

维持性血液透析患者肌少症危险因素 Meta 分析

黄雨欣¹, 许丽春², 庄盼盼¹, 林丽玉¹, 张鑫¹

Meta-analysis of risk factors for sarcopenia in maintenance hemodialysis patients Huang Yuxin, Xu Lichun, Zhuang Panpan, Lin Liyu, Zhang Xin

摘要:目的 系统评价维持性血液透析患者肌少症的危险因素,为针对性干预提供参考。方法 计算机检索 PubMed、Web of Science、CINAHL、中国生物医学文献数据库、中国期刊全文数据库、万方数据知识服务平台等中外文主要数据库,采用 RevMan5.4 软件进行 Meta 分析。结果 共纳入 18 篇文献 3 109 例患者。男性、高龄、低体重指数、体力活动不足、营养不良、超敏 C 反应蛋白水平升高、高血磷、认知功能障碍、经济困难、高细胞外水分比率、高体脂率是维持性血液透析患者肌少症的危险因素(均 $P < 0.05$);握力水平较好为保护因素($P < 0.05$)。结论 维持性血液透析患者肌少症影响因素较多,应进行针对性、个体化干预,防止肌少症的发生或加重,以提高患者生活质量。

关键词:维持性血液透析; 肌少症; 终末期肾病; 骨骼肌; 消耗综合征; 危险因素; Meta 分析

中图分类号:R473.5 **文献标识码:**B **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2022.13.017

维持性血液透析(Maintenance Hemodialysis, MHD)作为终末期肾脏病患者常见且有效的治疗方法之一,能有效清除体内毒素,提高内部环境稳定性^[1]。然而,肾功能恶化、相关并发症以及不良生活习惯等,加上长期血液透析会加速患者骨骼肌强度下降和骨骼肌量减少,易引起肌少症^[2]。肌少症是一种随年龄增加出现以骨骼肌量减少、骨骼肌强度下降及身体活动能力减退为特征的骨骼肌消耗综合征^[3]。研究表明,MHD 患者肌少症发生率达 42.2%^[4]。肌少症不仅会改变患者的生活方式,降低其生活质量,而且会增加心血管相关并发症的发生率,从而增加住院率和病死率^[5-6]。虽然有研究探究了 MHD 患者肌少症的危险因素,但各研究结果间尚不一致^[7-8]。因此,本研究旨在通过 Meta 分析方法明确 MHD 患者肌少症的危险因素,为识别高危人群并制订相应预防措施提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 文献纳入与排除标准 纳入标准:①研究对象为血液净化中心接受血液透析治疗的患者,年龄 ≥ 18 岁,血液透析时间 ≥ 3 个月,透析方案为 2~4 次/周、2~5 h/次;②肌少症定义符合肌少症亚洲工作组、肌少症欧洲工作组或肌少症国际工作组标准;③研究类型为队列研究、横断面研究、病例对照研究;④结局指标:多因素 logistic 回归,且明确提供各组例数以及 OR 值、95%CI。排除标准:①数据不完整或前后数据矛盾的文献;②重复发表或无法获取全文的文献;③非中、英文文献。

1.2 文献检索策略 计算机检索 PubMed、Medline、Cochrane Library、Web of Science、CINAHL、

Embase、中国生物医学文献数据库、中国期刊全文数据库、维普数据库和万方数据库,并对纳入研究的参考文献进行追溯检索。检索时限为建库至 2021 年 8 月。使用主题词结合自由词制订检索策略,中文检索词为:维持性血液透析、血液透析、肌少症、骨骼肌减少症、肌肉减少症,危险因素、影响因素等;英文检索词为:MHD,hemodialysis;sarcopenia*, muscle contraction, muscle atrophy; risk factors, determinant 等。

1.3 文献筛选与资料提取 由 2 名经过系统循证培训的研究者独立进行文献筛选和资料提取,意见不统一时由第 3 名研究者判定。用 NoteExpress 软件对获取文献进行去重和初筛,对符合纳入标准的文献仔细阅读全文复筛,最终确定纳入文献。采用统一表格对资料进行提取,内容包括题目、作者、发表年份、地区、样本量、诊断标准、肌少症相关影响因素等。

