

# 间接能量代谢测定与 Harris-Benedict 公式预算重症昏迷患者静息能量消耗对预后的影响

张存海<sup>1</sup> 李成恩<sup>1</sup> 卞月梅<sup>2</sup>

<sup>1</sup>解放军第九〇三医院重症医学科, 浙江杭州 310013; <sup>2</sup>解放军第九〇三医院营养科, 浙江杭州 310013

通信作者: 张存海, Email: h117icu@163.com

**【摘要】目的** 观察间接能量代谢测定与经典 Harris-Benedict (HB) 公式法指导下营养支持方案对患者营养状况和预后的影响。**方法** 选择 2015 年 11 月至 2017 年 4 月在解放军第九〇三医院重症医学科治疗的重症昏迷机械通气患者 60 例,按随机数字表法将患者分为代谢车组和公式组,每组 30 例。两组患者分别按间接能量代谢测定法和 HB 公式得出的每日能量需求进行分阶段营养支持。观察营养支持前和营养支持 1 周、2 周两组患者血清白蛋白 (Alb)、血红蛋白 (Hb)、外周血淋巴细胞总数 (TLC) 的变化和营养支持 2 周并发症发生率及预后;比较营养支持前及营养支持 2 周两组患者上臂围的差异。**结果** 治疗后两组血清 Alb、Hb、TLC 均较治疗前明显升高,且代谢车组上述指标的升高程度较公式组更显著 [Alb (g/L):  $36.34 \pm 4.09$  比  $35.26 \pm 3.82$ ; Hb (g/L):  $131.6 \pm 13.8$  比  $128.8 \pm 12.6$ ; TLC ( $\times 10^9/L$ ):  $1.63 \pm 0.51$  比  $1.50 \pm 0.48$ , 均  $P < 0.05$ ]。代谢车组并发症发生率及病死率均较公式组降低 [分别为: 40.0% (12/30) 比 56.7% (17/30)、13.3% (4/30) 比 16.7% (5/30), 均  $P < 0.05$ ]。营养支持 2 周后两组上臂围均较治疗前有所增加,但差异无统计学意义 (均  $P > 0.05$ )。**结论** 代谢车较 HB 公式能更准确地指导重症昏迷机械通气患者每日总能量摄入,利用代谢车制定营养支持方案是值得在临床上推广的。

**【关键词】** 间接能量代谢测定; 昏迷; 营养支持; Harris-Benedict 公式

**基金项目:** 浙江省医学会临床科研基金项目 (2015ZYC-B3)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.01.018

**The effect of resting energy expenditure on the prognosis of patients with severe coma determined by the indirect energy metabolism measurement and Harris-Benedict budget formula** Zhang Cunhai<sup>1</sup>, Li Cheng'en<sup>1</sup>, Bian Yuemei<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Critical Care Medicine, the 903rd Hospital of PLA, Hangzhou 310013, Zhejiang, China; <sup>2</sup>Department of Nutrition, the 903rd Hospital of PLA, Hangzhou 310013, Zhejiang, China

Corresponding author: Zhang Cunhai, Email: h117icu@163.com

**【Abstract】Objective** Under 2 methods of guidance: indirect energy metabolism measurement and classical Harris-Benedict (HB) formula to carry out enteral nutritional support program to observe the difference in influence on nutritional status and prognosis of the patients. **Methods** Sixty patients with critical coma admitted to the Department of Critical Care Medicine of the 903rd Hospital of PLA from November 2015 to April 2017 were enrolled, and they were divided into a metabolic vehicle group (30 cases) and a formula group (30 cases) according to the random number digital table. All the patients were treated with stage nutritional therapy according to the daily energy consumption, which was measured by indirect energy metabolism measurement or HB formula. The change of serum albumin (Alb), blood hemoglobin (Hb) and peripheral blood total lymphocyte count (TLC) before treatment and after 1 week and 2 weeks of nutritional support and the incidence of complications and prognosis after 2 weeks of nutritional support were observed; the difference of mid-upper arm circumference (MAC) was compared between before nutritional support. **Results** After the nutritional therapy, serum Alb, Hb, and TLC in two groups were obviously higher than those before treatment, the degrees of elevation in metabolic group were more significant than those in the formula group [Alb (g/L):  $36.34 \pm 4.09$  vs.  $35.26 \pm 3.82$ ; Hb (g/L):  $131.6 \pm 13.8$  vs.  $128.8 \pm 12.6$ ; TLC ( $\times 10^9/L$ ):  $1.63 \pm 0.51$  vs.  $1.50 \pm 0.48$ , all  $P < 0.05$ ]. The incidence of complications and mortality of the patients in metabolic vehicle group were lower than those of the formula group [40.0% (12/30) vs. 56.7% (17/30), 13.3% (4/30) vs. 16.7% (5/30) respectively, both  $P < 0.05$ ]. After 2 weeks of nutrition support, the MAC of both groups increased compared with that before treatment, but there was no statistical significant difference in MAC in two groups (all  $P > 0.05$ ). **Conclusion** Compared with the HB formula, the metabolic vehicle method can guide the daily energy intake of patients with severe coma more accurately. It is worthy to promote nutrition support program clinically guided by the metabolic vehicle one.

