

多频生物电阻抗技术评估重度营养不良患者营养状态：一项多中心前瞻性研究

李强 李雪霓 冷玉鑫 朱曦 么改琦

100191 北京大学第三医院危重医学科(李强、冷玉鑫、朱曦、么改琦); 100191 北京大学第六医院综合科三病房(李雪霓)

通讯作者: 么改琦, Email: bysyicu@sina.cn

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.02.017

【摘要】 目的 应用多频生物电阻抗技术评估神经性厌食症合并重度营养不良患者的营养状态,为营养支持治疗提供依据。方法 采用前瞻性研究方法,选择2017年6月1日至2017年9月30日北京大学第三医院危重医学科、北京大学第六医院综合科三病房收治的神经性厌食症合并重度营养不良〔体重指数(BMI) $\leq 16 \text{ kg/m}^2$ 〕患者26例,使用多频生物电阻抗测量仪检测人体主要组成成分,包括细胞外水量(ECW)、细胞内水量(ICW)、细胞外水量/细胞内水量(ECW/ICW)、脂肪组织质量(ATM)、瘦体组织质量(LTM)、人体总水量/体重(TBW/WT)、脂肪组织质量/体重(ATM/WT)、瘦体组织质量/体重(LTM/WT)。以性别、身高相匹配的营养状况正常($23.0 \text{ kg/m}^2 > \text{BMI} > 18.5 \text{ kg/m}^2$)的38例健康志愿者作为健康对照组。用受试者工作特征曲线(ROC)分析人体主要组成成分对患者营养状况的评估价值。结果 受试者均为女性。两组受试者身高差异无统计学意义,但重度营养不良组体重和BMI均明显低于健康对照组〔体重(kg): 38.1 ± 4.9 比 54.2 ± 3.3 , BMI(kg/m^2): 13.6 ± 2.5 比 21.2 ± 1.1 , 均 $P < 0.01$ 〕。与健康对照组比较,重度营养不良组ECW、ICW、ATM、LTM、ATM/WT、LTM/WT均明显降低〔ECW(L): 9.02 ± 0.42 比 10.19 ± 0.77 , ICW(L): 12.6 ± 0.9 比 19.1 ± 1.3 , ATM(kg): 9.3 ± 1.1 比 16.6 ± 1.9 , LTM(kg): 16.5 ± 1.5 比 26.1 ± 1.7 , ATM/WT: 0.26 ± 0.02 比 0.30 ± 0.02 , LTM/WT: 0.22 ± 0.02 比 0.26 ± 0.01 , 均 $P < 0.01$ 〕, ECW/ICW、TBW/WT均明显增高〔ECW/ICW: 0.72 ± 0.06 比 0.54 ± 0.06 , TBW/WT: 0.58 ± 0.02 比 0.52 ± 0.02 , 均 $P < 0.01$ 〕。ROC曲线分析显示, TBW/WT、ATM/WT、LTM/WT预测患者发生重度营养不良的ROC曲线下面积(AUC)分别为0.999、0.919、0.954,当截断值分别为0.58、0.28、0.24时,敏感度分别为100%、85%、80%,特异度分别为95%、80%、91%。结论 神经性厌食症合并重度营养不良患者的人体主要组成成分明显改变,用多频生物电阻抗技术可对其营养状态进行有效评估。

【关键词】 神经性厌食症; 营养不良,重度; 多频生物电阻抗; 人体组成成分; 营养状态

基金项目:首都临床特色应用研究项目(Z151100004015135, Z141107002514020)

Assessing nutritional status of severe malnutrition patients by bioelectrical impedance technique: a multicenter prospective study

Li Qiang, Li Xueni, Leng Yuxin, Zhu Xi, Yao Gaiqi

Department of Intensive Care Unit, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China (Li Q, Leng YX, Zhu X, Yao GQ); Department of General Three Ward, Peking University Sixth Hospital, Beijing 100191, China (Li XN)