1.4 文献方法学质量评价 由 2 名研究者独立进行质量评价并核对评价结果,若意见不同,则由第 3 名研究者介入。队列研究和病例对照研究按照纽卡斯尔-渥太华量表(The Newcastle-Ottawa Scale, NOS)评分^[9],评价内容包括研究人群的选择(共 4 个条目,满分 4 分);组间可比性(1 个条目,满分 2 分);结果/暴露因素的测量(共 3 个条目,满分 3 分)。总分为 9 分,评分 ≥ 7 分为高质量, < 7 分为较低质量。横断面研究按照美国卫生保健质量和研究机构(Agency for Healthcare Research and Quality, AHRQ)推荐的质量评价标准进行评分^[10]。0~3 分为低质量,4~7 分为中等质量,8~11 分为高质量。

1.5 统计学方法 采用 RevMan5.4 软件对提取的数据进行 Meta 分析。计数资料的统计效应量用 OR 及 95%CI 表示,连续性资料统计效应量用均数差(MD)及 95%CI 表示。用 I^2 值表示研究间异质性大小,若 $I^2 \leq 50\%$,提示研究间具有同质性,选用固定

作者单位:1. 福建中医药大学护理学院(福建 福州,350122);2. 厦门中山大学附属中山医院护理部

黄雨欣:女,硕士在读,学生

通信作者:许丽春,xlc0216@hotmail.com

收稿:2022-01-16;修回:2022-03-24

效应模型进行 Meta 分析;反之,则提示存在异质性,采用敏感性分析(通过改变效应模型,以评估合并结果的稳定性)和亚组分析探讨异质性来源,若结果仍不同质,则采用随机效应模型。若原始研究数量 ≥ 10 篇,则采用漏斗图判断是否存在发表偏倚。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 文献检索结果 共获得文献 4 033 篇,其中中

文 429 篇,英文 3 604 篇;经逐层筛选,最终纳入文献 18 篇^[7-8,11-26],其中中文文献 14 篇,英文文献 4 篇。

2.2 纳入文献的基本特征及质量评价 纳入的 18 篇文献中,病例对照研究 1 篇,横断面研究 17 篇。总样本量 3 109 例。研究发表时间为 2013~2021 年;12 篇为高质量,6 篇为中质量文献。纳入文献的基本特征及方法学质量评价结果见表 1。

表 1 纳入文献的基本特征及方法学质量评价结果

第 1 作者	发表年份(年)	样本量(例)	研究类型	诊断标准	影响因素	文献质量评价
杜雯等 ^[7]	2021	125	横断面研究	EWGSOP	⑤	高
董志娟等 ^[8]	2018	274	病例对照研究	AWGS	②④⑤⑧⑨⑩⑪⑮	高
蔡琪等 ^[11]	2019	180	横断面研究	AWGS	①⑥⑦⑮	中
戴祺洁等 ^[12]	2020	55	横断面研究	EWGSOP	②④	高
张琦等 ^[13]	2020	135	横断面研究	AWGS	②④	高
王亚美等 ^[14]	2019	180	横断面研究	AWGS	③⑥	高
黄丽娅等 ^[15]	2017	131	横断面研究	EWGSOP	①⑥⑦	高
Ren 等 ^[16]	2016	131	横断面研究	EWGSOP	⑧⑭⑮	高
秦姣等 ^[17]	2021	190	横断面研究	AWGS	⑤⑬	高
刘丹等 ^[18]	2018	218	横断面研究	AWGS	③⑥⑭	高
蔡根莲等 ^[19]	2021	448	横断面研究	EWGSOP	③④⑤⑥⑧	高
韦剑波等 ^[20]	2020	120	横断面研究	AWGS	①⑥⑦⑮	中
戴婷婷等 ^[21]	2020	122	横断面研究	AWGS	⑩	中
梁学明等 ^[22]	2021	280	横断面研究	AWGS	③⑦⑨	中
Lin 等 ^[23]	2018	160	横断面研究	EWGSOP	⑥⑫	中
Kim 等 ^[24]	2013	95	横断面研究	EWGSOP	⑥⑦⑨⑩	高
邵雯等 ^[25]	2020	56	横断面研究	AWGS	⑬	中
Hortegal 等 ^[26]	2020	209	横断面研究	EWGSOP	①②④⑦⑫⑭	高

