

慢性肾脏病患者血清 IL-6、Cys C、TNF- α 与肌肉减少症的关系及对患者死亡风险的影响

王雨涛^{1,2)}, 柳娟¹⁾

(1)泰州市姜堰中医院肾病科; 2)血透室, 江苏泰州 225500)

[摘要] **目的** 探究慢性肾脏病(CKD)患者血清白细胞介素-6(IL-6)、胱抑素 C(Cys C)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)与肌肉减少症的关系及对患者死亡风险的影响。**方法** 选取 2019 年 7 月至 2021 年 6 月医院 105 例行维持性血液透析(MHD)的 CKD 患者临床资料进行回顾性研究, 根据患者 MHD 期间有无肌肉减少症分组, 分为肌肉减少组($n = 27$)与无肌肉减少组($n = 78$)。比较 2 组临床资料, 分析血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平与 SMI、HGS 等人体资料的相关性, 分析 CKD 患者血清 IL-6、Cys C、TNF- α 与 MHD 期间肌肉减少症的关系, 分析 CKD MHD 患者生存情况, 评价血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平对 CKD 患者死亡风险的影响。**结果** 肌肉减少组 SMI、HGS、GS 均低于无肌肉减少组, 血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平高于无肌肉减少组($P < 0.05$); 肌肉减少症患者血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平与 SMI、HGS、GS 均呈负相关($P < 0.05$); 血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平与 CKD 患者 MHD 期间肌肉减少症发生有关($P < 0.05$), 随着血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平升高, CKD 患者 MHD 期间肌肉减少症发生风险逐渐增加($P < 0.05$), 且当血清 IL-6、Cys C、TNF- α 高水平时, CKD 患者死亡风险分别是低水平的 9.900 倍、10.688 倍、4.936 倍。**结论** CKD 患者 MHD 前血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平升高与肌肉减少症发生有关, 联合检测三者水平可用于肌肉减少症患者死亡风险评估。

[关键词] CKD; MHD; 肌肉减少症; 白细胞介素-6; 胱抑素 C; 肿瘤坏死因子- α

[中图分类号] R692 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2095 - 610X(2024)10 - 0085 - 06

Relationship between Serum IL-6, Cys C, and TNF- α and Sarcopenia in Patients with Chronic Kidney Disease and Its Impact on Patient Mortality Risk

WANG Yutao^{1,2)}, LIU Juan¹⁾

(1) Dept. of Nephrology, Jiangyan Hospital of Traditional Chinese Medicine;

2) Hemodialysis Room, Taizhou Jiangsu 225500, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the relationship between serum interleukin-6 (IL-6), cystatin C (Cys C), tumor necrosis factor- α (TNF- α) and sarcopenia in patients with chronic kidney disease (CKD), and its impact on mortality risk. **Methods** A retrospective study was conducted on the clinical data of 105 CKD patients undergoing maintenance hemodialysis (MHD) in a hospital from July 2019 to June 2021. The patients were divided into two groups based on whether they had sarcopenia during MHD, namely the sarcopenia group ($n = 27$) and the non-sarcopenia group ($n = 78$). The clinical data of the two groups were compared, and the correlation between serum IL-6, Cys C, TNF- α levels and human data such as SMI and HGS was analyzed. The relationship between serum IL-6, Cys C, TNF- α and sarcopenia during MHD in CKD patients was analyzed, and the survival of CKD

[收稿日期] 2024 - 08 - 01

[基金项目] 江苏省优势学科建设工程项目(YSHL1902-041)

