DOI:10.16016/j.2097-0927.202204154

ICU 住院期间体质量变化与死亡率的相关性研究

张静静,金旭婷,任佳佳,李若寒,李佳媚,高 雅,王小闯,王 岗 710004 西安,西安交通大学第二附属医院重症医学科

[**摘要**] **目的** 探讨成年患者在重症监护室(intensive care unit,ICU)住院期间体质量变化对死亡率的影响。**方法** 采用多中心回顾性队列研究,利用 eICU-CRD 数据库,纳入首次入院单次入住 ICU 且 ICU 住院时长>24 h 的成年患者。采用单因素和多因素 Logistic 回归分析,并控制相关混杂因素,研究 ICU 住院期间体质量变化与死亡率之间的关系。在不同年龄组、急性生理和慢性健康评估Ⅳ评分(Acute Physiology and Chronic Health Evaluation Ⅳ score,APACHEⅣ)评分、ICU 住院时长和入院时 BMI 基线水平中进行亚组分析。**结果** 本研究共纳入 ICU 患者 34 311 例,其中男性占比 55.1%,白种人占比 82.4%,≥65 岁以上人群占比 51.3%;与体质量降低组患者比较,体质量升高的患者出现肾衰竭(1 938 例,11.1%)、肝衰竭(106 例,0.6%)和败血症(2 442 例,14.0%)的比例更高,并且体质量增加组的患者在 ICU 住院时长、医院住院时长和 APACHEⅣ评分也较高。多因素 Logistic 回归模型结果显示体质量增加组患者的住院死亡率是体质量降低组的 1.25 倍(95% *CI*:1.16~1.36,*P*<0.001),ICU 死亡率是体质量降低组的 1.36 倍(95% *CI*:1.22~1.50,*P*<0.001),而且在疾病严重程度较高、ICU 住院时间较长的患者中更明显,并且研究结果不受年龄及 BMI 基线水平的影响。**结论** 在成年患者中,体质量变化是其发生 ICU 死亡和医院死亡的独立危险因素。

[**关键词**] 体质量变化;ICU 死亡率;医院死亡率;重症监护室
[**中图法分类号**] R181.32;R197.3;R47 [**文献标志码**] A

Correlation between change in body mass and mortality during hospitalization in intensive care unit: a retrospective cohort study

ZHANG Jingjing, JIN Xuting, REN Jiajia, LI Ruohan, LI Jiamei, GAO Ya, WANG Xiaochuang, WANG Gang
Department of Critical Care Medicine, the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shanxi Province, 710004, China

[**Abstract**] **Objective** To explore the effect of change in body mass on mortality during hospitalization in intensive care unit (ICU). **Methods** A multicenter and retrospective cohort study was conducted on patients who were firstly hospitalized in ICU and whose length of ICU stay were over 24 h, with data extracted from the eICU Collaborative Research Database. Univariate and multivariate logistic regression models were used to explore the relationship between body mass change and mortality in ICU patients. Interaction analysis was performed between body mass change and related covariates. Based on the results of interaction analysis and clinical practice, the association between body mass change and mortality was analyzed in subgroups stratified by age, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) Ⅳ score, length of ICU stay and baseline BMI at ICU admission. **Results** A total of 34 311 ICU patients were included, among which 55.1% were male, the white race accounted for 82.4% and 51.3% were ≥65 years old. Compared with those with decreased body mass, patients with increased body mass had higher rates of renal failure (1 938 cases, 11.1%), liver failure (106 cases, 0.6%), sepsis (2 442 cases, 14.0%), longer ICU stay, longer hospital stay and higher APACHEⅣ scores. The multivariate logistic regression model showed the

[**基金项目**] 国家自然科学基金面上项目(81770057);西安交通大学第二附属医院院人才培养专项科研基金[RC(XM)202011]
[**通信作者**] 王 岗,E-mail:gang_wang@xjtu.edu.cn

2097-0927/Copyright © 2022,陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循 CC BY 许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

in-hospital and ICU mortality in patients with body mass gain were 1.25 times(95%*CI*: 1.16~1.36, *P*<0.001) and 1.36 times (95%*CI*: 1.22~1.50, *P* <0.001) higher than those with body mass decreased respectively. This difference is more significant in patients with higher APACHEⅣ score and the longer ICU stay. The different age subgroup or different baseline BMI levels exerted no effect on the results mentioned. **Conclusion** The change in body mass is the independent risk factor of the in-hospital and ICU motality.