Corresponding author: Yao Gaiqi, Email: bysyicu@sina.cn

【Abstract】 Objective To assess the nutritional status of severe malnutrition patients with anorexia nervosa by multi-frequency bioelectrical impedance technique, and to provide the basis for nutritional support therapy. **Methods** A prospective study was conducted. Twenty-six severe malnutrition patients with anorexia nervosa, body mass index (BMI) $\leq 16 \text{ kg/m}^2$ admitted to intensive care unit (ICU) of Peking University Third Hospital and general three ward of Peking University Sixth Hospital from June 1st to September 30th, 2017 were enrolled. The extracellular water (ECW), intracellular water (ICW), ECW/ICW ratio, adipose tissue mass (ATM), lean tissue mass (LTM), total body water/body weight (TBW/WT), ATM/WT, and LTM/WT were measured by multi-frequency bioelectrical impedance meter. Thirty-eight healthy volunteers with normal nutritional status ($23.0 \text{ kg/m}^2 > \text{BMI} > 18.5 \text{ kg/m}^2$) matched by gender and height were enrolled as healthy control group. The predictive value of main body composition for nutritional status were analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** All the patients were female. There was no significant difference in height between two groups, but WT and BMI in the severe malnutrition group were significantly higher than those in the healthy control group [WT (kg): 38.1 ± 4.9 vs. 54.2 ± 3.3 , BMI (kg/m^2): 13.6 ± 2.5 vs. 21.2 ± 1.1 , both $P < 0.01$]. Compared with the healthy control group, the ECW, ICW, ATM, LTM, ATM/WT and LTM/WT were significantly decreased in the severe malnutrition group [ECW (L): 9.02 ± 0.42 vs. 10.19 ± 0.77 , ICW (L): 12.6 ± 0.9 vs. 19.1 ± 1.3 , ATM (kg): 9.3 ± 1.1 vs. 16.6 ± 1.9 , LTM (kg): 16.5 ± 1.5 vs. 26.1 ± 1.7 , ATM/WT: 0.26 ± 0.02 vs. 0.30 ± 0.02 , LTM/WT: 0.22 ± 0.02 vs. 0.26 ± 0.01 , all $P < 0.01$], the ECW/ICW and TBW/WT were significantly increased in the severe malnutrition group (ECW/ICW: 0.72 ± 0.06 vs. 0.54 ± 0.06 , TBW/WT: 0.58 ± 0.02 vs. 0.52 ± 0.02 , both $P < 0.01$). It was shown by ROC curve analysis that the area under ROC curve (AUC) of TBW/WT, ATM/WT, LTM/WT for evaluating severe malnutrition were 0.999, 0.919, 0.954 respectively; when the cut-off of TBW/WT,

ATM/WT, LTM/WT were 0.58, 0.28, 0.24 respectively, the sensitivity were 100%, 85%, 80% respectively, and the specificity were 95%, 80%, 91% respectively. **Conclusion** Main body composition of severe malnutrition patients with anorexia nervosa changed significantly. Bioelectrical impedance technology can be an effective assessment tool for the nutritional status of such patients.

【Key words】 Anorexia nervosa; Severe malnutrition; Bioelectrical impedance; Body composition; Nutritional status

Fund program: Capital Characteristic Clinical Application Research (Z151100004015135, Z141107002514020)

重度营养不良可导致患者多个重要器官受累,病死率较高。早期、准确地评估重度营养不良患者的营养状态,及早进行营养支持非常重要。目前临床上常用的人体营养状况评估方法包括测量体重、肱二头肌等人体测定指标,以及检测血白蛋白等生化指标,但这些指标的影响因素较多,不能准确反映患者的真实营养状况。多频生物电阻抗法可以直接测定人体主要组成成分,包括水、脂肪组织和瘦体组织的质量。自1985年Lukaski等^[1]使用生物电阻抗原理建立了关于人体组成成分的计算模型后,该项技术在国外被广泛用于评估健康人群和患者的营养状况。近年来,国内相继开展了一系列多频生物电阻抗的相关研究,发现该检测技术具有快速、准确、无创、安全等特点,对评价患者的营养状况很有帮助^[2-3],但目前国内使用该技术检测重度营养不良患者的人体组成成分,评估患者营养状况的研究鲜见报道。本研究通过使用多频生物电阻抗法直接测量重度营养不良患者的主要人体组成成分,评估其营养状况,为营养治疗方案的制定提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象:纳入2017年6月1日至2017年9月30日北京大学第三医院危重医学科、北京大学第六医院综合科三病房收治的重度营养不良患者;选择性别、身高相匹配的营养状况正常 $[23.0 \text{ kg/m}^2 > \text{BMI} > 18.5 \text{ kg/m}^2]$ ^[4]的志愿者作为健康对照组。