[作者简介] 王雨涛(1981~), 男, 江苏泰州人, 医学学士, 副主任医师, 主要从事维持性血液透析患者营养状况及肌肉减少症研究工作。

[通信作者] 柳娟, E-mail: 2608754498@qq.com

MHD patients was analyzed. And The effects of serum levels of IL-6, CysC, and TNF- α on the risk of death in patients with CKD were evaluated. **Results** In the sarcopenia group, SMI, HGS, and GS were all lower than in the non-sarcopenia group, while serum levels of IL-6, Cys C, and TNF- α were higher ($P < 0.05$). In sarcopenia patients, serum IL-6, Cys C, and TNF- α levels showed a negative correlation with SMI, HGS, and GS ($P < 0.05$). Elevated levels of serum IL-6, Cys C, and TNF- α were associated with the occurrence of sarcopenia in CKD patients during MHD ($P < 0.05$). As serum levels of IL-6, Cys C, and TNF- α increased, the risk of developing sarcopenia during MHD in CKD patients gradually rose ($P < 0.05$), and when serum levels of IL-6, Cys C, and TNF- α were high, the risk of death for CKD patients was 9.900 times, 10.688 times, and 4.936 times higher, respectively, compared to low levels. **Conclusion** In CKD patients, higher pre-MHD serum levels of IL-6, Cys C, and TNF- α are related to the occurrence of sarcopenia. Testing all three levels together can be used to assess the mortality risk in patients with muscle loss.

[**Key words**] CKD; MHD; Sarcopenia; Interleukin-6; Cystatin C; Tumor necrosis factor- α

维持性血液透析 (maintenance hemodialysis, MHD) 是延长慢性肾脏病 (chronic kidney disease, CKD) 患者生命的主要过渡方法, 随着 MHD 应用逐渐增加, 越来越多患者出现肌肉减少症等并发症^[1-3]。肌肉减少症是一种以肌力下降、骨骼肌质量减少及肢体功能减退为主要表现的肌肉消耗综合征^[4], 据调查显示, 3.9%~63.3% MHD 患者发生肌肉减少症, 增加患者跌倒及骨折风险, 是 MHD 患者致残、致死重要原因^[5-6]。MHD 患者肌肉减少症发病机制尚未完全阐明, 多认为与微炎症状态密切相关, 炎症因子激活了许多参与 MHD 患者骨骼肌消耗的分子途径, 致使蛋白质合成、分解代谢失衡^[7]。研究指出, 循环、肌肉中的促炎细胞因子如白细胞介素-6 (IL-6)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α) 明显增加, 可促进肌肉萎缩^[8-9]。胱抑素 C (Cys C) 参与机体许多病理、生理过程, 包括炎症发生发展, 已有学者证实, Cys

C 与慢性肾脏疾病微炎症状态有关^[10]。现阶段, 关于慢性肾脏病患者血清 IL-6、Cys C、TNF- α 的研究通常集中于微炎症状态, 关于其在 MHD 期间肌肉减少症预测中的应用较为鲜见。基于此, 本研究观察 CKD 患者 MHD 前血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平, 探究其与肌肉减少症关系及对死亡风险的影响, 旨在为该病防治工作提供参加参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2019 年 7 月至 2021 年 6 月泰州市姜堰中医院 105 例行 MHD 的 CKD 患者临床资料进行回顾性研究, 病例入组流程图见图 1。(1) 纳入标准: MHD 治疗规律, 透析频率 3 次/周, 4 h/次; 连续透析时间 ≥ 3 个月; 年龄 ≥ 18 岁; 一般资料、

