

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2018.03.005

论著·临床研究

慢性肾脏病5期维持性血液透析 患儿营养状态的评估

蒋也平 沈颖 刘小荣

(首都医科大学附属北京儿童医院肾病科/
儿童慢性肾脏病与血液净化北京市重点实验室, 北京 100045)

【摘要】 **目的** 研究儿童慢性肾脏病(CKD)5期维持性血液透析患者营养状态,探讨各营养评估指标的临床意义。**方法** 对21例CKD 5期维持性血液透析患儿按体重指数进行分组,根据人体测量指标、生物化学指标、炎症指标、残存肾功能及透析充分性指标、静息能量消耗指标等进行营养状态评估,分析营养不良患儿与营养正常患儿相关指标的差异。**结果** 21例患儿中,营养不良10例,营养正常11例。营养不良组与营养正常组人体测量指标之间差异有统计学意义($P<0.05$);两组间瘦素、胰岛素样生长因子1的比较差异有统计学意义($P<0.05$);两组间IL-1、IL-6、TNF- α 的比较差异有统计学意义($P<0.05$);两组间平均24 h残余尿量的比较差异有统计学意义($P<0.05$)。而两组间白蛋白、前白蛋白、胆固醇的比较差异无统计学意义;两组间尿素清除指数(Kt/V)及实测静息能量消耗值的比较差异亦无统计学意义。**结论** 人体测量指标、生物化学指标、残存肾功能、炎症因子对CKD 5期维持性血液透析患儿营养状况评估具有重要的价值,而静息能量消耗测定对于CKD 5期维持性血液透析患儿营养状况评估和监测的应用价值有待研究。

[中国当代儿科杂志, 2018, 20(3): 189-194]

【关键词】 慢性肾脏病; 血液透析; 营养; 儿童

An assessment of nutritional status in children on maintenance hemodialysis due to stage 5 chronic kidney disease

JIANG Ye-Ping, SHEN Ying, LIU Xiao-Rong. Department of Nephrology, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, Beijing 100045, China (Email: happyjyp2006@126.com)

Abstract: Objective To investigate the nutritional status of children on maintenance hemodialysis due to stage 5 chronic kidney disease (CKD) and the clinical significance of nutritional assessment indices. **Methods** A total of 21 children on maintenance hemodialysis due to stage 5 CKD were grouped according to body mass index. The nutritional status was assessed based on anthropometric parameters, biochemical parameters, inflammatory factors, residual renal function, indices of dialysis adequacy, and resting energy expenditure. Related indices were compared between the children with malnutrition and those with normal nutritional status. **Results** Of the 21 children, 10 had malnutrition and 11 had normal nutritional status. There were significant differences between the two groups in anthropometric parameters, levels of leptin, insulin-like growth factor-1, interleukin-1, interleukin-6, and tumor necrosis factor- α , and mean 24-hour residual urine volume ($P<0.05$), while there were no significant differences in albumin, prealbumin, cholesterol, urea clearance index (Kt/V), and measured resting energy expenditure. **Conclusions** Anthropometric parameters, biochemical parameters, residual renal function, and inflammatory factors have an important value in evaluating the nutritional status of children with stage 5 CKD on maintenance hemodialysis. Further studies are needed to investigate the value of the measurement of resting energy expenditure in the evaluation and monitoring of nutritional status in children with stage 5 CKD on maintenance hemodialysis.

[Chin J Contemp Pediatr, 2018, 20(3): 189-194]

Key words: Chronic kidney disease; Hemodialysis; Nutrition; Child

[收稿日期] 2017-10-21; [接受日期] 2017-12-29

[作者简介] 蒋也平, 男, 博士, 主治医师。

营养不良是儿童慢性肾脏病 (chronic kidney disease, CKD) 常见的并发症,也是患儿预后不良的重要原因。目前我国儿童 CKD 营养状况的评估很大程度上是参考成人数据和国外儿科资料。儿童的营养状况评估与成人不同:首先,儿童处于生长发育阶段,营养物质的摄取很大程度上是为了满足不断生长发育的机体需要;其次,成人营养状况评估指标的参考范围不能完全适用于儿童。因此,儿童不是成人的微缩版,不能照搬成人的营养状况评估指标及标准,而需要建立符合儿童特点的营养状况评估指标和标准。2009年 K/DOQI 慢性肾脏病儿科营养临床实践指南的发表,为儿科临床工作提供了借鉴和参考^[1]。CKD 发病率在我国儿童中日益提高,进入维持性透析阶段的患儿也在日益增多^[2]。本研究通过对 CKD 5 期维持性血液透析患儿进行营养状态评估,探讨人体测量指标、生物化学指标、炎症指标、残存肾功能及透析充分性指标、静息能量消耗等指标的临床意义,以期今后制订符合我国国情及适应我国儿科临床工作实际的 CKD 患儿营养状况评估指标和标准提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

