

论著·临床研究

血液透析患者跌倒风险预测模型的构建与效能分析*

曾雅琳, 李霞, 霍洁[△]

(重庆市南川区人民医院肾内科, 重庆 408400)

[摘要] **目的** 研究血液透析患者跌倒发生的风险因素, 构建预测模型, 并进行内部及外部验证。**方法** 选择 2022 年 1 月至 2023 年 1 月在该院肾内科接受门诊血液透析治疗的 200 例患者作为研究对象, 此部分患者作为训练集。另选择 2023 年 2 月至 2024 年 2 月在同一所医院接受血液透析的 50 例患者作为研究的验证集。收集患者一般资料、临床资料, 并对其进行为期 1 年的随访。分析血液透析患者跌倒的风险因素, 构建列线图预测模型, 并用受试者工作特征(ROC)曲线、Hosmer-Lemeshow 检验验证模型的区分度和拟合优度。**结果** 根据研究对象是否跌倒分为跌倒组($n=79$)和对照组($n=121$), 该院血液净化中心的患者跌倒发生率为 39.5%。单因素 Logistic 回归分析显示, 年龄、视力受损、使用助行工具、透析前舒张压、血钾、自理能力评分、糖尿病、脑卒中、使用降糖药、使用安眠药均是血液透析患者跌倒的风险因素($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析显示, 使用助行工具、血钾(≥ 4.65 mmol/L)、自理能力评分(≤ 83 分)、患有脑卒中、使用安眠药均是造成血液透析患者跌倒发生的独立危险因素($P<0.05$)。ROC 曲线下面积为 0.796, 其灵敏度和特异度分别为 64.8% 和 89.9%; Hosmer-Lemeshow 检验, $\chi^2=5.041$, $P=0.283$ 。**结论** 该研究构建的风险预测模型能较好地预测血液透析患者的跌倒风险, 为临床制定预防跌倒方案提供证据。

[关键词] 血液透析; 跌倒; 预测模型; 效能分析; 回归分析

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2024.20.008 中图法分类号:R459

文章编号:1009-5519(2024)20-3464-07

文献标识码:A

Construction and efficacy of fall risk prediction model for hemodialysis patients*

ZENG Yalin, LI Xia, HUO Jie[△](Department of Nephrology, the People's Hospital of Nanchuan
Chongqing, Chongqing 408400, China)

[Abstract] **Objective** To explore the risk factors for falls in hemodialysis patients, construct a predictive model, and conduct internal and external validation. **Methods** A total of 200 patients who received outpatient hemodialysis treatment in Department of Nephrology in the People's Hospital of Nanchuan Chongqing from January 2022 to January 2023 were selected as the study subjects, and this group of patients was used as the training set. Another 50 patients who underwent hemodialysis in the same hospital from February 2023 to February 2024 were selected as the validation set for the study. The general and clinical data of patients were collected and followed up for one year. The risk factors of falls in hemodialysis patients were analyzed, and a nomogram prediction model was constructed. The discrimination and goodness of fit of the model were verified by ROC curve and Hosmer-Lemeshow test. **Results** According to whether the subjects fell, they were divided into the fall group($n=79$) and the control group($n=121$), and the incidence of patients falling in the blood purification center of our hospital was 39.5%. Univariate logistic regression analysis showed that age, impaired vision, use of walking AIDS, diastolic blood pressure before dialysis, potassium, self-care ability score, diabetes, stroke, use of hypoglycemic agents and sleeping pills were all risk factors for falls of hemodialysis patients($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that the use of walking AIDS, potassium(≥ 4.65 mmol/L), self-care ability score(≤ 83), stroke and sleeping pills were all independent risk factors for the fall of hemodialysis patients ($P<0.05$). The area under ROC curve was 0.796, and its sensitivity and speci-

* 基金项目:重庆市卫生健康委员会医学科研项目(2023WSJK041)。

作者简介:曾雅琳(1992—), 硕士研究生, 主治医师, 主要从事糖尿病肾病、血液透析相关研究。 [△] 通信作者, E-mail: 3127075673@

ficity were 64.8% and 89.9% respectively. (Hosmer-Lemeshow test; $\chi^2=5.041, P=0.283$). **Conclusion** The risk prediction model constructed in this study can effectively predict the risk of falls in hemodialysis patients, and provide evidence for clinical formulation of fall prevention programs.

