ/d:  $6751.34 \pm 558.72$  比  $6759.21 \pm 668.14$ ,  $6568.03 \pm 760.19$  比  $6759.21 \pm 668.14$ ,均  $P > 0.05$ );随后时间,REE值均明显低于HBREE值(kJ/d:  $6089.55 \pm 560.70$  比  $6759.21 \pm 668.14$ ,  $5992.55 \pm 501.82$  比  $6759.21 \pm 668.14$ ,  $5860.84 \pm 577.59$  比  $6759.21 \pm 668.14$ ,均  $P < 0.01$ )。②启动营养支持后,Hb在营养支持前期上升较慢,REE组在前3 d、HBREE组在前7 d上升均不明显;REE组D5后明显升高,组间比较,HBREE组Hb上升更慢一些,但两组在出科前均升到接近正常水平,且REE组与HBREE组比较差异无统计学意义(g/L:  $113.75 \pm 17.28$  比  $110.86 \pm 15.35$ ,  $P > 0.05$ )。PA和OI两组均上升较快,D3时即有升高,且REE组日均升高幅度较HBREE组明显[如D3, PA(mg/L):  $110.38 \pm 27.65$  比  $96.28 \pm 18.06$ , OI(mmHg,  $1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$ ):  $259.29 \pm 49.36$  比  $231.74 \pm 28.02$ ,均  $P < 0.05$ ]。REE组Alb和CRP于D3时开始改善,但HBREE组要延迟到D5才有好转。同期比较,REE组好于HBREE组,但出科前HBREE组PA、CRP和OI较REE组差[PA(mg/L):  $252.28 \pm 56.94$  比  $295.86 \pm 57.56$ , CRP(mg/L):  $73.14 \pm 17.63$  比  $56.52 \pm 14.91$ , OI(mmHg):  $353.59 \pm 70.36$  比  $417.52 \pm 71.58$ ,均  $P < 0.01$ ]。③REE组血管活性药物使用天数较HBREE组少(d:  $2.26 \pm 0.82$  比  $2.95 \pm 1.22$ ,  $P < 0.05$ ),但两组平均均未超过3 d;HBREE组胰岛素用量多于REE组(U:  $101.97 \pm 21.05$  比  $84.59 \pm 22.21$ ,  $P < 0.01$ ),机械通气时间和ICU住院时间较REE组明显延长(h:  $113.07 \pm 25.96$  比  $93.41 \pm 27.25$ , d:  $10.41 \pm 3.11$  比  $8.45 \pm 2.44$ ,均  $P < 0.01$ );而REE组和HBREE组28 d病死率差异无统计学意义(17.24% 比 24.14%,  $P > 0.05$ )。**结论** 代谢车监测能够更为精确地掌握重症患者REE的变化趋势,以REE值为指导进行营养支持可以使相关营养指标尽快趋好,减少胰岛素用量,缩短血管活性药物使用时间、ICU住院时间和机械通气时间,但不能改善28 d病死率。

**【关键词】** 代谢车; 静息能量消耗; Harris-Benedict公式; 营养支持

**基金项目:** 安徽省高等学校自然科学研究项目(KJ2015B051by);蚌埠医学院科研项目(Byky1347)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.12.015

## Changing laws of rest energy expenditure in critically ill patients and the intervention effect for nutritional support: a prospective study

Zhao Shibing, Duan Libin, Yu Gang, Zou Qi, Wu Qiang, Wang Huaxue, He Xiandi

Department of Intensive Care Unit, the First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College, Bengbu 233004, Anhui, China