**【Key words】** Indirect energy metabolism measurement; Coma; Nutritional support; Harris-Benedict formula

**Fund program:** Clinical Research Project of Medical Association of Zhejiang Province (2015ZYC-B3)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.01.018

营养支持一直以来都是重症医学科不容忽视的治疗方法,恰当的营养支持对疾病预后和患者恢复有重要意义,相反,营养不良或不当对病情转归具有极大的影响<sup>[1]</sup>。尤其对于昏迷患者,因患者无法正

常进食,常可导致营养不良,而过高的能量供给又会引起患者肝肾等多器官功能异常<sup>[2]</sup>。Ravasco 等<sup>[3]</sup>报道根据传统 Harris-Benedict (HB) 公式的预测值进行营养支持,约 50% 的患者处于过度营养或营养

不足的状态。科学合理的营养支持对患者预后十分重要<sup>[4]</sup>,故昏迷患者每日能量消耗的准确测定,对于制定营养支持方案有着极为重要的意义,因而如何选择合适的能量消耗测量方法显得尤为迫切。基于此,本研究分别应用代谢车与 HB 公式法指导重症患者的营养支持方案,并观察两者营养指标和预后的变化,现报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料:**选取 2015 年 11 月至 2017 年 4 月收住本院重症医学科的 60 例重症昏迷机械通气患者,吸入氧浓度( $FiO_2$ ) $\leq 0.50$ ,测量前 2 h 及测量期间呼吸机参数均无需调整。

**1.1.1 纳入标准:**① 年龄 $\geq 18$ 岁;② 营养风险筛查量表(NRS2000)评分 $\geq 3$ 分;③ 急性胃肠功能损伤(AGI)分级为 I ~ III 级;④ 住院时间 $> 2$ 周。

**1.1.2 排除标准:**① 消化道恶性肿瘤晚期;② 中途放弃治疗;③ AGI 分级为 IV 级;④ 多器官功能障碍综合征(MODS)及休克等持续进展。

**1.2 研究分组:**将患者按随机数字表法分为代谢车组和公式组,每组 30 例。两组患者性别、年龄、格拉斯哥昏迷评分(GCS)、入住 ICU 时间、AGI 分级等一般资料比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$ ;表 1),说明两组资料均衡,有可比性。

表 1 两组重症昏迷机械通气患者一般资料比较

| 组别   | 例数<br>(例) | 性别(例) |    | 年龄<br>(岁, $\bar{x} \pm s$ ) | GCS<br>(分, $\bar{x} \pm s$ ) |
|------|-----------|-------|----|-----------------------------|------------------------------|
|      |           | 男性    | 女性 |                             |                              |
| 代谢车组 | 30        | 17    | 13 | 59.2 $\pm$ 11.7             | 7.55 $\pm$ 0.82              |
| 公式组  | 30        | 16    | 14 | 60.1 $\pm$ 12.3             | 7.83 $\pm$ 2.15              |

  

| 组别   | 例数<br>(例) | 入住 ICU 时间<br>(d, $\bar{x} \pm s$ ) | AGI 分级(例) |      |       |
|------|-----------|------------------------------------|-----------|------|-------|
|      |           |                                    | I 级       | II 级 | III 级 |
| 代谢车组 | 30        | 23.71 $\pm$ 5.62                   | 7         | 16   | 7     |
| 公式组  | 30        | 24.05 $\pm$ 2.15                   | 6         | 17   | 7     |

