

静息能量代谢测定对腹部外科严重脓毒症患者预后评估的价值分析

袁志高¹ 陈宏² 周迈¹ 邓五一¹

[摘要] 目的:探究静息能量代谢测定对腹部外科严重脓毒症患者预后评估的价值。方法:选取 2018-02—2019-11 期间民航总医院外科重症监护病房(SICU)收治的腹部外科严重脓毒症患者 38 例,分析间接能量测定法(IC法)计算的静息能量消耗值(REE)与 H-B 公式法、体重法计算的 REE 值的差异,依据急性生理与慢性健康状况评估 II (APACHE II)评分和序贯器官功能衰竭评估(SOFA)评分分组,评价病情不同严重程度患者 REE 值的差异,并分析 REE 值与预后的相关性。结果:38 例患者经 IC 法测定 203 次,呼吸商(RQ)在非正常范围内的患者构成比为 42.36%,处于非正常代谢水平的患者构成比较高;IC 法在第 1 天、第 3 天、第 5 天测得的 REE 值低于 H-B 法,高于体重法,且差异均有统计学意义($P < 0.05$);APACHE II 评分 ≤ 15 分与 > 15 分的患者 REE 值比较差异无统计学意义($P > 0.05$),SOFA 评分 ≤ 5 分患者 REE 值低于 > 5 分的患者,差异有统计学意义($P < 0.05$);REE 值与 SOFA 评分呈负相关($r = -0.378, P < 0.05$);REE 值与 APACHE II 评分无明显相关性($P > 0.05$)。结论:H-B 法与体重法测量的 REE 值与 IC 法相比差异较大,临床上应按照 IC 法测得的 REE 值为患者提供营养支持,REE 值与 SOFA 评分具有一定相关性,因此临床营养支持方面应充分考虑患者脏器功能状况,避免因营养过剩或营养不良加重脏器功能负担,以改善预后。

[关键词] 静息能量代谢;间接能量测定法;腹部手术;脓毒症;预后

doi:10.13201/j.issn.1009-5918.2020.04.002

[中图分类号] R631.2 **[文献标志码]** A

The value of resting energy expenditure in the prognosis of patients with severe sepsis in abdominal surgery

YUAN Zhigao¹ CHEN Hong² ZHOU Mai¹ DENG Wuyi¹

(¹Department of General Surgery, Civil Aviation General Hospital, Beijing, 100123, China;

²Department of General Surgery, Xuanwu Hospital of Capital Medical University)

Corresponding author: CHEN Hong, E-mail: chenhong@medmail.com.cn

Abstract Objective: To explore the value of resting energy expenditure in the prognosis of patients with severe sepsis in abdominal surgery. **Method:** From February 2018 to November 2019, 38 patients with severe sepsis in abdominal surgery were selected from surgical intensive care unit(SICU), the differences between the rest energy expenditure(REE) calculated by indirect energy measurement(IC) and that calculated by H-B formula, body weight method were analyzed, according to the acute physiological and chronic health evaluation II (APACHE II) score and sequential organ failure assessment(SOFA) score, the patients were divided into different groups. The difference of REE value in patients with different severity was evaluated, and the correlation between REE value and prognosis was analyzed. **Result:** Thirty-eight patients were measured 203 times by IC method, the proportion of patients with abnormal respiratory quotient(RQ) was 42.36%, and the proportion of patients with abnormal metabolism level was significantly high in the sample; the REE values measured by IC method on the first day, the third day and the fifth day were lower than those measured by H-B method and higher than those measured by

¹民航总医院普外科(北京,100123)

²首都医科大学宣武医院普外科

通信作者:陈宏,E-mail:chenhong@medmail.com.cn

[19] 王贤明,肖青,华先平,等.彩色多普勒超声血流参数在评估肠系膜上动脉重度狭窄中的价值[J].中国循证心血管医学杂志,2018,10(9):1091-1094.
[20] 华先平,王贤明,周聪,等.彩色多普勒超声诊断肠系膜血管缺血性病变的价值[J].中国循证心血管医学

杂志,2017,9(3):286-289.

