

老年维持性血液透析患者冠脉钙化的危险因素^{*}赖玮婧¹ 王少清² 江玉波² 毛楠¹

(1. 成都医学院临床医学院第一附属医院肾内科, 四川 成都 610500; 2. 成都医学院第二附属医院·核工业四一六医院, 四川 成都 610057)

【摘要】目的 探讨老年维持性血液透析(MHD)患者冠脉钙化的危险因素。**方法** 选取成都医学院第一附属医院 2019 年 4 月~2021 年 4 月行 MHD 治疗的老年患者 100 例, 根据冠脉钙化积分(CACS), 分为非冠脉钙化组(CACS \leq 100, $n=36$)和冠脉钙化组(CACS $>$ 100, $n=64$), 比较各组临床资料的差异。**结果** 两组患者的年龄、透析龄、糖尿病、肌酐、镁比较, 差异有统计学意义($P<0.05$)。Spearman 相关性分析显示, 镁($r=-0.394, P<0.01$)、肌酐($r=-0.232, P=0.020$)与冠脉钙化呈负相关, 年龄($r=0.343, P<0.01$)、透析龄($r=0.203, P=0.043$)、糖尿病($r=0.230, P=0.022$)与冠脉钙化呈正相关。二元 Logistic 回归分析显示, 年龄、透析龄、糖尿病是冠脉钙化的独立危险因素, 镁是冠脉钙化的保护性因素($P<0.05$)。年龄、透析龄、糖尿病和镁诊断冠脉钙化的 ROC 曲线下面积分别为 0.706、0.622、0.617、0.737, 四者联合诊断冠脉钙化的曲线下面积为 0.850。**结论** 在积极钙磷管理的基础上, 年龄、透析龄和糖尿病是老年 MHD 患者冠脉钙化的独立危险因素, 而血清镁为保护性因素。四者联合对老年 MHD 患者冠脉钙化具有较好的预测价值。

【关键词】 老年; 血液透析; 冠脉钙化; 镁; 危险因素**【中图分类号】** R692.5 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2022.06.021

Study on the risk factors of coronary artery calcium in elderly maintenance hemodialysis patients

LAI Weijing¹, WANG Shaoqing², JIANG Yubo², MAO Nan¹

(1. Clinical Medical College, The First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Chengdu 610500, China;

2. The Second Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Nuclear Industry 416 Hospital, Chengdu 610057, China)

【Abstract】Objective To explore the risk factors of coronary calcification in elderly patients with maintenance hemodialysis (MHD). **Methods** The clinic data of 100 elderly patients who underwent MHD therapy from April 2019 to April 2021 in the First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College were analyzed. The patients were divided into 2 groups according to coronary artery calcification score (CACS): Non-coronary artery calcification group (CACS \leq 100, $n=36$), coronary artery calcification group (CACS $>$ 100, $n=64$). **Results** Significant differences were detected in age, dialysis age, diabetes, creatinine and magnesium between the two groups ($P<0.05$). Spearman's correlation analysis revealed that magnesium ($r=-0.394, P<0.01$) and creatinine ($r=-0.232, P=0.020$) were negatively related with coronary calcification while age ($r=0.343, P<0.01$), dialysis age ($r=0.203, P=0.043$) and diabetes ($r=0.230, P=0.022$) were positively related with coronary calcification. Binary logistic regression analysis showed that age, dialysis age and diabetes were independent risk factors whereas magnesium was a protective factor of coronary calcification ($P<0.05$). The area under the ROC curve of the age, dialysis age, diabetes and magnesium in diagnosing coronary calcification were 0.706, 0.622, 0.617, 0.737, respectively. The area under the ROC curve of the above four in Joint diagnosis of coronary calcification was 0.850. **Conclusion** On the basis of good calcium and phosphorus management, the age, dialysis age and diabetes are independent risk factors, while the serum magnesium is a protective factor of coronary calcifica-

基金项目:成都市卫生健康委员会医学科研课题(2019075);成都医学院四川养老与老年健康协同创新中心资助项目(19214);中关村肾病血液净化创新联盟 CKD-MBD 青年研究基金(NBPIA18QC0203)

通信作者:王少清, 教授, E-mail: wowosasa2003@163.com

引用本文:赖玮婧, 王少清, 江玉波, 等. 老年维持性血液透析患者冠脉钙化的危险因素[J]. 西部医学, 2022, 34(6): 882-886. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2022.06.021

tion in elderly MHD patients, and they have a good joint diagnostic value for coronary calcification in elderly MHD patients.