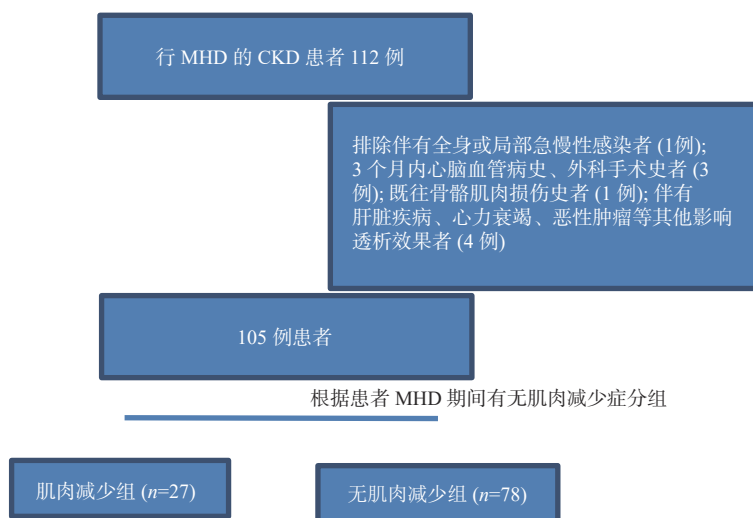


图 1 病例入组流程图

Fig. 1 Flow chart of case grouping

人体资料及实验室数据等详细完整。(2)排除标准: 3 个月内心脑血管病史、外科手术史者; 伴有全身或局部急慢性感染者; 伴有肝脏疾病、心力衰竭、恶性肿瘤等其他影响透析效果者; 既往骨骼肌肉损伤史者。参考亚洲肌肉减少症工作组(AWGS)肌肉减少症的诊断标准^[11], 根据患者 MHD 期间有无肌肉减少症分组, 分为肌肉减少组($n=27$)与无肌肉减少组($n=78$)。

1.2 观察指标

收集患者一般资料、人体资料及实验室数据 3 方面, 其中一般资料包括性别、年龄、原发疾病及透析时间; 人体资料包括透析前骨骼肌指数(SMI)、握力(HGS)、4 m 步速(GS); 实验室数据包括透析前 1 d 血清白蛋白(ALB)、胸苷磷酸化酶(TP)全段甲状旁腺激素、(iPTH)、血肌酐(Scr)、钙离子(Ca^{2+})、磷离子(P^{3-})、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、三酰甘油(TG)、IL-6、Cys C、TNF- α 水平。

1.3 研究内容

比较 2 组临床参数, 分析血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平与 SMI、HGS 等人体资料的相关性, 分析 CKD 患者血清 IL-6、Cys C、TNF- α 与 MHD 期间肌肉减少症的关系, 评价血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平对 CKD 患者死亡风险的影响。

1.4 统计学处理

SPSS27.0 分析, 计量资料采取 Bartlett 方差齐性检验与 Kolmogorov-Smirnov 正态性检验, 均确认具备方差齐性且近似服从正态分布, 用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, t 检验, 计数资料用 $n(\%)$ 表示, 卡方检验, Pearson 相关性分析血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平与 SMI、HGS 等人体资料的相关性, Logistic 回归分析 CKD 患者血清 IL-6、Cys C、TNF- α 与 MHD 期间肌肉减少症的关系, 相对危险度(RR)评价血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平对 CKD 患者死亡风险的影响, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组临床资料比较

肌肉减少组 SMI、HGS、GS 均低于无肌肉减少组, 血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平高于无肌肉减少组($P < 0.05$), 见表 1。

2.2 血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平与 SMI、HGS 等人体资料的相关性

相关性分析可知, 肌肉减少症患者血清 IL-6、

Cys C、TNF- α 水平与 SMI、HGS、GS 均呈负相关($P < 0.05$), 见表 2。

2.3 CKD 患者血清 IL-6、Cys C、TNF- α 与 MHD 期间肌肉减少症的关系

以 CKD 患者 MHD 期间肌肉减少症发生与否为因变量(否=0, 是=1), 血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平为自变量, 进行 Logistic 回归分析显示, 调整其他混杂因素后, 血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平仍与 CKD 患者 MHD 期间肌肉减少症发生有关($P < 0.05$), 随着血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平升高, CKD 患者 MHD 期间肌肉减少症发生风险逐渐增加, 见表 3。