Corresponding author: He Xiandi, Email: byfyhxd@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the changing laws of rest energy expenditure (REE) in intensive care unit (ICU) patients and the intervention effect for nutritional support. **Methods** A prospective randomized control trial was conducted. Fifty-eight critically ill patients who were expected to be able to receive sustained enteral and (or) parenteral nutrition for more than 7 days admitted to ICU of the First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College from December 2016 to June 2017 were enrolled. The patients were divided into REE group ( $n = 29$ ) and HBREE group ( $n = 29$ ) according to the random number table. On the 1st to 7th day after ICU admission, the indirect calorimetry and the Harris-Benedict (HB) formula were used to obtain the REE and HBREE values, and nutritional support was given

according to REE and HBREE values respectively. The data of hemoglobin (Hb), albumin (Alb), prealbumin (PA), C-reactive protein (CRP), oxygenation index (OI) on 1st, 3rd, 5th, 7th and discharged day, and insulin dosage, vasopressor time, mechanical ventilation time, the length of ICU stay, and 28-day mortality were collected. **Results** ① At the beginning, the REE level was high, and then decreased gradually with the extension of hospitalization, and the decline was obvious on the 2nd to 3rd day (kJ/d:  $7\,088.38 \pm 559.41$ ,  $6\,751.34 \pm 558.72$  vs.  $7\,553.44 \pm 645.55$ , both  $P < 0.05$ ), and was stable from the 5th day, the changing laws showed high at first, then the low, the first rapid decline, then the slow decline, and then reached the steady, there was a 2-day plateau in the middle. During the first 2 days, the REE value was significantly higher than the HBREE value (kJ/d:  $7\,553.44 \pm 645.55$  vs.  $6\,759.21 \pm 668.14$ ,  $7\,088.38 \pm 559.41$  vs.  $6\,759.21 \pm 668.14$ , both  $P < 0.01$ ); on the 3rd, 4th day, the REE value was almost the same as the HBREE value (kJ/d:  $6\,751.34 \pm 558.72$  vs.  $6\,759.21 \pm 668.14$ ,  $6\,568.03 \pm 760.19$  vs.  $6\,759.21 \pm 668.14$ , both  $P > 0.05$ ). After that, the REE value was significantly lower than the HBREE value (kJ/d:  $6\,089.55 \pm 560.70$  vs.  $6\,759.21 \pm 668.14$ ,  $5\,992.55 \pm 501.82$  vs.  $6\,759.21 \pm 668.14$ ,  $5\,860.84 \pm 577.59$  vs.  $6\,759.21 \pm 668.14$ , all  $P < 0.01$ ). ② After the initiation of nutritional support, Hb in the REE group (the first 3 days) and HBREE group (the first 7 days) all increased slowly in the early stage. It increased obviously on the 5th day in the REE group. Compared with the REE group, Hb increased more slowly in the HBREE group, however, there was no difference between the two groups at the time of discharge (g/L:  $113.75 \pm 17.28$  vs.  $110.86 \pm 15.35$ ,  $P > 0.05$ ). PA and OI all enhanced significantly on the 3rd day since the nutritional support was initiated, but the daily increase of the REE group was significantly higher than that of the HBREE group [3rd day, PA (mg/L):  $110.38 \pm 27.65$  vs.  $96.28 \pm 18.06$ , OI (mmHg, 1 mmHg = 0.133 kPa):  $259.29 \pm 49.36$  vs.  $231.74 \pm 28.02$ , both  $P < 0.05$ ]. The Alb and CRP in the REE group began to improve on the 3rd day, while the index in the HBREE group was delayed on the 5th day, overall, at the time of discharge, the PA, CRP and OI were lower in the HBREE group than in the REE group [PA (mg/L):  $252.28 \pm 56.94$  vs.  $295.86 \pm 57.26$ , CRP (mg/L):  $73.14 \pm 17.63$  vs.  $56.52 \pm 14.91$ , OI (mmHg):  $353.59 \pm 70.36$  vs.  $417.52 \pm 71.58$ , all  $P < 0.01$ ]. ③ The vasopressor was used in both groups for less than 3 days, but the REE group was shorter (days:  $2.26 \pm 0.82$  vs.  $2.95 \pm 1.22$ ,  $P < 0.05$ ), the insulin dosage in the HBREE group was much more than that in the REE group (U:  $101.97 \pm 21.05$  vs.  $84.59 \pm 22.21$ ,  $P < 0.01$ ); compared with the REE group, the time of mechanical ventilation and the length of ICU stay in the HBREE group were longer (hours:  $113.07 \pm 25.96$  vs.  $93.41 \pm 27.25$ , days:  $10.41 \pm 3.11$  vs.  $8.45 \pm 2.44$ , both  $P < 0.01$ ). There was no significant difference in the 28-day mortality between the REE group and HBREE group (17.24% vs. 24.14%,  $P > 0.05$ ). **Conclusions** Indirect calorimetry can more accurately grasp the changing laws of REE in critically ill patients. Nutritional support with REE value can make relevant nutritional indicators as good as possible, and reduce insulin dosage, shorten vasopressor use time, the length of ICU stay and mechanical ventilation time, but does not change the 28-day mortality.