注:①性别;②年龄;③年龄 ≥ 60 岁;④BMI;⑤体力活动;⑥营养状况;⑦超敏 C 反应蛋白;⑧血磷;⑨认知功能障碍;⑩经济状况;⑪细胞外水分比率;⑫体脂率;⑬握力;⑭空腹血糖;⑮透析时间。

2.3 Meta 分析结果 对 15 项影响因素进行 Meta 分析,结果显示:年龄 ≥ 60 岁、BMI、认知功能、血磷、体脂率、握力、细胞外水分比率 7 个因素在各研究间不存在异质性,故采用固定效应模型。性别、体力活动、营养状况因素在各研究间存在异质性,进一步分析异质性来源并排除明显异质性:①性别在排除黄丽娅等^[15]研究后排除异质性,采用固定效应模型;②体力活动在排除董志娟等^[8]研究后排除异质性,采用固定效应模型;③营养状况在排除黄丽娅等^[15]研究后排除异质性,采用固定效应模型。其余因素在研究中存在异质性,无法排除异质性来源,则采用随机效应模型。Meta 分析结果见表 2。男性、高龄、低 BMI、体力活动不足、营养不良、超敏 C 反应蛋白水平升高、高血磷、认知功能障碍、经济困难、高细胞外水分比率及高体脂率是 MHD 患者肌少症的危险因素。透析时间和空腹血糖与 MHD 患者肌少症无关。握力水平较好为 MHD 患者肌少症的保护因素。

2.4 敏感性分析 对所纳入异质性较高的影响因素

分别用固定效应模型和随机效应模型估计合并 OR 值,结果接近,表明本研究的结果基本可靠,具体结果见表 3。

3 讨论

3.1 纳入文献的方法学质量评价 本研究纳入 17 篇横断面研究和 1 篇病例对照研究,文献均明确了研究对象的纳入排除标准和肌少症诊断标准,并具体说明了研究方法结局指标;纳入文献质量学评价 12 篇为高质量,6 篇为中质量。因此,本 Meta 分析结果具有较高的可靠性。

3.2 MHD 患者肌少症的危险因素

3.2.1 性别、年龄、经济状况和认知功能障碍 在 MHD 患者中,中老年人为主要群体。研究显示,人体随年龄的增长会产生过多的自由基,破坏胶原蛋白合成,从而降低骨密度,使年龄越大的 MHD 患者更易患肌少症^[27]。男性为 MHD 患者肌少症的危险因素,研究表明,男性主要依靠睾酮合成的类固醇来增加肌肉力量和质量^[28]。随着年龄增长,睾酮合成水平降低,不同程度地减少肌肉蛋白质合成和肌肉

质量^[29]。此外,经济困难的 MHD 患者发生肌少症的风险较大,可能是因为经济困难的 MHD 群体饮食习惯单一且缺少体力活动。在日常生活中,认知功能障碍的患者自理能力以及健康保健方面的意识和实施能力都有所下降,易出现体力活动减少,饮食摄入不足的现象^[30]。鉴此,医护人员应该重点关注男性、

年龄偏大、经济状况差的 MHD 患者,并尽早识别和筛查认知功能障碍,给予患者和家属相关健康教育。在经济方面,政府可鼓励支持医院对经济困难的 MHD 患者适当给予医疗减免,减轻部分患者的经济负担。

