

对非透析 CKD 患者静息能量代谢影响因素的探讨

张敏, 吴一帆[△], 张鼎君, 董陈娣, 夏冰清, 罗立, 傅立哲, 唐芳, 陈惠芬
(广州中医药大学第二附属医院肾病科 510120)

[摘要] **目的** 探讨非透析慢性肾脏病(CKD)患者静息能量代谢(REE)的影响因素。**方法** 收集 2013 年 1 月至 2014 年 12 月在该院肾内科慢病管理门诊就诊的非透析 CKD 患者的相关资料, 主要包括患者基本信息、REE 及检验结果, 采用美国麦加菲 CCM Express 营养代谢车测定非透析 CKD 患者的 REE, 并分析 REE 的影响因素。**结果** 单因素分析结果显示, 低 REE 与高 REE 在年龄、性别、体重指数(BMI)、工作状态、臂围、肾小球滤过率(eGFR)、血红蛋白(Hb)、清蛋白(ALB)方面比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。二元 logistic 回归分析结果显示, 性别($OR = 0.249, 95\%CI: 0.121 \sim 0.510$)、臂围($OR = 1.238, 95\%CI: 1.072 \sim 1.429$)、工作状态($OR = 0.609, 95\%CI: 0.389 \sim 0.954$)是 REE 高与低的独立影响因素。**结论** 年龄越大、女性、BMI 越低、无工作、臂围越细、eGFR 越低、Hb 越低、ALB 越高, 其 REE 越低, 反之越高。在 CKD 营养管理工作中可以通过调整上述可控因素来调整 REE, 从而使患者达到能量平衡的状态。

[关键词] 慢性肾脏病; 静息能量代谢; 影响因素

[中图法分类号] R256.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2020)12-1973-06

Study on influencing factors of resting energy expenditure in non-dialysis CKD patients

ZHANG Min, WU Yifan[△], ZHANG Dingjun, DONG Chendi, XIA Bingqing,
LUO Li, FU Lizhe, TANG Fang, CHEN Hui fen

(Department of Nephrology, Second Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou, Guangdong 510120, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the influencing factors of resting energy expenditure(REE) in non-dialysis patients with chronic kidney disease(CKD). **Methods** The related data of the non-dialysis patients with CKD were collected from the chronic disease management clinic of the nephrology department in this hospital from January 2013 to December 2014, mainly including the patients' basic information, REE and test results. REE was measured by adopting the MedGraphics CCM Express Nutrition Metabolism Vehicle. Then the influencing factors of REE were analyzed. **Results** The univariate analysis results showed that low REE and high REE had statistically significantly differences in the aspects of age, gender, BMI, working status, arm circumference, eGFR, HB and ALB ($P < 0.05$). The binary logistic regression analysis results showed that the gender ($OR = 0.249, 95\%CI: 0.121 - 0.510$), arm circumference ($OR = 1.238, 95\%CI: 1.072 - 1.429$), working status ($OR = 0.609, 95\%CI: 0.389 - 0.954$) were the independent influencing factors of high and low REE. **Conclusion** The older, female, lower BMI, jobless, smaller arm circumference, lower eGFR, lower Hb, higher ALB, the lower REE, the higher the converse. Therefore adjusting REE by adjusting the above controllable factors in the CKD nutrition management work regulates REE, thus make the patients to reach the energy balance status.

[Key words] chronic kidney disease; resting energy expenditure; influencing factors

慢性肾脏病(CKD)被认为是一个重要的公共卫生问题, 其发病率在过去几年中显著增加^[1]。CKD 患者容易出现营养紊乱, 营养不良或消瘦等, 有研究显示这两者是死亡事件发生的独立危险因素, 导致患者死亡风险增加^[2-3]。因此, 纠正营养紊乱, 保证患者维

持一个良好的营养状况, 从而缓解疾病的进展显得尤为重要, 这也依赖于对能量平衡的充分管理。因此, 在指导患者营养方案时, 首先要知道患者每天的能量消耗, 而一个人全天总能量消耗包括静息能量代谢(REE)、食物特殊动力消耗和体力活动。其中 REE