**[Key words]** Indirect calorimetry; Rest energy expenditure; Harris-Benedict formula; Nutritional support

**Fund program:** Natural Science Foundation of the Anhui Higher Education Institutions (KJ2015B051by); Natural Science Foundation of Bengbu Medical College (Byky1347)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.12.015

近年,多个地区、不同领域的营养指南或专家共识均建议,应对重症医学科(ICU)重症患者施行早期营养,最好在入ICU 24~48 h内,并且推荐肠内营养是首选的营养支持方式<sup>[1-3]</sup>。调查显示,重症患者能量过剩和能量缺乏普遍存在<sup>[4]</sup>,如相应评估手段缺失,无法确定患者最佳的能量需求是客观原因之一,造成无喂养方案或喂养方案不适宜。重症患者不仅要进行能量需求评估,而且要持续评估以应对其不断变化的营养需求<sup>[1]</sup>。尽管通过代谢车监测静息能量消耗(REE)可以准确地评估能量需求,指南也推荐并认为是“金标准”,是ICU床旁又一利器<sup>[1,5]</sup>,但这种方法尚未广泛应用或采用,通常使用Harris-Benedict(HB)预测公式取而代之,但用公式预测既难以准确评估REE又无法监测REE的变化规律,也难以指导个体化营养。本研究旨在通过代谢车监测,找出重症患者REE的变化规律,并以此来确定能量需求和指导营养支持,观察患者预后。

## 1 资料与方法

**1.1 病例纳入及排除标准:**选择2016年12月至2017年6月在本院ICU治疗的重症患者为研究对象。

**1.1.1 纳入标准:**年龄18~70岁;预计在ICU住院时间 $\geq 7$  d,且ICU住院期间能够持续肠内和(或)肠外营养;血流动力学相对稳定;使用人工气道(气管插管或气管切开),气囊和气管内壁贴合良好不漏气,无胸腔引流管。

**1.1.2 排除标准:**口服饮食者;体重指数(BMI) $\geq 24$  kg/m<sup>2</sup>(超重或肥胖);合并自身免疫性疾病;短肠综合征;肠痿;行胃和(或)肠完全或部分切除手术者,行姑息性治疗者。

**1.1.3 剔除标准:**中途退出试验或放弃治疗者;临床资料收集不完整者;28 d失访者。

**1.2 伦理学:**本研究为前瞻性随机对照研究,符合医学伦理学标准,研究方案获得本院医学伦理委员会的批准(审批号:BYIFY-2016KY10),并得到受

试对象直系亲属的知情同意和签字认可。

**1.3 主要药物和器械：**移动式间接能量代谢监测仪,采用美国MEDGRAPHICS公司生产的CCM代谢车。肠内营养制剂为纽迪希亚制药(无锡)有限公司生产的百普力、能全力(4 180 kJ/L或1 kcal/mL)和华瑞制药有限公司生产的瑞代(4 180 kJ/L或1 kcal/mL);肠外营养制剂主要为华瑞制药有限公司生产的卡文、尤文等。

**1.4 研究方法**

**1.4.1 常规治疗：**所有患者均给予相应的血流动力学监测、机械通气、镇痛镇静、抗菌药物等常规重症治疗,如血流动力学不稳定,应用去甲肾上腺素提升血压,使平均动脉压(MAP)≥65 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),动脉血乳酸<2.0 mmol/L,保证器官灌注<sup>[6]</sup>。