表 2 MHD 患者肌肉减少症影响因素异质性检验及 Meta 分析结果

影响因素	赋值	纳入研究(篇)	合并 样本量	异质性检验		效应 模型	合并效应			
				I ² (%)	P		OR	95%CI	Z	P
性别	0=女,1=男	3 ^[11,20,26]	509	30	0.240	固定	2.95	1.78~4.89	4.20	<0.001
年龄(岁)	原值输入	4 ^[8,12-13,26]	673	76	0.006	随机	1.05	1.02~1.09	2.88	0.004
年龄≥60岁	0=<60岁, 1=≥60岁	4 ^[14,18-19,22]	1126	0	0.510	固定	3.34	2.35~4.75	6.73	<0.001
BMI	原值输入	5 ^[8,12-13,19,26]	1121	11	0.340	固定	0.77	0.71~0.82	7.13	<0.001
体力活动	0=充足,1=不足	3 ^[7,17,19]	763	28	0.250	固定	6.06	3.36~10.92	6.00	<0.001
营养状况	0=良好,1=不良	7 ^[11,14,18-20,23-24]	1401	0	0.860	固定	2.74	1.96~3.84	5.88	<0.001
超敏 C 反应蛋白(mg/L)	原值输入	6 ^[11,15,20,22,24,26]	1015	61	0.020	随机	1.30	1.04~1.63	2.30	0.002
血磷(mmol/L)	原值输入	3 ^[8,16,19]	853	8	0.340	固定	2.56	1.57~4.16	3.77	0.001
认知功能障碍	0=无,1=有	3 ^[8,22,24]	649	13	0.320	固定	2.70	1.85~3.94	5.14	<0.001
经济状况	0=良好,1=困难	2 ^[8,21]	369	62	0.110	随机	4.55	1.18~17.50	2.21	0.030
细胞外水分比率(%)	原值输入	2 ^[8,21]	396	0	0.990	固定	6.82	2.61~17.81	3.92	<0.001
体脂率(%)	原值输入	2 ^[23,26]	369	44	0.180	固定	1.07	1.05~1.10	6.03	<0.001
握力(kg)	原值输入	2 ^[17,25]	246	9	0.290	固定	0.82	0.75~0.90	4.25	<0.001
空腹血糖(mmol/L)	原值输入	3 ^[16,18,26]	558	83	0.003	随机	1.75	0.96~3.17	1.84	0.070
透析时间	原值输入	4 ^[8,11,16,20]	705	67	0.030	随机	1.09	0.96~1.23	1.34	0.180

表 3 2 种模型对 MHD 患者肌肉减少症影响因素分析情况

影响因素	固定效应模型		随机效应模型	
	OR	95%CI	OR	95%CI
年龄(岁)	1.03	1.02~1.04	1.05	1.02~1.09
超敏 C 反应蛋白(mg/L)	1.08	1.03~1.12	1.30	1.04~1.63
经济状况	3.74	1.76~7.96	4.55	1.18~17.50
空腹血糖(mmol/L)	1.21	1.08~1.36	1.75	0.96~3.17
透析时间	1.02	1.01~1.04	1.09	0.96~1.23

3.2.2 营养状况、BMI、体脂率和体力活动 BMI、营养不良和肌肉损失三者紧密相关。研究表明,BMI 能直接反映人体营养状况,营养不良影响 MHD 患者的代谢,使体质和免疫功能下降,并刺激泛素-蛋白酶系统上调,增加 MHD 患者骨骼肌的氨基酸氧化,从而导致肌细胞凋亡^[31]。高体脂率 MHD 患者肌少症发生的风险较大,可能是因为高体脂率患者脂肪酸产生增加,脂肪酸以肌间脂肪组织和肌内脂肪的形式储存在骨骼肌中,并损害线粒体的生物发生和功能,最终导致肌肉细胞凋亡或者自噬^[32]。本研究结果显示,体力活动不足的 MHD 患者发生肌少症的风险是充足运动 MHD 患者的 6.06 倍,可能是因为充足运动可减少循环中的促炎性细胞因子,通过上调哺乳动物蛋白酶体激活系统中雷帕霉素靶蛋白表达,抑制骨骼肌蛋白降解^[33]。因此,建议不仅要重视 MHD 患者的饮食,改善并定期评估营养状况,还应增加日常身体活动量,减少静坐时间,规律运动,将体质量控制在正常范围,以有效预防肌少症的发生。

3.2.3 超敏 C 反应蛋白、细胞外水分比率和血磷 炎症因子超敏 C 反应蛋白水平升高会增加肌少症患者患病风险,可能是由于 MHD 患者透析膜生物相容性差,中心静脉导管、动静脉瘘隐匿感染以及反复穿刺导致炎症,产生大量的炎性介质,加速泛素-蛋白酶系统蛋白溶解,最终导致骨骼肌降解^[15,34]。细胞外水分比率高于正常值是 MHD 患者肌少症的危险因素,这可能是因为细胞内液绝大部分存在于骨骼肌群中,而透析超滤脱水过程中患者细胞内水分比细胞外水分减少更明显,造成骨骼肌大量损失^[21]。高磷血症是 MHD 患者常见的并发症^[35],与肌少症密切相关,原因可能在于高血磷极易导致 MHD 患者甲状旁腺功能异常,通过多条信号通路如成纤维细胞生长因子 23、甲状旁腺素相关肽等影响骨的生长发育,引起骨骼及矿物质代谢紊乱^[36]。提示临床医护人员除教育患者重视规律运动,针对患者实际状况制订个性化合理化饮食方案外,也应密切观察疾病发展过程中可能出现的微炎症反应和酸碱平衡紊乱,维持机体内环境稳定,降低 MHD 患者肌少症发生的风险。