研究对象为 2015 年 1 月至 2016 年 12 月在我院进行维持性血液透析治疗的 21 例 CKD 5 期患儿。根据 2012 年 K/DOQI 慢性肾脏病临床管理实践指南^[1],CKD 定义为:(1)对健康造成影响的肾脏损伤(包括结构和功能的异常)持续 ≥ 3 个月,有或无肾小球滤过率(GFR)下降,肾脏损伤可表现为病理学检查异常、血或尿成分异常、影像学检查异常。(2)GFR <60 mL/(min $\cdot 1.73$ m²) ≥ 3 个月,有或无肾脏损伤证据。采用 Schwartz 公式估算 GFR (eGFR),根据 eGFR 参照 K/DOQI 指南标准进行 CKD 分期,其中 CKD 5 期定义为 eGFR <15 mL/(min $\cdot 1.73$ m²)^[1]。

纳入标准:CKD 5 期维持性血液透析患儿,评估时均进行血液透析治疗 ≥ 3 个月;血液透析治疗每周 3 次,每次 3~4 h;患儿研究期间病情稳定,患儿监护人及患儿均自愿配合本研究,并签署知情同意书。

排除标准:研究期间存在创伤、肿瘤、消化道疾病、急性感染、甲状腺功能亢进等引起营养不良的其他因素;存在活动性肝炎、急性心力衰竭、严重水钠潴留、严重心脑血管疾病等情况;患儿监护人及患儿不愿配合本研究或不同意签署知情同意书。

纳入的 21 例 CKD 5 期患儿中,男性 14 例(67%),女性 7 例(33%);年龄 6 岁 7 个月至 16 岁 4 个月(中位年龄 13 岁)。21 例患儿中,原发病因为肾小球疾病 5 例,先天性肾脏和尿路畸形 13 例,溶血尿毒综合征 1 例,抗中性粒细胞浆抗体(ANCA)相关性血管炎 1 例,遗传性肾病 1 例。

1.2 营养状态的评价

测量患儿身高、体重,并计算体重指数[BMI, BMI=体重(kg)/身高²(m²)]。参照 2009 年中国 0~18 岁儿童、青少年 BMI 的标准化生长曲线^[3-4],以 BMI 在同年龄、同性别儿童第 3 至第 97 百分位数为正常范围,BMI 低于同年龄、同性别儿童第 3 百分位数为营养不良,BMI 高于同年龄、同性别儿童第 97 百分位数为营养过剩。

1.3 人体测量指标

肱三头肌皮褶厚度(triceps skinfold, TSF):采用国家体育总局研制的皮脂厚度测量仪,测量患儿非动静脉内瘘侧的肱三头肌皮褶厚度。患儿上肢在身体侧面自然下垂,在肩峰与尺骨鹰嘴连线中点上 2 cm,检查者以拇指、食指将患儿皮肤及皮下组织捏起,测量拇指下皮褶厚度,测量前均经重力校正,同一部位连续测量 3 次,取平均值。上臂中部周径(mid-arm circumference, MAC):患儿上肢在身体侧面自然下垂,取非动静脉内瘘侧的上臂中点,皮卷尺测量该处周径 3 次,取平均值。上臂中部肌肉周径(mid-arm muscle circumference, MAMC):MAMC=MAC(cm)-3.14 $\times$ TSF(cm)。无骨上臂肌肉面积(bone-free arm muscle area, AMA)的计算公式如下:AMA(男)=(MAMC/3.14 $\times 4$)²-10;AMA(女)=(MAMC/3.14 $\times 4$)²-6^[1]。