1.1.1 纳入标准:女性;年龄 ≤ 35 岁;身高150~180 cm;因神经性厌食症导致长期营养摄入严重不足者;符合重度营养不良诊断标准^[5], $\text{BMI} \leq 16.0 \text{ kg/m}^2$ 。

1.1.2 排除标准:体内有金属植入物者。

1.1.3 伦理学:本研究符合临床医学研究伦理学标准,经医院医学伦理委员会批准后实施(审批号:M2017349),所有检测均获得患者的知情同意。

1.2 多频生物电阻抗技术检测人体主要组成成分:受试者进食2 h后接受检测,研究者预先检测受试者的身高、体重,并计算BMI。受试者取仰卧位,两足略外展、相距10~15 cm,手臂放于身体两侧,并稍

外展成15°角,手背向上,手指自然伸展。研究者将4个专用电极片粘贴于受试者右手的腕部、手背及右侧足踝屈曲侧、足背部,手部和足部的两个电极片之间距离在5 cm以上,每个电极片与皮肤的接触面积应 $> 5 \text{ cm}^2$ 。使用德国费森尤斯卡比医药有限公司生产的多频电阻抗检测仪(发射频率1~1 000 kHz,电流强度800 A恒定电流),通过检测人体在不同频率电流下的阻抗值,由仪器自动分析计算后得出人体总水量(TBW)、细胞外水量(ECW)、细胞内水量(ICW)、细胞外水量/细胞内水量(ECW/ICW)、人体总水量/体重(TBW/WT)、脂肪组织质量(ATM)、瘦体组织质量(LTM)、脂肪组织质量/体重(ATM/WT)、瘦体组织质量/体重(LTM/WT)。

1.3 统计学方法:使用SPSS 19.0软件分析数据,计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用两组非配对t检验;计数资料采用 χ^2 检验;用受试者工作特征曲线(ROC)分析TBW/WT、ATM/WT、LTM/WT对患者营养状况的评估价值,以约登指数确定最佳临界值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料(表1):重度营养不良者26例,均为女性;年龄12~29岁,平均 (18.2 ± 4.4) 岁;身高152~177 cm,平均 (160.0 ± 8.1) cm;BMI 12.9~15.4 kg/m^2 ,平均 (13.6 ± 2.5) kg/m^2 。健康者38例,均为女性;年龄24~35岁,平均 (26.1 ± 2.1) 岁;身高157~173 cm,平均 (161.8 ± 4.6) cm;BMI 18.6~21.8 kg/m^2 ,平均 (21.2 ± 1.1) kg/m^2 。两组受试者性别、年龄、身高差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),说明基线资料均衡,有可比性。重度营养不良组患者体重、BMI均明显低于健康对照组(均 $P < 0.01$)。

表1 重度营养不良组与健康对照组受试者基线资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数(例)	性别	年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m^2)
健康对照组	38	女性	26.1 \pm 2.1	161.8 \pm 4.6	54.2 \pm 3.3	21.2 \pm 1.1
重度营养不良组	26	女性	18.2 \pm 4.4	160.0 \pm 8.1	38.1 \pm 4.9	13.6 \pm 2.5
t值			-5.056	0.521	6.926	8.064
P值			0.000	0.608	0.000	0.000

注: BMI为体重指数;空白代表无此项

表2 多频生物电阻抗技术测量重度营养不良患者与健康者人体主要组成成分比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数(例)	ECW(L)	ICW(L)	ECW/ICW	TBW/WT	ATM(kg)	LTM(kg)	ATM/WT	LTM/WT
健康对照组	38	10.19±0.77	19.1±1.3	0.54±0.06	0.52±0.02	16.6±1.9	26.1±1.7	0.30±0.02	0.26±0.01
重度营养不良组	26	9.02±0.42	12.6±0.9	0.72±0.06	0.58±0.02	9.3±1.1	16.5±1.5	0.26±0.02	0.22±0.02
t值		5.963	18.369	-9.469	-13.330	36.854	19.110	6.224	8.043
P值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