【Key words】 Older adults; Maintenance hemodialysis; Coronary artery calcification; Magnesium; Risk factors

老年维持性血液透析(Maintenance hemodialysis, MHD)患者是心血管事件的高危人群,冠脉钙化被认为是优于传统危险因素的心血管事件独立预测因子^[1-3]。冠脉钙化积分(Coronary artery calcification score, CACS)由 Agatston 等^[4-6]首次提出,是目前最常用的无创冠脉钙化程度定量分析方法,对透析患者心血管事件的发生具有较好的预测价值。选择性控制 2 型糖尿病、高血压、脂代谢紊乱以及吸烟等传统危险因素后, MHD 患者仍具有较高的心血管事件和血管钙化风险,这提示某些非传统因素可能在其中发挥了重要作用。镁是维持人体健康的重要金属离子,近年来陆续有学者指出血镁水平与血管钙化呈负相关^[7-10],但目前针对老年 MHD 人群的研究数据相对较少,因此本研究以老年 MHD 患者为研究对象,旨在为老年 MHD 患者冠脉钙化的防治寻找新的切入点。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2019 年 4 月~2021 年 4 月于成都医学院第一附属医院血液净化中心行 MHD 治疗的老年患者 100 例,其中男 60 例,女 40 例,年龄 60~87 岁,平均(71.89±6.98)岁;透析龄 3~131 月,平均(32.7±29.9)月;心率 53~127 次/分,平均(78.39±12.85)次/分。原发病包括慢性肾小球肾炎 58 例(58.0%),糖尿病肾病 31 例(31.0%),高血压肾病 5 例(5.0%),血管炎性肾损伤 2 例(2.0%),其他 4 例(4.0%)。纳入标准:①60 岁≤年龄≤90 岁。②透析方案:每周 3 次,每次 4 h。③透析液镁离子浓度 0.50 mmol/L。④近期完成胸部 CT(西门子 64 排 128 层螺旋 CT)检查。排除标准:①透析时间<3 个月。②完成胸部 CT 时尚未进入透析或透析时间不足 3 个月。③完成胸部 CT 前 3 个月曾使用镁剂。④恶性肿瘤患者。⑤严重心律失常患者。⑥冠脉搭桥或冠脉支架植入史。⑦孕妇。⑧临床资料不全者。本研究获得成都医学院第一附属医院伦理委员会批准,患者知情并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 收集临床资料 通过医院电子病历系统和血液透析管理系统收集患者的一般临床资料(年龄、性别、身高、体重、吸烟史)、透析龄、血压、心率、干体重、透析处方、合并症、用药情况、实验室检测指标以及胸部 CT 数据。所有资料采集的时间均以胸部 CT 检查

时间为基准。根据基于胸部 CT 测定的冠脉钙化积分,分为非冠脉钙化组(CACS≤100, 36 例)和冠脉钙化组(CACS>100, 64 例)。

1.2.2 冠脉钙化积分测定 根据 Agatston 积分法^[4],钙化灶定义为 CT 密度值≥130 Hu,面积≥1 mm²。对病灶的 CT 密度值进行赋分,130~199 Hu 为 1 分,200~299 Hu 为 2 分,300~399 Hu 为 3 分,400 Hu 及以上为 4 分。钙化积分=钙化密度赋分×钙化面积(mm²),各层面钙化积分相加,得到总钙化的积分。具体操作步骤如下:调取 PACS 系统存档的胸部 CT 纵膈窗图像数据,应用相应软件进行后处理,逐一点击各个层面冠状动脉,符合上述条件的钙化灶会被自动标记,由计算机根据 Agatston 原理自动计算出 CACS(见图 1)。当 CACS>100 时,动脉粥样硬化性心血管疾病的风险明显增加^[11]。Lee SY 等^[7]将 CACS>100 定义为冠脉钙化。