[21] 吕立文,唐宇涛,潘春熹,等.高/低目标血压与老年脓毒症休克患者 28 d 和 90 d 病死率的关系[J].医学临床研究,2018,35(4):632-634.

(收稿日期:2020-02-12)

body weight method, the differences were statistically significant ($P < 0.05$); there was no significant difference in REE value between patients with APACHE II score ≤ 15 and patients with APACHE II score > 15 ($P > 0.05$); the REE value of patients with SOFA score ≤ 5 was lower than that of patients with SOFA score > 5 , and the difference was statistically significant ($P < 0.05$); there was a negative correlation between REE value and SOFA score ($r = -0.378$, $P < 0.05$); and there was no significant correlation between REE value and APACHE II score ($P > 0.05$). **Conclusion:** The REE value measured by H-B method and body weight method is quite different from that measured by IC method. Clinically, the REE value measured by IC method should be used to guide providing nutritional support for patients. The REE value has a certain correlation with the SOFA score. Therefore, in terms of clinical nutritional support, the organ function of patients should be fully considered in order to avoid aggravating the organ function burden due to overnutrition or malnutrition, so as to improve the prognosis.

Key words resting energy expenditure; indirect calorimetry; severe sepsis; abdominal operation; prognosis

外科重症监护病房(surgical intensive care unit, SICU)收治的腹部外科重症患者能量消耗受呼吸窘迫、器官功能障碍综合征、外科手术等因素影响,会导致患者的分解代谢大于合成代谢,易出现营养不良或过度,不利于预后。脓毒症为外科危重症患者常见并发症,易导致多器官功能不全^[1-2]。临床研究发现,脓毒症在病情发展的不同阶段,机体代谢出现相应变化,有效的免疫调节有助于改善患者预后^[3]。因此,科学合理的能量代谢测定对改善严重脓毒症患者预后具有重要临床意义。静息能量代谢(resting energy expenditure, REE)为评价人体代谢的指标, Harris-Benedict(H-B)公式法和体重法计算 REE 简单快捷,但由于外科重症患者的代谢个体差异性大, H-B 公式法和体重法难以准确评估能量代谢水平。而间接能量测定法(indirect calorimetry, IC)所测得的能量消耗值准确性高,已被国内外肠内肠外营养专业学会定义为“金标准”,成为营养支持方案确定的主要指标^[4]。本研究中腹部外科严重脓毒症患者采用 IC 法测定每天的静息能量代谢情况,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2018-02—2019-11 期间民航总医院外科重症监护病房(SICU)收治的腹部外科严重脓毒症患者 41 例, 1 例治疗不足 24 h 死亡而剔除, 2 例未坚持系统治疗而剔除, 最终纳入 38 例。其中男 17 例, 女 21 例; 年龄 35~78 岁, 平均(55.37±10.24)岁; 平均体重(57.12±6.73) kg; 平均身高(162.87±7.63) cm。病因: 胃穿孔 12 例, 肠穿孔 9 例, 急性重症胰腺炎 8 例, 腹腔脓肿 6 例, 急性化脓性胆管炎 3 例。合并症: 慢性阻塞性肺病 3 例, 冠心病 5 例, II 型糖尿病 2 例, 高血压病 7 例。纳入标准: ①均符合脓毒症诊断标准^[5]; ②呼吸状态不稳定, 存在营养治疗适应证, 营养治疗时间 ≥ 5 d; ③年龄 > 18 岁, 未合并晚期恶性肿瘤。排除标准: ①存在活

动性出血或颅内出血; ②合并酮症酸中毒或代谢性酸中毒; ③合并慢性肝肾功能衰竭。本研究通过我院伦理审批。

1.2 方法

1.2.1 患者一般资料的采集 采集入住 SICU 的腹部外科严重脓毒症患者的一般信息, 包括姓名、性别、年龄、身高、体重、诊断、体温、平均动脉压、呼吸、心率、前白蛋白水平、白细胞水平、血红蛋白水平、急性生理与慢性健康状况评估 II (acute physiology and chronic health evaluation, APACHE II) 评分和序贯器官功能衰竭评估(sequential organ failure assessment, SOFA) 评分等。