是指机体处于静息状态,无活动时 24 h 的能量消耗,其消耗占全天总能量消耗的 50%~70%,食物特殊动力消耗的能量只占 10%,而大部分超重/肥胖人群只有久坐等生活方式,或几乎没有体力活动^[4-5]。故在临床上,可以通过调整患者的 REE 来达到平衡能量的目的,但要求对 REE 有充分了解,最终通过改变影响因素来调整 REE 到一个最好的状态。

目前,国内外关于 REE 的研究并不多,国内关于探索非透析 CKD 患者 REE 影响因素的研究就更少;且已有研究提示 CKD 腹透患者 REE 升高导致死亡风险升高^[6]。因此,本研究旨在探索非透析 CKD 患者 REE 相关的影响因素以进一步明确其规律及特征,从而通过改变患者的 REE 达到能量平衡、营养平衡,减少不良结局事件的发生。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2013 年 1 月至 2014 年 12 月本院肾内科慢病管理门诊就诊的 CKD 患者 267 例,排除基本信息、检验结果不完善超过 50% 的患者 52 例,最终纳入患者 215 例,分为低 REE 组(108 例)及高 REE 组(107 例)。其中男 107 例(49.80%),女 108 例(50.20%);年龄 18~87 岁,中位年龄 57.00(44.00~67.00)岁。体重指数(BMI) $<18.5 \text{ kg/m}^2$ 为 30 例(14.00%), $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 24 \text{ kg/m}^2$ 为 121 例(56.30%), $\text{BMI} \geq 24 \text{ kg/m}^2$ 为 64 例(29.80%)。工作状态:有工作 66 例(30.70%),无业 149 例(69.30%)。原发病中,代谢性 CKD 76 例(35.35%),非代谢性 CKD 139 例(64.65%);尿白细胞 0 为 138 例(64.19%),1 为 34 例(15.81%),2 为 43 例(20.00%);尿蛋白 0 为 98 例(45.58%),1 为 43 例(20.00%),2 为 74 例(34.42%);尿潜血 0 为 115 例(53.49%),1 为 33 例(15.35%),2 为 67 例(31.16%);脂肪厚度 1.80(1.00~2.20)cm;臂围 26.40(24.00~28.65)cm;肌酐(Scr)141(104~246) $\mu\text{mol/L}$;肾小球滤过率(eGFR)41.46(21.60~58.04) $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^{-2}$;尿素(Ur)9.55(7.00~14.25) nmol/L ;尿酸(UA)450(377~519) $\mu\text{mol/L}$;血红蛋白(Hb)123(107~138)g/L;清蛋白(ALB)43.60(41.10~46.10)g/L;三酰甘油(TG)1.31(1.00~1.77)nmol/L;血清总胆固醇(TC)4.89(4.21~5.54)nmol/L;高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)1.40(1.16~1.63)nmol/L;低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)3.10(2.52~3.62)nmol/L;血钾 4.51(4.24~4.77)nmol/L;血钠 141.00(139.00~143.00)nmol/L。纳入标准:(1)参照 2006 年美国 NKF-K/DOQI 标准明确诊断为 CKD 的患者;(2)年龄大于或等于 18 岁;(3)12 h 内未服用含咖啡因的饮品,未使用可能影响代谢的药物等;(4)签署知情同意

书,愿意配合提供基本信息、行 REE 检查及抽血、尿液检查的患者。排除标准:(1)基本信息及检验结果不完善超过 50% 的患者;(2)发热、严重感染、甲状腺疾病及精神疾病等患者。

1.2 方法

1.2.1 REE 消耗测量

嘱受试者空腹 12 h,且 12 h 内无任何剧烈活动,静卧 30 min 后进行测试。室内安静,室温保持在 20~25 °C,戴好用于检测的口咬器和鼻夹,平静呼吸。采用美国麦加菲 CCM Express 营养代谢车,检测受试者 5~10 min 的氧气消耗量(VO_2)和二氧化碳排泄量(VCO_2)。仪器根据 Weir 公式推算出 REE, $\text{REE}(\text{kcal/d}) = (3.9\text{VO}_2 + 1.1\text{VCO}_2) \times 1.44$,并记录数据。