[**Key words**] change in body mass; ICU mortality; hospital mortality; intensive care unit

Supported by the General Program of National Natural Science Foundation of China (81770057) and the Special Research Foundation for Personnel Training of the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University [RC(XM)202011]. Corresponding author: WANG Gang, E-mail: gang_wang@xjtu.edu.cn

体质量是评估人体营养状态的相对简单和直接的指标。已有较多关于体质量与 ICU 患者死亡风险的研究[1]。一项关于脓毒症、严重脓毒症或脓毒性休克患者的 meta 分析结果显示,与正常体质量患者比较,超重和肥胖人群的死亡发生事件显著降低[2]。YOU 等[3]在包含 140 名重症患者的单中心队列研究中发现,重症患者体质量增加与机械通气使用时间增加、ICU 住院时间延长有关,并与较高的 ICU 死亡率相关。一篇多中心队列研究结果显示,在新型冠状病毒感染的重症患者中,体质量和病死率之间没有关系[4]。通过回顾上述文献,可发现体质量指标与重症患者预后之间的关系相互矛盾,仅通过单纯一次体质量绝对值监测可能无法对患者预后进行有效判断,基于此,越来越多的研究者注意到体质量动态变化对死亡率预判的潜在价值。有研究发现在普通人群中,超重或肥胖人群的体质量减轻,或者偏瘦人群的体质量增加,均与低死亡率相关,可改善患者预后[5-6]。目前 ICU 住院期间体质量变化与重症患者预后的相关研究较少。本项多中心、回顾性队列研究旨在探索 ICU 住院期间体质量变化对 ICU 死亡率、医院死亡率的影响,为预测重症患者预后提供新指标,同时为重症患者体质量管理提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 数据来源

本研究为多中心回顾性队列研究,数据来源于 eICU-CRD 数据库,包含了 2014-2015 年期间美国 208 家医院 335 个不同 ICU 中 139 367 位患者的人口统计学特征、实验室检查结果、影像学检查结果、生理学数据、诊疗策略、病史和出院情况等信息[7]。该数据库依据《健康保险便利性和责任法案》的安全条款发布。由于所有受保护的患者个人健康信息已去识别化,因此免除了获取患者个人同意的要求。该研究的所有参与人员都完成了必要的培训,并获得了访问此数据库的许可。

1.2 数据提取

本研究采用 SAS version 9.4 软件从 eICU-CRD 数据库对患者数据进行提取,包括人口统计学数据、临床合并症、治疗方式、疾病严重程度评分系统[急性生理和慢性健康评估Ⅳ评分(Acute Physiology and Chronic Health Evaluation Ⅳ score, APACHEⅣ)]、ICU 住院时间/医院住院时长、入住 ICU 24 h 内及出 ICU 时患者体质量数据。人口统计学指标包括年龄、性别和种族;临床合并症的诊断依据国际疾病分类第 9 版(International Classification of Diseases, Ninth Revision, ICD-9),包括心力衰竭、呼吸衰竭、肾衰竭、肝衰竭、糖尿病、高血压、发烧、败血症、弥散性血管内凝血(disseminated intravascular coagulation, DIC);相关治疗包括机械通气(无创和有创)、肾脏替代治疗、药物治疗[包括利尿药物、镇静镇痛药物、血管活性药物和全肠外营养(total parenteral nutrition, TPN)]。ICU 住院期间净液体量=ICU 住院期间的总液体入量-总液体出量。

1.3 患者选择

分析首次入院单次入住 ICU 的成年患者(年龄≥18 岁)。共收集 56 012 份入住 ICU 24 h 内体质量和出 ICU 时体质量的记录。排除标准:①无 APACHEⅣ评分者(8 382 例);②ICU 住院时间≤24 h 者(11 874 例);③所调整的协变量有缺失值者(528 例);④有体质量异常值者,被定义为超过平均值±3 倍的标准差(787 例),最终的分析样本量为 34 311 例。

