

非透析慢性肾衰竭患者发生心功能不全危险因素分析

蒋 慧 丁国华

摘 要 **目的** 探讨非透析慢性肾衰竭(CRF)患者发生心功能不全(HF)的危险因素,为防治心功能不全的发生提供诊疗思路。**方法** 回顾性分析武汉大学人民医院2015年1月~2017年1月住院且临床资料完整的慢性肾衰竭(CKD4~5期)患者289例,依据是否发生心功能不全分为两组:肾衰竭合并心力衰竭组(CRS组)和单纯肾衰竭组(对照组)。收集患者一般资料及相关辅助检查资料及实验室检验指标,采用多因素Logistic回归分析慢性肾衰竭患者发生心功能不全的相关高危因素。**结果** 单因素分析显示,糖尿病、血压、贫血程度、心肌损伤、白蛋白、肾功能、心肌肥厚、心包积液程度在两组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示,糖尿病($OR = 2.308, P = 0.002$)、高血压($OR = 2.464, P = 0.000$)、肌酶升高($OR = 3.065, P = 0.000$)、低白蛋白($OR = 0.845, P = 0.000$)、低血钙($OR = 0.062, P = 0.000$)、高血磷($OR = 2.868, P = 0.004$)是发生心功能不全的危险因素。**结论** 糖尿病、高血压、心肌损伤、低白蛋白、钙磷失衡是慢性肾衰竭患者发生心功能不全的危险因素。重视这些因素的把控对防治心功能不全具有重要意义。

关键词 慢性肾衰竭 心功能不全 危险因素

中图分类号 R5

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2018.03.008

Analysis of Risk Factors for Heart Failure in Patients with Non-dialysis Chronic Renal Failure. Jiang Hui, Ding Guohua. Department of Nephrology, Renmin Hospital of Wuhan University, Hubei 430060, China

Abstract **Objective** To investigate the risk factors of heart failure in patients with non-dialysis chronic renal failure, to provide a reference for the prevention and treatment of heart failure. **Methods** A total of 289 patients in Renmin Hospital of Wuhan University from January 2015 to January 2017 were enrolled in this retrospective study. They were divided into two groups according to the occurrence of heart failure. General information, relevant auxiliary examination and laboratory tests were collected to analyze. Multivariate Logistic regression was used to analyze the risk factors of heart failure in patients with chronic renal failure. **Results** Univariate analysis showed that diabetes, blood pressure, anemia, myocardial damage, albumin, renal function, myocardial hypertrophy, pericardial effusion in the two groups were statistically significant ($P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that diabetes ($OR = 2.308, P = 0.002$), hypertension ($OR = 2.464, P = 0.000$), elevated creatine kinase ($OR = 3.065, P = 0.000$), hypoalbuminaemia ($OR = 0.845, P = 0.000$), hypocalcemia ($OR = 0.062, P = 0.000$), hyperphosphatemia ($OR = 2.868, P = 0.000$) were independently associated with heart failure in patients of chronic renal failure. **Conclusion** Diabetes mellitus, hypertension, myocardial injury, low albumin, imbalance of calcium-phosphorus metabolism are risk factors for heart failure. Paying attention to these factors is of great significance to the prevention and treatment of heart failure.

Key words Chronic renal failure; Heart failure; Risk factors

近年来全球慢性肾脏病(CKD)发生率逐年攀升,2012年我国流行病学研究发现,我国成年人群中慢性肾脏病的发生率高达10.8%,约累及1.2亿人次^[1]。它已经成为继心脑血管疾病、肿瘤、糖尿病等疾病后又一威胁人类健康的全球性公共卫生问题。肾脏疾病起病隐匿,且随着慢性肾脏疾病的进展,肾脏排泄及代谢功能下降,代谢产物及各类毒素蓄积,

机体各系统功能将出现紊乱,其中,心血管系统的表现尤为突出。心脏和肾脏作为人体两大重要的器官发挥着重要的生理功能,它们通过神经、体液调节相互关联,互相影响。心脏和肾脏中一个器官功能不全将会导致另一个器官严重而持久的功能损害。2008年在意大利举行世界肾脏学会上 Ronco 等^[2]提出将这种相互影响定义而产生的临床表现称为心肾综合征(CRS),并将其按照疾病的原发器官及起病急缓分为5个亚型。其中由慢性肾脏疾病引起的心功能降低、左心室肥厚、舒张功能不全,和(或)不良心血管事件风险增加归为IV型。临床上笔者观察到慢性肾

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81570617)

