

体细胞质量指数对维持性血液透析患者肌少症的诊断价值

王梅¹, 王堉¹, 杨明¹, 孙滨¹, 沈炎²

(1. 扬州大学附属医院 肾内科, 江苏 扬州, 225100; 2. 无锡市锡山人民医院 急诊科, 江苏 无锡, 214000)

摘要: **目的** 探讨体细胞质量指数(BCMI)在维持性血液透析(MHD)患者合并肌少症中的诊断价值。**方法** 选取92例MHD患者为研究对象。根据MHD患者是否合并肌少症分为肌少症组($n=25$)与非肌少症组($n=67$)。比较2组患者的基线资料。分析MHD患者发生肌少症的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估BCMI对肌少症的诊断价值。**结果** 肌少症组的骨骼肌质量指数(SMI)、BCMI、体质量指数(BMI)、上臂肌肉围度(AMC)、腰围(WC)、体细胞质量(BCM)、相位角(PhA)、细胞外水分(ECW)、细胞总水分(TBW)、总白蛋白、前白蛋白、白蛋白、肌酐和血清磷低于非肌少症组,年龄大于非肌少症组,差异有统计学意义($P<0.05$)。单因素Logistic回归分析显示,BCMI、白蛋白、年龄、BMI、SMI、ECW、TBW、PhA、AMC、WC、肌酐、血清磷均是肌少症的影响因素($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析显示,BCMI是肌少症的独立影响因素($P<0.05$)。BCMI诊断肌少症的ROC曲线的曲线下面积(AUC)为0.818。**结论** BCMI可作为诊断MHD患者合并肌少症的敏感指标,其可用于识别MHD合并肌少症的高危人群。

关键词: 维持性血液透析; 肌少症; 体细胞质量指数; 体细胞质量; 生物电阻抗

中图分类号: R 746; R 459.5; R 319 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2024)10-068-05 DOI: 10.7619/jcmp.20232873

Diagnostic value of somatic cell mass index for sarcopenia in patients with maintenance hemodialysis

WANG Mei¹, WANG Yao¹, YANG Ming¹, SUN Bin¹, SHEN Yan²

(1. Department of Nephrology, the Affiliated Hospital of Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu, 225100;

2. Department of Emergency, Wuxi Xishan People's Hospital, Wuxi, Jiangsu, 214000)

Abstract: **Objective** To investigate the diagnostic value of the body cell mass index (BCMI) in maintenance hemodialysis (MHD) patients with sarcopenia. **Methods** A total of 92 MHD patients were selected as the research subjects. They were divided into sarcopenia group ($n=25$) and non-sarcopenia group ($n=67$) based on whether they had sarcopenia. The baseline data of the two groups were compared, and the influencing factors of sarcopenia in MHD patients were analyzed. A receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to evaluate the diagnostic value of BCMI for sarcopenia. **Results** The skeletal muscle mass index (SMI), BCMI, body mass index (BMI), arm muscle circumference (AMC), waist circumference (WC), body cell mass (BCM), phase angle (PhA), extracellular water (ECW), total body water (TBW), total albumin, prealbumin, albumin, creatinine and serum phosphorus in the sarcopenia group were significantly lower, and age in the sarcopenia group was significantly higher than that in the non-sarcopenia group ($P<0.05$). Univariate Logistic regression analysis showed that BCMI, albumin, age, BMI, SMI, ECW, TBW, PhA, AMC, WC, creatinine and serum phosphorus were all influencing factors of sarcopenia ($P<0.05$); multivariate Logistic regression analysis showed that BCMI was an independent influencing factor of sarcopenia ($P<0.05$). The area under the curve (AUC) of ROC curve for BCMI in diagnosing sarcopenia was 0.818. **Conclusion** BCMI can serve as a sensitive indicator for diagnosing sarcopenia in MHD patients and can be used to identify high-risk populations of MHD patients with sarcopenia.