1.2.2 身高、体重、脂肪厚度、臂围的测量

与 REE 测试当天同时测试。身高、体重:根据检测规范流程,使用本科室的超声波身高、体重体检机测量;脂肪厚度:用拇指和食指将右侧上臂后侧皮肤皱褶捏起,然后用卡钳卡住皮肤皱褶 20 s 左右,读出指针毫米数,每个部位测定 1 次;上臂围:用皮尺测量右侧肩关节与肘关节之间的中部记作上臂围。

1.2.3 基本信息

收集每位患者初次就诊时填写的基本信息调查表,内容包括性别、出生日期、工作状态、原发病史等。

1.2.4 实验室检查

通过医院检验系统获取患者 REE 测试前后 3 个月内抽血检查结果:包括 Scr、Ur、UA、Hb、ALB、TG、TC、HDL-C、LDL-C、血钠和血钾,以及尿常规检查,包括尿白细胞、尿蛋白及尿潜血。患者基本信息及检验结果,如数据缺失,则记为缺失值。

1.3 统计学处理

自变量分类设定:(1)CKD 分期:根据测得的 Scr 值,通过 EPI 公式计算 eGFR,对患者进行 CKD 分期。(2)BMI^[7]: $\text{BMI} < 18.5 \text{ kg/m}^2$ 为偏瘦; $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 24 \text{ kg/m}^2$ 为正常, $\text{BMI} \geq 24 \text{ kg/m}^2$ 为超质量或以上^[8]。(3)原发病:将高血压肾病、糖尿病肾病及尿酸性肾病归为代谢性肾病;其他如肾小球肾炎、梗阻性肾病、IgA 肾病、多囊肾等归为非代谢性肾病。(4)尿常规:若尿白细胞、尿蛋白、尿潜血为 0 记作 0,1+ 记作 1,2+ 及以上记作 2。

采用 EXCEL 建立数据表,使用 SPSS24.0 统计软件进行分析。单因素分析时,呈正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验;非正态分布时使用中位数(四分位间距)表示,采用秩和检验;计数资料用率及百分比表示,采用 χ^2 检验,必要时采用 Fish 检验;多因素分析时,采用二元 logistic 回归分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 单因素分析非透析 CKD 患者 REE 的影响因素

单因素分析结果显示,低 REE 组与高 REE 组在年龄、性别、BMI、工作状态、臂围、eGFR、Hb、ALB 方面比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。年龄越大、女性、BMI 越低、无工作、臂围越细、eGFR 越低、Hb 越低、ALB 越高其 REE 越低,反之越高,见表 1。

2.2 二元 logistic 回归分析非透析 CKD 患者 REE 的影响因素

二元 logistic 回归分析结果显示,性别($OR = 0.249, 95\%CI: 0.121 \sim 0.510$)、臂围($OR = 1.238, 95\%CI: 1.072 \sim 1.429$)、工作状态($OR = 0.609, 95\%CI: 0.389 \sim 0.954$)是 REE 高与低的独立影响因素,见表 2。