作者单位:430060 武汉大学人民医院

通讯作者:丁国华,电子信箱:ghxding@gmail.com

衰竭患者发生心功能不全事件广泛存在,不仅增加了医疗难度和医疗经费,也极大的影响了患者的生存质量和预后,本研究回顾性分析了慢性肾衰竭患者住院期间发生心功能不全的危险因素,为及早进行临床干预提供思路,预防和减少该事件的发生。

资料与方法

1. 研究对象:选择 2015 年 1 月~2017 年 1 月就诊于武汉大学人民医院肾内科且住院资料完整的年龄在 18~80 岁的慢性肾衰竭患者 289 例。(1)诊断标准:慢性肾脏病:据美国肾脏基金会(K/DOQI)制定的指南,按肾小球滤过率(GFR)分为 5 期。本研究中慢性肾衰竭主要指 CKD4~5 期,即 $GFR < 30\text{ml}/(\text{min} \cdot 1.73\text{m}^2)$ 。心功能不全:据 Framingham 诊断标准^[3]:主要标准:端坐呼吸、夜间阵发性夜间呼吸困难、颈静脉压升高、肝颈静脉反流征、第三心音(奔马律)、心脏扩大等;次要标准:踝部水肿、夜间咳嗽、劳力性呼吸困难、肝脏大、胸腔积液、心动过速(心率 > 120 次/分);符合 2 项主要标准,或符合 1 项主要标准及两项次要标准者可诊断。心功能分级:据纽约心脏病协会(NYHA)分级标准^[4],本研究主要纳入 NYHA II~IV 级。心包积液分级标准:依据超声诊断将心包积液厚度分为少量、中量、大量。其中,少量指左心室后壁心包腔内出现 $\leq 5\text{mm}$ 的液性暗区,而右心室前壁无液性暗区;中量为右心室前壁心包腔内出现 $5 \sim 10\text{mm}$ 液性暗区,左心室前壁心包腔液性暗区厚达 $10 \sim 20\text{mm}$;大量心包积液指右心室前壁心包腔内液性暗区厚度 $> 15\text{mm}$,左心室后壁心包腔液性暗区 $> 20\text{mm}$ ^[5]。(2)排除标准:①年龄 < 18 岁或 > 80 岁;②住院时间 $< 24\text{h}$ 或住院资料不完整者;③有原发性心脏疾病史如:先天性心脏病、心脏瓣膜病、心律失常如心房颤动、心肌疾病、冠状动脉粥样硬化性心脏病、心肌梗死等;④有血液疾病及恶性肿瘤疾病史;⑤进入血液透析者。分组标准:依据符合入选条件的慢性肾衰竭患者是否合并心功能不全将其分为两组:肾衰竭合并心力衰竭组(CRS 组)和单纯肾衰竭组(对照组)。

2. 研究方法:收集入组患者一般临床资料及实验室和辅助检查结果。临床资料的收集包括患者年龄、性别、基础疾病、入院时血压等;记录患者住院期间实验室检测指标,包括白细胞、血红蛋白、红细胞宽度、肌酐、尿酸、肌酐清除率、血胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白等;辅助检查主要为心脏彩超。

3. 统计学方法:采用 SPSS 22.0 统计学软件对数

据进行统计分析。计量资料符合正态分布者均采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验;计数资料以百分率表示,采用 χ^2 检验分析;非正态分布者采用中位数(四分位数间距)表示,组间比较采用非参数检验;两变量相关性采用 Pearson 相关分析。多因素分析采用 Logistic 回归分析方法,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 基本资料:本次研究共纳入 289 例患者,其中男性 171 例(59.2%),女性 118 例(40.8%),患者平均年龄 56.93 ± 15.00 岁,两组间性别及年龄比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。入选研究者中原发疾病为慢性肾炎的有 140 例(48.4%);59 例(20.4%)为糖尿病肾病;9 例(3.1%)为多囊肾病;58 例(20.1%)为高血压肾病;5 例(1.7%)为 ANCA 相关性血管炎;3 例 IgA 肾病(1%);2 例(0.7%)狼疮性肾炎;4 例(1.4%)梗阻性肾病;9 例(3.1%)痛风性肾病。其中有糖尿病史以及原发疾病为糖尿病肾病在两组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。原发疾病为多囊肾病的患者在两组中差异也有统计学意义($P = 0.040$),然而由于纳入研究者多囊肾病患者数量整体偏少,尚需进一步研究证实。同时,心功能不全组患者血压异常者明显多于对照组,尤其是高血压 3 级患者,详见表 1。