**1.4.2 REE 监测：**所有入选患者均于入住ICU第1~7天(D1~D7),分别应用能量代谢车和HB公式进行REE监测,分别得到REE值和HBREE值。

**1.4.3 病例分组及营养方案：**应用随机数字表法将入选患者分为REE组和HBREE组,分别应用REE值、HBREE值指导营养支持治疗。患者血流动力学稳定后,启动营养支持治疗,以肠内营养为主,如肠内营养不足,则添加肠外营养,不能进行肠内营养者行全肠外营养。肠内营养方式以胃管泵入为主,如有喂养不耐受,则行空肠内营养;肠外营养方式为中心静脉泵入;当血糖>10 mmol/L时给予胰岛素治疗<sup>[1,7]</sup>。

**1.4.4 数据收集：**记录患者一般资料,包括性别、年龄、入住ICU的首要诊断、急性生理学与慢性健康状况评分II(APACHE II);记录D1~D7每日的REE值和HBREE值;检测患者营养治疗后D1、D3、D5、D7和出科前的营养相关指标,如血红蛋白(Hb)、白蛋白(Alb)、前白蛋白(PA)、C-反应蛋白(CRP)、氧合指数(OI);记录患者血管活性药物和胰岛素使用情况、机械通气时间、ICU住院时间、28 d病死率等指标。

**1.5 统计学方法：**使用SPSS 13.0软件进行数据统计分析。正态分布的计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,进行单因素方差分析,组间比较采用t检验或SNK-q检验;计数资料以例或率表示,采用 $\chi^2$ 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 患者基线资料(表1)：**入选76例患者,因治疗好转转出或治疗过程未结束(死亡或自动出院)致ICU住院时间<7 d、主动中断研究、失访等剔除18例,最终纳入58例患者。58例患者中男性44例,女性14例;年龄18~64岁,平均(44.59±12.68)岁;APACHE II评分为(18.24±6.80)分;疾病种类:脑系疾病26例(占44.83%,包括自发性脑出血11例,颅脑创伤15例),非脑系疾病32例(占55.17%,包括多发伤12例,药物中毒3例,产科重症7例,其他内科重症10例)。REE组和HBREE组患者各29例,两组患者在年龄、性别、APACHE II评分、疾病种类、大手术等方面比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$ )。

**2.2 REE 监测结果(表2)：**所有患者入ICU后REE水平均较高,随着住院时间的延长,REE值逐步下降,D2~D3下降幅度差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ ),从D5开始,能量消耗进入相对稳定的状态,REE值的变化规律呈现出前高后低,快速下降—缓慢下降—到达稳态的总体趋势。两组间比较,患者入ICU前2 d,REE值均明显高于HBREE值(均 $P < 0.01$ );D3~D4,REE值与HBREE值基本持平(均 $P > 0.05$ );随后,REE值均明显低于HBREE值(均 $P < 0.01$ )。

**2.3 各阶段营养指标(表3)：**D1时,两组间各营养指标差异无统计学意义。Hb在营养支持前期上升较慢,REE组在前3 d、HBREE组在前7 d上升均不明显(均 $P > 0.05$ );REE组D5后Hb较D1时明显升高,且明显高于HBREE组(均 $P < 0.05$ );但两组在出科前Hb均升到接近正常水平,两组间差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。两组Alb、CRP、PA和

表1 不同方法监测静息能量消耗(REE)指导营养支持两组ICU患者基线资料比较

组别	例数 (例)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	男性 [例(%)]	APACHE II评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	脑系疾病(例)		非脑系疾病(例)			大手术 (例)	
					自发性脑出血	颅脑创伤	多发伤	中毒	产科重症		内科重症
REE组	29	43.79±12.98	22(75.86)	18.48±7.58	5	7	6	2	3	6	20
HBREE组	29	45.38±12.55	22(75.86)	18.00±6.04	6	8	6	1	4	4	23
t/ $\chi^2$ 值		0.442	0.000	0.268	0.112	0.090	0.000	0.352	0.162	0.483	0.809
P值		0.660	1.000	0.789	0.738	0.764	1.002	0.553	0.687	0.487	0.368