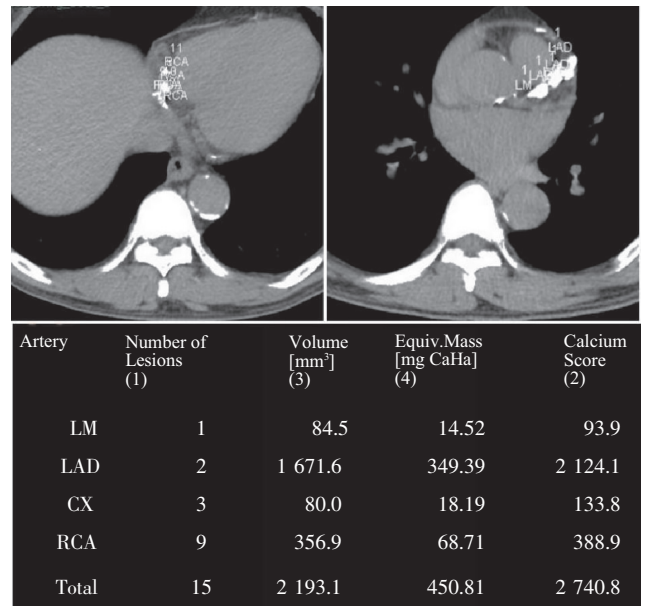


图 1 基于胸部 CT 的冠脉钙化积分测定

Figure 1 Measurement of coronary artery calcification score based on chest CT

1.2.3 相关公式和定义 体重指数(kg/m²)=干体重(kg)/身高(m)²;尿素清除指数(Kt/V)=-ln[透析后血尿素/透析前血尿素-0.008×治疗时间(h)]+(4-3.5×透析后血尿素/透析前血尿素)×超滤量(L)/透析后体重(kg);尿素下降率(URR)=1-透析后血尿素/透析前血尿素。干体重定义为透析超滤能

够达到最大限度的体液减少,且不发生低血压时的体重^[12],其评估及设定由同一血液净化专科医生团队进行。糖尿病根据世界卫生组织(WHO)的相关诊断和分类标准确诊;高血压根据《中国高血压防治指南》2018 年修订版的相关定义确诊^[13]。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 21.0 进行数据分析,计量资料采用 Shapiro-Wilk 检验其正态性,服用正态分布用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,不服从正态分布用中位数(第一四分位数~第三四分位数)表示;计数资料用频数和百分比表示。计量资料组间比较,服从正态分布的采用方差分析,不服从正态分布采用 Mann-

Whitney U 检验;计数资料组间比较采用卡方检验。采用 Spearman 相关分析了解冠脉钙化与各项指标间的相关性。通过 ROC 曲线分析各项指标对冠脉钙化的预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基本临床资料比较 冠脉钙化组的年龄、透析龄、糖尿病患病率明显高于非冠脉钙化组,差异有统计学意义($P < 0.05$)(见表 1)。冠脉钙化组肌酐、镁明显低于非冠脉钙化组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。

表 1 两组一般情况比较 [$(\bar{x} \pm s)$, $n(\times 10^{-2})$]

Table 1 Comparison of general conditions between the two groups

项目	非冠脉钙化组 ($n=36$ 例)	冠脉钙化组 ($n=64$)	F/Z/ χ^2	P
年龄[岁, M (Q1, Q3)]	68.0(65.0, 71.8)	73.0(67.3, 80.0)	-3.415	0.001
透析龄[月, M (Q1, Q3)]	16.5(7.3, 40.8)	28.0(11.3, 60.8)	-2.015	0.044
体重指数(kg/m ²)	21.37±2.96	21.96±3.99	0.605	0.438
吸烟	6(16.7)	11(17.2)	0.004	1.000
性别				0.396
男	24(66.7)	36(56.3)	1.042	
女	12(33.3)	28(43.7)		
合并症				
高血压	33(91.7)	62(96.9)	1.316	0.348
糖尿病	9(25.0)	31(48.3)	5.273	0.033
钙剂	11(30.6)	15(23.4)	0.607	0.481