2.4 血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平对 CKD 患者死亡风险的影响

当血清 IL-6、Cys C、TNF- α 高水平时, CKD 患者死亡风险分别是低水平的 9.900 倍、10.688 倍、4.936 倍, 见表 4。

3 讨论

3.1 血清 IL-6、TNF- α 水平与肌肉减少症的关系

本研究人体资料比较结果显示, 肌肉减少组 SMI、HGS、GS 均低于无肌肉减少组, 说明 CKDMHD 期间发生肌肉减少症患者肌肉力量、肌肉质量及身体活动能力等多方面素质下降明显。肌肉减少症被认为是多因素共同作用结果, 与机体炎症反应、蛋白质消耗等密切相关^[11-12]。CKDMHD 患者炎症反应致使蛋白质代谢异常, 造成线粒体功能、血管结构功能障碍, 影响骨骼肌质量、肌力及功能, 进而增加肌肉减少症发生风险^[13-14]。因此, 本研究观察 CKD 维持血液透析患者炎症相关因子发现, 肌肉减少症患者血清 IL-6、TNF- α 水平高于无肌肉减少组, 且肌肉减少症患者血清 IL-6、TNF- α 水平与 SMI、HGS、GS 呈负相关关系, 充分说明炎症反应与 CKDMHD 期间肌肉减少症发生、发展有关。

3.2 血清 IL-6、TNF- α 水平影响肌肉减少症的机制分析

IL-6 是一种由巨噬细胞、内皮细胞、淋巴细胞及脂肪细胞等分泌的多功能细胞因子, 在机体内发挥核心作用, 应对各种炎症刺激^[15-16]。有研究指出, 长期血液透析患者 IL-6 水平升高与营养不良有关, 且影响着患者 3 a 内肌肉相关指标的变化^[17]。TNF- α 是由巨噬细胞、中性粒细胞、

表 1 2 组临床资料比较 [n(%)]/($\bar{x} \pm s$)
 Tab. 1 Comparison of clinical data between the two groups [n(%)]/($\bar{x} \pm s$)

项目	肌肉减少组(n = 27)	无肌肉减少组(n = 78)	χ^2/t	P
一般资料				
性别				
男	21(77.78)	46(58.97)	3.071	0.080
女	6(22.22)	32(41.03)		
年龄(岁)	49.56 ± 7.24	50.24 ± 8.17	0.383	0.702
原发疾病				
高血压肾病	6(22.22)	11(14.10)	1.826	0.609
糖尿病肾病	2(7.41)	5(6.41)		
慢性肾炎	17(62.96)	59(75.64)		
其他	2(7.64)	3(3.85)		
透析时间(月)	16.73 ± 3.29	16.58 ± 3.41	0.199	0.843
人体资料				
SMI(kg/m ²)	5.27 ± 1.09	6.84 ± 1.33	5.520	<0.001*
HGS(kg)	20.10 ± 3.56	33.49 ± 4.85	13.154	<0.001*
GS(m/s)	0.72 ± 0.14	0.95 ± 0.16	6.637	<0.001*
实验室数据				
ALB(g/L)	35.71 ± 6.35	37.48 ± 5.96	1.308	0.194
TP(g/L)	64.19 ± 12.06	65.24 ± 11.87	0.395	0.694
iPTH(pg/mL)	546.92 ± 82.49	560.83 ± 90.57	0.703	0.484
Scr(μmol/L)	1 127.98 ± 265.13	1 137.69 ± 245.86	0.173	0.863
Ca ²⁺ (mmol/L)	2.35 ± 0.39	2.28 ± 0.40	0.789	0.432
P ³⁺ (mmol/L)	1.92 ± 0.23	1.88 ± 0.21	0.832	0.407
TC(mmol/L)	3.32 ± 0.56	3.25 ± 0.52	0.591	0.556
LDL-C(mmol/L)	1.52 ± 0.36	1.57 ± 0.45	0.522	0.603
TG(mmol/L)	1.12 ± 0.26	1.15 ± 0.27	0.502	0.617
IL-6(ng/L)	5.07 ± 1.46	3.52 ± 1.09	5.813	<0.001*
Cys C(mg/L)	1.49 ± 0.32	1.18 ± 0.27	4.898	<0.001*
TNF-α(ng/L)	16.69 ± 2.14	12.98 ± 1.87	8.557	<0.001*