[Key words] Hemodialysis; Fall; Prediction model; Effectiveness analysis; Regression analysis

慢性肾脏病(CKD)是一个全球性的公共卫生问题,在中国已有超过 100 万人口患该病^[1]。CKD 的总体患病率为 8%~16%^[2]。维持性血液透析(MHD)是 CKD 患者进展至终末期主要的治疗方式之一^[3],占比高达 84%^[4]。患者因肾病负担及透析额外风险,会导致多种并发症,使患者虚弱,甚至导致心理疾病^[5-6]。因此,透析患者跌倒发生率高达 20%^[7-8]。跌倒相关损伤严重降低患者的生活质量,增加其负担,甚至导致死亡^[9]。现有的评估体系临床应用价值有限,因此,本研究拟为临床制定 MHD 患者预防跌倒方案提供证据,便于管理跌倒高风险血液透析患者。

1 资料与方法

1.1 一般资料 采用前瞻性、病例对照研究设计,依据现有的跌倒相关风险评估量表^[10],并结合 MHD 密切相关因素,拟纳入 20 个自变量,在回归分析中要求样本量至少为自变量个数的 10 倍,故计算所需样本量为 200 个,另需 50 例患者作为验证。考虑随访过程中部分患者可能脱落,故共纳入 260 例患者;其中 3 例患者因死亡退出,2 例患者因转至其他透析中心退出。选择 2022 年 1 月至 2023 年 1 月本院肾内科的 200 例患者作为研究对象,此部分患者作为训练集。另选择 2023 年 2 月至 2024 年 2 月在同一所医院接受血液透析的 50 例患者作为研究的验证集。收集患者一般资料、临床资料,并对其进行为期 1 年的随访,本研究中血液净化中心的患者跌倒发生率为 39.5%,根据是否发生跌倒,将训练集中患者分为跌倒组($n=71$)和对照组($n=129$)。纳入标准:(1)行 MHD 治疗;(2)年龄 ≥ 18 岁;(3)规律行 MHD 治疗 ≥ 1 年,且每周透析次数 ≥ 3 次(每次 ≥ 3 h);(4)能够配合完成调查且临床资料齐全;(5)已获患者知情同意。排除标准:(1)失明;(2)认知障碍或严重精神疾病;(3)极严重功能障碍[日常生活活动能力(ADL)评分 < 20 分]。

1.2 方法

1.2.1 研究工具

1.2.1.1 一般资料收集 收集所有患者一般资料(包括姓名、性别、年龄、吸烟史、饮酒史、睡眠质量、居住方式、使用助行工具情况)、临床资料(包括透析前收缩压、透析前舒张压、透析后收缩压、透析后舒张压、超滤量、透析中是否频发低血压、实验室检查指

标、药物应用情况、合并症等),以及与 MHD 密切相关因素(如透析龄、CKD 特异性并发症等)。透析龄:定义为开始接受透析治疗至纳入调查的时间,单位为年,记录精确至小数点后 1 位。CKD 特异性并发症包括甲状旁腺功能亢进、透析中低血压、透析中低血糖、慢性贫血。

1.2.1.2 ADL 采用 ADL 对患者生活自理能力进行定量,评估出患者自理能力等级。该量表内容包括进食、洗澡、修饰、穿衣、控制大小便、如厕、床椅转移、行走(平地 45 min)、上下楼梯,共 10 项,每项评估内容为需极大帮助、需部分帮助、完全独立,采用 Barthel 指数计分,该量表得分 0~100 分,分为 4 个等级,得分越高,表示生活自理能力越好。A 级:总分 ≤ 40 分,重度依赖,全部需要他人照护;B 级:总分 $> 40 \sim 60$ 分,中度依赖,大部分需要他人照护;C 级:总分 $> 60 \sim 90$ 分,轻度依赖,少部分需要他人照护;D 级:总分 100 分,无需依赖,无需他人照护。

1.2.2 资料收集和质量控制 为保证研究数据的真实可靠性,研究者严格按照纳入与排除标准选取研究对象,所有问卷统一由研究者本人代为填写,调查中保持态度中立,不进行语言诱导。完成问卷后进行核查,及时弥补疏漏,保证问卷质量。数据由双人录入,确保数据真实准确。