1.2.2 静息能量代谢测定 静息能量代谢测定时机在早期有效复苏, 纠正内脏缺血缺氧, 维持细胞的正常代谢的前提和保障下进行。采用美国 MEDGRAPHIC 公司生产的 CCM 代谢车, 以 IC 法每日监测患者静息能量代谢水平。计算出氧耗量和二氧化碳排出量, 同时计算出吸入气和呼出气的体积, O_2 、 CO_2 浓度, REE、呼吸商(respiratory quotient, RQ) 值^[6]。

1.2.3 IC 法测定质控标准 每次测量前对间接能量代谢仪进行气体定标和流量定标, 保证机器测定时的准确性: FiO_2 浓度的差异应 $\leq 5\%$; 呼出气中 CO_2 分压改变应 $< 10\%$; RQ 值应在 0.67~1.30 之间; 测定期间不进行吸痰、翻身、更衣、采血等护理操作; 测定前至少 2 h 内不进行有创操作。

1.2.4 H-B 公式法测定标准 使用 H-B 公式法计算患者静息能量代谢水平, 每日实际能量消耗(REE) = 每日基础能量消耗(BEE) \times 应激系数; H-B 公式: $BEE(\text{男性}) = 66.47 + 13.75W + 5.00H - 6.76A$; $BEE(\text{女性}) = 655.10 + 9.56W + 1.85H - 4.68A$; 注: W 为理想体重(kg), H 为身高(cm), A 为年龄(y)。

1.2.5 体重法测定标准 按照 2008 年中华医学会肠外肠内营养指南建议中提供的热卡供应标准

(急性应激期 20~25 kcal/kg,代谢稳定期 25~30 kcal/kg)算出患者静息能量代谢水平。目前国际公认标准体重计算公式:标准体重(kg)=[身高(cm)-100]×0.9。

1.3 代谢水平分级标准

以 H-B 公式法计算值进行分级,计算值的 90%~110%定义为正常范围,<90%为低代谢状态,>110%表示高代谢状态。

1.4 营养支持

病情平稳后给予肠内营养支持,对于肠内营养不耐受的患者给予全肠外营养支持。肠内营养制剂为肠内营养混悬液,根据患者耐受力,低浓度输入,100~125 mL,每天 1 000~2 000 kcal。肠外营养制剂由科室自行配制,脂肪乳 20%中长链脂肪乳剂,12% 18AA 氨基酸。葡萄糖、脂肪占比为(1~2):1。蛋白量为 1 g·kg⁻¹·d⁻¹。

1.5 统计学方法

采用 Excel 软件建立数据库,借助 SPSS 22.0 处理。计数资料以频数、构成比描述,计量资料呈正态分布的采用 $\bar{x} \pm s$ 描述。IC 法、HB 公式法和体重法测得的 REE 用配对样本 *t* 检验。APACHE II 评分和 SOFA 评分分组的 REE 采用独立样本 *t* 检验;IC 法测定值同年龄、体重、APACHE II 评

分、SOFA 评分的线性相关性分析采用 Spearman 秩相关分析。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 能量代谢情况分析

38 例患者经 IC 法测定 203 次。RQ<0.85 的患者 36 次,构成比为 17.73%,介于 0.85~1.00 之间的患者 117 次,构成比为 57.64%,RQ>1.30 的患者 50 次,构成比为 24.63%。RQ 在非正常范围内的患者构成比为 42.36%。

根据 H-B 公式法计算的代谢水平分级标准,低代谢状态 125 次,构成比为 61.58%,正常状态 62 次,构成比为 30.54%,高代谢状态 16 次,构成比为 7.88%。处于非正常代谢水平的患者构成比明显高于正常代谢患者。