*P < 0.05。

表 2 血清 IL-6、Cys C、TNF-α 水平与 SMI、HGS 等人体资料的相关性

Tab. 2 Correlation between serum IL-6, CysC, TNF-α levels and SMI, HGS

项目	相关系数	SMI	HGS	GS
IL-6	r	-0.564	-0.632	-0.599
	P	<0.001*	<0.001*	<0.001*
Cys C	r	-0.547	-0.624	-0.578
	P	<0.001*	<0.001*	<0.001*
TNF-α	r	-0.539	-0.604	-0.587
	P	<0.001*	<0.001*	<0.001*

*P < 0.05。

单核细胞等各种类型细胞产生，正常情况下具有抗感染、抗肿瘤及促进组织修复等作用，但持续

释放则可通过炎症状态转变造成组织损伤^[18-19]。TNF-α 在脂肪组织及骨骼肌之间具有决定性作用，随着肌肉的异常发展，可致使肌肉力量及功能逐渐消失^[20]。进一步 Logisyc 回归分析显示，血清 IL-6、TNF-α 与 CKD 患者 MHD 期间肌肉减少症发生有关，随着血清 IL-6、TNF-α 水平升高，CKD 患者 MHD 期间肌肉减少症发生风险逐渐增加，分析原因，可能是由于血清 IL-6、TNF-α 水平升高，可致使肌肉组织合成代谢失衡，增加蛋白分解代谢，从而促使骨骼肌纤维退化及蛋白含量减少，并破坏机体肌肉及肌力对疲劳的耐受程度。

3.3 血清 Cys C 与肌肉减少症的关系及机制分析
 但 CKD 患者 MHD 期间肌肉减少症发生是多

表 3 CKD 患者血清 IL-6、Cys C、TNF- α 与 MHD 期间肌肉减少症的关系

Tab. 3 Relationship between serum IL-6, Cys C, and TNF- α and sarcopenia during MHD in patients with CKD

因素	β	S.E.	Wald χ^2	P	OR	95%CI
IL-6(ng/L)	1.514	0.379	15.953	<0.001*	4.544	2.374 ~ 8.697
Cys C(mg/L)	1.331	0.402	10.967	<0.001*	3.786	1.162 ~ 12.335
TNF- α (ng/L)	1.138	0.325	12.253	<0.001*	3.119	1.035 ~ 9.402
常量	-7.345	1.752	16.594	<0.001*	0.001	~

* $P < 0.05$ 。

表 4 血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平对 CKD 患者死亡风险的影响

Tab. 4 Effects of serum IL-6, CysC and TNF- α levels on the risk of death in CKD patients

组别	n	IL-6(ng/L)		Cys C(mg/L)		TNF- α (ng/L)	
		高水平	低水平	高水平	低水平	高水平	低水平
死亡	10	9	1	9	1	8	2
生存	95	41	54	39	56	39	56
RR(95%CI)		9.900(1.300 ~ 75.393)		10.688(1.404 ~ 81.375)		4.936(1.100 ~ 22.144)	
U		2.684		2.811		2.241	
P		0.007*		0.005*		0.025*	