1.4 体质量变化值和终点事件

体质量变化值=出 ICU 体质量(kg)-入 ICU 体质量(kg)

主要终点事件是 ICU 死亡事件,定义为 ICU 出院前因任何原因导致的死亡。次要终点事件是医院死亡事件,定义为出院前因任何原因导致的死亡。医院死亡包括 ICU 死亡。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。在基线资料比较中,若计量资料满足正态分布,采用 t 检验进行分析,以 $\bar{x}\pm s$ 表示;若不符合正态分布,采用秩和检验进行分析,以 $M(P_{25},P_{75})$ 表示。计数资料采用 χ^2 检验进行分析,以频数(%)表示。为评估体质量变化与

ICU 死亡和医院死亡的关系,采用单因素和多因素 Logistic 回归模型。具体矫正变量如下:模型 1:年龄、性别、种族、入 ICU 24 h 内 BMI 基线水平;模型 2:模型 1+临床合并症(心力衰竭、呼吸衰竭、肾衰竭、肝衰竭、发热、糖尿病、高血压、败血症、弥散性血管内凝血);模型 3:模型 2+临床治疗方式[机械通气、肾脏替代治疗、用药(利尿剂、镇静镇痛药、血管活性药物、肠外营养)]+液体净平衡;模型 4:模型 3+APACHEⅣ评分;模型 5:模型 4+ICU 住院时长(针对 ICU 病死率)或者医院住院时长(针对医院病死率)。此外,对体质量变化与年龄、APACHEⅣ评分、ICU 住院时间和入 ICU 24 h 内 BMI 基线水平等临床相关因素进行交互作用分析。基于交互分析的结果和临床实践,在亚组分析中[年龄(≥65 岁 *vs* <65 岁)、APACHEⅣ评分(<53 分 *vs* ≥53 分)、ICU 住院时长(≥3 d *vs* <3 d),入住 ICU 时 BMI 基线水平(≥30 kg/m^2 *vs* 25~29.9 kg/m^2 *vs* <25 kg/m^2,分别对应肥胖、超重和体质量不足/正常患者)进行敏感性分析来进一步验证研究结果。采用 Spearman 相关性分析描述体质量变化和 ICU 住院期间总净液量的关联方向和程度。本研究采用双侧检验,以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般临床资料

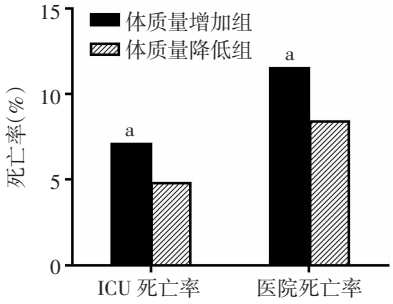
本研究共纳入 34 311 例患者,其中男性 18 889 例,占比 55.1%;白种人 28 263 例,占比 82.4%;≥65 岁人群占比 51.3%;APACHEⅣ评分为 53 分(39,71),ICU 住院中位时间为 2.29 d。在 ICU 住院期间,776 例(2.3%)患者接受肾脏替代治疗,13 547 例(39.5%)患者接受机械通气。与体质量降低患者比较,体质量升高的患者出现肾衰竭(1 938 例,11.1%)、肝衰竭(106 例,0.6%)和败血症(2 442 例,14.0%)的比例更高,且差异具有统计学意义。体质量增加组的患者在 ICU 住院时长、医院住院时长和 APACHEⅣ评分较高。具体临床特征见表 1。

表 1 研究人群的临床基本特征[例(%),M (P_{25},P_{75})]