1.3 统计学处理 采用 SPSS27.0 和 R Studio 4.3.2 软件进行统计分析,定性资料采用例数和百分比(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。对单因素 Logistic 回归分析差异有统计学意义的连续型定量资料,根据约登指数确定截断值后转为二分类变量。采用 χ^2 检验及单因素 Logistic 回归分析筛选出影响 MHD 患者发生跌倒的独立危险因素。将这些独立危险因素采用输入法进行多因素变量筛选得到 Logistic 回归模型的预测指标,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。根据预测指标,代入公式: $\text{Ln}[P/(1-P)] = \alpha + \beta_1 \times 1 + \beta_2 \times 2 + \dots + \beta_n \times n$,构建 MHD 患者发生跌倒的预测模型。采用 R Studio 4.3.2 软件建立风险评估列线图。模型区分度采用受试者工作特征(ROC)曲线下面积(AUC)评价,校正度采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验对预测模型进行评价。本研究选择外部验证中的时段验证方式,另选取同时期的 50 例 MHD 患者作为验证集,以分析预测模型的效能。

2 结果

2.1 确定连续型定量资料的截断值 差异有统计学意义的连续型定量资料为年龄、透析前舒张压、血钾、自理能力评分,将以上数据利用 ROC 曲线计算出约登指数,根据最大约登指数确定最佳截断值,根据截断值将连续型定量资料转化为二分类变量进行分组。见表 1。

表 1 连续型定量资料的约登指数及截断值

变量	截断值	灵敏度	特异度	约登指数
年龄	70 岁	0.394	0.853	0.247
透析前舒张压	90 mm Hg	0.789	0.364	0.153
血钾	4.65 mmol/L	0.606	0.550	0.156
自理能力评分	83 分	0.507	0.876	0.383

注:1 mm Hg=0.133 kPa。

2.2 影响 MHD 患者发生跌倒的单因素 Logistic 回归分析 以是否发生跌倒(跌倒=1,未跌倒=0)作为因变量(Y),将单因素分析中差异有统计学意义的变量作为自变量进行单因素 Logistic 回归分析,赋值方式及结果见表 2。

表 2 影响 MHD 患者发生跌倒的单因素分析结果(n)

项目	赋值	跌倒组 (n=71)	对照组 (n=129)	χ^2	P
性别					
男	0	40	57	2.707	0.100
女	1	31	72		
年龄(岁)					
<70	0	43	110	15.551	<0.001
≥70	1	28	19		
透析龄(年)					
<2.7	0	22	61	5.012	0.055
≥2.7	1	49	68		
视力受损					
有	1	34	33	10.228	0.002
无	0	37	96		
使用助行工具					
有	1	20	4	27.252	<0.001
无	0	51	125		
透析前收缩压(mm Hg)					
<179	0	64	122	1.382	0.257
≥179	1	7	7		
透析前舒张压(mm Hg)					
≤90	0	56	82	5.017	0.026
>90	1	15	47		
透析后收缩压(mm Hg)					
<122	0	5	21	3.455	0.079
≥122	1	66	108		

续表 2 影响 MHD 患者发生跌倒的单因素分析结果(n)

项目	赋值	跌倒组 (n=71)	对照组 (n=129)	χ^2	P
透析后舒张压(mm Hg)					
<69	0	7	15	0.146	0.816
≥69	1	64	114		
超滤量(mL)					
<1 296	0	1	10	3.546	0.101
≥1 296	1	70	119		
透析中频发低血压					
是	1	14	14	2.99	0.092
否	0	57	115		
血红蛋白(g/L)					
<90	0	3	10	0.937	0.333
≥90	1	68	119		
钾(mmol/L)					
<4.65	0	28	71	4.460	0.039
≥4.65	1	43	58		
肌酐(mmol/L)					
<769	0	31	32	3.371	0.066
≥769	1	40	97		
清蛋白(g/L)					
<37.8	0	33	42	3.786	0.067
≥37.8	1	38	87		
自理能力评分(分)					
≤83	0	36	16	34.917	<0.001
>83	1	35	113		
糖尿病					
有	1	36	28	17.698	<0.001
无	0	35	101		
脑卒中					
有	1	12	1	19.596	<0.001
无	0	59	128		
使用降糖药					
有	1	31	28	10.615	0.001
无	0	40	101		
使用安眠药					
有	1	18	15	6.261	0.017
无	0	53	114		