2.2 IC 法与 H-B 公式法、体重法计算出的 REE 值比较

将连续监测 REE 超过 5 d 的 23 例患者纳入,选取患者在第 1 天、第 3 天、第 5 天采用 3 种方法测得的 REE 值进行比较,结果显示,IC 法在第 1 天、第 3 天、第 5 天测得的 REE 值低于 H-B 法,高于体重法,且差异均有统计学意义(*P*<0.05)。见表 1、表 2。

表 1 IC 法与 H-B 公式法计算出的 REE 值比较

组别	kcal, $\bar{x} \pm s$		
	第 1 天	第 3 天	第 5 天
IC 法(<i>n</i> =23)	1 631.20±319.78	1 580.35±312.60	1 532.73±268.56
H-B 公式法(<i>n</i> =23)	1 781.51±248.09	1 762.42±271.18	1 694.57±241.09
<i>t</i>	2.097	2.110	2.151
<i>P</i>	0.042	0.041	0.037

表 2 IC 法与体重法计算出的 REE 值比较

组别	kcal, $\bar{x} \pm s$		
	第 1 天	第 3 天	第 5 天
IC 法(<i>n</i> =23)	1 631.20±319.78	1 580.35±312.60	1 532.73±268.56
体重法(<i>n</i> =23)	1 428.42±202.71	1 409.46±233.74	1 382.25±223.14
<i>t</i>	2.569	2.132	2.067
<i>P</i>	0.014	0.039	0.045

2.3 疾病不同严重程度患者 IC 法测定的 REE 值比较

对连续监测 REE 超过 5 d 的 23 例患者,于第 5 天评价疾病严重程度,APACHE II 评分≤15 分的有 11 例,>15 分的有 12 例;SOFA 评分≤5 分的有 9 例,>5 分的患者有 14 例。APACHE II 评

分≤15 分与>15 分的患者 REE 值比较差异无统计学意义(*P*>0.05);SOFA 评分≤5 分患者 REE 值高于>5 分的患者,差异有统计学意义(*P*<0.05)。见表 3。

2.4 疾病不同严重程度与 REE 值的相关性分析

REE 值与 SOFA 评分呈负相关(*P*<0.05),

相关系数为 -0.378 ;REE值与APACHE II评分无明显相关性($P>0.05$)。见表4。

表3 疾病不同严重程度患者IC法测定的REE值比较

组别	REE kcal, $\bar{x} \pm s$
APACHE II评分 ≤ 15 分($n=11$)	1 519.58 \pm 249.46
APACHE II评分 >15 分($n=12$)	1 546.41 \pm 215.63
<i>t</i>	0.277
<i>P</i>	0.785
SOFA评分 ≤ 5 分($n=9$)	1 676.78 \pm 235.68
SOFA评分 >5 分($n=14$)	1 453.36 \pm 227.59
<i>t</i>	2.248
<i>P</i>	0.035

表4 疾病不同严重程度与REE值的相关性分析

相关性	APACHE II评分	SOFA评分
<i>r</i>	0.483	-0.378
<i>P</i>	0.079	0.007

3 讨论

外科严重脓毒症患者因其个体代谢性差异和器官功能障碍普遍存在营养不良,相关数据显示,脓毒症患者中营养不良发生率高达30%~50%^[7]。营养不足可导致机体免疫功能下降,增加感染控制难度,而营养过剩可导致脂肪堆积,肝功能受累。临床营养支持是改善外科脓毒症患者预后的重要手段,但营养支持中目标营养值的确定仍是一项挑战。目前目标营养值常用的检测方法有IC法,体重法和H-B公式计算法。体重法计算患者静息能量代谢水平过于粗略,难以将影响患者代谢水平的诸多因素考虑在内^[8]。H-B公式法测量也难以精确测量外科重症患者的静息能量代谢水平,相关文献曾报道H-B法预测值可能高于或低于患者的实际能量消耗,依此能量进行营养支持时,约一半的患者处于过度营养或营养不足的状态^[9-10]。而静息能量代谢测定法作为目前精确估计能量消耗的方法,特别是对重症患者进行营养支持时,能够为个体化营养支持方案的确定提供有效的参考价值,已被国内外肠内肠外营养专业学会定义为“金标准”^[11]。

