

# 烧伤患者热量供应

## —— 尚待探讨课题

汪仕良

How to evaluate energy requirement of burn patients —— a question still needs farther investigation WANG Shi-liang. Institute of Burn Research, Southwest Hospital, State Key Laboratory of Trauma, Burns and Combined Injury, the Third Military Medical University, Chongqing 400038, P. R. China

**【Abstract】** After a series of study of early feeding (EF), we consider the evaporative heat loss from the burn wound is not the main mechanism of burn hypermetabolism. EF could resuscitate the intestine, preserve its structural integrity and function, prevent bacterial translocation and release of inflammatory mediators, reduce muscle protein catabolism and hypermetabolism. Our studies concerning the relationship between EF and hypermetabolism have already extended to involve hypothalamus now. At the end of 1960s, the advancement in "Intravenous Hyperalimentation" has epoch-making significance, but it has been found later that energy has been oversupplied by this measure, thus it exacerbated visceral loading and led to disorder of internal environment, and it has been found not beneficial to alleviate hypermetabolism. Whether "hypocaloric nutrition" for post-operative patients of G-I (gastro-intestine) surgery is applicable to severe burn patients remains as a problem. Some specialists suggest it is better to supply  $126 \sim 146 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  in severe burn patients. After evaluating the bias and precision of 46 methods of estimating energy supply of burn patients reported from 1953 to 2000, Dikerson RN et al. concluded that the most precise, unbiased methods were those of Milner (1994), Zawacki (1970) and TMMU (1993, Third Military Medical University formula). Though formulas are simple and convenient to estimate energy supplementation, however, it is difficult to evaluate the requirement of energy when the patient's condition changes immensely.

**【Key words】** Burns; Hypermetabolism; Energy requirement

**【关键词】** 烧伤; 高代谢; 热量需求

烧伤后分解、合成代谢均升高, 分解代谢高于合成代谢, 体内物质消耗加剧, 而外源性营养物质不能完全纠正高代谢时机体消耗, 营养底物在机体器官、组织、细胞的消化吸收转化受阻, 底物堆积导致细胞、组织、器官代谢紊乱<sup>[1]</sup>。探讨烧伤患者热量供应时, 会遇到一系列问题, 如为什么伤后热量丢失加剧, 伤后供应热量高低应如何掌握, 如何较确切、简便地估算所需热量, 热量供应时相及病情急剧变化时应如何掌握。

作者单位: 400038 重庆, 第三军医大学西南医院全军烧伤研究所, 创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室



### 1 为何伤后热量丢失加剧——“创面蒸发”与“机体调控”

一般认为主要是由于伤后代谢率增高所致。伤后高代谢机制复杂, 涉及人体组成的整体、系统、器官、组织、细胞、分子、原子各个层次, 与激素、细胞因子、脂类递质以及细胞信息传递、基因信息传递均有关。但总体而言, 在细胞、分子、基因水平研究高代谢时, 至少有一点需要解决, 即高代谢是否主要由创面水分蒸发引起, 是目前争议的主要观点<sup>[2]</sup>。创面包绕不透水膜、包扎敷料、环境温度保持在  $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  左右, 固然可以使代谢率有所降低, 但不能使伤后高代谢恢复正常。

伤后高代谢除与创面水分蒸发有关外, 主要还是通过烧伤后应激反应, 与下丘脑-垂体-肾上腺轴、急性相反应、自主神经系统以及应激反应时调控基因活性的一些转录因子均有关。曾有学者认为早期喂养不能降低创面水分蒸发所致热量丧失, 所以不能降低高代谢。笔者研究烧伤早期肠道喂养 20 多年, 对其认识仍在不断深化, 发现早期肠道喂养可促使伤后肠道复苏, 改善肠黏膜能量代谢, 维护肠道结构功能, 促进肠黏膜增殖修复, 减轻肠道移位及肠黏膜细胞、枯否细胞活化, 减少炎性递质释放, 降低 26S 蛋白酶复合体活性及含量, 减少肌蛋白分解, 降低尿氮含量, 降低高代谢。所以, 仅从创面水分蒸发来看高代谢, 无疑是表面的、局部的<sup>[3]</sup>。

近几年来, 我们将早期肠道营养与伤后高代谢反应关系延伸至下丘脑研究。下丘脑促肾上腺皮质激素释放因子受体 2 (corticotropin releasing factor receptor 2, CRFR2) 可能参与严重烧伤大鼠高代谢反应调节, 早期肠道营养可能通过下调下丘脑 CRFR2 mRNA 及蛋白表达而降低烧伤高代谢。这进一步说明, 仅将“创面蒸发水增加”作为烧伤高代谢的主要机制是难以成立的。