* $P < 0.05$ 。

种因素共同作用结果, 不能以单一的炎症反应阐释, 其还可能与肾功能损伤有关。有研究表明, 尿毒素排泄障碍及肾功能恶化是 MHD 患者并发肌肉减少症的危险因素之一^[21-22]。Cys C 被证实与肾功能损伤程度关系密切, 其主要经过肾小球滤过排出^[23], 因此血清 Cys C 极大程度上可反映肾小球滤过率, 而肾小球滤过率增加直接影响机体肾功能损伤。值得注意的是, 在肾脏疾病中, IL-6、TNF- α 水平升高同时 Cys C 水平显著升高, Cys C 水平与 IL-6、TNF- α 等炎症反应指标呈正相关, 可促进中性粒细胞迁移, 加剧炎症反应^[24]。本研究中肌肉减少症患者血清 Cys C 水平高于无肌肉减少组, 且肌肉减少症患者血清 Cys C 水平与 SMI、HGS、GS 呈负相关关系, 提示 MHD 期间发生肌肉减少症患者 Cys C 水平明显升高, 其与病情进展密切相关。进一步 Logistic 回归分析显示, 血清 Cys C 水平仍与 CKD 患者 MHD 期间肌肉减少症发生有关($P < 0.05$), 随着血清 Cys C 水平升高, CKD 患者 MHD 期间肌肉减少症发生风险逐渐增加, 分析原因, 可能是由于 Cys C 水平升高主要通过炎症反应、肾功能损伤两种途径参与肌肉减少症发生发展。

3.4 血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平对肌肉减少症患者死亡风险的影响

研究显示, 肌肉减少症的发生可能会直接增加 MHD 患者死亡风险^[25]。因此, 本研究对 CKD 患者进行生存分析, 结果显示血清 IL-6、Cys C、TNF- α 高水平患者 3 a 生存率明显低于低水平患

者, 且当血清 IL-6、Cys C、TNF- α 高水平时, CKD 患者死亡风险分别是低水平的 9.900 倍、10.688 倍、4.936 倍, 充分说明血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平升高可诱发肌肉减少症, 进而增加患者病死风险。但本研究属于单中心横断面研究, 且受限于实际情况, 肌肉减少组的例数较少, 这是本研究的一个不足之处, 关于血清 IL-6、Cys C、TNF- α 在 MHD 期间并发肌肉减少症中的临床意义及价值, 有待临床进行多中心、大规模随机对照研究进一步探讨、证实。

综上所述, CKD 患者 MHD 前血清 IL-6、Cys C、TNF- α 水平升高与肌肉减少症发生有关, 联合检测三者水平可用于肌肉减少症患者死亡风险评估。

[参考文献]

- [1] Noce A, Marrone G, Ottaviani E, et al. Uremic sarcopenia and its possible nutritional approach[J]. *Nutrients*, 2021, 13(1): 147.
- [2] 蔡茜, 张祖隆. 终末期肾脏病行维持性血液透析患者发生肌少症的相关影响因素分析 [J]. *实用临床医药杂志*, 2023, 27(10): 84-90.
- [3] Wilkinson T J, Miksza J, Yates T, et al. Association of sarcopenia with mortality and end-stage renal disease in those with chronic kidney disease: A UK Biobank study[J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2021, 12(3):