2.3 MHD 患者跌倒发生因素的 Logistic 回归分析

单因素 Logistic 回归分析显示,年龄、视力受损、使用助行工具、透析前舒张压、血钾、自理能力评分、糖尿病、脑卒中、使用降糖药、使用安眠药均是血液透析患者跌倒的风险因素($P < 0.05$)。将以上风险因素进行逐步回归分析,自变量组赋值为 0,参照分类组赋值

为 1 作为参考,使用助行工具、血钾 ≥ 4.65 mmol/L、患有脑卒中、使用安眠药的 $P < 0.05$ 且回归系数为正值,故为 MHD 患者发生跌倒的危险因素;自理能力

评分 > 83 分的 P 值为 0.023 且回归系数为负值,故为 MHD 患者发生跌倒的保护因素。见表 3。

表 3 MHD 患者跌倒发生因素的 Logistic 回归分析结果

自变量	参照分类	回归系数	标准误	Wald χ^2	P	OR	95% 置信区间	
							下限	上限
年龄(< 70 岁)	≥ 70 岁	0.233	0.499	0.218	0.641	1.262	0.475	3.357
视力受损(无)	有	0.249	0.435	0.327	0.567	1.283	0.547	3.008
使用助行工具(无)	有	1.497	0.715	4.385	0.036	4.468	1.101	18.136
透析前舒张压(≤ 90 mm Hg)	> 90 mm Hg	-0.145	0.436	0.110	0.740	0.865	0.368	2.035
血钾(< 4.65 mmol/L)	≥ 4.65 mmol/L	1.079	0.390	7.659	0.006	2.942	1.370	6.317
自理能力评分(> 83 分)	≤ 83 分	-1.217	0.536	5.150	0.023	0.296	0.104	0.847
糖尿病(无)	有	1.657	1.009	2.694	0.101	5.242	0.725	37.905
脑卒中(无)	有	2.505	1.121	4.995	0.025	12.237	1.361	110.049
使用降糖药(无)	有	-0.826	1.006	0.674	0.412	0.438	0.061	3.145
使用安眠药(无)	有	1.317	0.484	7.388	0.007	3.731	1.444	9.642
常量	-	-1.272	0.614	4.291	0.038	0.280	-	-

注: - 表示无此项。

2.4 MHD 患者跌倒风险列线图模型 根据多因素二元 Logistic 回归分析结果绘制 MHD 患者跌倒风险列线图模型。见图 1。

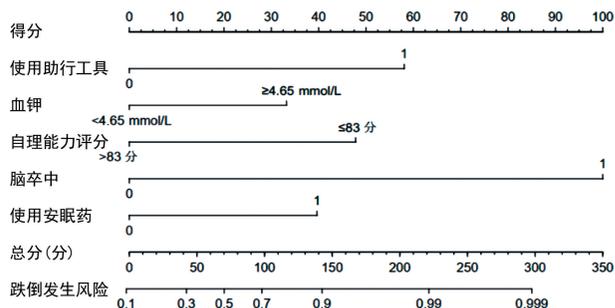


图 1 MHD 患者跌倒风险列线图模型

2.5 跌倒风险预测模型效能分析

2.5.1 内部效能验证 采用 ROC 曲线评价 MHD 患者跌倒风险预测模型,ROC 曲线下面积(AUC)为 0.796[95%CI(0.722~0.870)],约登指数为 0.547,对应的最佳截断值处灵敏度和特异度分别为 64.8% 和 89.9%。见图 2。

Hosmer-Lemeshow 检验结果显示,该模型差异有统计学意义($\chi^2 = 5.041, P = 0.283$),拟合优度良好。校准曲线显示,模型 U 指数为 -0.010(图 3),表示该模型校准度表现良好($P = 0.780$);Brier 评分为 0.152。列线图模型的临床决策曲线分析结果显示,模型预测阈值为 0.10~0.70 时,模型的净获益 > 0 (图 4)。通过 Bootstrap 法反复抽样 1 000 次进行内部验证,结果提示 C 指数为 0.796(> 0.7),提示模型的一致性较好。以上结果均说明通过训练集构建