临床特征	总体人群(n=34 311)	体质量降低组(n=16 892)	体质量增加组(n=17 419)	P
年龄(≥65 岁)	17 616 (51.3)	8 400 (49.7)	9 216 (52.9)	<0.001
男性	18 889 (55.1)	9 773 (57.9)	9 116 (52.3)	<0.001
白种人	28 263 (82.4)	13 765 (81.5)	14 498 (83.2)	<0.001
入 ICU 24 h 内体质量/kg	81.60 (68.00, 97.97)	83.76 (70.30, 100.00)	79.30 (65.70, 95.00)	<0.001
出 ICU 体质量/kg	81.87(67.90, 98.18)	79.60(65.20, 96.00)	84.10 (70.30, 100.10)	<0.001
入 ICU 24 h BMI 水平/kg·m^{-2}	27.96 (23.92, 33.02)	28.58 (24.54, 33.82)	27.36 (23.32, 32.22)	<0.001
体质量变化/kg	0.02(−1.65, 3.30)	−1.70(−5.00, 0.02)	3.20 (1.20, 6.60)	<0.001
APACHEⅣ评分	53 (39, 71)	51 (38, 69)	54 (40, 73)	<0.001
ICU 住院时长/d	2.29(1.60, 4.03)	2.23(1.55, 4.03)	2.37(1.64, 4.03)	<0.001
医院住院时长/d	5.93(3.50, 9.86)	5.81(3.32, 9.96)	6.03(3.68, 9.76)	0.010
治疗方式				
利尿剂	2260 (6.6)	1 253 (7.4)	1 007 (5.8)	<0.001
镇静镇痛药	5 705 (16.6)	2 876 (17.0)	2 829 (16.2)	0.051
血管活性药物	5 800 (16.9)	3 077 (18.2)	2 723 (15.6)	<0.001
全肠外营养	10 (0.0)	5 (0.0)	5 (0.0)	1.000
肾脏替代治疗	776 (2.3)	394 (2.3)	382 (2.2)	0.385
机械通气	13 547 (39.5)	6 478 (38.3)	7 069 (40.6)	<0.001
ICU 期间净液量/mL	−704.8 (−5 630.0, 5 200.0)	−1 338.5 (−6 325.0, 3 390.8)	0.0 (−4 932.5, 7246.5)	<0.001
临床合并症				
呼吸衰竭	7 074 (20.6)	3 580 (21.2)	3 494 (20.1)	0.01
心力衰竭	1 836 (5.4)	1 060 (6.3)	776 (4.5)	<0.001
肾衰竭	3 431 (10.0)	1 493 (8.8)	1 938 (11.1)	<0.001
肝衰竭	173 (0.5)	67 (0.4)	106 (0.6)	0.006
发热	386 (1.1)	172 (1.0)	214 (1.2)	0.065
糖尿病	3 176 (9.3)	1 566 (9.3)	1 610 (9.2)	0.929
高血压	3 675 (10.7)	1 980 (11.7)	1 695 (9.7)	<0.001
败血症	4 242 (12.4)	1 800 (10.7)	2 442 (14.0)	<0.001
弥散性血管内凝血	35 (0.1)	12 (0.1)	23 (0.1)	0.077
ICU 死亡	2 042 (6.0)	812 (4.8)	1 230 (7.1)	<0.001
医院死亡	3 435 (10.0)	1 426 (8.4)	2 009 (11.5)	<0.001

2.2 总体人群中ICU住院期间体质量变化和死亡率的关系

在单因素分析中,与体质量降低组患者相比,体质量增加组的患者ICU死亡率[1 230(7.1%) *vs* 812(4.8%),*P* <0.001]和住院死亡率都较高[2 009(11.5%) *vs* 1 425(8.4%),*P* <0.001](图1)。在调整了人口统计学因素、入院时BMI基线水平、临床合并症、相关治疗、净液体量、APACHEⅣ评分、ICU住院时长/医院住院时长后,多因素Logistic回归分析结果显示,体质量增加组患者住院死亡风险增加了25.4%,ICU死亡风险增加了35.7%(表2)。



a: *P*<0.001,与体质量降低组比较

图1 总体人群中ICU住院期间体质量变化和病死率的关系

表2 总体人群中体质量变化和死亡率之间的关系

Logistic	ICU死亡率		医院死亡率	
回归分析	*OR*(95% *CI*)	*P*	*OR*(95% *CI*)	*P*
单因素分析	1.51(1.37~1.65)	<0.001	1.41(1.32~1.52)	<0.001
模型1	1.49(1.36~1.64)	<0.001	1.38(1.28~1.48)	<0.001
模型2	1.45(1.32~1.59)	<0.001	1.35(1.25~1.45)	<0.001
模型3	1.40(1.27~1.54)	<0.001	1.29(1.20~1.39)	<0.001
模型4	1.34(1.21~1.48)	<0.001	1.23(1.14~1.34)	<0.001
模型5	1.36(1.22~1.50)	<0.001	1.25(1.16~1.36)	<0.001