注:REE组为用代谢车测得REE值指导营养支持组,HBREE组为用Harris-Benedict公式计算REE值指导营养支持组;ICU为重症医学科,APACHE II为急性生理学与慢性健康状况评分II

OI 均上升较快, D3 即明显升高, 且 REE 组日均升高幅度较 HBREE 组明显 (均  $P < 0.05$ ); REE 组 D3 时 Alb 和 CRP 即明显改善, 但 HBREE 组要延迟到 D5 才有好转; 出科前, REE 组 PA、CRP 和 OI 均较 HBREE 组明显改善 (均  $P < 0.05$ )。

**表 2 58 例患者入 ICU 7 d 内每日 REE 值、HBREE 值变化比较 ( $\bar{x} \pm s$ )**

时间	例数 (例)	REE 值 (kJ/d)	HBREE 值 (kJ/d)	t 值	P 值
D1	58	7 553.44 ± 645.55	6 759.21 ± 668.14	6.511	0.000
D2	58	7 088.38 ± 559.41 <sup>a</sup>	6 759.21 ± 668.14	2.793	0.006
D3	58	6 751.34 ± 558.72 <sup>b</sup>	6 759.21 ± 668.14	0.069	0.945
D4	58	6 568.03 ± 760.19	6 759.21 ± 668.14	1.439	0.153
D5	58	6 089.55 ± 560.70 <sup>a</sup>	6 759.21 ± 668.14	5.847	0.000
D6	58	5 992.55 ± 501.82	6 759.21 ± 668.14	6.987	0.000
D7	58	5 860.84 ± 577.59	6 759.21 ± 668.14	7.747	0.000

注: ICU 为重症医学科, REE 为用代谢车测得的静息能量消耗值, HBREE 为用 Harris-Benedict 公式计算的静息能量消耗值, D1 ~ D7 分别为入 ICU 第 1 ~ 7 d; 与前 1 d 比较, <sup>a</sup> $P < 0.01$ , <sup>b</sup> $P < 0.05$

**2.4 预后相关指标 (表 4):** 两组血管活性药物使用时间平均均未超过 3 d, 但两组间仍有差异, REE 组血管活性药物使用时间明显短于 HBREE 组 ( $P < 0.05$ ); 两组均使用了较多的胰岛素来控制血糖水平, 并且 HBREE 组胰岛素用量明显多于 REE 组 ( $P < 0.01$ ); REE 组机械通气时间和 ICU 住院时间均明显短于 HBREE 组 (均  $P < 0.01$ ), 但观察 28 d 病死率, 两组间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

### 3 讨论

ICU 患者病情危重且治疗时间长, 导致能量消耗增加、蛋白质分解和相关肌肉损失。谨慎地补充和调节热量及蛋白质的摄入可以避免营养不足或过量, 以免导致较差的临床预后<sup>[8]</sup>。因此进行能量监测并以此指导营养支持十分必要。最近一项大型

**表 4 不同方法监测静息能量消耗 (REE) 指导营养支持两组 ICU 患者预后指标比较**

组别	例数 (例)	血管活性药物使用时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	胰岛素用量 (U, $\bar{x} \pm s$ )
REE 组	29	2.26 ± 0.82	84.59 ± 22.21
HBREE 组	29	2.95 ± 1.22	101.97 ± 21.05
t 值		2.519	3.059
P 值		0.015	0.003

  

组别	例数 (例)	机械通气时间 (h, $\bar{x} \pm s$ )	ICU 住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	28 d 病死率 [% (例)]
REE 组	29	93.41 ± 27.25	8.45 ± 2.44	17.24 (5)
HBREE 组	29	113.07 ± 25.96	10.41 ± 3.11	24.14 (7)
t/χ <sup>2</sup> 值		2.812	2.676	0.420
P 值		0.007	0.009	0.517