Key words: maintenance hemodialysis; sarcopenia; body cell mass index; body cell mass; bioelectrical impedance analysis

收稿日期: 2023-09-11 修回日期: 2023-11-24

基金项目: 扬州市科技计划项目(YZ2022102); 扬州大学医学创新转化专项基金临床转化研究项目(AHYZUZHXM202105)

通信作者: 孙滨, E-mail: 19613183@qq.com

肌少症是一种以骨骼肌质量下降伴肌肉力量低下或肌肉功能障碍为特征的综合征^[1]。尿毒症患者由于代谢紊乱、能量摄入不足等因素容易合并肌少症,维持性血液透析(MHD)是尿毒症最常见的肾脏替代治疗方法^[2]。MHD 并发肌少症的患者存在运动能力下降,其心血管并发症的发生率和病死率显著增加,严重影响预后^[3]。肌少症诊断多依据肌肉质和量的测量、运动能力评估等。生物电阻抗(BIA)是评估肌肉质量最常见的临床方法之一。BIA 可提供骨骼肌质量指数(SMI)用于诊断肌少症,还可提供其他身体成分的相关参数,如体细胞质量(BCM)、细胞内水分(ICW)、细胞外水分(ECW)、细胞总水分(TBW)、质量指数(BMI)、相位角(PhA)、内脏脂肪面积(VFA)、上臂肌肉围度(AMC)和腰围(WC)等参数。这些指标可反映肌肉质和量的不同侧面,在识别 MHD 合并肌少症高危患者方面具有独特的指导价值。本研究通过横断面研究,探讨 BIA 常见参数与 MHD 患者并发肌少症的相关性,筛选并系统评价体细胞质量指数(BCMI)在该类患者中的诊断价值。

1 对象及方法

1.1 研究对象

选取 2020 年 10 月—2021 年 4 月无锡市锡山人民医院血液透析中心的 MHD 患者 92 例为研究对象,其中男 60 例,女 32 例。纳入标准: MHD 时间 ≥ 3 个月,每周透析 3 次,每次 4 h 者; 年龄 > 18 岁者。排除标准: 透析时间 < 3 个月者; 不能进行 BIA 检查的患者,包括心脏支架植入术史、安装心脏起搏器、人工关节置换术史; 截瘫、长期卧床及患有精神障碍不配合者。研究对象筛选流程图见图 1。所有研究对象均选用聚砜膜透析器,透析液流速 500 mL/min,透析方式为每周 3 次,每次采用标准碳酸氢盐血液透析治疗 4 h,血流量 230~300 mL/min,抗凝采用低分子肝素或普通肝素。本研究经扬州大学附属医院伦理委员会批准(审批号: 2022-YKL10-002),研究对象及其家属知情同意。

1.2 研究方法

1.2.1 临床资料收集: 收集 MHD 患者的年龄、性别、身高、干体质量、吸烟史、透析龄、文化程度等资料。在进行人体成分测量前 1 个月内的实验室检查结果,包括总白蛋白、前白蛋白、白蛋白、尿

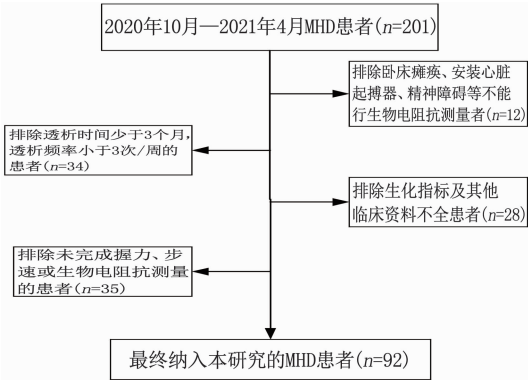


图 1 研究对象筛选流程图

素氮、肌酐、碱性磷酸酶、血清磷、血清钙、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)等指标,甘油三酯-葡萄糖指数(TyG 指数)通过 $\ln[(\text{甘油三酯} \times \text{血浆葡萄糖})/2]$ 计算。