的风险预测模型具有良好的预测能力。

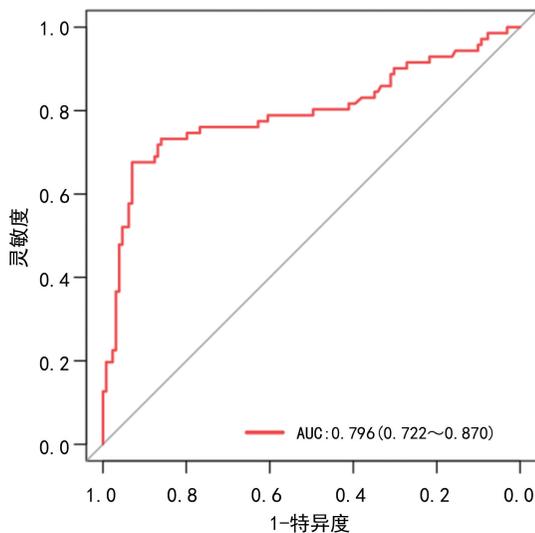


图 2 MHD 患者跌倒风险预测模型的 ROC 曲线

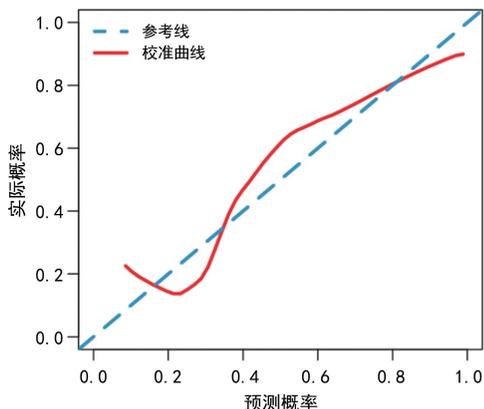


图 3 MHD 患者跌倒模型的校准曲线

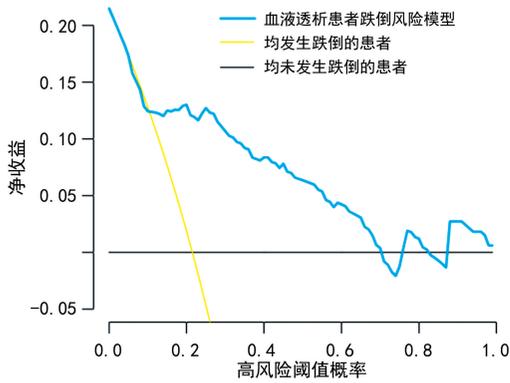


图 4 MHD 患者跌倒模型的临床决策分析曲线

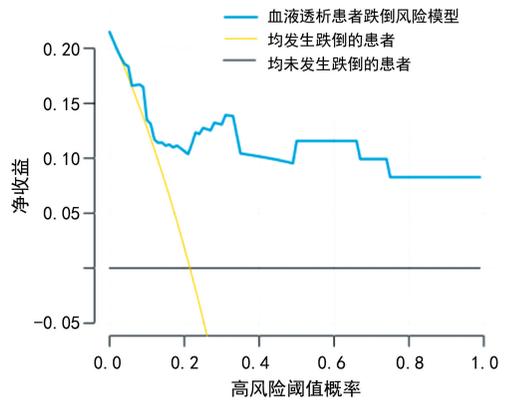


图 7 验证集 MHD 患者跌倒模型的临床决策分析曲线

2.5.2 外部效能验证 利用验证组数据对已构建的回归模型进行验证。首先对训练集和验证集进行 KS 检验,验证其一致性,得出 D 值为 0.183, P 值为 0.772,说明训练集和验证集具有良好的一致性。验证集绘制的 ROC 曲线的 AUC 为 0.821 (95% CI 0.651~0.992)(图 5),校准曲线提示 U 指数为 -0.04 (P=0.822)(图 6);Brier 评分为 0.107,表明该模型在验证组中的区分度和校准度与建模组具有一致性。验证集的临床决策曲线分析结果显示,模型预测阈值为大于 0.10 时,模型的净获益>0(图 7)。以上均验证本研究构建的风险预测模型具有良好的预测能力。