表 2 两组实验室检测资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of laboratory test data between the two groups

项目	非冠脉钙化组 ($n=36$ 例)	冠脉钙化组 ($n=64$)	F/Z/ χ^2	P
外周血白蛋白(g/L)	36.5±3.9	36.57±3.89	0.005	0.945
前白蛋白(mg/L)	237.0±78.0	247.0±62.0	0.518	0.474
血红蛋白[g/L, M (Q1, Q3)]	112(96, 124)	112(98, 125)	-0.248	0.804
甘油三酯[mmol/L, M (Q1, Q3)]	1.36(0.97, 1.95)	1.45(0.98, 2.07)	-0.151	0.880
胆固醇[mmol/L, M (Q1, Q3)]	3.32(2.58, 3.92)	3.54(2.91, 4.04)	-0.812	0.417
肌酐(umol/L)	824.2±249.0	701.4±216.5	6.643	0.011
尿素[mmol/L, M (Q1, Q3)]	24.16(18.23, 30.66)	23.88(18.32, 30.29)	-0.151	0.880
甲状旁腺激素[pg/ml, M (Q1, Q3)]	246(139, 389)	292(143, 516)	-1.206	0.228
钙(mmol/L)	2.18±0.24	2.08±0.23	3.868	0.052
磷(mmol/L)	1.62±0.74	1.70±0.71	0.237	0.628
镁(mmol/L)	1.06±0.19	0.91±0.13	20.318	<0.01
透析充分性				
Kt/V	1.42±0.29	1.47±0.36	0.554	0.459
URR[M (Q1, Q3)]	0.700(0.640, 0.750)	0.710(0.650, 0.760)	-0.104	0.917

注:Kt/V, 尿素清除指数;URR, 尿素下降率

2.2 单因素相关分析 将上述有统计学意义的观察指标与冠脉钙化进行单因素相关性分析,结果显示:冠脉钙化与镁($r = -0.394, P < 0.01$)、肌酐($r = -0.232, P = 0.020$)呈负相关,与年龄($r = 0.343,$

$P < 0.01$)、透析龄($r = 0.203, P = 0.043$)、糖尿病($r = 0.230, P = 0.022$)呈正相关。

2.3 冠脉钙化的危险因素分析 将单因素分析中差异有统计学意义的观察指标(年龄、透析龄、镁、肌酐)

建立二元 *logistic* 回归模型, 以上述指标为自变量, 冠脉钙化为因变量, 探讨冠脉钙化的危险因素。统计分析显示: 年龄、透析龄、糖尿病是冠脉钙化的独立危险因素, 血清镁是冠脉钙化的保护性因素, 见表 3。

表 3 冠脉钙化危险因素的二元 *logistic* 回归分析

Table 3 Binary logistic regression analysis of risk factors for coronary artery calcification

变量	B	SE	Wals	OR	95%CI	P
年龄	0.101	0.042	5.725	1.107	0.017~0.235	0.017
透析龄	0.024	0.011	5.269	1.025	0.008~0.051	0.022
糖尿病	1.510	0.574	6.915	4.525	0.305~3.484	0.009
肌酐	0.000	0.001	0.059	1.000	-0.003~0.003	0.808
镁	-5.773	2.038	8.024	0.003	-11.567~-1.872	0.005