3.3 握力水平好为血液透析患者肌肉减少症的保护因素 握力、营养状况和肌肉质量三者相互影响,主要表现为握力反映患者的营养和骨骼肌肉状况^[37]。MHD 患者握力下降常由蛋白质能量消耗引起,使肌肉蛋白合成减少,蛋白质水解增加,引起肌纤维萎缩,肌肉减少^[38]。梅佳仪等^[39]研究发现,营养不良患者的体质量过低、握力水平差,患肌少症的风险大幅增

加,证实了本研究结果。

4 小结

导致 MHD 患者发生肌少症的危险因素包括男性、高龄、低 BMI、体力活动不足、营养不良、超敏 C 反应蛋白水平升高、高血磷、认知功能障碍、经济困难、高细胞外水分比率、高体脂率及握力下降。临床医护人员可参考本研究结果,针对 MHD 患者肌少症的危险因素,早期预防,加强管理,以提高患者生活质量。本研究纳入的文献大部分为国内,仅有 2 篇国外文献,且研究样本大小和研究案例的选择等有所差异,这可能导致研究之间的异质性,对研究结果产生一定影响。部分危险因素的 Meta 分析仅纳入 2 篇文献,结果的可靠性有待探讨。建议将来可以进行更多前瞻性、多中心和大样本研究,以便更全面和科学地评估 MHD 患者肌少症的危险因素。

参考文献:

[1] Liyanage T, Ninomiya T, Jha V, et al. Worldwide access to treatment for end-stage kidney disease: a systematic review[J]. *Lancet*, 2015, 385(9981):1975-1982.

[2] Beddhu S, Chen X, Wei G, et al. Associations of protein-energy wasting syndrome criteria with body composition and mortality in the general and moderate chronic kidney disease populations in the United States[J]. *Kidney Int Rep*, 2017, 2(3):390-399.

[3] Fielding R A, Vellas B, Evans W J, et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition; prevalence, etiology, and consequences. International Working Group on Sarcopenia[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2011, 12(4):249-256.

[4] Bataille S, Serveaux M, Carreno E, et al. The diagnosis of sarcopenia is mainly driven by muscle mass in hemodialysis patients[J]. *Clin Nutr*, 2017, 36(6):1654-1660.

[5] Janssen I, Shepard D S, Katzmarzyk P T, et al. The healthcare costs of sarcopenia in the United States[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2004, 52(1):80-85.

[6] Yuan J, Zou X R, Han S P, et al. Prevalence and risk factors for cardiovascular disease among chronic kidney disease patients: results from the Chinese cohort study of chronic kidney disease (C-STRIDE)[J]. *BMC Nephrol*, 2017, 18(1):23-35.

[7] 杜雯,陈孜瑾,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.

[8] 董志娟,张海林. 维持性血液透析患者肌少症发生的危险因素分析[J]. *护理学杂志*, 2018, 33(9):20-24.

[9] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa Scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses[J]. *Eur J Epidemiol*, 2010, 25(9):603-605.

[10] 曾宪涛,刘慧,陈曦,等. Meta 分析系列之四:观察性研究的质量评价工具[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2012, 4(4):297-299.

[11] 蔡琪,池向耿,许敏玲. 维持性血液透析患者骨骼肌减少

症及影响因素分析[J]. *中国血液净化*, 2019, 18(9):626-629.

[12] 戴祺洁,陶静,华建武,等. 维持性血液透析患者肌少症发生情况及其影响因素分析[J]. *实用临床医药杂志*, 2020, 24(12):103-106.

[13] 张琦,秦海峰,简桂花,等. 老年血液透析患者肌少症临床特点及危险因素分析[J]. *中华老年医学杂志*, 2020, 39(9):1046-1049.

[14] 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.

[15] 黄丽娅,李少华,翁敏. 维持性血液透析病人骨骼肌减少症发生率和危险因素研究[J]. *肠外与肠内营养*, 2017, 24(2):78-81,85.