表 1 单因素分析非透析 CKD 患者 REE 的影响因素

自变量	低 REE 组($n=108$)	高 REE 组($n=107$)	$\chi^2/Z/t$	P	
年龄(岁)*	60.00(53.00,67.00)	55.00(43.50,66.50)	-2.253	0.024	
性别[n(%)]	男	39(36.4)	68(63.6)	16.189	0.000
	女	69(63.9)	39(36.1)		
BMI(kg/m ²)	<18.5	19(63.3)	11(36.7)	9.776	0.008
	18.5~24.0	67(55.4)	54(44.6)		
	≥24.0	22(34.4)	42(65.6)		
工作状态[n(%)]	有工作	22(33.3)	44(66.7)	10.879	0.001
	无工作	86(57.7)	63(42.3)		
原发病[n(%)]	代谢性 CKD	36(47.4)	40(52.6)	0.386	0.535
	非代谢性 CKD	72(51.8)	67(48.2)		
CKD 分期[n(%)]	1~3a 期	67(55.4)	54(44.6)	2.924	0.087
	3b~5 期	41(43.6)	53(56.4)		
尿白细胞[n(%)]	0	70(50.7)	68(49.3)	0.165	0.921
	1	16(47.1)	18(52.9)		
	2	22(51.2)	21(48.8)		
尿蛋白[n(%)]	0	46(46.9)	52(53.1)	1.932	0.382
	1	20(46.5)	23(53.5)		
	2	42(56.8)	32(43.2)		
尿潜血[n(%)]	0	53(46.1)	62(53.9)	3.495	0.174
	1	15(45.5)	18(54.5)		
	2	40(59.7)	27(40.3)		
脂肪厚度*(cm)	1.60(1.10~2.20)	1.10(0.75~2.85)	-0.872	0.383	
臂围#(cm)	25.32±2.95	27.57±3.10	-5.124	0.000	
Scr*(μmol/L)	131.00(110.00,242.00)	141.00(117.50~196.00)	-0.589	0.556	
eGFR*(mL·min ⁻¹ ·1.73 m ⁻²)	38.02(22.79~53.81)	44.83(29.43~55.72)	-1.980	0.048	
Ur*(nmol/L)	9.91(7.46~12.83)	8.02(6.86~10.95)	-1.674	0.094	
UA#(μmol/L)	454.69±107.07	450.58±102.12	0.288	0.773	
Hb#(g/L)	117.66±20.90	124.03±24.07	-2.074	0.039	
ALB*(g/L)	44.20(41.50~46.10)	43.90(41.45~46.80)	-2.009	0.045	
TG*(nmol/L)	1.24(1.02~1.97)	1.32(0.97~1.68)	-0.084	0.933	
TC#(nmol/L)	5.09±1.13	4.86±1.04	1.317	0.190	
HDL-C*(nmol/L)	1.47(1.19~1.73)	1.27(1.12~1.59)	-0.654	0.513	
LDL-C#(nmol/L)	3.19±0.95	3.09±1.04	0.630	0.530	
血钾#(nmol/L)	4.52±0.47	4.56±0.47	-0.572	0.568	
血钠*(nmol/L)	141.00(139.00~142.00)	141.00(139.50~143.00)	-0.234	0.815	

*:非正态分布,以中位数(四分位间距)表示,采用 U 检验,Z 值表示;#:正态分布以 $\bar{x} \pm s$ 表示,方差齐,采用 t 检验。

表 2 二元 logistic 回归分析非透析 CKD 患者 REE 的影响因素

自变量	P	OR	95%CI
性别	0.000	0.249	0.121~0.510
工作状态	0.031	0.609	0.389~0.954
臂围	0.004	1.238	1.072~1.429

3 讨 论

本研究发现,年龄、性别、BMI、工作状态、臂围、eGFR、Hb、ALB 是影响 REE 高低的相关因素。其中性别、臂围、工作状态是其独立影响因素。本研究发现,年龄越大,REE 越低,这与目前的一些研究结果^[5,9]是相似的。究其原因,可能是因为随着年龄不断增长,全身组成成分也随着改变,特别是非脂肪组织的减少和脂肪组织的增加,导致了 REE 逐渐下降。同时,随着年龄的增长,局部身体的组成及脂肪组织的分布改变也会导致总体的 REE 下降^[9]。

相对于女性而言,男性的 REE 更高,这与 BYHAM-GRAY 等^[10]的研究结果是相似的。同时,已有研究指出,相较于男性而言,女性的体脂量占身体组成更大,而人体体重和去脂体重与 REE 高度相关^[11]。因此推想造成男女之间 REE 有显著差异的原因可能跟两性的身体组成中脂肪含量有关。

臂围越粗、BMI 越高,REE 越高,其臂围、BMI 均是衡量人体肥胖程度的重要指标,臂围粗、BMI 高的患者偏肥胖,往往合并高代谢的表现,如合并糖尿病^[12]、高血压^[13]等,而这些因素往往引起 REE 升高,因此在本研究中臂围、BMI 与 REE 也呈正相关。

Hb 越低,REE 越低,可能是因为身体各个器官的新陈代谢都需要消耗氧,Hb 在体内与氧结合将氧运输到身体的各个器官。因此,笔者猜想当 Hb 降低以后,运送至各个器官的氧不足,器官代谢能力降低,REE 产生自然也就低了。

ALB 越高,其 REE 越低,反之亦然,这与 WANG 等^[6]在一项腹膜透析患者的研究中得出的结果是一致的。ALB 是反映人营养状态的一个指标,ALB 低往往提示患者营养不良。有研究发现在 ESRD 患者中营养不良与炎症有关^[14]。故在 CKD 患者中营养不良合并炎症时,往往引起 REE 增高^[6,15]。故 ALB 越低的患者,其 REE 反而越高。