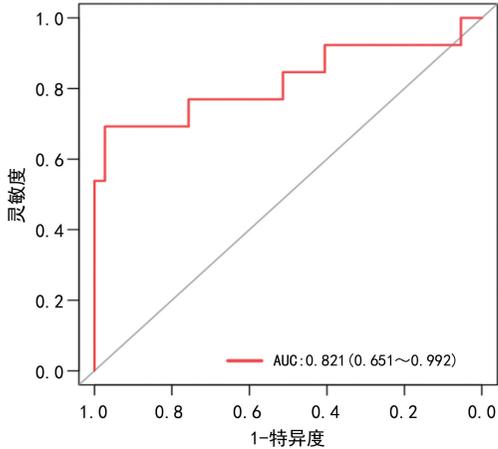


图 5 验证集 MHD 患者跌倒模型的 ROC 曲线

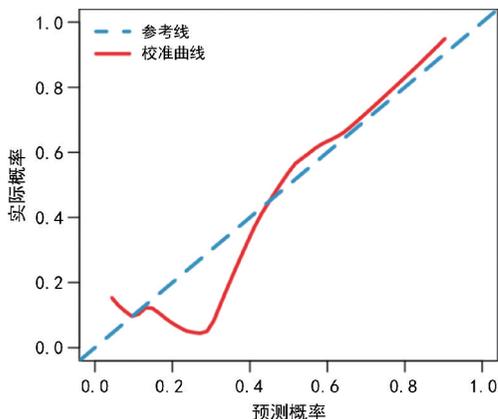


图 6 验证集 MHD 患者跌倒模型的校准曲线

3 讨论

3.1 MHD 患者跌倒影响因素研究现状

3.1.1 年龄 部分 MHD 患者随着年龄的增长可能出现步态不稳^[11],身体移动能力、姿势协调能力、肌力和平衡能力均呈下降趋势;同时听觉、视觉损伤影响患者对外周环境的判断,增加跌倒风险^[12]。

3.1.2 MHD 相关因素 透析中低血压是透析过程中的常见并发症,与建立体外循环、超滤过多相关,其归因于血液透析期间血容量的快速减少,以及 MHD 患者对低血容量反应机制不足^[13],其原因可能是因为血管收缩剂的减少或血管舒张剂的产生增加。患者可发生头晕、头痛、乏力、痉挛等症状,从而引起跌倒;透析过程中还有肌肉痉挛、失衡综合征、尿毒症脑病、透析相关性心律失常、透析后疲劳等因素容易引发跌倒;长期透析患者容易造成慢性肾脏病矿物质骨代谢紊乱(CKD-MBD),其特征是矿物质和骨代谢失调,血管和其他软组织异位钙化。长期透析患者同时容易造成贫血等并发症,其原因可能为红细胞生成素相对缺乏、红细胞寿命缩短、透析导致的失血、慢性炎症等^[14]。合并 CKD-MBD 和贫血的患者往往出现全身性或肢体乏力,也可能是跌倒的高危风险因素^[15-16]。由于透析时间较长,部分患者因未及时补充食物而出现低血糖,若在透析过程中进食,又易导致透析中低血压的发生,这些因素均会增加患者的跌倒风险。

3.1.3 环境相关因素 患者的居家环境、医院与家庭往返途中的天气、交通、公共设施等因素也对跌倒产生影响。本研究调查结果显示,大部分患者的跌倒发生在家中拖地、菜市场买菜、半夜如厕时,也有部分患者因乘坐交通工具时发生跌倒,可见环境也是导致跌倒须考虑的因素。

3.1.4 患者其他因素 CKD 患者常合并多种病症。如糖尿病并发心血管病变会造成心肌缺血容易引发头晕跌倒,此外,微血管病变如视网膜病变也会引起视力损伤导致跌倒,周围血管疾病容易造成运动障碍,高血压则可能由于脑血管意外引发跌倒;同时,维

生素 D 缺乏可影响患者下肢负重能力,进而影响平衡;衰弱和缺乏锻炼对跌倒有间接影响。若患者在进入血液透析前发生非血液透析导致的骨病(风湿性关节炎、类风湿性关节炎、退行性关节炎、股骨头坏死等),也会增加透析后的跌倒风险。因在本研究中于透析前诊断骨病的患者较少,故未纳入研究。其他因素还有跌倒史、缺乏相关知识宣教等。本研究中大部分患者均合并高血压、糖尿病等并发症,且透析过程中血压波动大,发生心脑血管意外的风险极高。血液透析患者因身体原因,大部分只能进行散步,缺乏锻炼也会导致患者的运动能力逐渐下降。这些因素均会导致跌倒事件的发生率增加。