2.4 ROC 曲线分析 用 ROC 曲线分析判断年龄、透析龄、糖尿病和镁对老年 MHD 患者冠脉钙化的诊断价值。结果显示, 年龄、透析龄、糖尿病和镁联合诊断冠脉钙化的曲线下面积为 0.850 (95%CI 0.767~0.934, $P < 0.01$), 灵敏度为 79.7%, 特异性为 80.6%, 阳性预测值为 87.9%, 阴性预测值为 69.0%。其中年龄、透析龄和镁的最佳截点值分别为 73.5 岁、55.5 月、1.015 mmol/L。见表 4、图 2。

表 4 各因子预测老年 MHD 患者冠脉钙化的 ROC 曲线分析

Table 4 ROC curve analysis of various factors predicting coronary artery calcification in elderly maintenance hemodialysis patients

变量	曲线下面积	95%CI	P
年龄	0.706	0.603~0.809	0.001
透析龄	0.622	0.511~0.732	0.044
糖尿病	0.617	0.504~0.730	0.053
镁 ⁻¹	0.737	0.637~0.836	<0.01
联合因子	0.850	0.767~0.934	<0.01

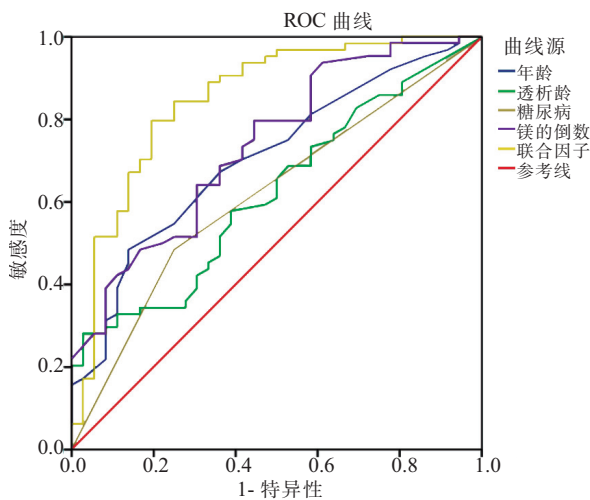


图 2 各因子预测老年 MHD 患者冠脉钙化的 ROC 曲线

Figure 2 ROC curve of various factors predicting coronary artery calcification in elderly maintenance hemodialysis patients

3 讨论

冠脉钙化的传统危险因素包括年龄、性别、种族、家族史、糖尿病、高血压、血脂异常、肥胖、吸烟等^[14], 透析患者还包括透析龄。本研究通过相关分析和回归分析, 在老年 MHD 患者中进一步证实, 年龄、透析龄和糖尿病仍是冠脉钙化的独立危险因素。然而, 既往备受关注的钙、磷和甲状旁腺激素等^[15-16] 指标, 并未在本研究中得到证实, 可能系上述指标为血液透析质量控制重点监控指标, 经过有效监管与干预, 本研究纳入分析患者的钙、磷和甲状旁腺激素的平均水平, 基本符合《指南》^[17] 要求; 且本研究人群为老年患者, 相应指标的影响可能被年龄、糖尿病等传统因素所削弱。此外, 本研究并未发现冠脉钙化组与非冠脉钙化组的血脂异常、肥胖和高血压患病率存在明显差异, 可能系本研究选择的研究对象为老年 MHD 患者, 其高血压患病率明显高于普通人群, 血脂异常主要表现为甘油三酯升高, 同时肥胖发生率相对较低^[18-19]。既往有研究指出, 残余肾功能是影响血管钙化的重要因素^[20]。近年来, 有研究^[21] 探讨腹膜透析患者冠脉钙化与肌肉密度变化的关系时发现肌肉退化亦与血管钙化相关, 而老年患者是肌少症的高危人群, 肾衰透析患者的肌少症风险明显增加^[22]。本研究在初步分析中发现血肌酐水平与冠脉钙化积分呈负相关, 而血肌酐水平受残余肾功能和肌肉含量的影响, 因此老年维持性透析患者残余肾功能和肌少症与冠脉钙化的相关关系或是值得深入挖掘的另一重要课题。