1.2.2 BCMI 及 BIA 成分分析: 通过 InBody S10 人体成分分析仪在 MHD 患者透析后 30 min 进行人体成分分析。患者穿轻薄衣裤,去除身上的金属物,仰卧在检测床上,双臂自然放于身体两侧,组装双手及双脚电极,开始测量。设备内置软件可完成以下指标的计算,如 BCM、ICW、ECW、TBW、BMI、SMI、PhA、VFA、AMC、WC 等。

1.2.3 测量握力(HS)和步速(GS): 透析前,采用国产电子手握力量计(广东象山衡器集团,中国)测量 HS,患者取立位,在肘关节完全伸直情况下,用非造瘘侧手(中心静脉置管患者用优势手)的最大力气握紧力量计,记录测量的最大值,休息 3 min 后再次测量,最终取 2 次测量结果的平均值。同样,GS 在 MHD 患者透析前测量,采用秒表记录患者从移动开始以正常步速行走 6 m 所用的时间,中途不加速、不减速,测量 2 次,取平均值^[4]。

1.3 肌少症的诊断标准及分组

根据 2019 年亚洲肌少症工作组的诊断共识^[5],条件如下: ① 低肌肉力量,评估握力,标准为男性 < 28.0 kg、女性 < 18.0 kg; ② 低肌肉质量,测量 SMI,标准为男性 < 7.0 kg/m²、女性 < 5.7 kg/m²; ③ 低活动能力,6 m 步速 < 1.0 m/s。满足条件①被考虑可疑肌少症;满足条件①和②被诊断为肌少症;满足条件①、②和③被诊断为严重肌少症。根据上述肌少症诊断标准将 MHD 患者分为肌少症组和非肌少症组。

1.4 统计学分析

使用 SPSS 26.0 软件对数据进行统计分析。符合正态分布的计量数据以 $(\bar{x} \pm s)$ 描述,不符合

正态分布的以 $[M(Q_1, Q_3)]$ 描述,分别采用独立样本 t 检验及非参数检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,分类变量采用卡方检验。通过单因素 Logistic 回归分析筛选出 $P < 0.05$ 的变量,随后将其纳入多因素 Logistic 回归模型(步进法)筛选出与肌少症相关的变量。运用受试者工作特征(ROC)曲线分析 MHD 患者的 BCMI 对肌少症的诊断价值。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 肌少症与非肌少症患者一般资料

依据 MHD 患者是否合并肌少症分为肌少症组($n = 25$)与非肌少症组($n = 67$)。肌少症组的 SMI、BCMI、BMI、AMC、WC、BCM、PhA、ECW、TBW、总白蛋白、前白蛋白、白蛋白、肌酐、血清磷低于非肌少症组,年龄大于非肌少症组,差异有统

计学意义($P < 0.05$)。2 组性别、吸烟史、透析龄、体脂百分比、VFA、ICW、碱性磷酸酶、尿素氮、TG、TC、HDL-C、LDL-C、血清钙和 TyG 指数比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 肌少症的影响因素

以是否发生肌少症为因变量(有 = 1, 无 = 0),以 BCMI、白蛋白、年龄、BMI、SMI、ECW、TBW、PhA、AMC、WC、总蛋白、肌酐、血清磷为自变量,单因素 Logistic 回归分析显示 BCMI、白蛋白、年龄、BMI、SMI、ECW、TBW、PhA、AMC、WC、肌酐、血清磷均是肌少症的影响因素($P < 0.05$);将上述变量纳入多因素 Logistic 回归模型(步进法)分析,结果显示 BCMI 和白蛋白是肌少症的独立预测因素,其中 BCMI 是强预测因素,且 BCMI 与肌少症呈负相关($OR = 0.30, P < 0.001$)。见表 2、表 3。

表 1 肌少症组与非肌少症组的基线资料比较($\bar{x} \pm s$)[$n(\%)$][$M(Q_1, Q_3)$]