注: ECW为细胞外水量, ICW为细胞内水量, TBW为人体总水量, WT为体重, ATM为脂肪组织质量, LTM为瘦体组织质量

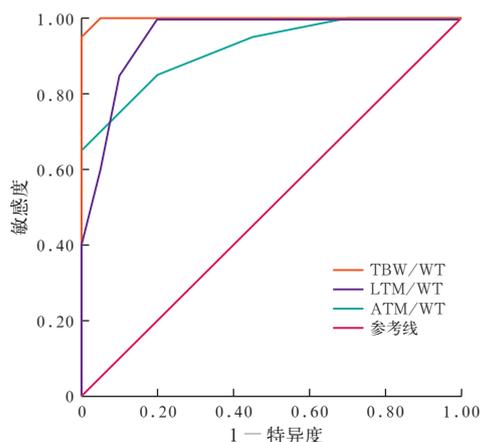
表3 多频生物电阻抗技术测量的人体主要组成成分对重度营养不良患者营养状况的评估价值

指标	AUC	95%CI	P值	最佳截断值	敏感度(%)	特异度(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)	阳性似然比	阴性似然比	约登指数
TBW/WT	0.999	0.909~1.000	<0.001	0.58	100	95	95.2	100.0	20.00	0	0.95
ATM/WT	0.919	0.788~0.981	<0.001	0.28	85	80	81.0	84.2	4.25	0.19	0.65
LTM/WT	0.954	0.836~0.995	<0.001	0.24	80	91	89.5	85.7	8.50	0.17	0.80

注: TBW为人体总水量, WT为体重, ATM为脂肪组织质量, LTM为瘦体组织质量, AUC为受试者工作特征曲线下面积, 95%CI为95%可信区间

2.2 两组电阻抗测量数据比较(表2):与健康对照组比较,重度营养不良组ECW、ICW、ATM、LTM、ATM/WT、LTM/WT均明显降低,ECW/ICW、TBW/WT均明显升高(均 $P<0.05$)。

2.3 ROC曲线分析(图1;表3):TBW/WT、ATM/WT、LTM/WT对重度营养不良发生均有较高预测价值,ROC曲线下面积(AUC)均>0.9。



注: TBW为人体总水量, WT为体重, LTM为瘦体组织质量, ATM为脂肪组织质量, ROC曲线为受试者工作特征曲线

图1 TBW/WT、LTM/WT、ATM/WT对重度营养不良患者营养状况评估的ROC曲线

3 讨论

临床医生对患者营养状况的关注程度越来越高。十余年前,国内就有学者倡导应将临床营养支持作为患者尤其是危重患者的一种治疗手段,率先提出并倡导营养治疗的新理念^[6-7],这一理念已逐步被临床医生所接受。进行营养治疗首先要对患者的营养状况进行评估,以筛查出需要接受营养治疗的患者并早期进行干预。营养评估具有重要的临床意义,有文献报道,肝移植受术者术前早期发现营养不

良状况并给予相应的营养支持,可减少并发症及病死率^[8]。对于危重病患者,机体处于严重的应激状态,代谢率明显增高,参与炎症反应的细胞因子和炎性介质等增多,肠道处于应激状态,机体处于急剧消耗状态,体重丢失速度可达0.1~1.0 kg/d,营养支持治疗是其他一切治疗的基石^[9]。