1.4 生物化学指标检测

透析间期清晨空腹采集患儿外周静脉血。检测指标包括:白蛋白(ALB,正常参考值 ALB ≥ 35 g/L,检测方法为溴甲酚绿法)、前白

蛋白 (PA, 正常参考值 ≥ 200 mg/L, 检测方法为免疫透射比浊法)、胆固醇 (CHOL, 正常参考值 ≥ 2.59 mmol/L, 检测方法为 COD-CE-PAP 酶法), 以及瘦素 (leptin, LEP) 和胰岛素样生长因子 1 (IGF-1)。LEP 和 IGF-1 检测方法均为酶联免疫吸附法。

1.5 炎症指标的检测

透析间期清晨空腹采集患儿外周静脉血, 检测方法为酶联免疫吸附法。检测指标包括白细胞介素 1 (IL-1)、白细胞介素 6 (IL-6)、超敏 C 反应蛋白 (hCRP)、肿瘤坏死因子 α (TNF- α)。

1.6 残存肾功能指标

连续 3 次收集患儿 24 h 尿量, 取其平均值。

1.7 透析充分性指标

尿素清除指数 Kt/V (K 为透析器的尿素清除率, 单位为 L/mL, 是单位透析面积的溶质运转系数和血液流速与透析液流速的函数; t 为透析时间, 单位为分钟; V 为尿素的分布容积): 根据 Daugirdas 公式计算 $Kt/V = -\ln(R - 0.008t) + (4 - 3.5R) \times (UF/BW)$ [1], 其中 $\ln$ 为自然对数, t 为透析时间 (h), R = 透析后 BUN/透析前 BUN, UF 为超滤量 (L), BW 为透析后体重 (kg)。

1.8 静息能量消耗测定

MedGraphics 公司生产的医学图形重症监测和桌面分析系统 (Medical Graphics Care Desktop Analysis System) 即 CCM 代谢车。由微型计算机、压力传感器、氧化锆氧量分析仪、红外 CO₂ 分析仪组成。采用每次呼吸法测量通气量、O₂ 浓度和 CO₂ 浓度, 根据间接测热法能量守恒和化学反应的等比定律, 通过计算机辅助, 得出机体在一定时间内的氧气消耗量 (VO₂) 和二氧化碳产生量 (VCO₂)。

在非透析日, 进食后 2 h, 患儿进入环境安静、室温 20℃ 的房间, 平卧休息 30 min, 戴上面罩测量 20 min, 通过电脑测量呼气前后 O₂ 和 CO₂ 的变化计算出患儿的实际静息能量消耗值 (resting energy expenditure, REE)。同时根据能量消耗预测公式 (Harris-Benedict 公式) 计算预测 REE 值, 并对实际测得的 REE 值与预测得到的 REE 值进行比较。

1.9 统计学分析

对检测的人体测量指标、生物化学指标与静息能量消耗值进行比较及分析。近似正态分布的计量资料采用平均值 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两组间比较采用成组 *t* 检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 营养状态分布情况

21 例患儿平均 BMI 为 16.0 ± 2.5 kg/m²。营养不良组患儿 10 例, 男女比例为 1.5:1; 营养正常组患儿 11 例, 男女比例为 2.7:1; 未见营养过剩患儿。见表 1。

表 1 21 例患儿的营养状态分布

营养状况	总例数	性别分布 (男/女, 例)	BMI (kg/m ²)
营养不良	10	6/4	13.7 ± 0.7
营养正常	11	8/3	18.2 ± 2.2
营养过剩	0	0	-

注: [BMI] 体重指数。

2.2 人体测量指标结果

21 例患儿平均 TSF 为 1.9 ± 0.48 mm, MAC 为 20.3 ± 2.2 cm, MAMC 为 15.1 ± 1.8 cm, AMA 为 9.0 ± 3.7 cm²。营养不良组以上各指标均显著低于营养正常组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 2 营养不良组与营养正常组患儿人体测量指标比较
($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	TSF (mm)	MAC (cm)	MAMC (cm)	AMA (cm ²)
营养正常组	11	2.21 ± 0.65	23.6 ± 3.2	16.7 ± 1.7	11.5 ± 3.4
营养不良组	10	1.27 ± 0.20	16.9 ± 0.8	13.3 ± 0.9	5.4 ± 2.9
<i>t</i> 值		1.064	2.787	2.581	2.214
<i>P</i> 值		0.026	0.009	0.005	0.012