2.3 敏感性分析

考虑之前纳入的协变量指标可能对体质量变化和死亡发生事件的相关分析产生影响,本研究做了交互分析,发现APACHEⅣ评分、ICU住院时长和入院时BMI基线水平均对研究结果具有交互作用(*P*<0.05),因此,本研究对这3个指标以及年龄分别进行了敏感性分析。

在APACHEⅣ评分高的亚组中(APACHEⅣ评分≥53分),调整了年龄、性别、种族、入ICU 24 h内BMI基线水平、临床合并症、机械通气、肾脏替代治疗、ICU住院期间用药、ICU住院期间净液量、ICU住院时长/医院住院时长后,多因素Logistic回归模型结果提示,体质量增加组发生ICU死亡风险是体质量降低组的1.42倍(95% *CI*:1.28~1.57),体质量增加组发生医院死亡风险是体质量降低组的1.30倍(95% *CI*: 1.20~1.41),差异均具有统计学意义(*P*<0.001),而在APACHEⅣ评分较低组体质量变化对医院死亡率未见明显影响。此外,在ICU住院时长≥3 d的患者中,体质量增加组患者与较高的ICU死亡率(*OR*:1.67, 95% *CI*:1.46~1.91, *P*<0.001)和医院死亡率(*OR*:1.43, 95% *CI*:1.29~1.59, *P*<0.001)相关,在ICU住院时长<3 d的患者,体质量变化和死亡率之间无明显相关。在调整了人口统计学、临床合并症、特殊治疗、ICU住院期间用药、ICU住院期间净液量、APACHEⅣ评分和ICU住院时长/医院住院时长后,不同入院BMI基线水平的亚组以及年龄分组中,体质量变化和死亡率之间的关系仍较稳定(表3、4)。

表3 敏感性分析中ICU住院期间体质量变化和ICU死亡率的关系

Logistic 回归分析	体质量降低组	体质量增加组	*OR*(95%*CI*)	*P*
n	812(4.8)	1 230(7.1)	1.36(1.22~1.50)	<0.001
年龄/岁				
<65	300(3.5)	500(6.1)	1.79(1.51~2.12)	<0.001
≥65	512(6.1)	730(7.9)	1.16(1.01~1.32)	0.030
APACHEⅣ评分/分				
<53	93(1.1)	101(1.2)	1.22(0.91~1.66)	0.189
≥53	719(8.9)	1,129(12.2)	1.42(1.28~1.57)	<0.001
ICU住院时长/d				
<3	391(3.6)	463(4.3)	0.96(0.81~1.14)	0.659
≥3	421(6.9)	767(11.7)	1.67(1.46~1.91)	<0.001
基线BMI水平				
偏瘦/正常	249(5.3)	483(7.9)	1.26(1.06~1.50)	0.010
超重	213(4.2)	352(6.8)	1.46(1.20~1.77)	<0.001
肥胖	350(4.9)	395(6.5)	1.34(1.13~1.59)	<0.001