REE可反映机体每日总能量消耗,国际上规定将H-B公式计算的REE值的90%~110%定义为正常范围,低于90%为低代谢状态,高于110%为高代谢状态^[12]。RQ可反映患者营养代谢底物

利用情况,生理情况下一般在0.85~1.00之间,RQ大于1.00表明过度喂养,多余的能量以脂肪的形式存储,RQ小于0.85表明喂养不足,机体分解脂肪提供能量^[13]。本研究结果显示,RQ在非正常范围内的患者构成比为42.36%,处于非正常代谢水平的患者构成比例较高。患者低代谢水平所占比例增大说明H-B公式法测量外科重症患者的静息能量代谢水平可能过高地估计了患者实际静息能量代谢水平。外科重症患者静息能量代谢并未一直处于高代谢水平,伴随疾病进展患者病情逐渐稳定,临床药物使用如镇静药物使用,呼吸机使用减少呼吸肌做功等都使患者静息能量代谢水平维持在一种低代谢状态^[14-15]。提示临床营养支持普遍存在营养供给不足、营养过剩及营养配方比例不恰当等问题,应当予以重视,及时进行干预。

本文通过使用IC法、H-B公式法、体重法分别计算SICU收治的严重脓毒症患者在综合治疗后第1天、第3天、第5天的REE值,将H-B公式法、体重法分别与IC法测得的REE作比较,观察在第1天、第3天、第5天各自测得的REE差异。结果显示在不同时间点HB公式法、体重法与IC法的测定结果存在差异。外科严重脓毒症患者的REE是一个动态的变化范围,原因可能在于不同时间患者的病情和机体状态不同,患者病情的临床变化多样性,不同阶段机体炎症反应状况和脏器功能状况对静息能量代谢的影响很难直观表现出来,同时临床治疗干预也影响患者的静息能量代谢水平。而体重法和H-B公式法很难将临床各种干预因素考虑在内,故测得的患者每个时间点的静息能量代谢值同IC法测定的结果存在差异性^[16]。因IC法测定结果相对准确,故使用IC法测量患者静息能量代谢水平在提供重症患者营养支持方面作为首选。

入住SICU的患者每次测量静息能量代谢值的同时进行APACHE II评分和SOFA评分,分别以APACHE II评分 ≤ 15 分与 >15 分和SOFA评分 ≤ 5 分与 >5 分进行分组,评估两种不同病情状况下使用IC法测得的患者静息能量代谢水平。APACHE II评分作为评估患者病情严重程度和判断死亡率方面得到业界公认,本研究以15分为界限分为2组,结果显示2组静息能量代谢水平方面差异无统计学意义。SOFA评分作为评估患者脏器功能水平指标可以良好反应患者机体脏器功能受损情况,结果中SOFA评分较低的患者静息能量代谢水平高于SOFA评分较高的患者,提示我们在SOFA评分较低的患者中更应该注意患者能量供给问题,避免营养不良所带来的不良后果;

SOFA 评分较高的患者能量代谢水平低可能与脏器功能严重受损和全身炎症反应较重有关,炎性介质的释放,分解代谢增加,使营养底物利用障碍加重^[17]。

本研究对 REE 值与预后的关系进行分析,结果显示 REE 值与 SOFA 评分呈负相关,REE 值与 APACHE II 评分无明显相关性。SOFA 评分较高的患者组织和细胞获取营养底物的能力下降,各组织脏器功能严重受损后对营养底物摄取利用能力降低,导致患者分解代谢水平下降。过度喂养会导致机体利用脂肪的能力下降,同时耗能将葡萄糖转化为脂肪,引起脂肪的沉积,进而影响肝功能。氮的过量摄入对提升机体蛋白质的合成率并无显著作用,却可提高蛋白质的氧化率和尿氮排泄量,无益于改善肝、肾功能不全患者的氮质血症。在肝、肾功能受损情况下,营养底物的代谢与排泄均受到限制,供给量超过机体代谢负荷,将进一步加重代谢紊乱与脏器功能损害^[18]。SOFA 评分高的患者若 REE 持续减低往往预示患者预后不佳,因此 REE 可作为预测预后的指标之一。