- 586–598.
- [4] Teraž K, Marusic U, Kalc M, et al. Sarcopenia parameters in active older adults – an eight-year longitudinal study[J]. *BMC Public Health*, 2023, 23(1): 917.
- [5] Harvey N C, Orwoll E, Kwok T, et al. Sarcopenia Definitions as predictors of fracture risk independent of FRAX®, falls, and BMD in the osteoporotic fractures in men (MrOS) study: A Meta-Analysis[J]. *J Bone Miner Res*, 2021, 36(7): 1235–1244.
- [6] 罗楠, 李新伦, 陈凤赜, 等. 维持性血液透析相关肌肉减少症的患病率及危险因素横断面调查 [J]. *中国血液净化*, 2021, 20(8): 536–539, 545.
- [7] Gadelha A B, Cesari M, Corrêa H L, et al. Effects of pre-dialysis resistance training on sarcopenia, inflammatory profile, and anemia biomarkers in older community-dwelling patients with chronic kidney disease: A randomized controlled trial[J]. *Int Urol Nephrol*, 2021, 53(10): 2137–2147.
- [8] Ito S, Nakashima H, Ando K, et al. Association between Low Muscle Mass and Inflammatory Cytokines[J]. *Bio-med Res Int*, 2021, 27(20): 5572–5742.
- [9] Lapauw L, Dupont J, Amini N, et al. Trial in elderly with musculoskeletal problems due to underlying sarcopenia-faeces to unravel the gut and inflammation translationally (TEMPUS-FUGIT): Protocol of a cross-sequential study to explore the gut-muscle axis in the development and treatment of sarcopenia in community-dwelling older adults[J]. *BMC Geriatr*, 2023, 23(1): 599.
- [10] 沈冬明, 严春霞. 慢性肾脏病患者钙磷代谢、NT-proBNP、Cys-C 水平与心力衰竭发生的关系 [J]. *海南医学*, 2023, 34(12): 1762–1765.
- [11] Chen L K, Liu L K, Woo J, et al. Sarcopenia in asia: Consensus report of the asian working group for sarcopenia[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2014, 15(2): 95–101.
- [12] Di Vincenzo O, Marra M, Di Gregorio A, et al. Bioelectric impedance analysis (BIA) –derived phase angle in sarcopenia: A systematic review[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(5): 3052–3061.
- [13] 马原, 吴银银, 窦俊凯, 等. 5 种肌少症评估工具筛查维持性血液透析患者肌少症效果比较 [J]. *护理学杂志*, 2022, 37(13): 13–16.
- [14] 杜雯, 陈玫瑰, 王雪洁, 等. 维持性血液透析患者肌少症的患病率及相关影响因素 [J]. *中华肾脏病杂志*, 2021, 37(5): 407–413.
- [15] Ridker P M, Rane M. Interleukin-6 Signaling and Anti-Interleukin-6 therapeutics in cardiovascular disease[J]. *Circ Res*, 2021, 128(11): 1728–1746.
- [16] Hailemichael Y, Johnson D H, Abdel-Wahab N, et al. Interleukin-6 blockade abrogates immunotherapy toxicity and promotes tumor immunity[J]. *Cancer Cell*, 2022, 40(5): 509–523.
- [17] Kaizu Y, Ohkawa S, Odamaki M, et al. Association between inflammatory mediators and muscle mass in long-term hemodialysis patients[J]. *Am J Kidney Dis*, 2003, 42(2): 295–302.
- [18] Jang D I, Lee A H, Shin H Y, et al. The role of tumor necrosis factor alpha (TNF- α) in autoimmune disease and current TNF- α inhibitors in therapeutics[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(5): 2719.
- [19] He S D, Zhang L, Yu S Y, et al. Association between tumor necrosis factor-alpha (TNF-a) polymorphisms and Schizophrenia: An updated meta-analysis[J]. *Int J Psychiatry Clin Pract*, 2022, 26(3): 294–302.
- [20] 丁捷, 刘红娇, 黄鑫, 等. 维持性血液透析患者肌少症发病的临床表现及与 TNF- α 基因多态性的关系研究 [J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2021, 22(8): 725–727.
- [21] Abe K, Yano T, Katano S, et al. Utility of the sarcopenia index for assessment of muscle mass and nutritional status in patients with chronic heart failure: Comparison with anthropometric parameters[J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2020, 20(4): 388–389.
- [22] 贾晨, 高俊瑞, 王鹤宏. 胱抑素 C 对维持性血液透析患者肌肉减少症的预测价值分析 [J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2021, 22(8): 709–711.
- [23] Hirai K, Tanaka A, Homma T, et al. Serum creatinine/cystatin C ratio as a surrogate marker for sarcopenia in patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(3): 1274–1280.
- [24] 邓巧妮, 王军焕, 何家财. 不同活动度过敏性紫癜性肾炎患儿血清 cysC、IL-6、TNF- α 水平比较 [J]. *医学临床研究*, 2022, 39(11): 1756–1758.
- [25] 王亚美, 刘凤勋, 邢利, 等. Irisin 与维持性血液透析患者肌肉减少症的相关性研究 [J]. *中国血液净化*, 2019, 18(10): 677–680.