注: REE 组为用代谢车测得 REE 值指导营养支持组, HBREE 组为用 Harris-Benedict 公式计算 REE 值指导营养支持组; ICU 为重症医学科

研究显示, 预测公式与代谢车获得的 REE 值的相关性、一致性均较低<sup>[9]</sup>。首次测量与后续测量的 REE 值相关性较低, 这说明 ICU 患者能量代谢需求的动态性质<sup>[10]</sup>。对于机械通气重症患者, 应用代谢车监测 REE 的动态变化, 能够精确反映患者能量代谢规律, 并为实施营养支持治疗提供依据<sup>[11]</sup>。

本研究显示, 患者 D1 时 REE 水平较高, 而随着住院时间延长, 危重病情得到控制, 血流动力学稳定, 氧合指标改善等, REE 值也逐步下降, 然后进入平台期, 这一阶段的 REE 值高于 HBREE 值; 从 D5 开始, 能量消耗进入相对稳定的状态, REE 值也低于 HBREE 值, 重症患者 REE 呈现出前高后低, 快速下降—缓慢下降—到达稳态的变化规律。本研究结果与国内外一些研究结果一致, 他们发现预测公式计算 REE 的准确性较差, 无法真实反映重症患者的能量需求<sup>[5, 12-14]</sup>。

那么, 将 REE 值和 HBREE 值用于临床指导实

**表 3 不同方法监测静息能量消耗 (REE) 指导营养支持两组 ICU 患者各时间点营养指标变化比较 ( $\bar{x} \pm s$ )**

组别	时间	例数 (例)	Hb (g/L)	PA (mg/L)	Alb (g/L)	CRP (mg/L)	OI (mmHg)
REE 组	D1	29	90.17 ± 12.83	78.41 ± 14.02	19.01 ± 5.00	176.76 ± 50.14	205.57 ± 35.71
	D3	29	93.34 ± 10.73	110.38 ± 27.65 <sup>b</sup>	24.84 ± 4.98 <sup>a</sup>	148.06 ± 26.86 <sup>a</sup>	259.29 ± 49.36 <sup>a</sup>
	D5	29	102.48 ± 10.63 <sup>a</sup>	160.59 ± 41.63 <sup>b</sup>	28.11 ± 3.81 <sup>b</sup>	128.93 ± 26.19 <sup>b</sup>	302.00 ± 51.15 <sup>b</sup>
	D7	29	111.86 ± 14.30 <sup>b</sup>	259.90 ± 6.30 <sup>b</sup>	35.47 ± 5.77 <sup>b</sup>	98.71 ± 20.14 <sup>b</sup>	345.69 ± 70.20 <sup>b</sup>
	出科前	29	113.75 ± 17.28 <sup>b</sup>	295.86 ± 57.56	39.07 ± 6.59 <sup>b</sup>	56.52 ± 14.91 <sup>b</sup>	417.52 ± 71.58 <sup>b</sup>
	HBREE 组	D1	29	89.90 ± 10.34	76.45 ± 14.23	17.48 ± 5.70	178.61 ± 29.68
D3		29	89.53 ± 9.53	96.28 ± 18.06 <sup>bd</sup>	18.75 ± 4.68 <sup>c</sup>	170.75 ± 36.95 <sup>d</sup>	231.74 ± 28.02 <sup>ad</sup>
D5		29	94.03 ± 7.07 <sup>c</sup>	139.14 ± 28.44 <sup>bd</sup>	24.91 ± 4.99 <sup>ac</sup>	149.24 ± 33.57 <sup>ad</sup>	253.01 ± 60.55 <sup>ac</sup>
D7		29	94.59 ± 10.56 <sup>c</sup>	229.24 ± 53.30 <sup>bd</sup>	30.11 ± 4.44 <sup>bc</sup>	118.33 ± 36.48 <sup>bd</sup>	304.42 ± 52.99 <sup>bd</sup>
出科前		29	110.86 ± 15.35 <sup>b</sup>	252.28 ± 56.94 <sup>bc</sup>	36.99 ± 4.33 <sup>b</sup>	73.14 ± 17.63 <sup>bc</sup>	353.59 ± 70.36 <sup>bc</sup>