综上所述,H-B 法和体重法测量的 REE 值与 IC 法相比差异较大,临床上应按照 IC 法测得的 REE 值为患者提供营养支持,REE 值与 SOFA 评分具有一定相关性,因此临床营养支持方面应充分考虑患者脏器功能状况,避免因营养过剩或营养不良加重脏器功能负担,以改善预后。

参考文献

- [1] Zheng R, Pan H, Wang JF, et al. The association of coagulation indicators with in-hospital mortality and 1-year mortality of patients with sepsis at ICU admissions: A retrospective cohort study[J]. Clin Chim Acta, 2020, 504(1): 109-118.
- [2] Lenneke EMH, Fabian T, Dylan WL, et al. Performance of the quick SOFA in very old ICU patients admitted with sepsis[J]. Acta Anaesth Scand, 2020, 64(4): 508-516.
- [3] 姜毅,安萌萌,龚平. 乌司他丁对脓毒症患者铁代谢及病情严重程度和预后的影响[J]. 中华急诊医学杂志, 2019, 28(3): 361-365.
- [4] 王丽娟,赵兰菊,杨小娟,等. 间接测热法与 HB 公式法测定多发伤机械通气患者能量消耗的一致性研究[J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30(10): 946-949.
- [5] Shankar-Hari M, Phillips GS, Levy ML, et al. Developing a new definition and assessing new clinical criteria for septic shock: for the third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3) [J]. JAMA, 2016, 315(8): 775-787.
- [6] Belarmino G, Singer P, Gonzalez MC, et al. Prognostic value of energy expenditure and respiratory quotient measuring in patients with liver cirrhosis[J]. Clin Nutr, 2019, 38(4): 1899-1904.
- [7] 刘正才,杨西胜. 脓毒症营养支持治疗策略[J]. 中华消化外科杂志, 2019, 18(10): 920-923.
- [8] Zitting KM, Vujovic N, Yuan RK, et al. Human resting energy expenditure varies with circadian phase [J]. Curr Biol, 2018, 28(22): 3685-3690.
- [9] Picolo MF, Lago AF, Meneguetti MG, et al. Harris-Benedict equation and resting energy expenditure estimates in critically ill ventilator patients[J]. Am J Crit Care, 2016, 25(1): 21-29.
- [10] Kyrana E, Williams JE, Wells JC, et al. Resting Energy Expenditure of Children With End-stage Chronic Liver Disease Before and After Liver Transplantation [J]. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 2019, 69(1): 102-107.
- [11] 达静静,王松,林鑫,等. 维持性血液透析患者静息能量代谢率与人体测量参数的相关性[J]. 中华肾脏病杂志, 2018, 34(4): 261-266.
- [12] Fabiano Alves VG, da Rocha EEM, Gonzalez MC, et al. Resting energy expenditure measured by indirect calorimetry in obese patients: variation within different BMI ranges [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2020, 44(1): 129-137.
- [13] 崔红元,朱明炜,许静涌,等. 外科肝癌患者的人体组成和能量代谢及其与营养状态的相关性[J]. 中华临床营养杂志, 2017, 25(3): 147-152.
- [14] Tatucu-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.
- [15] 张存海,李成恩,卞月梅. 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[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2019, 26(1): 76-78.
- [16] 谢海雁,于康,安奇志,等. 代谢车间接测热法、公式推测试法及人体成分测定法用于测定静息能量消耗的比较[J]. 中华临床营养杂志, 2018, 26(2): 90-93.
- [17] 贾星宇,华晨,刘励军,等. 不同方法检测有创机械通气患者静息能量消耗及其意义[J]. 中华内科杂志, 2018, 57(8): 596-598.
- [18] 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.

(收稿日期:2020-03-12)