**1.3 伦理学:**本研究符合医学伦理学标准,经医院伦理委员会审查,取得家属同意并签署知情同意书。

## 1.4 能量测量方法

**1.4.1 间接能量代谢测定法:**采用美国 Medgraphic 公司开发的营养支持计划(CCM)代谢车。在患者处于相对安稳的状态下,通过测量患者在一定时间内消耗氧气及产生二氧化碳的量来评估其基础能量消耗(BEE)。测量前保证患者处于安静、无刺激的环境中,测量过程中要避免翻身、拍背等人为刺激,若患者出现烦躁、躁动等表现时,停止测量,待患者稳定时重新测量,并用计算机控制整个测量过程。

**1.4.2 HB 公式法:**根据 HB 公式计算患者 BEE,

男性计算公式为:  $66.5 + 13.8W + 5H - 6.8A$ ; 女性计算公式为:  $65.5 + 9.6W + 1.9H - 4.7A$  (BEE 单位为 kcal/d;  $W$  为体质量,单位为 kg;  $H$  为身高,单位为 cm;  $A$  为患者年龄,单位为岁;  $1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$ )。

**1.5 营养支持方式:**患者均给予对症支持治疗,约 24 ~ 48 h 评估营养状况后给予完全肠外营养(TPN),然后改为肠内营养(EN)+ 肠外营养(PN)共同治疗约 1 周,患者病情控制,胃肠功能恢复后,给予完全 EN 支持治疗,先给予需求量 1/3 的营养液,逐步增加,防止过急加重病情。

**1.6 观察指标:**于治疗前和治疗 1 周、2 周后观察两组患者血清白蛋白(Alb)、血红蛋白(Hb)、外周血淋巴细胞总数(TLC)等的变化,期间根据病情随时复查血常规、生化等;于治疗前和治疗 2 周后测量上臂围;治疗 2 周后统计并发症发生率及预后情况。

**1.7 统计学方法:**使用 SPSS 17.0 统计软件分析数据,符合正态分布的计量资料以均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用  $t$  检验及单因素方差分析; $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组每日能量需求比较:**代谢车组每日能量需求较公式组明显减少(kJ/d: 8 066.50  $\pm$  652.33 比 9 030.40  $\pm$  699.82),差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

**2.2 代谢车组与公式组营养相关指标比较(表 2):**两组治疗后 Alb、Hb、TLC 均较治疗前显著增高,且以代谢车组较公式组升高更显著(均 $P < 0.05$ )。治疗 2 周后,两组患者上臂围较治疗前稍增高,但两组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

表 2 两组重症昏迷机械通气营养相关指标的比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别   | 例数(例) | 时间     | Alb(g/L)                       | Hb(g/L)                        |
|------|-------|--------|--------------------------------|--------------------------------|
| 代谢车组 | 30    | 治疗前    | 30.42 $\pm$ 2.49               | 109.3 $\pm$ 12.5               |
|      | 30    | 治疗 1 周 | 34.71 $\pm$ 3.01 <sup>a</sup>  | 121.9 $\pm$ 13.5 <sup>a</sup>  |
|      | 30    | 治疗 2 周 | 36.34 $\pm$ 4.09 <sup>a</sup>  | 131.6 $\pm$ 13.8 <sup>a</sup>  |
| 公式组  | 30    | 治疗前    | 30.27 $\pm$ 2.01               | 108.7 $\pm$ 11.6               |
|      | 30    | 治疗 1 周 | 33.88 $\pm$ 3.07 <sup>ab</sup> | 115.2 $\pm$ 12.4 <sup>ab</sup> |
|      | 30    | 治疗 2 周 | 35.26 $\pm$ 3.82 <sup>ab</sup> | 128.8 $\pm$ 12.6 <sup>ab</sup> |

  

| 组别   | 例数(例) | 时间     | TLC( $\times 10^9/L$ )        | 上臂围(cm)          |
|------|-------|--------|-------------------------------|------------------|
| 代谢车组 | 30    | 治疗前    | 1.13 $\pm$ 0.42               | 27.49 $\pm$ 2.61 |
|      | 30    | 治疗 1 周 | 1.49 $\pm$ 0.47 <sup>a</sup>  | —                |
|      | 30    | 治疗 2 周 | 1.63 $\pm$ 0.51 <sup>a</sup>  | 27.51 $\pm$ 2.36 |
| 公式组  | 30    | 治疗前    | 1.14 $\pm$ 0.61               | 27.44 $\pm$ 2.37 |
|      | 30    | 治疗 1 周 | 1.36 $\pm$ 0.43 <sup>ab</sup> | —                |
|      | 30    | 治疗 2 周 | 1.50 $\pm$ 0.48 <sup>ab</sup> | 27.48 $\pm$ 2.04 |