无工作的患者,其 REE 越低。可能是因为相比有工作的患者,无工作的患者运动量大大减少,而积极有效的运动干预是可以升高 REE 的。也有研究提示,对 CKD 腹透患者进行八段锦的运动干预之后,患者的 REE 较前提高了^[16]。HUNTER 等^[17]在对老年人进行 26 周的抗阻力运动以后,其 REE 提高了。GORAN 等^[18]在对老年人进行了 8 周的高强度有氧

运动以后,其 REE 也提高了。因此,通过调整体力活动或运动量是可以改变 REE 的。故笔者推测当通过调整其他因素控制 REE 效果不明显时,可以通过运动干预来调整 REE 达到能量平衡,并最终纠正营养紊乱。

eGFR 低,REE 也越低,一般来说,如果重要代谢功能的器官发生病变,那么该患者的能量代谢一般会随着改变^[19]。而在人体中,肾脏有着非常重要的代谢功能,并且它的活动依赖于氧气的消耗。在健康人群里,肾脏所产生的 REE 占到 7% 以上。同时,KURNIK 等^[20]指出,相较于健康人群,肾功能中度丧失的患者肾脏血流量及肾脏氧气消耗量均偏低。因此,这可能是 CKD 患者或者 eGFR 低的患者其 REE 也低的原因。但是也要认识到,肾功能不全的进展是伴有某些代谢紊乱的,如代谢性酸中毒,胰岛素抵抗和炎症等,会增加蛋白质分解代谢^[21-22],从而可能反过来提高 REE。因此,说明了 CKD 患者的 REE 是比较复杂的,受到很多因素的综合影响。

目前,对 CKD 患者而言,REE 应该保持在一个偏低还是偏高的水平,是一个值得争议的话题。SCHNEEWEISS 等^[23]、MONTEON 等^[24]分别实施的评估 CKD 患者 REE 的研究,结果表明非透析和透析 CKD 患者的 REE 与健康人相似。后来,IKIZLER^[25]等发现,血液透析患者的 REE 比性别、年龄和 BMI 匹配后的健康对照者显著偏高。另外,RODRIGUES 等^[26]研究提示,相较于无 CKD 的患者,肾功能不全的患者 REE 偏低。同时,NEYRA 等^[27]也发现,透析患者的 REE 要比非透析患者高。出现这些研究结果的不同,原因可能是因为 CKD 在不同的阶段,患者的病情严重程度及合并症也不一样,如有研究表明当 CKD 患者合并控制不佳的糖尿病^[28],严重的甲状旁腺功能亢进^[29]和炎症^[15]、代谢综合征^[26],一般也会导致 REE 的增高^[30]。另外,本研究发现年龄、性别及 BMI 等这些指标偏低时也会导致 CKD 患者 REE 偏低。所以,CKD 患者的 REE 受很多因素影响,临床中应该根据患者的具体情况来分析。

另外,REE 升高或降低对 CKD 患者是否会产生不良影响。就目前搜索到的关于 CKD 患者 REE 与结局关系的论文特别少。仅在 WANG 等^[6]的针对腹透患者的研究中,发现高 REE 提示更高的病死率及心血管死亡风险,可能是由于这些 CKD 患者合并残余肾功能的丢失、心血管疾病、营养不良、炎症等,因此 REE 升高。同时该研究也指出,残余肾功能的丢失、心血管疾病、营养不良、炎症本身就是死亡的预测危险因素,因此提示这些因素可能在 REE 和死亡风险之间起了很重要的作用。同时,WANG 等^[31]研究发现,合并发生过循环充血的腹膜透析患者,相较于

未发生过循环充血的患者,其 REE 明显升高。因此,当常规监测患者的 REE 并发现其明显升高时,需警惕患者是否合并以上并发症或合并症的情况,并采取相应的措施改变其 REE。而这在目前也是有研究证实了的,如 UTAKA 等^[15]研究发现,合并有炎症的 CKD 患者其 REE 更高,但当一组接受炎症治疗以后,其 REE 是有所下降的。CUPPARI 等^[29]研究发现,合并有甲状旁腺亢进的血液透析患者,在切除甲状旁腺 6 个月后,其 REE 较前明显降低。另外还有研究发现糖尿病控制不佳的患者 REE 升高^[12,32],并且在血糖控制得到改善后 REE 降低^[33-34]。尽管如此,目前针对 CKD 患者 REE 与其结局之间关系的研究是极少的,未来需要更多大样本的研究来进一步探索。