注: [TSF] 肱三头肌皮褶厚度; [MAC] 上臂中部周径; [MAMC] 上臂中部肌肉周径; [AMA] 无骨上臂肌肉面积。

2.3 生物化学指标检测结果

21例患儿平均ALB水平为 45 ± 9 g/L, 其中5例 <35 g/L; 营养不良组与营养正常组之间比较差异无统计学意义。21例患儿平均PA水平为 196 ± 55 mg/L, 其中9例 <200 mg/L; 营养不良组与营养正常组之间比较差异无统计学意义。21例患儿平均CHOL水平为 5.8 ± 1.5 mmol/L, 营养不良组与营养正常组之间差异无统计学意义。21例患儿平均LEP水平为 38 ± 14 μ g/L, 营养不良组患儿显著高于营养正常组患儿, 差异有统计学意义。21例患儿平均IGF-1水平为 16.5 ± 4.6 μ g/L, 营养不良组患儿显著低于营养正常组患儿, 差异有统计学意义。见表3。

表3 营养不良组与营养正常组患儿生物化学指标比较
($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	ALB (g/L)	PA (mg/L)	CHOL (mmol/L)	LEP (μ g/L)	IGF-1 (μ g/L)
营养正常组	11	46 ± 8	209 ± 57	6.0 ± 1.3	17 ± 4	27.3 ± 7.8
营养不良组	10	44 ± 13	175 ± 75	5.2 ± 1.1	62 ± 21	7.9 ± 0.7
<i>t</i> 值		0.576	0.841	0.971	-2.328	2.169
<i>P</i> 值		0.772	0.351	0.281	<0.001	<0.001

注: [ALB] 白蛋白; [PA] 前白蛋白; [CHOL] 胆固醇; [LEP] 瘦素; [IGF-1] 胰岛素样生长因子 1。

2.4 炎症指标检测结果

营养不良组患儿IL-1、IL-6与TNF- α 平均水平显著高于营养正常组。两组间平均hCRP水平差异无统计学意义。见表4。

表4 营养不良组与营养正常组患儿炎症指标的比较
($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	IL-1 (ng/L)	IL-6 (ng/L)	hCRP (mg/L)	TNF- α (ng/L)
营养正常组	11	0.84 ± 0.18	0.13 ± 0.03	1.6 ± 0.7	204 ± 29
营养不良组	10	3.01 ± 1.08	0.40 ± 0.13	3.7 ± 1.8	636 ± 240
<i>t</i> 值		2.617	2.573	1.682	2.148
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	0.067	0.004

注: [IL-1] 白细胞介素 1; [IL-6] 白细胞介素 6; [hCRP] 超敏 C 反应蛋白; [TNF- α] 肿瘤坏死因子 α 。

2.5 残存肾功能指标与尿素清除指数 Kt/V

21例患儿平均24 h残余尿量为 254 ± 87 mL, 其中营养不良组显著低于营养正常组, 差异有统计学意义。21例患儿平均Kt/V为 1.55 ± 0.36 , 其

中Kt/V <1.2 者4例, 17例患儿Kt/V ≥ 1.3 ; 两组间Kt/V比较差异无统计学意义。见表5。

表5 营养不良组与营养正常组残存肾功能指标与尿素清除指数 Kt/V 的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	24 h 残余尿量 (mL)	Kt/V
营养正常组	11	400 ± 145	1.63 ± 0.22
营养不良组	10	88 ± 36	1.45 ± 0.47
<i>t</i> 值		2.562	1.094
<i>P</i> 值		0.004	0.063

注: [Kt/V] 尿素清除指数。

2.6 静息能量消耗测定

21例患儿实测REE为 1327 ± 242 kcal/d, 预测REE为 1199 ± 224 kcal/d, 实测REE和预测REE的比较差异无统计学意义($t=1.017$, $P=0.487$)。营养不良组患儿实测REE为 1275 ± 237 kcal/d, 营养正常组实测REE为 1316 ± 229 kcal/d, 两组间实测REE值的比较差异无统计学意义($t=0.964$, $P=0.700$)。