[16] Ren H, Gong D, Jia F, et al. Sarcopenia in patients undergoing maintenance hemodialysis: incidence rate, risk factors and its effect on survival risk[J]. *Ren Fail*, 2016, 38(3):364-371.

[17] 秦姣,刘文霞,苏佳欣,等. 维持性血液透析患者肌少症及肌少性肥胖的相关因素[J]. *肾脏病与透析肾移植杂志*, 2021, 30(2):113-118.

[18] 刘丹,张红梅,范汝艳,等. 维持性血液透析患者肌肉减少症调查及影响因素分析[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2018, 19(4):329-332.

[19] 蔡根莲,应金萍,王春燕,等. 维持性血液透析患者肌肉衰减综合征现状及影响因素分析[J]. *中国实用护理杂志*, 2021, 37(6):437-442.

[20] 韦剑波,李慧娟,刘国辉,等. 维持性血液透析患者肌肉减少症的患病率及危险因素分析[J]. *深圳中西医结合杂志*, 2020, 30(10):6-7.

[21] 戴婷婷,曾小庆,柳园,等. 维持性血液透析患者肌肉减少影响因素研究[J]. *华西医学*, 2020, 35(4):489-493.

[22] 梁学明,陈媛媛,温海滨,等. 维持性血液透析老年患者患肌少症发病危险因素的多因素 logistic 回归分析[J]. *内科*, 2021, 16(3):335-338.

[23] Lin Y L, Liou H H, Lai Y H, et al. Decreased serum fatty acid binding protein 4 concentrations are associated with sarcopenia in chronic hemodialysis patients[J]. *Clin Chim Acta*, 2018, 485:113-118.

[24] Kim J K, Choi S R, Choi M J, et al. Prevalence of and factors associated with sarcopenia in elderly patients with end-stage renal disease[J]. *Clin Nutr*, 2014, 33(1):64-68.

[25] 邵雯,李荣山,周晓霜. 维持性血液透析合并肌少症患者血清鸢尾素的变化[J]. *华西医学*, 2020, 35(7):788-793.

[26] Hortegal E V F, Alves J J D A, Santos E J F, et al. Sarcopenia and inflammation in patients undergoing hemodialysis[J]. *Nutr Hosp*, 2020, 37(4):855-862.

[27] 湛红珊. 基于骨胶原肽的饮食干预对中老年人骨转换指标的影响研究[D]. 济南:山东大学, 2015.

[28] 廖书雯. 重庆市养老院人群肌肉减少症患病率调查及相关危险因素研究[D]. 重庆:重庆医科大学, 2018.

[29] Van Caenegem E, Wierckx K, Taes Y, et al. Bone mass,

bone geometry, and body composition in female-to-male transsexual persons after long-term cross-sex hormonal therapy[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2012, 97(7): 2503-2511.

[30] Nishiguchi S, Yamada M, Shirooka H, et al. Sarcopenia as a risk factor for cognitive deterioration in community-dwelling older adults: a 1-year prospective study[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2016, 17(4): 372, e5-8.

[31] Garagarza C, Valente A, Caetano C, et al. Hypophosphatemia: nutritional status, body composition, and mortality in hemodialysis patients[J]. *Int Urol Nephrol*, 2017, 49(7): 1243-1250.

[32] Mitch W E. Malnutrition is an unusual cause of decreased muscle mass in chronic kidney disease[J]. *J Ren Nutr*, 2007, 17(1): 66-69.

[33] 于新涛, 曹松梅, 吉小静, 等. 透析中运动干预对维持性血液透析患者的影响[J]. *护理学杂志*, 2021, 36(17): 5-8.

[34] Du J, Wang X, Miereles C, et al. Activation of caspase-3 is an initial step triggering accelerated muscle proteolysis in catabolic conditions[J]. *J Clin Invest*, 2004, 113(1): 115-123.

[35] Fouque D, Horne R, Cozzolino M, et al. Balancing nutrition and serum phosphorus in maintenance dialysis[J]. *Am J Kidney Dis*, 2014, 64(1): 143-150.

[36] Bakos B, Takacs I, Stern P H, et al. Skeletal effects of thyroid hormones[J]. *Clin Rev Bone Miner Metab*, 2018, 16(2): 57-66.