最后,通过本研究可以推测,REE 可能不是越低或越高好,而是 CKD 患者在摄入与消耗之间达到能量平衡状态下的 REE 最好。所以本研究尝试找出可控因素,通过调整 REE,达到能量平衡,纠正营养紊乱,进而延缓 CKD 患者疾病的进展。

但是,本研究还有一定局限性:(1)由于 REE 测试操作的复杂性及前期准备工作要求高,因此本研究只进行了一个小样本量的横断面调查,仅代表了本院肾内科就诊的 CKD 患者;(2)本研究作为一个横断面研究,纳入的指标还不够全面,下一步笔者将参考其他文献增加更多的指标,另外本研究还有小部分缺失数据,可能会导致一定的偏倚;(3)本研究收集的检验结果是患者 REE 测试前后 3 个月的,不是与 REE 测试同一天执行的,这可能会存在一定的偏倚。

综上所述,本研究发现年龄、性别、BMI、工作状态、臂围、eGFR、Hb、ALB 是 CKD 患者 REE 的影响因素,其中性别、臂围、工作状态是其独立影响因素。在 CKD 营养管理工作中可以通过调整上述可控因素来调整 REE,从而使患者达到能量平衡的状态。

参考文献

[1] JHA V, WANG A Y M, WANG H. The impact of CKD identification in large countries: the burden of illness[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2012, 27(Suppl 3):i32-i38.

[2] KOPPE L, FOUQUE D, KALANTAR ZADEH K. Kidney cachexia or protein - energy wasting in chronic kidney disease: facts and numbers [J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2019, 10(3):479-484.

[3] LODEBO B T, SHAH A, KOPPLE J D. Is it Important to Prevent and Treat Protein-Energy Wasting in Chronic Kidney Disease and Chronic

Dialysis Patients? [J]. *J Ren Nutr*, 2018, 28(6):369-379.

[4] ELIA M, RITZ P, STUBBS R J. Total energy expenditure in the elderly[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2000, 54(Suppl 3):S92-S103.

[5] KAMIMURA M A, AVESANI C M, BAZANELLI A P, et al. Are prediction equations reliable for estimating resting energy expenditure in chronic kidney disease patients? [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2011, 26(2):544-550.

[6] WANG A Y, SEA M M, TANG N, et al. Resting energy expenditure and subsequent mortality risk in peritoneal dialysis patients[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2004, 15(12):3134-3143.

[7] KEYS A, FIDANZA F, KARVONEN M J, et al. Indices of relative weight and obesity[J]. *Int J Epidemiol*, 2014, 43(3):655-665.

[8] 中国肥胖问题工作组. 中国成人超重和肥胖症预防与控制指南(节录)[J]. *营养学报*, 2004, 26(1):1-4.

[9] AMDANEE N, DI W, LIU J, et al. Age-associated changes of resting energy expenditure, body composition and fat distribution in Chinese Han males[J]. *Physiol Rep*, 2018, 6(23):e13940.

[10] BYHAM-GRAY L, PARROTT J S, HO W Y, et al. Development of a predictive energy equation for maintenance hemodialysis patients: a pilot study[J]. *J Renal Nutr*, 2014, 24(1):32-41.

[11] MIFFLIN M D, JEOR S T S, HILL L A, et al. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals[J]. *Am J Clin Nutr*, 1990, 51(2):241-247.

[12] ALAWAD A O, MERGHANI T H, BALLAL M A. Resting metabolic rate in obese diabetic and obese non-diabetic subjects and its relation to glycaemic control[J]. *BMC Res Notes*, 2013, 6(3):382.

[13] CREBER C, COOPER R S, PLANGE-RHULE J, et al. Independent association of resting energy expenditure with blood pressure: confirmation in populations of the African diaspora[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2018, 18(1):4.