目前临床上用于判断营养状况的方法主要有:测量体重、肱三头肌皮褶厚度等指标,检测血浆白蛋白、前白蛋白等能够反映患者营养状况的生化指标,直接测量人体主要组成成分的营养状况综合评分工具和生物电阻抗技术等。近些年,代谢车等辅助设备可在临床辅助判断患者的营养状况^[10]。这些营养评估方法可从不同角度帮助临床医生判断患者是否存在营养不良及营养不良的严重程度,但均存在一定不足。临床上比较常见的营养不良主要是由于蛋白质热量摄入不足导致的蛋白质热量营养不良。蛋白质热量营养不良通常分为单纯饥饿型、低蛋白血症型和混合型3种类型。人体测量指标、生化指标可反映患者整体营养状况,对于不同类型的营养不良患者,这些指标在某些情况下并不能很好地反映患者的真实营养状况及营养不良的严重程度。例如,部分单纯饥饿型营养不良患者血浆白蛋白等生化指标可以处于正常范围内,其无法帮助判断营养状况,且血浆白蛋白半衰期长,不能及时反映患者营养状况的动态变化。严重低蛋白血症型营养不良患者组织水肿明显,体重等人体测量指标无法反映营养不良程度。营养状态综合评分工具多用于筛查是否存在营养风险,评价内容简单,并且对于肝病患者等特殊人群,发生高营养风险的假阳性率较高^[11]。代谢车可较为准确地评价患者营养状态,

但操作相对复杂,且设备昂贵,不适于在临床广泛开展。生物电阻抗法可直接检测人体主要组成成分,可直观、准确地反映患者的营养状况,便于量化营养状况改变的程度,且具有无创、安全、操作简单等优点,在国外已被广泛用于评估健康人群和存在营养不良风险患者的营养状况^[12]。

本研究中纳入的重度营养不良患者均为神经性厌食症导致长期严重营养摄入不足。神经性厌食症多在心理和生理因素相互作用下起病,年轻女性发生率最高^[13],通常病程较长,很多患者反复发作,严重者可导致多器官功能不全。据统计,神经性厌食症合并严重营养不良患者的病死率在精神类疾病中位列第一^[14],对其营养状况进行准确评估、早期干预意义重大。

水分、脂肪组织和瘦体组织是组成人体的主要成分。生理情况下,在晶体渗透压和胶体渗透压作用下,人体的水分在细胞内外、血管内与组织间隙中自由交换;脂肪组织是人体的主要储能场所;骨骼肌为人体最大的氨基酸贮存库。人体在营养摄入减少时,血糖被迅速消耗,进而动员糖原转化,消耗脂肪组织供能,而蛋白质的消耗则相对较晚。

本研究显示,与健康对照组比较,重度营养不良组 ECW、ICW、ATM、LTM、ATM/WT 和 LTM/WT 明显降低,ECW/ICW、TBW/WT 明显增加,表明神经性厌食症导致重度营养不良患者属于单纯饥饿型营养不良,肌肉和脂肪组织消耗严重,人体水分丢失相对较少。分析原因:由于患者长时间营养合成底物摄入不足,首先表现为血糖降低,糖原消耗,为维持机体基本能量消耗,人体开始消耗脂肪组织作为能量供应的主要来源;当脂肪组织被大量消耗后,则开始消耗肌肉组织供能;由于厌食症患者仍可保证一定量的水分摄入,因而水分丢失的比例与脂肪和瘦体组织相比降低程度较小,且主要以细胞内水丢失更明显;水分的丢失是一个长期缓慢的过程,人体水分大量丢失后,为维持一定量的有效循环血容量,细胞内水向细胞外水转移,故 ECW/ICW 高于健康者。

综上,本研究通过多频生物电阻抗法测量神经性厌食症重度营养不良患者的人体组成成分,可直观判断组成成分的改变情况,了解患者营养状况。

参考文献

- [1] Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, et al. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body [J]. *Am J Clin Nutr*, 1985, 41 (4): 810-817.
- [2] 丁慧萍, 窦圣金, 吴焱, 等. 人体成分指标对预测鼻咽癌患者营养不良初步探讨 [J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2016, 25 (11): 1161-