镁是维持人体健康的重要金属阳离子, 与慢性肾脏病 (Chronic kidney disease, CKD) 患者心血管疾病的发生发展具有密切相关性。在传统危险因素的基础上, 本研究发现低血镁水平亦是老年 MHD 患者冠脉钙化的独立危险因素。早在 1987 年 Meema 等^[23] 便首次提出高镁血症可能延缓终末期肾病患者的动脉钙化进展, 但后续关于 CKD 血管钙化危险因素的研究主要集中在钙磷代谢等领域, 对血镁的关注相对较少。近年来, 为了攻克血管钙化这一难题, 血镁的价值逐渐被重视。在低心血管疾病风险人群中, Lee 等^[7] 发现当校正传统危险因素、肾功能异常及钙磷代谢紊乱等后, 冠脉钙化 (CACs > 100) 和低血镁水平仍具有显著相关性; 在非透析 CKD 患者中, Sakaguchi 等^[8] 发现血镁水平与冠脉钙化密度 (钙化密度 = 总钙化积分 / 钙化面积) 呈负相关; 在腹膜透析患者中, Molnar 等^[9] 发现血镁水平患者与腹主动脉钙化积分呈负相关; 在 MHD 患者中, 亦有研究指出血镁水平与冠脉钙化和腹主动脉钙化呈负相关^[24-25], 且基线血镁水平越低者腹主动脉钙化的进展越显著^[10]。老

年 MHD 患者,由于饮食摄入减少、呕吐、腹泻、利尿剂的使用和透析清除等因素,低血镁水平的情况并不少见^[26]。本研究在既往研究的基础上,首次在老年 MHD 患者中证实血镁水平与冠脉钙化的相关关系,且 ROC 曲线分析显示年龄、透析龄和糖尿病对冠脉钙化的预测价值均弱于血镁水平,四者联合对冠脉钙化具有较好的预测价值。积极纠正低镁血症或将成为改善老年 MHD 患者冠脉钙化的重要策略,综合评估血镁水平、年龄、透析龄和糖尿病病史,或可用于老年 MHD 患者冠脉钙化的初筛策略。但本研究为单中心回顾性研究,观察指标有限,且样本量相对较小,人群代表性具有一定局限性。因此,尚需更大样本的前瞻性多中心临床研究加以证实。

4 结论与启示

冠脉钙化在老年 MHD 患者中具有较高的发生率,年龄、透析龄、糖尿病是冠脉钙化的独立危险因素,而镁是冠脉钙化的保护性因素,有望成为冠脉钙化防治的重要干预靶点。在积极钙磷管理的基础上,年龄、透析龄、糖尿病和血镁水平对老年 MHD 患者冠脉钙化具有较好的联合诊断价值,或可作为老年 MHD 患者冠脉钙化初筛的有效策略。

【参考文献】

[1] MUKAI H, DAI L, CHEN Z, *et al.* Inverse J-shaped relation between coronary arterial calcium density and mortality in advanced chronic kidney disease[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2020,35(7):1202-1211.

[2] NITTA K, OGAWA T. Vascular calcification in end-stage renal disease patients[J]. *Contrib Nephrol*, 2015,185:156-167.

[3] GREENLAND P, BLAHA M J, BUDOFF M J, *et al.* Coronary Calcium Score and Cardiovascular Risk[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018,72(4):434-447.

[4] AGATSTON A S, JANOWITZ W R, HILDNER F J, *et al.* Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1990,15(4):827-832.

[5] 陈洁,陈妙,应一樱,等. 冠状动脉钙化积分对于透析患者心血管事件发生风险的预测价值[J]. *中华全科医学*, 2019,17(11):1856-1859.

[6] 张丽娟,熊峰. 冠状动脉钙化的影像学评估及临床应用价值进展[J]. *心血管病学进展*, 2019,40(5):789-792.

[7] LEE S Y, HYUN Y Y, LEE K B, *et al.* Low serum magnesium is associated with coronary artery calcification in a Korean population at low risk for cardiovascular disease [J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2015,25(11):1056-1061.