表4 敏感性分析中ICU住院期间体质量变化和医院病死率的关系

Logistic 回归分析	体质量降低组	体质量增加组	*OR*(95%*CI*)	*P*
n	1 426(8.4)	2 009(11.5)	1.25(1.16~1.36)	<0.001
年龄/岁				
<65	473(5.6)	725(8.8)	1.60(1.38~1.85)	<0.001
≥65	953(11.3)	1 284(13.9)	1.11(1.00~1.23)	0.048
APACHEⅣ评分/分				
<53	208(2.4)	232(2.8)	1.25(1.02~1.53)	0.030
≥53	1 218(15.0)	1 777(19.3)	1.30(1.20~1.41)	<0.001
ICU住院时长/d				
<3	638(5.9)	767(7.0)	1.00(0.87~1.13)	0.946
≥3	788(12.9)	1 242(19.0)	1.43(1.29~1.59)	<0.001
基线BMI水平				
偏瘦/正常	446(9.5)	834(13.2)	1.25(1.09~1.43)	0.001
超重	381(7.5)	553(10.6)	1.31(1.12~1.52)	0.001
肥胖	599(8.4)	622(10.2)	1.23(1.08~1.41)	0.002

3 讨论

3.1 体质量变化与病死率

本研究旨在探讨ICU住院期间体质量变化和ICU

死亡风险、医院死亡风险之间的关系。多因素 Logistic 回归分析表明,在 ICU 住院期间体质量增加可能与 ICU 病死率、住院病死率升高有关,特别是在病情较重、ICU 住院时间较长的患者中。而且,研究结果不受入院 BMI 基线水平和年龄的影响。

已有既往研究探讨普通人群体质量或 BMI 变化与死亡率之间的关系[8-10]。在普通老年患者中,两项大型队列研究发现,在控制相关危险因素后,体质量减轻,即使是轻微的体质量下降,都是死亡的独立预测因子[11-12]。对于接受长期腹膜透析的老年患者来说,短期内体质量降低可能增加再住院风险[8]。但在一项有 8 486 名新诊断的 2 型糖尿病患者的前瞻性队列研究中发现,2 型糖尿病诊断前 18 个月内 BMI 增加与心血管疾病死亡风险增加相关[13]。一项回顾性队列研究指出,在接受肾脏替代治疗的儿童患者中,BMI 变化与死亡风险之间存在“U”型关联[14]。此外,IRIBARREN 等[10]研究表明,在不吸烟的健康男性中,体质量变化与死亡率之间没有关联。然而,对于重症患者,体质量变化与死亡率之间关系的评估仍然很少。

在 140 例危重患者的临床观察中发现,ICU 住院期间体质量增加与更差的临床结局相关,包括机械通气时间延长、ICU 住院时间延长、ICU 死亡事件增加[3],这与本研究的总体研究结果一致。多因素 Logistic 回归结果显示,与重症患者体质量降低相比,在 ICU 住院期间体质量增加与更高的 ICU 和住院病死率相关。此外,为验证结果的稳定性,本研究在 APACHEⅣ评分、ICU 住院时间、ICU 入院时 BMI 基线水平、年龄划分的亚组中进行敏感性分析,探讨体质量变化与病死率之间的关系,其结果证明体质量管理对危重患者临床治疗具有重要价值。

3.2 体质量变化与病死率的相关机制探讨

危重患者在 ICU 住院期间,液体负荷、物质代谢和营养治疗可能是影响体质量变化的主要原因。液体负荷的潜在影响已被广泛研究,有报道称液体超载与短期体质量增加以及危重患者的病死率呈正相关[15-16]。在本研究中,为了排除液体负荷对研究结果的影响,通过 Spearman 相关性分析评估体质量变化与 ICU 住院期间净液量之间的相关性,发现相关性非常弱。在多因素 Logistic 回归模型中,我们对净液体量也进行了调整,发现 ICU 住院期间体质量变化与死亡率之间的关系未受液体负荷的影响。

危重患者在 ICU 入住初期随着分解代谢的增强,常出现体质量下降的情况[17]。本研究结果发现,体质量降低的患者死亡率较低,说明短期体质量减轻可能使 ICU 患者获益。目前的发现与重症监护医学学会、美国肠外和肠内营养学会(Society of critical care medicine and american society for parenteral and enteral nutrition, SCCM/ASPEN)、肠内营养和欧洲临床营养与代谢学会(European society for clinical nutrition and metabolism, ESPEN)撰写的最新指南一致,这表明充分的营养支持应逐步实现,避免早期过度喂养,引起不良预后[18-19]。有研究表明,在危重症患者急性期,增加营养剂量或早期充分营养支持与器官衰竭的延长和肌肉无力增加有关,可能是通过进食诱导的自噬抑制导致的(自噬是机体清除细胞内损伤所必需的细胞修复过程)[20-22]。不过受回顾性研究数据的限制,目前的研究无法获得营养摄入的精确数值。