### 2 “高热量”与“低热量”

烧伤后机体高代谢, 热量消耗增加。静脉营养开始用于临床时称“静脉高价营养” (intravenous

hyperalimentation), 具有划时代意义。当时, 静脉营养制剂匮乏, 只有高渗葡萄糖、水解蛋白液, 尚无氨基酸、脂肪乳剂、维生素、微量元素、电解质液制剂供应。成年烧伤患者每天输注 50 g/L 水解蛋白液 500 ~ 1000 mL, 250 g/L 葡萄糖 1500 mL, 甚至有高达 3000 mL 者, 再加 50 ~ 100 g/L 葡萄糖液, 输注葡萄糖总量每天一般在 500 g 以上, 有的病例更高。当时的主要想法是水解蛋白液反应大, 不敢多用; 如要加大能源供应以补偿高代谢消耗, 只有多给葡萄糖。1973—1980 年, 笔者单位收治烧伤总面积 50% TBSA 以上的成年患者 50 例, 其中 26 例曾给予静脉高价营养, 年龄 (35 ± 14) 岁, 烧伤总面积 (80 ± 9)%、Ⅲ度 (33 ± 29)% TBSA, 输注 50 g/L 水解蛋白液 500 ~ 1000 mL 及葡萄糖 500 g 以上, 病死率 38.6%; 24 例未曾给予静脉高价营养, 年龄 (30 ± 9) 岁, 烧伤总面积 (76 ± 14)%、Ⅲ度 (27 ± 30)% TBSA, 病死率 33.3%。两组患者年龄、烧伤总面积、Ⅲ度面积比较, 差异均无统计学意义 (P 值分别为 0.079、0.164、0.231); 病死率比较, 差异也无统计学意义 ( $\chi^2 = 0.425, P > 0.05$ )。本组病例显示, 高热量支持并不能提高重度烧伤患者的存活率<sup>[4]</sup>。1989 年 Herndon 等<sup>[5]</sup>提出, 静脉营养可增加严重烧伤患者的病死率。而后逐步认识到, 在伤后代谢底物利用受阻情况下, 给予过多热量支持, 不但无助于降低高分解代谢, 而且会加重脏器负担, 加剧内环境紊乱。

由此出现低热量供应的观点, 外科手术后患者摄入低热量 (75 ~ 84 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>), 与摄入量 (126 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>) 比较, 血糖水平低, 术后住院时间、静脉炎发生率、营养药物费用均明显降低<sup>[6]</sup>。由此产生如下问题, 如果术后摄入低热量确实优于常量, 则“低热量 75 ~ 84 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>”是否应称为“常量”; 而“常量”是否应称为“超量”? 严重烧伤患者是否适用于这种“低热量”呢?

目前已认识到高热量摄入对烧伤患者的危害, 如高血糖与炎症反应、感染的关联, 高脂肪对免疫功能的影响。而“低热量”摄入是否适用于严重烧伤患者, 也是需要回答的问题。将烧伤总面积 10% ~ 80% TBSA 的 103 例成年烧伤患者, 按照肠道营养支持热量不同分成 A、B 组, A 组摄入量大于或等于 126 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>, 病死率 5.3%; B 组摄入量小于 126 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>, 病死率 32.6%, 两组患者病死率比较, 差异有统计学意义 (P < 0.01)。B 组患者肺炎发生率为 A 组的 2.0 倍 (P < 0.05), 脓毒症

为 A 组的 1.8 倍 (P < 0.05), 住院时间比 A 组延长 12.6 d (P = 0.01)<sup>[7]</sup>。20 世纪 80 年代后期, 能量不宜过多的观点为多数学者所接受, 认为给予维持细胞代谢所需的能量即可, 以小于 146 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> 为合适<sup>[1]</sup>。有学者建议供应烧伤患者的热量为 126 ~ 146 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup><sup>[8]</sup>。严重创伤患者一般可按 125 ~ 146 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> 给予能量物质<sup>[9]</sup>。有学者在临床应用 20 年基础上, 提出烧伤患者肠外营养的能量供应为 105 ~ 126 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>, 而高代谢、应激患者摄入热量 126 ~ 146 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup><sup>[10]</sup>。综观各家意见, 烧伤高代谢的热量供应以 126 ~ 146 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> 为妥, 由于病程、病情不同, 可酌情控制在 (126 ± 21) kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>。