3.2 MHD 患者跌倒风险预测研究进展 MHD 患者跌倒影响因素众多,对如何有效进行预测的探讨已经成为目前研究热点。现目前的跌倒风险预测研究包括透析患者特异性跌倒风险评估量表(DFRI)^[10]、改良平衡与步态量表(POMA)^[17]、Morse 跌倒风险评估量表(MFS)等对于评估我国 MHD 患者跌倒发生风险均存在一定缺陷,因此,临床应用价值有限。针对现阶段临床上缺乏 MHD 患者特异性强、灵敏度高、不易漏筛的跌倒风险评估体系这一现状,全面了解国内 MHD 患者跌倒影响因素,并构建特异性的风险评估体系,有利于为干预方案的制定提供科学可靠的依据。

3.3 MHD 患者跌倒发生的危险因素

3.3.1 使用助行工具 本研究结果显示,使用助行工具的 MHD 患者发生跌倒的风险是不使用者的 5.831 倍,这与周晓洲等^[18]的研究结果一致。这可能与使用助行工具多为老年患者,且患者本身存在步态不稳、健康状况更差有关,也可能与患者对助行工具的使用不当有关,部分患者在使用助行工具的过程中,容易出现重心过于前倾或后仰,易造成跌倒。部分未完全丧失行动能力的患者选择使用轮椅代步,久而久之对自己的行动能力判断易出现偏差,往往在未使用轮椅的间期易发生跌倒。

3.3.2 血钾 ≥ 4.65 mmol/L 本研究结果显示,血钾 ≥ 4.65 mmol/L 的 MHD 患者发生跌倒的风险是血钾 < 4.65 mmol/L 者的 2.741 倍。钾离子是机体最重要的阳离子之一,其生理作用是维持细胞的新陈代谢、调节渗透压和酸碱平衡,在维持神经、肌肉细胞正常生理功能方面起着重要作用。终末期肾病患者因肾脏排钾功能障碍,需依赖血液透析将多余的钾离子排除^[19]。部分患者在血液透析间期未注意低钾饮食或服用引起血钾增高的药物,而导致体内血钾水平升高,对身体的影响主要作用于肌肉和心脏,可引起自腿部开始进展至躯干及手臂的逐渐麻痹与肌肉无

力,作用于心脏可导致心律失常,出现心脏跳动太慢或太快,严重可引起心脏停止跳动,均大大增加跌倒风险。

3.3.3 自理能力评分 ≤ 83 分 本研究结果显示,自理能力评分 ≤ 83 分的 MHD 患者发生跌倒的风险是自理能力评分 > 83 分者的 0.234 倍,故自理能力评分 > 83 分是防止跌倒发生的保护因素。自理能力评分是一种用于评估个人生活能力的工具,其涉及多个方面的考察。其意义在于帮助专业医护人员更全面地了解个体的自理能力,从而确定适当的支持措施和护理目标。本研究结果显示,个人生活能力越好的 MHD 患者发生跌倒的风险更低。

3.3.4 脑卒中 本研究结果显示,合并脑卒中的 MHD 患者发生跌倒的风险明显增高,是未患脑卒中者的 20.841 倍。脑卒中是一种急性脑血管疾病,是由于脑部血管突然破裂或因血管阻塞导致血液不能流入大脑而引起脑组织损伤的一组疾病,包括缺血性和出血性卒中。大多数终末期肾病患者合并原发性或继发性高血压,此为脑卒中发生的危险因素。同时,血液透析过程中抗凝剂的使用及透析中低血压的发生均会增加脑卒中发生的风险。脑卒中常见症状为头晕头痛、肢体麻木无力,甚至出现意识障碍,易发生突然性跌倒。另外,脑卒中经过积极治疗后仍有可能留下后遗症,影响患者日常活动,从而增加跌倒风险。

3.3.5 使用安眠药 本研究结果显示,使用安眠药的 MHD 患者发生跌倒的风险是未使用者的 3.333 倍。终末期肾病患者不仅要承受疾病本身所带来的痛苦,还需要承受血液透析所带来的经济负担,往往有巨大的心理压力。疾病本身及心理问题均会影响患者的睡眠,没有好的睡眠会让人心情烦躁、无精打采,逐渐进入恶性循环,患者因此不得不选择安眠药。本研究中,睡眠质量欠佳的占比为 43.5%,大部分患者需要口服安眠药才能入睡。长期使用安眠药容易导致大脑神经错乱,出现幻觉、幻听、乏力等不良症状,增加跌倒发生的风险。