临床特征	肌少症组($n = 25$)	非肌少症组($n = 67$)	P
年龄/岁	65.60 ± 12.87	57.75 ± 12.06	0.008
性别 女	9(36.00)	23(34.33)	0.881
男	16(64.00)	44(65.67)	
吸烟史	25(100.00)	67(100.00)	0.734
透析龄/月	26.00(13.00, 75.00)	24.00(13.50, 48.00)	0.881
SMI/(kg/m ²)	5.64 ± 0.95	6.74 ± 1.02	<0.001
BCMI/(kg/m ²)	9.03 ± 1.09	10.50 ± 1.24	<0.001
体脂百分比/%	31.00 ± 8.29	29.10 ± 8.95	0.359
体质量指数/(kg/m ²)	20.66 ± 2.65	23.16 ± 3.66	0.002
AMC/cm	21.99 ± 2.22	24.19 ± 2.53	<0.001
腰围/cm	77.90(73.30, 84.00)	83.30(77.40, 90.40)	0.016
BCM/kg	22.20(19.50, 27.00)	28.40(23.55, 31.95)	<0.001
相位角/°	5.00(4.30, 5.30)	5.70(5.30, 6.40)	<0.001
VFA/cm ²	86.20(62.20, 109.70)	86.00(58.00, 117.00)	0.941
细胞内水分/L	15.50(13.20, 19.40)	19.80(16.30, 22.30)	0.670
细胞外水分/L	10.30(9.10, 12.10)	12.60(10.40, 13.95)	0.001
细胞总水分/L	25.80(23.10, 31.60)	32.20(26.60, 36.40)	<0.001
碱性磷酸酶/(U/L)	75.00(67.00, 89.00)	79.00(66.50, 101.50)	0.559
总白蛋白/(g/L)	64.10(59.20, 67.20)	70.00(64.15, 73.35)	0.005
尿素氮/(mmol/L)	21.29(13.84, 26.07)	22.56(17.24, 27.01)	0.292
甘油三酯/(mmol/L)	1.62(1.21, 2.00)	1.61(1.15, 2.25)	0.586
总胆固醇/(mmol/L)	3.65(3.20, 4.67)	4.10(3.46, 4.77)	0.158
HDL-C/(mmol/L)	0.92(0.72, 1.07)	0.91(0.76, 1.09)	0.614
LDL-C/(mmol/L)	2.11(1.49, 2.51)	2.37(1.94, 2.79)	0.111
血红蛋白/(g/L)	104.16 ± 22.23	110.00 ± 17.65	0.192
前白蛋白/(mg/L)	272.27 ± 69.25	313.79 ± 77.68	0.021
白蛋白/(g/L)	35.54 ± 5.51	38.37 ± 5.24	0.025
肌酐/(μmol/L)	786.18 ± 242.44	930.53 ± 258.23	0.017
血清钙/(mmol/L)	2.11 ± 0.16	2.15 ± 0.20	0.380
血清磷/(mmol/L)	1.61 ± 0.52	1.91 ± 0.61	0.033
TyG 指数	7.12 ± 0.61	7.35 ± 0.66	0.142

SMI: 骨骼肌质量指数; BCMI: 体细胞质量指数; AMC: 上臂肌肉围度; BCM: 体细胞质量; VFA: 内脏脂肪面积; HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇; TyG 指数: 甘油三酯-葡萄糖指数。

表 2 MHD 患者肌少症的影响因素分析

变量	单因素分析			
	β	P	OR	95% CI
BCMI	-1.13	<0.001	0.32	0.19~0.56
白蛋白	-0.10	0.031	0.91	0.83~0.99
年龄	0.05	0.010	1.06	1.01~1.10
体质量指数	-0.24	0.004	0.79	0.67~0.93
SMI	-1.08	<0.001	0.34	0.19~0.59
细胞外水分	-0.38	0.002	0.68	0.54~0.87
细胞总水分	-0.16	0.001	0.85	0.77~0.93
相位角	-1.16	<0.001	0.31	0.16~0.60
AMC	-0.37	0.001	0.69	0.56~0.86
腰围	-0.05	0.035	0.95	0.90~1.00
总蛋白	-0.06	0.093	0.95	0.88~1.01
肌酐	0	0.021	1.00	1.00~1.00
血清磷	0.89	0.037	0.41	0.18~0.95