[14] QURESHI A R, ALVESTRAND A, DIVINO-FILHO J C, et al. Inflammation, malnutrition, and cardiac disease as predictors of mortality in

- hemodialysis patients[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2002, 13(Suppl 1):S28-S36.
- [15] UTAKA S, AVESANI C M, DRAIBE S A, et al. Inflammation is associated with increased energy expenditure in patients with chronic kidney disease[J]. *Am J Clin Nutr*, 2005, 82(4):801-805.
- [16] 林基伟. 八段锦对腹膜透析患者临床疗效影响的非随机对照研究[D]. 广州:广州中医药大学, 2017.
- [17] HUNTER G R, WETZSTEIN C J, FIELDS D A, et al. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults[J]. *J Appl Physiol*, 2000, 89(3):977-984.
- [18] GORAN M I, POEHLMAN E T. Endurance training does not enhance total energy expenditure in healthy elderly persons[J]. *Am J Physiol*, 1992, 263(5 Pt 1):E950-E957.
- [19] AVESANI C M, DRAIBE S A, KAMIMURA M A, et al. Decreased resting energy expenditure in non-dialysed chronic kidney disease patients[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2004, 19(12):3091-3097.
- [20] KURNIK B R, WEISBERG L S, KURNIK P B. Renal and systemic oxygen consumption in patients with normal and abnormal renal function[J]. *J Am Soc Nephrol*, 1992, 2(11):1617-1626.
- [21] PANICHI V, MIGLIORI M, DE PIETRO S, et al. C-reactive protein and interleukin-6 levels are related to renal function in predialytic chronic renal failure[J]. *Nephron*, 2002, 91(4):594-600.
- [22] MITCH W E, DU J, BAILEY J L, et al. Mechanisms causing muscle proteolysis in uremia: the influence of insulin and cytokines[J]. *Miner Electrolyte Metab*, 1999, 25(4/5/6):216-219.
- [23] SCHNEEWEISS B, GRANINGER W, STOCKENHUBER F, et al. Energy metabolism in acute and chronic renal failure[J]. *Am J Clin Nutr*, 1990, 52(4):596-601.
- [24] MONTEON F J, LAIDLAW S A, SHAIB J K, et al. Energy expenditure in patients with chronic renal failure[J]. *Kidney Int*, 1986, 30(5):741-747.
- [25] IKIZLER T A, WINGARD R L, SUN M, et al. Increased energy expenditure in hemodialysis patients[J]. *J Am Soc Nephrol*, 1996, 12(7):2646-2653.
- [26] RODRIGUES C Q, SANTOS J A, QUINTO B M, et al. Impact of metabolic syndrome on resting energy expenditure in patients with chronic kidney disease[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2016, 15(1):107-113.
- [27] NEYRA R, CHEN K Y, SUN M, et al. Increased resting energy expenditure in patients with end-stage renal disease[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2003, 27(1):36-42.
- [28] AVESANI C M, CUPPARI L, SILVA A C, et al. Resting energy expenditure in pre-dialysis diabetic patients[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2001, 16(3):556-565.
- [29] CUPPARI L. Increased resting energy expenditure in hemodialysis patients with severe hyperparathyroidism [J]. *J Am Soc Nephrol*, 2004, 15(11):2933-2939.
- [30] AVESANI C M, KAMIMURA M A, CUPPARI L. Energy expenditure in chronic kidney disease patients[J]. *J Ren Nutr*, 2011, 21(1):27-30.
- [31] WANG A Y, SEA M M, TANG N, et al. Energy intake and expenditure profile in chronic peritoneal dialysis patients complicated with circulatory congestion [J]. *Am J Clin Nutr*, 2009, 90(5):1179-1184.
- [32] NAIR K S, HALLIDAY D, GARROW J S. Increased energy expenditure in poorly controlled Type 1 (insulin-dependent) diabetic patients [J]. *Diabetologia*, 1984, 27(1):13-16.
- [33] FAGOUR C, GONZALEZ C, SUBERVILLE C, et al. Early decrease in resting energy expenditure with bedtime insulin therapy[J]. *Diabetes Metab*, 2009, 35(4):332-335.
- [34] GONZALEZ C, FAGOUR C, MAURY E, et al. Early changes in respiratory quotient and resting energy expenditure predict later weight changes in patients treated for poorly controlled type 2 diabetes [J]. *Diabetes Metab*, 2014, 40(4):299-304.