注:与治疗前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与代谢车组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;“—”表示未检测

**2.3 两组治疗 2 周后并发症发生率及预后比较(表 3):**代谢车组并发感染 5 例,消化道出血 5 例,

其他 2 例;公式组并发感染 5 例,消化道出血 7 例,其他 5 例。公式组并发症发生率和病死率均较代谢车组明显升高,差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。

表 3 两组治疗 2 周后并发症发生率及预后的比较

| 组别   | 例数(例) | 并发症发生率[% (例)]         | 病死率[% (例)]           |
|------|-------|-----------------------|----------------------|
| 代谢车组 | 30    | 40.0(12)              | 13.3(4)              |
| 公式组  | 30    | 56.7(17) <sup>a</sup> | 16.7(5) <sup>a</sup> |

注:与代谢车组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$

### 3 讨论

重症昏迷患者病情具有复杂、多变等特点,其机体物质代谢常处于紊乱失衡的状态。由于影响重症昏迷患者能消耗的因素比较复杂,患者昏迷程度、肌张力和肢体活动情况、各种穿刺操作、机械通气及镇静剂的使用,以及癫痫、感染等并发症的发生都可对能量代谢产生影响,临床上常采用 HB 公式值乘以应激系数来计算患者的能量需求。根据公式计算的能量需求是相对固定的数值,而依据应激系数来反映各种复杂影响因素就十分困难,研究显示,HB 公式法不能精确到个体,容易造成大量的营养不足和营养过度<sup>[5]</sup>,因此有学者质疑 HB 公式法指导营养支持的科学性<sup>[6]</sup>。临床上,患者常因营养摄入不当导致营养状态、免疫状态、内环境等发生变化,进而导致蛋白质-热卡营养不良等多种代谢相关疾病。此外,过高的营养摄入并不能促进机体蛋白质的合成,相反,过量摄入营养物质可加重患者代谢紊乱情况<sup>[7-8]</sup>。因此,维持机体能量平衡,避免过度喂养或营养不足导致的并发症是至关重要的。

本研究分别以代谢车及 HB 公式指导临床营养方案的制定,进而评价两种方法的应用价值,结果显示,两组治疗后 Alb、Hb 及 TLC 均较治疗前明显提高,以代谢组的升高程度较公式组更显著。公式组每日能量消耗较代谢车组明显增加,说明过多的能量供给并无更大优势,不能更好地改善患者营养水平,相反,营养指标的改善、并发症及预后均不及代谢车组,过多的能量供给甚至可能引起各种并发症的发生<sup>[9-10]</sup>。另外,过度营养还会造成医疗资源浪费,增加患者家庭经济负担。吴力等<sup>[11]</sup>观察能量代谢监测下营养治疗对老年危重症患者营养指标及预后的影响,结果显示,老年危重症患者早期测定所需氮量以指导营养供给的方法比经验性营养治疗更准确,能量代谢监测下的营养支持可有效缩短病程,改善营养指标,降低并发症发生发生率和死亡风险。

上臂围能反映机体能量的存储与消耗,本研究显示,治疗后两组上臂围均较治疗前有所增加,可能

由于研究时间太短两组比较差异无统计学意义,下一步我们将延长观察时间分析该指标的变化。

综上所述,HB 公式是由健康人体的测定值推导出来,可反映成人生理状况下的基础能量代谢水平,由于重症患者病情复杂多变,个体差异大,因此,该公式并不完全适用于重症患者<sup>[12]</sup>。代谢车可在不同病程中动态、个体化准确测定重症昏迷患者实际能量消耗,重症昏迷患者应优先选择间接法测定能量需求量<sup>[13]</sup>。因此,代谢车可准确测定重症昏迷患者的能量消耗,指导制定营养支持方案。