注: REE 组为用代谢车测得 REE 值指导营养支持组, HBREE 组为用 Harris-Benedict 公式计算 REE 值指导营养支持组; ICU 为重症医学科, D1、D3、D5、D7 分别为入 ICU 第 1、3、5、7 天, Hb 为血红蛋白, PA 为前白蛋白, Alb 为白蛋白, CRP 为 C-反应蛋白, OI 为氧合指数; 1 mmHg = 0.133 kPa; 与本组 D1 比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$ , <sup>b</sup> $P < 0.01$ ; 与 REE 组同期比较, <sup>c</sup> $P < 0.01$ , <sup>d</sup> $P < 0.05$

践结果如何呢? 本研究显示,在两组患者年龄、性别、病情严重程度及疾病分类等基线资料均衡的情况下,用不同方法指导营养对患者的预后确有明显不同,HBREE组前7d的Hb上升均不明显,并且在同时间点,REE也要高一些,这可能与在应急期营养未得到充分吸收有关;两组PA和OI上升均较快,D3时即显著升高,且REE组日均升高幅度较HBREE组大;REE组D3时Alb和CRP开始改善,但HBREE组要延迟到D5时指标才有好转,同期比较REE组好于HBREE组;出科前HBREE组PA、CRP和OI均较REE组差。从这些营养指标看,REE值能够贴合重症患者的真实能量需求,避免了营养过量或不足,具有一定优势;而HBREE值始终不变,无法体现患者的真实需求,用于指导营养支持,其结果要么是营养不足(在重症前期)、要么是营养过量(在重症后期)。有研究显示,对于机械通气重症患者,通过代谢车测定REE值指导营养支持,不仅可加速患者的营养状态恢复,还可以增强免疫功能,促进病情转归<sup>[11,15]</sup>,这与本研究结果一致。

从预后指标来看,虽然两组患者28d病死率差异无统计学意义,但是其他预后指标差异明显。HBREE组胰岛素用量显著多于REE组,这可能反映出,HBREE值不能契合患者实际需求,导致血糖波动,必须用较多的胰岛素来控制血糖水平;由于营养得当,REE组的机械通气时间和ICU住院时间短于HBREE组;另外,可能由于脑系患者占比较高,血流动力学稳定,所以两组血管活性药物使用均较少,但差异仍有统计学意义,这样的结果也证实了一些研究和荟萃分析所得出的判断<sup>[11,14-16]</sup>。由于受到原发病、疾病处理、家属治疗意愿等诸多因素影响,28d病死率没有改善,但其他相关预后指标均朝着积极的方向发展,为今后的研究指明了方向。

综上,本研究显示,应用代谢车测得的REE值能够准确反映ICU重症患者的能量需求,并且是有规律的变化,这种演变趋势是HB公式实现不了的,根据这些实测值指导营养支持还可以改善患者预后。因此,在评估该重症患者的能量需求时,要尽量使用代谢车而不是HB公式。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] Singer P, Blaser AR, Berger MM, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit [J]. *Clin Nutr*, 2019, 38 (1): 48-79. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.08.037.
- [2] 孙仁华, 江荣林, 黄曼, 等. 重症患者早期肠内营养临床实践专家共识 [J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30 (8): 715-721. DOI:

10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.08.001.