### 3 什么方案估算烧伤患者热量供应较确切简便

高热量摄入危害烧伤高代谢患者, 而“低热量”摄入对此类患者是否也可造成损害, 这也需认真探讨。上述各家提出烧伤高代谢患者摄入热量 126 ~ 146 kJ · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>, 只是粗略估计。由于烧伤患者病程不同, 有早期复苏、应激高峰、修复愈合阶段; 病情不同, 如烧伤面积及深度、致伤部位、脏器功能变化、感染及并发症等, 在整个病程中, 其热能需要必然会有变化。

测定能量消耗方法有直接测热法、双标记水法、心率监测法、红外线温度记录法、热稀释肺动脉导管法 (Fick 法)、间接测热法及公式估算等。目前临床常用方法是间接测热法及公式估算。间接测热法需用代谢车, 代谢车昂贵, 尚难普及推广; 也可用 Douglas 或类似集气袋收集呼出气, 再用血气分析仪测定患者氧耗量、CO<sub>2</sub> 呼出量, 计算静息能量消耗 (REE), 这种方法灵敏度虽比代谢车低, 但准确度并不亚于代谢车<sup>[11-12]</sup>。天津市第四医院以代谢车监测 45 例烧伤患者 REE, 结果显示以 REE × 1.2 较按 REE × 1.0 和 REE × 1.5 提供能量效果好, 建议以 REE × 1.2 进行营养支持<sup>[10]</sup>。解放军总医院第一附属医院则提出烧伤热量供应以 REE × (1.1 ~ 1.3) 计算<sup>[13]</sup>。

最常用的简便方法为公式估算, 估算烧伤患者热量消耗方案已有数十个, 究竟哪些比较确切? 2002 年 Dickerson 等<sup>[14]</sup>收集对比 1953—2000 年 46 种估算烧伤患者热量供应方案, 认为最确切而不偏倚的方案是 Milner 公式、Zawacki 公式及第三军医大学公式。(1) Milner 公式 (1994 年): 基础代谢率 (BMR) × 24 × 体表面积 (BSA) × [0.274 + 0.0079 ×

烧伤面积(%) - 0.004 × 伤后天数] + BMR × 24 × BSA。偏离 95% 可信区间 10% ~ 22% (平均 16%)。(2)Zawacki 公式(1970 年):  $6025 \text{ kJ} \cdot (\text{m}^2)^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。偏离 95% 可信区间 9% ~ 23% (平均 16%)。(3)第三军医大学公式(1993 年):  $4184 \text{ kJ} \cdot (\text{m}^2)^{-1} \cdot \text{d}^{-1} + 105 \text{ kJ} \times \text{烧伤面积}(\%)$ 。体表面积除可用传统公式计算外,还可简化为:体表面积( $\text{m}^2$ ) = [身高(m) - 0.6] × 1.5。偏离 95% 可信区间 12% ~ 24% (平均 18%)。以上 3 个公式与测定 REE 比较,差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )<sup>[14-15]</sup>。

此外,目前常用公式计算的热量供应值与 REE 测定值结果偏离较大。(1)Harris-Benedict (HB) 公式:男性患者( $\text{kJ/d}$ ) = [66.5 + 13.8 × 体质量(kg) + 5 × 身高(cm) - 6.8 × 年龄(岁)] × 4.184;女性患者( $\text{kJ/d}$ ) = [665.1 + 9.6 × 体质量(kg) + 1.8 × 身高(cm) - 4.7 × 年龄(岁)] × 4.184。其中“66.5”及“665.1”的小数点位置经常搞错。HB 公式仅 1.5 × HB 较为正确,但也偏离 95% 可信区间 9% ~ 29% (平均 19%),其他如:1.00 × HB、1.23 × HB、1.40 × HB、1.70 × HB、1.73 × HB - 886、1.75 × HB、1.85 × HB、2.00 × HB、2.10 × HB 均偏离大。与测定 REE 比较,除 1.50 × HB 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ) 外,其他 HB 有关方案差异均有统计学意义 ( $P \leq 0.05$  或  $P < 0.001$ )。(2)Curreri 公式(1974 年):  $105 \text{ kJ} \times \text{体质量}(\text{kg}) + 167 \text{ kJ} \times \text{烧伤面积}(\%)$ 。偏离 95% 可信区间 21% ~ 49% (平均 35%),与测定 REE 比较,  $P \leq 0.001$ 。(3)Curreri 修正公式(1989 年):偏离 95% 可信区间 19% ~ 45% (平均 32%), 29% ~ 38% (平均 33.5%)。与测定 REE 比较,  $P \leq 0.01$  或  $P < 0.001$ <sup>[14]</sup>。传统经典 HB 公式、Curreri 及其修正公式均受到挑战,其正确性不如 Milner 公式、Zawacki 公式和第三军医大学公式。与第三军医大学公式比较,HB 公式没有反映烧伤因素,Curreri 公式则过高估算大面积成年烧伤患者的热量。