[37] Leal V O, Mafra D, Fouque D, et al. Use of handgrip strength in the assessment of the muscle function of chronic kidney disease patients on dialysis: a systematic review[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2011, 26(4): 1354-1360.

[38] Bonanni A, Mannucci I, Verzola D, et al. Protein-energy wasting and mortality in chronic kidney disease[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2011, 8(5): 1631-1654.

[39] 梅佳仪, 于洪宇, 夏晓莲. 某市老年肌肉衰减征影响因素分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2017, 27(10): 85-89.

(本文编辑 王菊香)

(上接第 4 页)

[9] 吴丽芬, 叶芸, 李淑艳, 等. 基于物联网技术的水分及营养管理系统用于血液透析患者效果观察[J]. *护理学杂志*, 2021, 36(20): 26-28.

[10] 吴艺青, 陶静, 华建武, 等. 维持性血液透析患者单次透析充分性影响因素分析[J]. *临床肾脏病杂志*, 2018, 18(6): 362-364.

[11] Flythe J E, Xue H, Lynch K E, et al. Association of mortality risk with various definitions of intradialytic hypotension[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2015, 26(3): 724-734.

[12] Flythe J E, Chang T I, Gallagher M P, et al. Blood pressure and volume management in dialysis: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference[J]. *Kidney Int*, 2020, 97(5): 861-876.

[13] Burmeister J E, Campos J F, Miltersteiner D R. Effect of different levels of glucose in the dialysate on the risk of hypoglycaemia during hemodialysis in diabetic patients[J]. *J Bras Nefrol*, 2012, 34(4): 323-327.

[14] 刘巧艳, 步红兵, 尹卫. 糖尿病肾病血液透析患者低血糖发生现状及相关知识掌握情况调查分析[J]. *齐鲁护理杂志*, 2017, 23(19): 31-34.

[15] Nazari F, Abdi S. Spinal cord infarction as a complication of hemodialysis[J]. *Spine J*, 2015, 15(4): 788.

[16] 张嘉铃, 喻倩, 李寒, 等. 血液透析急性并发症研究进展[J]. *中国血液净化*, 2020, 19(2): 127-129.

[17] Haroon S, Lau T, Tan G L, et al. Telemedicine in the satellite dialysis unit: is it feasible and safe? [J]. *Front Med(Lausanne)*, 2021, 8: 634203.

[18] Cheung K L, Tamura M K, Stapleton R D, et al. Feasibility and acceptability of telemedicine-facilitated palliative care consultations in rural dialysis units[J]. *J Palliat Med*, 2021, 24(9): 1307-1313.

[19] Lew S Q, Sikka N, Thompson C, et al. Impact of remote biometric monitoring on cost and hospitalization outcomes in peritoneal dialysis[J]. *J Telemed Telecare*, 2019, 25(10): 581-586.

[20] Lew S Q, Sikka N, Thompson C, et al. Adoption of telehealth: remote biometric monitoring among peritoneal dialysis patients in the United States[J]. *Perit Dial Int*, 2017, 37(5): 576-578.

[21] Neumann C L, Schulz E G. Interventional decentralized telemonitoring: possible indications and perspectives of a new method in telemedicine[J]. *Praxis*, 2014, 103(9): 519-526.

[22] Gadzinski A J, Gore J L, Ellimoottil C, et al. Agency for healthcare research and quality. Telehealth and patient safety during the COVID-19 response[J]. *J Urol*, 2020, 204(1): 14-16.

[23] 封蕾, 杨杰, 李萍, 等. 电子智能辅助工具改善透析患者营养不良及矿物质骨代谢异常的观察研究[J]. *中国血液净化*, 2020, 19(5): 301-304.

[24] 梁丹华, 谭荣韶, 刘岩, 等. 三种营养筛查工具对维持性血液透析病人透析相关性蛋白质-能量消耗的评价比较[J]. *肠外与肠内营养*, 2017, 24(3): 138-142.

[25] 刘洁琼, 王景福. 老年维持性血液透析患者穿尿素 3 与超敏 C 反应蛋白和营养不良的关系[J]. *河北医科大学学报*, 2019, 40(6): 654-657.

[26] Ni Z, Jin H, Jiang G, et al. A telemedicine-based registration system for the management of renal anemia in patients on maintenance hemodialysis: multicenter study[J]. *J Med Internet Res*, 2019, 21(5): e13168.

(本文编辑 吴红艳)