此外,eICU-CRD 数据库中也未记录细胞因子水平、腰围、腰臀比等可能在一定程度上有助于辅助了解体质量变化的指标。但是,这是第一个关于危重症患者体质量变化的大样本多中心研究,在某种程度上为重症患者体质量管理提供了理论依据。而且本研究在多因素模型中纳入了多个潜在混杂因素,以确保研究结果的稳定性。

本研究具有一定局限性。第一,体质量相近的患者内脏脂肪和皮下脂肪分布可能不同,所以体质量变化可能不能完全反映危重患者的身体成分发生变化的部位[23-24]。第二,本研究中体质量的具体测量方法数据库中并未提到,不过本研究使用体质量的变化值,对结果的影响较小。第三,由于数据库来源于国外,研究结果可能受到地域、种族和饮食等差异的影响。

综上所述,本研究发现在危重症患者 ICU 住院期间,体质量增加组发生 ICU 死亡和医院死亡风险较大,特别在疾病严重程度较高、ICU 住院时间较长的患者中,而且研究结果不受入院 BMI 基线水平和年龄的影响。该项研究为预测重症患者预后提供了新思路,同时为重症患者体质量管理提供了理论依据。

参考文献:

[1] COMPHER C, CHITTAMS J, SAMMARCO T, *et al*. Greater nutrient intake is associated with lower mortality in western and eastern critically ill patients with low BMI: a multicenter, multinational observational study[J]. J Parenter Enteral Nutr, 2019, 43(1): 63-69. DOI: 10.1002/jpen.1180.

[2] PEPPER D J, SUN J F, WELSH J, *et al*. Increased body mass index and adjusted mortality in ICU patients with sepsis or septic shock: a systematic review and meta-analysis[J]. Crit Care, 2016, 20(1): 181. DOI: 10.1186/s13054-016-1360-z.

[3] YOU J W, LEE S J, KIM Y E, *et al*. Association between weight change and clinical outcomes in critically ill patients [J]. J Crit Care, 2013, 28(6): 923-927. DOI: 10.1016/

j. jcrc. 2013. 07. 055.

[4] KOOISTRA E J, BRINKMAN S, VAN DER VOORT P H J, *et al.* Body mass index and mortality in coronavirus disease 2019 and other diseases: a cohort study in 35 506 ICU patients[J]. Crit Care Med, 2022, 50(1): e1-e10. DOI: 10.1097/CCM.0000000000005216.

[5] GREGG E W, GERZOFF R B, THOMPSON T J, *et al.* Intentional weight loss and death in overweight and obese US adults 35 years of age and older[J]. Ann Intern Med, 2003, 138(5): 383-389. DOI: 10.7326/0003-4819-138-5-200303040-00007.

[6] FRENCH S A, FOLSOM A R, JEFFERY R W, *et al.* Prospective study of intentionality of weight loss and mortality in older women: the Iowa women's health study[J]. Am J Epidemiol, 1999, 149(6): 504-514. DOI: 10.1093/oxfordjournals.aje.a009844.

[7] POLLARD T J, JOHNSON A E W, RAFFA J D, *et al.* The eICU collaborative research database, a freely available multicenter database for critical care research[J]. Sci Data, 2018, 5: 180178. DOI: 10.1038/sdata.2018.178.

[8] SUMIDA K, YAMAMOTO S, AKIZAWA T, *et al.* Body mass index change and hospitalization risk in elderly hemodialysis patients: results from Japanese dialysis outcomes and practice patterns study[J]. Am J Nephrol, 2018, 47(1): 48-56. DOI: 10.1159/000486559.

[9] HIGGINS M, D'AGOSTINO R, KANNEL W, *et al.* Benefits and adverse effects of weight loss. Observations from the Framingham study[J]. Ann Intern Med, 1993, 119(7 Pt 2): 758-763. DOI: 10.7326/0003-4819-119-7_part_2-199310011-00025.