BCMI: 体细胞质量指数; SMI: 骨骼肌质量指数;
AMC: 上臂肌肉围度。

表 3 MHD 患者肌少症的多因素 Logistic 回归分析

变量	β	P	OR	95% CI
BCMI	-1.21	<0.001	0.30	0.17~0.54
白蛋白	-0.12	0.020	0.89	0.80~0.98

2.3 BCMI 对肌少症的诊断价值

绘制 ROC 曲线,结果显示,BCMI 诊断肌少症的曲线下面积(AUC)为 0.818,见图 2。

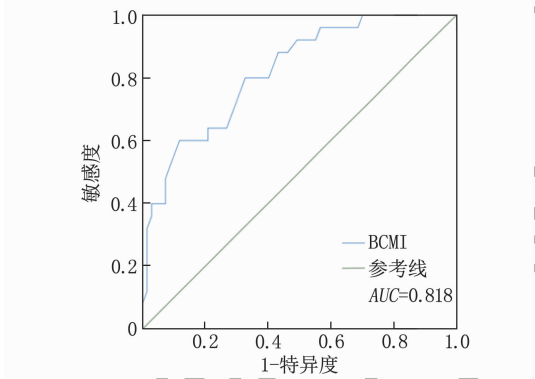


图 2 BCMI 预测 MHD 患者肌少症的 ROC 曲线

3 讨论

肌少症是 MHD 的常见并发症,严重影响患者的预后^[6]。目前,肌少症的诊断包括肌肉力量、肌肉质量和行动能力,诊断流程较为繁琐。本研究通过 BIA 获得 BCMI,低 BCMI 患者更易合并肌少症。通过建立 Logistic 回归模型发现,低 BCMI 是肌少症的强诊断因素,ROC 曲线显示 BCMI 诊断肌少症效能较高,AUC 达 0.818。营养不良患者易发生肌肉消耗,是肌少症的危险因素^[7]。本研究发现,营养不良相关指标(血清白蛋白、血肌酐、血清磷等)是肌少症的预测因素。但该

类指标容易受容量负荷及透析充分性影响,在 MHD 患者中,不能准确反映肌肉质量的减少。

BIA 获得的其他指标如 ECW、TBW、PhA、AMC、WC 均是肌少症的预测因素。ECW、TBW 可一定程度反映肌肉质量变化^[8]。但 ECW 和 TBW 与 BIA 的电流频率密切相关。单频生物电阻(SF-BIA)通常以 50 kHz 电流频率通过机体,不能准确获得 ICW 及 TBW^[9]。多频生物电阻抗(MF-BIA)通过不同电流频率来评估非脂肪组织含量(FFM)、TBW、ICW 和 ECW,但无法测量老年患者细胞外液和细胞内液间的液体分布和移动变化^[10]。老年患者肌少症发病率高,因此在预测肌少症方面,ECW 和 TBW 不具优势。PhA 是电流穿透细胞膜时,产生的电抗值与阻抗值的夹角,其一定程度上可反映细胞膜的完整性和细胞水分的分布情况^[11]。研究^[12-13]表明,PhA 是评估 MHD 患者营养状态的独立预测因素。但本研究构建的步进法 Logistic 回归模型中 PhA 被剔除,这种差异可能与患者人种、样本等因素有关。本研究结果显示,在 MHD 人群中,BCMI 对肌少症的诊断价值高于 PhA。

BCM 是人体成分重要的参数,BCM 构成了 BIA 主要的电流通路,不包括 ECW,不受水合状态影响,可用于透析患者营养评估^[10,14-15]。BCMI 与瘦体质量呈线性相关,并与血清白蛋白呈正相关,其是反映肌肉萎缩的敏感指标^[16-17],具有不受水合状态影响的特点。研究^[18]表明,在病理条件下,BCMI 仍能敏感发现蛋白及瘦组织质量的改变,反映肌肉消耗。在营养不良情况下,尤其在 MHD 的病理状况下,BCMI 在评估肌肉质量和蛋白质组织的变化方面比 BMI 更准确。研究^[19]表明,BCMI 是 MHD 患者死亡的独立预测因子,低 BCMI 患者显示出低瘦组织指数、低血清白蛋白、高 C 反应蛋白水平。本研究发现,BCMI 在识别 MHD 患者肌少症方面具有较高的诊断价值。