[8] SAKAGUCHI Y, HAMANO T, NAKANO C, *et al.* Association between Density of Coronary Artery Calcification and Serum Magnesium Levels among Patients with Chronic Kidney Disease[J]. *PLoS One*, 2016,11(9):e0163673.

[9] MOLNAR A O, BIYANI M, HAMMOND I, *et al.* Lower serum magnesium is associated with vascular calcification in peri-

itoneal dialysis patients;a cross sectional study[J]. *BMC Nephrol*, 2017,18(1):129.

[10] OKAMOTO T, HATAKEYAMA S, HOSOGOE S, *et al.* Proton pump inhibitor as an independent factor of progression of abdominal aortic calcification in patients on maintenance hemodialysis[J]. *PLoS One*, 2018,13(7):e0199160.

[11] BUDOFF M J, YOUNG R, BURKE G, *et al.* Ten-year association of coronary artery calcium with atherosclerotic cardiovascular disease (ASCVD) events;the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA)[J]. *Eur Heart J*, 2018,39(25):2401-2408.

[12] 陈香美. 血液净化标准操作规程[M]. 北京:人民军医出版社, 2010.

[13] 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南 2018 年修订版[J]. *心脑血管病防治*, 2019,19(01):1-44.

[14] NICOLL R, ZHAO Y, IBRANHIMI P, *et al.* Diabetes and Hypertension Consistently Predict the Presence and Extent of Coronary Artery Calcification in Symptomatic Patients; A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Int J Mol Sci*, 2016,17(9):1481.

[15] 肖友文,潘红霞,鲍永强,等. 血液透析患者动静脉内瘘血管壁改变与钙磷代谢的相关性研究[J]. *西部医学*, 2017,29(2):226-229.

[16] 徐丽霞,崔燕海,冯仲林,等. 维持性血液透析患者冠状动脉钙化及其进展的危险因素[J]. *肾脏病与透析肾移植杂志*, 2017,26(5):408-413.

[17] 国家肾脏疾病临床医学研究中心. 中国慢性肾脏病矿物质和骨异常诊治指南概要[J]. *肾脏病与透析肾移植杂志*, 2019,28(1):52-57.

[18] 李玉连,甘华. 血液透析患者血脂异常与死亡风险的研究进展[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2020,21(3):259-261.

[19] 李颖,隋雪,安麒宇,等. 维持性透析患者蛋白能量消耗、低体质量和肥胖等营养状况研究[J]. *中国继续医学教育*, 2017,9(28):38-40.

[20] SHIN D H, LEE YK, OH J, *et al.* Vascular calcification and cardiac function according to residual renal function in patients on hemodialysis with urination[J]. *PLoS One*, 2017,12(9):e0185296.

[21] FONSECA L F, ARAÚJO A B, QUADROS KRDS, *et al.* AGEs accumulation is related to muscle degeneration and vascular calcification in peritoneal dialysis patients[J]. *J Bras Nefrol*, 2021,43(2):191-199.

[22] HARA H, NAKAMURA Y, HATANNO M, *et al.* Protein Energy Wasting and Sarcopenia in Dialysis Patients[J]. *Contrib Nephrol*, 2018,196:243-249.

[23] MEEMA H E, OREOPOULOS D G, RAPOPORT A. Serum magnesium level and arterial calcification in end-stage renal disease[J]. *Kidney Int*, 1987,32(3):388-394.

[24] 周自英,张颖,冯锦红,等. 维持性血液透析患者血清镁与腹主动脉钙化及矿物质代谢的关系[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2020,40(5):860-863.

[25] 孟庆庆,翟小琳,袁毅,等. 维持性血液透析患者镁代谢紊乱及冠状动脉钙化的相关影响因素研究[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2019,20(7):623-625.

[26] 喻梦,张燕林. 透析患者低镁血症研究进展[J]. *中华全科医学*, 2020,18(4):651-653,697.

(收稿日期:2021-07-08;修回日期:2022-02-10;编辑:王小菊)