[10] IRIBARREN C, SHARP D S, BURCHFIEL C M, *et al.* Association of weight loss and weight fluctuation with mortality among Japanese American men[J]. N Engl J Med, 1995, 333(11): 686-692. DOI: 10.1056/NEJM199509143331102.

[11] AMADOR L F, AL SNIH S, MARKIDES K S, *et al.* Weight change and mortality among older Mexican Americans[J]. Aging Clin Exp Res, 2006, 18(3): 196-204. DOI: 10.1007/BF03324649.

[12] NEWMAN A B, YANEZ D, HARRIS T, *et al.* Weight change in old age and its association with mortality[J]. J Am Geriatr Soc, 2001, 49(10): 1309-1318. DOI: 10.1046/j.1532-5415.2001.49258.x.

[13] BODEGARD J, SUNDSTRÖM J, SVENNBLAD B, *et al.* Changes in body mass index following newly diagnosed type 2 diabetes and risk of cardiovascular mortality: a cohort study of 8 486 primary-care patients[J]. Diabetes Metab, 2013, 39(4): 306-313. DOI: 10.1016/j.diabet.2013.05.004.

[14] ROBERTS M J, MITSNEFES M M, MCCULLOCH C E, *et al.* Association between BMI changes and mortality risk in children with end-stage renal disease[J]. Pediatr Nephrol, 2019, 34(9): 1557-1563. DOI: 10.1007/s00467-019-04249-z.

[15] SHUM H P, LEE F M H, CHAN K C, *et al.* Interaction between fluid balance and disease severity on patient outcome in the critically ill[J]. J Crit Care, 2011, 26(6): 613-619. DOI: 10.1016/j.jcrc.2011.02.008.

[16] VIGNON P, EVRARD B, ASFAR P, *et al.* Fluid administration and monitoring in ARDS: which management?[J]. Intensive Care Med, 2020, 46(12): 2252-2264. DOI: 10.1007/s00134-020-06310-0.

[17] 罗月, 黎宁. 严重烧伤患者早期肠内营养治疗的研究进展[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(9): 880-884. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20210621-00223.
LUO Y, LI N. Research advances on early enteral nutritional therapy in severe burn patients[J]. Zhonghua Shao Shang Za Zhi, 2021, 37(9): 880-884. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20210621-00223.

[18] SINGER P, BLASER A R, BERGER M M, *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.

[19] MCCLAVE S A, TAYLOR B E, MARTINDALE R G, *et al.* Guidelines 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]. J Parenter Enteral Nutr, 2016, 40(2): 159-211. DOI: 10.1177/0148607115621863.

[20] VAN DYCK L, CASAER M P, GUNST J. Autophagy and its implications against early full nutrition support in critical illness[J]. Nutr Clin Pract, 2018, 33(3): 339-347. DOI: 10.1002/ncp.10084.

[21] ALJADA A, ALGWAIZ G F, ALAYADHI D, *et al.* Effect of permissive underfeeding with intensive insulin therapy on MCP-1, sICAM-1, and TF in critically ill patients[J]. Nutrients, 2019, 11(5): 987. DOI: 10.3390/nu11050987.

[22] FIVEZ T, KERKLAAN D, MESOTTEN D, *et al.* Early versus late parenteral nutrition in critically ill children[J]. N Engl J Med, 2016, 374(12): 1111-1122. DOI: 10.1056/nejmoa1514762.

[23] NEELAND I J, POIRIER P, DESPRÉS J P. Cardiovascular and metabolic heterogeneity of obesity: clinical challenges and implications for management[J]. Circulation, 2018, 137(13): 1391-1406. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.029617.

[24] PICHÉ M E, POIRIER P, LEMIEUX I, *et al.* Overview of epidemiology and contribution of obesity and body fat distribution to cardiovascular disease: an update[J]. Prog Cardiovasc Dis, 2018, 61(2): 103-113. DOI: 10.1016/j.pcad.2018.06.004.

(收稿:2022-04-20;修回:2022-11-03)

(编辑 邓强庭)