### 参考文献

- [1] 王新颖. 外科重症病人代谢变化及营养支持管理[J]. 中国实用外科杂志, 2014, 1: 63-66. Wang XY. Metabolic changes and nutritional support management in surgical critical patients[J]. Chin J Prac Surg, 2014, 1: 63-66.
- [2] Head CA, McManus CB, Seitz S, et al. A simple and accurate indirect calorimetry system for assessment of resting energy expenditure[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 1984, 8 (1): 45-48. DOI: 10.1177/014860718400800145.
- [3] Ravasco P, Camilo ME, Gouveia-Oliveira A, et al. A critical approach to nutritional assessment in critically ill patients[J]. Clin Nutr, 2002, 21 (1): 73-77. DOI: 10.1054/clnu.2001.0508.
- [4] 杜传敏. ICU 危重患者营养支持与预后的关系[J]. 吉林医学, 2010, 31 (27): 4697. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0412.2010.27.043. Du CM. Relationship between nutritional support and prognosis in ICU critically ill patients[J]. Jilin Med J, 2010, 31 (27): 4697. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0412.2010.27.043.
- [5] 肖桂珍, 苏磊, 段鹏凯, 等. 间接测热法与传统能量估算法测定重症监护病房患者能量消耗的比较[J]. 中华危重病急救医学, 2011, 23 (7): 392-395. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2011.07.005. Xiao GZ, Su L, Duan PK, et al. Comparison of measuring energy expenditure with indirect calorimetry and traditional estimation of energy expenditure in patients in intensive care unit[J]. Chin Crit Care Med, 2011, 23 (7): 392-395. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2011.07.005.
- [6] 陈丽萍, 胡尔西旦·那斯尔, 齐曼古力·吾守尔. 代谢车与 Harris-Benedict 公式在慢性阻塞性肺疾病患者营养支持的对比研究[J]. 新疆医科大学学报, 2007, 30 (12): 1360-1363. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5551.2007.12.005. Chen LP, Nasier H, Wushouer Q. The contrast study of nutritional support of critical care management system and Harris-Benedict formula in patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. J Xinjiang Med Univ, 2007, 30 (12): 1360-1363. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5551.2007.12.005.
- [7] 许金燕, 陈娟红, 江玲芝, 等. 两种方法测量 ICU 颅脑损伤患者静息能量消耗的效果研究[J]. 当代护士(下旬刊), 2016, 23 (9): 97-97, 98. Xu JY, Chen JH, Jiang LZ, et al. Study on the effect of two methods to measure resting energy consumption in ICU patients with craniocerebral injury[J]. Today Nurse, 2016, 23 (9): 97-97, 98.
- [8] 于红卫, 冯岩梅, 孟庆华. 能量代谢测定系统(代谢车)临床应用的研究进展[J]. 中国全科医学, 2006, 9 (21): 1817-1818, 1820. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2006.21.032. Yu HW, Feng YM, Meng QH. Advance in study on clinical application of energy metabolism determination system (metabolic cart)[J]. Chin Gen Pract, 2006, 9 (21): 1817-1818, 1820. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2006.21.032.
- [9] Bistrain BR, McCowen KC. Nutritional and metabolic support in the adult intensive care unit: key controversies[J]. Crit Care Med, 2006, 34 (5): 1525-1531. DOI: 10.1097/01.CCM.0000216704.54446.FD.
- [10] Chen Y, Swanson RA. Astrocytes and brain injury[J]. J Cereb Blood Flow Metab, 2003, 23 (2): 137-149. DOI: 10.1097/01.WCB.0000044631.80210.3C.
- [11] 吴力, 冯杨荣, 葛丹霞, 等. 能量代谢监测下营养治疗对老年危重症患者营养指标及预后的影响[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2017, 24 (6): 645-649. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2017.06.020. Wu L, Feng YR, Ge DX, et al. Effects of nutritional support under energy metabolic monitoring on nutritional indexes and clinical prognosis of elderly patients with critical severe diseases[J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2017, 24 (6): 645-649. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2017.06.020.
- [12] Picolo MF, Lago AF, Menegueti MG, et al. Harris-Benedict equation and resting energy expenditure estimates in critically ill ventilator patients[J]. Am J Crit Care, 2016, 25 (1): e21-29. DOI: 10.4037/ajcc2016758.
- [13] Headley JM. Indirect calorimetry: a trend toward continuous metabolic assessment[J]. AACN Clin Issues, 2003, 14 (2): 155-167. (收稿日期: 2018-07-05)