但是,烧伤患者热量供应估算公式存在一些共同问题,即或是考虑了体质量、体表面积、烧伤面积及深度,比较烦琐的 Toronto 公式还考虑了 HB 公式计算的基础能量消耗、伤后时间、摄入热量及体温变化。然而最关键一点是:病情在剧烈变动时,公式均无法较确切反映供应所需能量变化,如度过严重休克、延迟复苏后如何调整公式计算热量? 严重感染、脓毒症状态是适当增加还是减少估算热量,若须减少供应量,减去多少为好? 切痂特别是有感染的焦

痂、痂皮去除后,可使 REE 降低<sup>[13]</sup>,那么切痂后供热量应如何掌握,不同切痂面积的供应热量应如何调节?

所以,有条件时还是以间接测热法测定 REE 较好。总能量消耗还必须考虑食物生热作用、活动能量消耗及其他有关因素如麻醉、精神等。目前,多数意见是在 REE 基础上再加 20% 热量。此外,严重烧伤创面愈合过程中或使用胰岛素、生长激素后,如何掌握供应总热量及三大营养素比例的变化等。总之,对烧伤患者热量的供应,虽然我国学者已研究解决了一些问题,但仍有许多需要进一步探讨的课题。

#### 参考文献

- [1] 黎介寿. 高分解代谢患者的营养支持. 中华烧伤杂志, 2002, 18(4): 197-198.
- [2] Wood RH, Caldwell FT, Wallace BH. Effect of early feeding on the postburn hypermetabolic response in rats. J Trauma, 1990, 30 Suppl 12: S24-30.
- [3] 汪仕良,黎鳌. 烧伤肠源性高代谢. 中华烧伤杂志, 2001, 17(4): 200-201.
- [4] 汪仕良. 烧伤治疗的是非曲直//杜如显. 医学金鉴外科学卷(下). 北京:军事医学科学出版社, 2006: 675-683.
- [5] Herndon DN, Barrow RE, Stein M, et al. Increased mortality with intravenous supplemental feeding in severely burned patients. J Burn Care Rehabil, 1989, 10(4): 309-313.
- [6] 蒋朱明,王秀荣,韦军民,等. 低氮低热量肠外营养与传统氮热量肠外营养对术后患者血糖、感染相关并发症、住院时间、费用等影响的比较. 中国临床营养杂志, 2003, 11(3): 179-183.
- [7] Rimdeika R, Gudaviciene D, Adamonis K, et al. The effectiveness of caloric value of enteral nutrition in patients with major burns. Burns, 2006, 32(1): 83-86.
- [8] 王玉莲. 营养//葛绳德,夏照帆. 临床烧伤外科学. 北京:金盾出版社, 2006: 655-674.
- [9] 黎介寿. 危重病患者的营养支持//黎洁良. 现代危重病学. 合肥:安徽科学技术出版社, 1998: 183-208.
- [10] 邓诗琳. 烧伤肠外营养支持//汪仕良,邓诗琳. 烧伤代谢营养学. 石家庄:河北科学技术出版社, 2009, 待出版.
- [11] 张红,余斌,汪仕良. 烧伤病人能量消耗的简易测定方法. 中华护理杂志, 1999, 34(5): 281-282.
- [12] Van der Kuip M, de Meer K, Oosterveld MJ, et al. Simple and accurate assessment of energy expenditure in ventilated paediatric intensive care patients. Clin Nutr, 2004, 23(4): 657-663.
- [13] 盛志勇,郭振荣. 危重烧伤治疗与康复学. 北京:科学出版社, 2000: 314-359.
- [14] Dickerson RN, Gervasio JM, Riley ML, et al. Accuracy of predictive methods to estimate resting energy expenditure of thermally-injured patients. JPEN (J Parenter Enteral Nutr), 2002, 26(1): 17-29.
- [15] Xie WG, Li A, Wang SL. Estimation of the calorie requirements of burned Chinese adults. Burns, 1993, 19(2): 146-149.

(收稿日期:2008-10-13)

(本文编辑:莫愚)