总之,本文从分析患者跌倒发生的风险因素为切入点,构建预测模型,并进行内部及外部验证,可以较为准确地评估血液透析患者的跌倒风险,制定相关跌倒风险预案,具有一定的现实意义。同时也为构建适合我国 MHD 患者特征的跌倒预测模型研究提供新思路。本研究的局限性在于单中心研究、样本量较小,将来需开展多中心、大样本研究,纳入更多影响因素,以期构建更完善的跌倒风险预测模型。

参考文献

[1] WU N W, QIN Y, CHEN S, et al. Association

- between metabolic syndrome and incident chronic kidney disease among Chinese; a nation-wide cohort study and updated meta-analysis[J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2021, 37(7): e3437.
- [2] CARNEY E F. The impact of chronic kidney disease on global health[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2020, 16(5): 251.
- [3] DREW D A, TIGHIOUART H, ROLLINS J, et al. Evaluation of screening tests for cognitive impairment in patients receiving maintenance hemodialysis[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2020, 31(4): 855-864.
- [4] PIPPIAS M, KRAMER A, NOORDZIJ M, et al. The European renal association-European dialysis and transplant association registry annual report 2014: a summary[J]. *Clin Kidney J*, 2017, 10(2): 154-169.
- [5] BENNETT P N, THOMPSON S, WILUND K R. An introduction to exercise and physical activity in dialysis patients: preventing the unacceptable journey to physical dysfunction[J]. *Semin Dial*, 2019, 32(4): 281-282.
- [6] FINDLAY M D, MARK P B. Reduced and declining physical function in prevalent dialysis patients-identifying the vulnerable [J]. *Age Ageing*, 2017, 46(4): 541-543.
- [7] 赵莉, 周广华, 刘昆. 维持性血液透析患者跌倒事件的危险因素研究[J]. *解放军护理杂志*, 2018, 35(11): 22-24.
- [8] 周彧. 对血液透析患者预防跌倒认知行为干预的效果观察[J]. *中国医药指南*, 2011, 9(2): 100-101.
- [9] HOFFMAN G J, HAYS R D, SHAPIRO M F, et al. The costs of fall-related injuries among older adults: annual per-faller, service component, and patient out-of-pocket costs[J]. *Health Serv Res*, 2017, 52(5): 1794-1816.
- [10] KONO K, YUSUKE N, YABE Y, et al. Development and validation of a Fall Risk Assessment Index for dialysis patients[J]. *Clin Exp Nephrol*, 2017: 223-232.
- [11] YODER LE, JONES S L, JONES P K. The association between health beliefs and fall-related behaviors and its implication for fall intervention among Chinese elderly[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(23): 1235-1243.
- [12] RATSIMBAZAFY C, SCHWAB C, DECHAR-TRES A, et al. Readmissions of elder patients presenting to hospital for a fall (RELIEF): a systematic review[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2020, 21(10): 1451-1457.
- [13] REEVES P B, MC CAUSLAND F R. Mechanisms, clinical implications, and treatment of intradialytic hypotension[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2018, 13(8): 1297-1303.
- [14] LEE K H, HO Y, TARNG D C. Iron therapy in chronic kidney disease: days of future past[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(3): 1008.
- [15] CEDENO S, VEGA A, MACÍAS N, et al. Intradialytic hypotension definitions with mortality prediction capacity in a cohort of haemodialysis patients [J]. *Nefrología (English Edition)*, 2020, 40(4): 402-412.
- [16] HAJAL J, JOUBRAN N, SLEILATY G, et al. Intradialytic hypotension: beyond hemodynamics[J]. *Physiol Res*, 2019, 68(5): 793-805.
- [17] STERKE C S, HUISMAN S L, VAN BEECK E F, et al. Is the tinetti performance oriented mobility assessment (POMA) a feasible and valid predictor of short-term fall risk in nursing home residents with dementia? [J]. *Int Psychogeriatr*, 2010, 22(2): 254-263.
- [18] 周晓洲, 宁伟超, 李贤. 老年维持性血液透析病人跌倒预测模型的构建[J]. *护理研究*, 2023, 37(12): 2114-2121.
- [19] BANSAL S, PERGOLA P E. Current management of hyperkalemia in patients on dialysis [J]. *Kidney Int Rep*, 2020, 5(6): 779-789.

(收稿日期: 2024-02-06 修回日期: 2024-07-25)