1165. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2016.11.004.
- Ding HP, Du SJ, Wu Y, et al. A preliminary investigation of body composition in prediction of malnutrition in patients with nasopharyngeal carcinoma [J]. *Chin J Radiat Oncol*, 2016, 25 (11): 1161-1165. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2016.11.004.
- [3] 王俊雄, 卞爱琳, 王小飞. 生物电阻抗法评估住院老年人营养状况的应用 [J]. *现代临床医学*, 2016, 42 (4): 280-282. DOI: 10.11851/j.issn.1673-1557.2016.04.016.
- Wang JX, Bian AL, Wang XF. Application of bioelectrical impedance to evaluate nutritional status of hospitalized elderly [J]. *J Modern Clin Med*, 2016, 42 (4): 280-282. DOI: 10.11851/j.issn.1673-1557.2016.04.016.
- [4] 陈琦, 王夜明, 尹虹祥, 等. 血必净注射液对呼吸机相关性肺炎患者的疗效观察 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2015, 22 (4): 364-366. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.04.007.
- Chen Q, Wang YM, Yin HX, et al. An observation on curative effect of Xuebijing injection for treatment of patients with ventilator-associated pneumonia [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2015, 22 (4): 364-366. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.04.007.
- [5] 阮奕, 万燕萍, 蔡威, 等. 重度营养不良合理肠外营养支持探讨 [J]. *中国临床营养杂志*, 2002, 10 (1): 47-50. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-635X.2002.01.012.
- Ruan Y, Wan YP, Cai W, et al. Experience of reasonable parenteral nutrition support for the severely malnourished patients [J]. *Chin J Clin Nutr*, 2002, 10 (1): 47-50. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-635X.2002.01.012.
- [6] 刘大为. 危重病: 营养支持与治疗 [J]. *中华危重病急救医学*, 2006, 18 (10): 577. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2006.10.001.
- Liu DW. Critical illness: nutritional support and treatment [J]. *Chin Crit Care Med*, 2006, 18 (10): 577. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2006.10.001.
- [7] 李银平. 从营养支持到营养治疗——一脉相承中的思辨 [J]. *中华危重病急救医学*, 2006, 18 (10): 580-581. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2006.10.003.
- Li YP. From nutritional support to nutritional treatment: a dialectic evolvement [J]. *Chin Crit Care Med*, 2006, 18 (10): 580-581. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2006.10.003.
- [8] 王宁. 原位肝移植术后胆道并发症的观察及护理 [J/CD]. *实用器官移植电子杂志*, 2015, 3 (3): 160-161. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2015.03.012.
- Wang N. Observation and nursing of biliary complications after orthotopic liver transplantation [J/CD]. *Prac J Organ Transplant (Electronic Version)*, 2015, 3 (3): 160-161. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2015.03.012.
- [9] 宋轶, 王亮, 邱一真, 等. 不同肠内营养制剂对危重患者血糖稳定性及炎性介质的影响 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2015, 22 (3): 272-275. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.03.011.
- Song Y, Wang L, Qiu YZ, et al. Effects of different enteral nutritional support agents on blood glucose stability and inflammatory mediator in critical patients [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2015, 22 (3): 272-275. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.03.011.
- [10] 张会云, 李锐, 王勇强, 等. 代谢车指导多器官功能障碍综合征患者的营养支持治疗 [J]. *中华危重病急救医学*, 2016, 28 (8): 741-743. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.08.016.
- Zhang HY, Li R, Wang YQ, et al. Clinical study of metabolic cart guiding nutritional support therapy in patients with multiple organ dysfunction syndrome [J]. *Chin Crit Care Med*, 2016, 28 (8): 741-743. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.08.016.
- [11] 谭桂军. 肝移植受者术前营养评价及支持治疗 [J/CD]. *实用器官移植电子杂志*, 2016, 4 (3): 157-162. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2016.03.008.
- Tan GJ. Preoperative nutrition evaluation and supportive treatment of liver transplant recipients [J/CD]. *Prac J Organ Transplant (Electronic Version)*, 2016, 4 (3): 157-162. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2016.03.008.
- [12] Mulasi U, Kuchnia AJ, Cole AJ, et al. Bioimpedance at the bedside: current applications, limitations, and opportunities [J]. *Nutr Clin Pract*, 2015, 30 (2): 180-193. DOI: 10.1177/0884533614568155.
- [13] Pike KM, Dunne PE. The rise of eating disorders in Asia—a review [J]. *J Eat Disord*, 2015, 3: 33. DOI: 10.1186/s40337-015-0070-2.
- [14] Foerde K, Steinglass JE. Decreased feedback learning in anorexia nervosa persists after weight restoration [J]. *Int J Eat Disord*, 2017, 50 (4): 415-423. DOI: 10.1002/eat.22709.

(收稿日期: 2017-11-06)