3 讨论

营养不良是儿童CKD常见的并发症, 也是威胁维持性血液透析患儿长期生存率和生活质量的重要问题。目前的研究表明, CKD患者营养不良的发生与患者的相关激素水平、营养物质摄入减少、体内微炎症状态、残肾功能等因素有关, 维持性透析患者的透析充分性也对营养不良的发生产生影响^[5]。本研究以CKD维持性血液透析患儿为研究对象, 选择了人体测量指标、生物化学指标、炎症指标、残肾功能及透析充分性指标等评估患儿的营养状况。在研究的21例CKD 5期维持性血液透析患儿中, 营养正常与营养不良患儿的比例为1.1:1, 未发现营养过剩患儿。TSF、MAC、MAMC、AMA均是成人常用判断营养状况的人体测量指标。TSF是反映皮下脂肪消耗的指标, 并作为评价能量缺乏程度或肥胖与否的指标。有研究发现TSF与MAMC结合可以更准确地评价患者的营养状况及预后^[6]。本研究发现, 营养正常组与营养不良组患儿以上4项人体测量学指标均存在显著性差异, 但也发现该指标在测量过程中易受其

他因素影响,如患儿可能存在测量部位水肿等干扰因素,故2009年K/DOQI慢性肾脏病儿科营养临床实践指南不再建议把人体测量学指标作为常用的监测参数。

长期以来ALB等生物化学参数一直被认为是监测营养状况的可靠指标^[7]。本研究发现,营养正常组患儿及营养不良组患儿ALB、PA、CHOL之间并无显著性差异,提示不能单一以ALB、PA、CHOL作为营养状况的评估指标。LEP是一种蛋白质激素,不仅由肾脏清除,而且在肾组织中有其受体的表达。有研究表明,LEP是连接CKD维持性透析患者能量平衡、营养状况和免疫功能之间的重要环节^[8]。本研究发现,营养正常组患儿及营养不良组患儿LEP水平之间具有显著性差异,营养不良组患儿LEP水平较营养正常组患儿明显升高。IGF-1的合成受多种激素和营养因素的影响,研究发现,IGF-1的作用与LEP相反,并且IGF-1可以直接抑制脂肪组织分泌LEP,IGF-1半衰期较短,因此可作为评价营养不良的较好的指标^[9]。本研究发现营养正常组患儿及营养不良组患儿IGF-1水平之间同样存在显著性差异,与LEP水平相反,营养不良组患儿IGF-1水平较营养正常组患儿明显降低。

目前研究发现微炎症状态是促进CKD患者并发营养不良的重要原因,与终末期肾脏疾病患者的病死率呈正相关^[10-11]。IL-1、IL-6、TNF- α 是微炎症状态中重要的促炎症因子,本研究发现营养正常组患儿及营养不良组患儿之间IL-1、IL-6、TNF- α 水平均存在显著性差异,营养不良组患儿IL-1、IL-6、TNF- α 水平均显著高于营养正常组患儿,提示患儿炎症因子IL-1、IL-6、TNF- α 水平可以作为其营养状况及预后的监测指标。本研究中营养正常组患儿及营养不良组患儿之间hCRP水平并无显著性差异,而且营养不良组患儿营养状况改善后也未发现hCRP水平出现相应变化,提示hCRP不能作为监测患儿营养状况的敏感指标,是否与hCRP实验测定中受影响因素较多有关仍有待进一步探讨。

目前研究认为,透析不充分可以造成蛋白质合成下降及肌肉分解增加,而充分透析可以有效清除患者体内各种毒素,增加患者的食欲和蛋白质的摄入^[12]。本研究采用每周3次,每次3~4 h

的常规透析方式,虽然没有发现两组患儿Kt/V差异有统计学意义,但是由于本研究样本数有限,尚不能进一步肯定或否定透析充分性对患儿营养状况的影响。目前研究证实残存肾功能对大分子毒素的清除是血液透析治疗不能完全替代的,残存肾功能能够明显改善CKD患者的营养状况和生存质量^[13]。本研究以患儿24 h尿量作为残存肾功能的评价指标,结果发现营养正常组患儿及营养不良组患儿之间残存肾功能有显著性差异,营养不良组患儿24 h残存尿量明显低于营养正常组患儿。本研究结果证实了残存肾功能对CKD 5期维持性血液透析患儿营养状况评估及预后监测的价值,但是随着透析时间的延长,患儿残存肾功能将逐渐丧失,残存肾功能与营养状况指标之间的相关性不再存在。