MHD 患者的肌肉质量易受液体负荷影响,而 BIA 获得的 BCMI 不受水合状态影响,且操作方便、无创,易被患者接纳。低 BCMI 可提示肌少症的发生,临床可通过 BCMI 早期识别发生肌少症的高危人群,以便进行早期干预,减少肌少症对 MHD 患者产生的危害,并改善患者预后,提高生活质量。但本研究存在一定局限性:首先,本研究聚焦单中心 MHD 患者,未进行年龄及 BCMI 的分层研究,可能存在结果偏倚;其次,本研究属于横断面研究,所得结果有限,无法阐明 BCMI 与肌少

症的因果关系。在后续研究工作中,本研究将致力于多样本、多中心前瞻性 & 分层研究进一步探讨不同年龄阶段诊断肌少症的 BCMI 值。

综上所述,BCMI 是 MHD 患者发生肌少症的独立影响因素,对该类患者发病的诊断价值较高。BCMI 可用于预测和识别 MHD 合并肌少症的高危人群,以便临床及时干预,改善患者预后。

参考文献

[1] CRUZ-JENTOFT A J, SAYER A A. Sarcopenia[J]. Lancet, 2019, 393(10191): 2636–2646.

[2] CHANG L Y, DING Y, ZHANG H M, *et al.* Re. Predictive value of phase angle in sarcopenia in patients on maintenance hemodialysis: "Author's response"[J]. Nutrition, 2022, 98: 111634.

[3] SHU X Y, LIN T P, WANG H, *et al.* Diagnosis, prevalence, and mortality of sarcopenia in dialysis patients: a systematic review and meta-analysis[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2022, 13(1): 145–158.

[4] 丁妍, 常立阳, 张红梅. 相角与维持性血液透析患者肌少症的关系及其预测价值分析[J]. 中国血液净化, 2022, 21(3): 172–176.

[5] CHEN L K, WOO J, ASSANTACHAI P, *et al.* Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment[J]. J Am Med Dir Assoc, 2020, 21(3): 300–307, e2.

[6] GUNGOR O, ULU S, HASBAL N B, *et al.* Effects of hormonal changes on sarcopenia in chronic kidney disease: where are we now and what can we do[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2021, 12(6): 1380–1392.

[7] 王亚美, 邢利, 程艳, 等. 维持性血液透析患者肌肉减少症的危险因素及预后研究[J]. 中国实用内科杂志, 2020, 40(5): 396–400.

[8] LI C W, YU K, SHYH-CHANG N, *et al.* Circulating factors associated with sarcopenia during ageing and after intensive lifestyle intervention [J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2019, 10(3): 586–600.

[9] SERGI G, RUI M D, STUBBS B, *et al.* Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consider-

ation of the pros and cons[J]. Aging Clin Exp Res, 2017, 29(4): 591–597.

[10] 任红旗. 生物电阻抗在血液透析患者中的应用价值及挑战[J]. 中国临床医生杂志, 2023, 51(2): 134–137.

[11] HAN B G, PAK D, LEE J Y, *et al.* Interaction effect of phase angle and age on femoral neck bone mineral density in patients with non-dialysis chronic kidney disease stage 5[J]. Nutrients, 2023, 15(7): 1680.

[12] TAN R S, LIANG D H, LIU Y, *et al.* Bioelectrical impedance analysis-derived phase angle predicts protein-energy wasting in maintenance hemodialysis patients[J]. J Ren Nutr, 2019, 29(4): 295–301.

[13] 王善志, 刘楠, 朱永俊, 等. 相位角在腹膜透析及血液透析患者营养评估中的应用[J]. 海南医学, 2021, 32(11): 1373–1376.