- Sun RH, Jiang RL, Huang M, et al. Consensus of early enteral nutrition clinical practice in critically ill patients [J]. *Chin Crit Care Med*, 2018, 30 (8): 715-721. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.08.001.
- [3] Reintam Blaser A, Starkopf J, Alhazzani W, et al. Early enteral nutrition in critically ill patients: ESICM clinical practice guidelines [J]. *Intensive Care Med*, 2017, 43 (3): 380-398. DOI: 10.1007/s00134-016-4665-0.
- [4] 林照, 徐颖, 葛卫星, 等. 苏皖地区部分重症医师对重症病人营养支持指南临床实施情况调查与分析 [J]. *肠外与肠内营养*, 2018, 25 (6): 342-345. DOI: 10.16151/j.1007-810x.2018.11.005.
- Lin Z, Xu Y, Ge WX, et al. Survey and analysis of clinical practice of nutritional support guidelines for critically ill patients by some doctors of intensive care units in Jiangsu and [J]. *Parenter Enteral Nutr*, 2018, 25 (6): 342-345. DOI: 10.16151/j.1007-810x.2018.11.005.
- [5] Rattanachaiwong S, Singer P. Indirect calorimetry as point of care testing [J]. *Clin Nutr*, 2019, 38 (6): 2531-2544. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.12.035.
- [6] Reignier J, Boisramé-Helms J, Brisard L, et al. Enteral versus parenteral early nutrition in ventilated adults with shock: a randomised, controlled, multicentre, open-label, parallel-group study (NUTRIREA-2) [J]. *Lancet*, 2018, 391 (10116): 133-143. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32146-3.
- [7] 郁慧杰, 张玲芳, 许嵩翱, 等. 血糖控制胰岛素用量调节卡尺对急危重症患者的血糖控制 [J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30 (8): 771-776. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.08.012.
- Yu HJ, Zhang LF, Xu SA, et al. Effects of insulin caliper for blood glucose control on glucose control in emergent and critical patients [J]. *Chin Crit Care Med*, 2018, 30 (8): 771-776. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.08.012.
- [8] Singer P. Preserving the quality of life: nutrition in the ICU [J]. *Crit Care*, 2019, 23 (Suppl 1): 139. DOI: 10.1186/s13054-019-2415-8.
- [9] Tiganelli CJ, Andrews AG, Sietloff KM, et al. Are predictive energy expenditure equations in ventilated surgery patients accurate? [J]. *J Intensive Care Med*, 2019, 34 (5): 426-431. DOI: 10.1177/0885066617702077.
- [10] Zusman O, Kagan I, Bendavid I, et al. Predictive equations versus measured energy expenditure by indirect calorimetry: a retrospective validation [J]. *Clin Nutr*, 2019, 38 (3): 1206-1210. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.04.020.
- [11] 石俊, 席力罡, 迟天航, 等. 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 [J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (1): 98-101. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.01.019.
- Shi J, Xi LG, Chi TH, et al. Application value of resting energy monitoring in nutritional support therapy for mechanical ventilation patients [J]. *Chin Crit Care Med*, 2019, 31 (1): 98-101. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.01.019.
- [12] Tatuca-Babet OA, Ridley EJ, Tierney AC. Prevalence of underprescription or overprescription of energy needs in critically ill mechanically ventilated adults as determined by indirect calorimetry: a systematic literature review [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2016, 40 (2): 212-225. DOI: 10.1177/0148607114567898.
- [13] Kross EK, Sena M, Schmidt K, et al. A comparison of predictive equations of energy expenditure and measured energy expenditure in critically ill patients [J]. *J Crit Care*, 2012, 27 (3): 321. e5-12. DOI: 10.1016/j.jccr.2011.07.084.
- [14] Ratzlaff R, Nowak D, Gordillo D, et al. Mechanically ventilated, cardiothoracic surgical patients have significantly different energy requirements comparing indirect calorimetry and the penn state equations [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2016, 40 (7): 959-965. DOI: 10.1177/0148607115581837.
- [15] De Waele E, Honoré PM, Malbrain MLNG. Does the use of indirect calorimetry change outcome in the ICU? Yes it does [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2018, 21 (2): 126-129. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000452.
- [16] Rattanachaiwong S, Singer P. Should we calculate or measure energy expenditure? Practical aspects in the ICU [J]. *Nutrition*, 2018, 55-56: 71-75. DOI: 10.1016/j.nut.2018.05.001.

(收稿日期: 2019-12-10)