临床上目前往往以静息能量消耗测定来替代基础能量消耗测定。以往CKD维持性血液透析患者REE测定结果报道不一,有研究认为血液透析患者与健康人之间REE并无差别^[14],亦有研究认为血液透析治疗、尿毒症毒素、酸中毒、贫血、微炎症状态等因素均有可能增加患者的能量消耗^[15]。目前国内尚未见到CKD维持性血液透析儿童的静息能量消耗的相关研究报道,本研究对21例CKD 5期维持性血液透析患儿进行静息能量消耗测定有积极意义。本研究发现21例患儿实测的REE与能量消耗预测公式(Harris-Benedict公式)计算的预测REE之间并无显著性差异。营养不良组患儿与营养正常组患儿实测REE之间差异亦无统计学意义。今后仍需要进一步扩大样本量加以研究,明确静息能量消耗在儿童CKD患者营养评估中的作用及意义。

综上,本研究显示,目前没有某一单独的指标可以作为CKD 5期维持性血液透析患儿的营养状况评估标准,应进行多参数检测,以增加评估的准确性及可靠性。人体测量学指标具有监测价值,但是受影响因素较多。不能单独以生物化学指标作为检测标准。残存肾功能对CKD 5期维持性血液透析患儿营养状况评估及预后监测具有重要的价值。微炎症状态可以导致CKD 5期维持性血液透析患儿营养不良的发生,炎症因子IL-1、IL-6、TNF- α 水平可以作为营养状况及预后的监测指标。静息能量消耗测定对于CKD 5期维持性血

液透析患儿营养状况评估和监测的应用价值仍有待研究。

[参 考 文 献]

- [1] National Kidney Foundation Kidney Disease Quality Outcome Initiative (K/DOQI). Clinical practice guideline for nutrition in children with CKD: 2008 update[J]. Am J Kidney Dis, 2009, 53(3 Suppl 2): S1-S123.
- [2] 全国儿童常见肾脏病诊治现状调研工作组. 慢性肾衰竭肾脏替代治疗现状调查多中心研究 [J]. 中华儿科杂志, 2013, 51(7): 491-494.
- [3] 李辉, 季成叶, 宗心南, 等. 中国 0~18 岁儿童、青少年身高、体重的标准化生长曲线 [J]. 中华儿科杂志, 2009, 47(7): 487-492.
- [4] 李辉, 季成叶, 宗心南, 等. 中国 0~18 岁儿童、青少年体块指数的生长曲线 [J]. 中华儿科杂志, 2009, 47(7): 493-498.
- [5] Becherucci F, Roperto RM, Materassi M, et al. Chronic kidney disease in children[J]. Clin Kidney J, 2016, 9(4): 583-591.
- [6] Mastrangelo A, Paglialonga F, Edefonti A. Assessment of nutritional status in children with chronic kidney disease and on dialysis[J]. Pediatr Nephrol, 2014, 29(8): 1349-1358.
- [7] Zha Y, Qian Q. Protein nutrition and malnutrition in CKD and ESRD[J]. Nutrients, 2017, 9(3). pii: E208.
- [8] Nehus E, Furth S, Warady B, et al. Correlates of leptin in children with chronic kidney disease[J]. J Pediatr, 2014, 165(4): 825-829.
- [9] Bach LA, Hale LJ. Insulin-like growth factors and kidney disease[J]. Am J Kidney Dis, 2015, 65(2): 327-336.
- [10] Tu J, Cheung WW, Mak RH. Inflammation and nutrition in children with chronic kidney disease[J]. World J Nephrol, 2016, 5(3): 274-282.
- [11] Lee BT, Ahmed FA, Hamm LL, et al. Association of C-reactive protein, tumor necrosis factor-alpha and interleukin-6 with chronic kidney disease[J]. BMC Nephrol, 2015, 16: 77.
- [12] Beberashvili I, Erlich A, Azar A, et al. Longitudinal study of serum uric acid, nutritional status, and mortality in maintenance hemodialysis patients[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2016, 11(6): 1015-1023.
- [13] den Hoedt CH, Bots ML, Grooteman MP, et al. Clinical predictors of decline in nutritional parameters over time in ESRD[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2014, 9(2): 318-325.
- [14] Shah A, Bross R, Shapiro BB, et al. Dietary energy requirements in relatively healthy maintenance hemodialysis patients estimated from long-term metabolic studies[J]. Am J Clin Nutr, 2016, 103(3): 757-765.
- [15] Avesani CM, Kamimura MA, Cuppari L. Energy expenditure in chronic kidney disease patients[J]. J Ren Nutr, 2011, 2(1): 27-30.

(本文编辑: 邓芳明)