[14] VALENTE A, CAETANO C, OLIVEIRA T, *et al.* Evaluating haemodialysis patient's nutritional status: body mass index or body cell mass index[J]. Nephrology, 2019, 24(9): 967–974.

[15] WU B Y, YAN C Y, ZHANG S F, *et al.* Comparative performance of body composition parameters in prediction of death in hospitalized patients on maintenance hemodialysis: a cohort study[J]. Sci Rep, 2020, 10(1): 10199.

[16] 彭玥, 龙艳君, 周朝敏, 等. 体细胞质量指数与维持性血液透析患者蛋白质能量消耗的相关性研究[J]. 中国实用内科杂志, 2020, 40(7): 571–575.

[17] RONDANELLI M, TALLURI J, PERONI G, *et al.* Beyond Body Mass Index. Is the Body Cell Mass Index (BCMI) a useful prognostic factor to describe nutritional, inflammation and muscle mass status in hospitalized elderly: body Cell Mass Index links in elderly[J]. Clin Nutr, 2018, 37(3): 934–939.

[18] WU B Y, PENG Y D, ZHANG S F, *et al.* Body composition analysis as a predictor of prognosis for patients with acute kidney injury requiring kidney replacement therapy[J]. J Ren Nutr, 2021, 31(6): 560–568, e2.

[19] OLIVEIRA T, GARAGARZA C, VALENTE A, *et al.* Low body cell mass index in hemodialysis patients: association with clinical parameters and survival[J]. Hemodial Int, 2020, 24(2): 228–236.

(本文编辑:周娟 钱锋;校对:梁琥)

(上接第 67 面)

[26] 桑乾宏, 李春强, 蔡雅富, 等. 双腔气囊导尿管肾造瘘在经皮肾镜取石术中的应用[J]. 中华腔镜泌尿外科杂志: 电子版, 2015, 9(2): 136–137.

[27] CORMIO L, GONZALEZ G I, TOLLEY D, *et al.* Exit strategies following percutaneous nephrolithotomy (PCNL): a comparison of surgical outcomes in the Clinical Research Office of the Endourological Society (CROES) PCNL Global Study[J]. World J Urol, 2013, 31(5): 1239–1244.

[28] 何祥彪, 刘杨洋, 牡丹, 等. 部分无管化与标准经皮肾镜取石术治疗上尿路结石的有效性及安全性[J]. 现代泌尿外科杂志, 2023, 28(6): 516–518, 528.

[29] 杨庆亚, 黄晓波, 许清泉, 等. 经皮肾镜取石术后常规夹闭肾造瘘管的必要性研究[J]. 中国微创外科杂志, 2017, 17(2): 137–140.

[30] FERNÁNDEZ CACHO L M, AYESA ARRIOLA R. Health education intervention for patients undergoing placement of percutaneous nephrostomy tube: a randomized controlled trial[J]. J

Wound Ostomy Continence Nurs, 2021, 48(4): 307–310.

[31] 秦秋霞, 黄丽红, 杨娜, 等. 基于正交试验的肾造瘘管固定方案研究[J]. 护理学杂志, 2022, 37(24): 18–21.

[32] XUE J, YANG Q. Clinical application of a special postoperative position cushion for patients after percutaneous nephrolithotomy: a randomized trial[J]. Ann Palliat Med, 2021, 10(2): 1861–1865.

[33] 杨旻, 罗翠, 刘双苔, 等. 肾造瘘管留置病人非计划性拔管危险因素及预防策略的研究进展[J]. 循证护理, 2023, 9(16): 2953–2957.

[34] HÜSCH T, REITER M, MAGER R, *et al.* The management of the access tract after percutaneous nephrolithotomy[J]. World J Urol, 2015, 33(12): 1921–1928.

[35] 徐会美, 孙琼. 层级护理干预用于肾结石患者取石术后造瘘管护理中的效果[J]. 临床与病理杂志, 2020, 40(9): 2475–2479.

(本文编辑:周娟 钱锋;校对:梁琥)