表 1 患者基本资料及病史比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

一般资料	对照组	CRS 组	P
性别(男性/女性)	76/49	95/69	0.622
年龄(岁)	55.68 ± 14.08	57.88 ± 15.64	0.113
原发疾病			
慢性肾炎	65(29.8)	75(45.73)	0.076
糖尿病肾病	13(6.00)	46(28.05)	0.000
多囊肾	8(3.70)	1(0.61)	0.004
高血压肾病	27(12.40)	31(18.90)	0.571
ANCA 相关血管炎	1(0.50)	4(2.44)	0.309
IgA 肾病	1(0.50)	2(1.22)	0.753
狼疮性肾炎	2(0.90)	0(0)	0.097
梗阻性肾病	3(1.40)	1(0.61)	0.085
痛风性肾病	5(2.30)	4(2.44)	0.412
糖尿病史	25(20.00)	60(36.59)	0.002
NYHA 分级			
II 级	0(0)	21(12.80)	
III 级	0(0)	55(33.50)	
IV 级	0(0)	88(53.70)	
血压			
正常	46(36.80)	32(19.51)	0.001
1 级	30(24.00)	29(17.68)	0.187
2 级	29(23.20)	42(25.61)	0.637
3 级	20(16.00)	61(37.20)	0.000

2. 两组间实验室检查及心脏彩超的分析:依据符合入选条件的慢性肾衰竭患者是否合并心功能不全将其分为两组:肾衰竭合并心力衰竭组(CRS 组)和单纯肾衰竭组(对照组)。对两者的实验室检查项目及心脏彩超进行单因素分析发现,两组在血红蛋白、中性粒细胞百分率、红细胞分布宽度、超敏 C 反应蛋白、NT - proBNP、肌酸激酶、白蛋白、肌酐清除率、血磷、甲状旁腺激素及左心房内径、左心室舒张末容积、

室间隔厚度及射血分数上均有明显差异。其中,心力衰竭组肾功能明显低于较对照组,且 *Pearson* 相关分析提示随着肾功能下降,心力衰竭的程度也呈现上升趋势。两组患者心包积液总体比较差异有统计学意义($P < 0.05$),但患者心包积液程度比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。此外,两组在白细胞、血小板计数、血尿酸、空腹血糖、血脂比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)(表 2)。

表 2 两组患者临床资料比较

项目	对照组	CRS 组	<i>P</i>
WBC($\times 10^9$ 个/升)	6.90 $\pm$ 3.16	7.00 $\pm$ 3.01	0.774
RBC($\times 10^{12}$ 个/升)	2.98 $\pm$ 0.65	2.62 $\pm$ 0.72	0.000
Hb(g/L)	88.18 $\pm$ 20.72	75.39 $\pm$ 19.35	0.000
HCT(%)	27.22 $\pm$ 5.77	24.82 $\pm$ 17.05	0.132
Neu(%)	69.24 $\pm$ 10.66	75.17 $\pm$ 10.25	0.000
RDWCV	0.135 $\pm$ 0.01	0.146 $\pm$ 0.02	0.000
PLT($\times 10^9$ 个/升)	187.93 $\pm$ 65.56	173.62 $\pm$ 77.44	0.098
hs - CRP[mg/L,中位数(四分位数间距)]	1.62(6.86)	5.84(31.31)	0.000
NT - ProBNP[pg/ml,中位数(四分位数间距)]	1032.00(1462.00)	16939.00(30260.25)	0.000
CKMB(ng/ml)	1.33 $\pm$ 1.12	4.27 $\pm$ 3.51	0.000
ALB(g/L)	36.44 $\pm$ 4.64	33.06 $\pm$ 4.36	0.000
Cr[μ mol/L,中位数(四分位数间距)]	538.00(401.50)	701.00(508.95)	0.000
Ccr[ml/(min $\cdot$ 1.73m ²),中位数(四分位数间距)]	13.00(11.20)	7.70(4.50)	0.013
UA(μ mol/L)	508.44 $\pm$ 138.31	529.76 $\pm$ 135.39	0.190
Ca(mmol/L)	2.08 $\pm$ 0.22	1.92 $\pm$ 0.27	0.021
IP(mmol/L)	1.67 $\pm$ 0.46	1.97 $\pm$ 0.62	0.000
TCO ₂ (mmol/L)	20.73 $\pm$ 5.20	18.63 $\pm$ 5.04	0.001
PTH[pg/ml,中位数(四分位数间距)]	186.00(202.00)	408.65(254.18)	0.000
GLU[mmol/L,中位数(四分位数间距)]	5.10(1.71)	5.27(1.59)	0.176
TCh(mmol/L)	4.17 $\pm$ 1.17	4.16 $\pm$ 1.08	0.943
TG(mmol/L)	1.53 $\pm$ 0.67	1.65 $\pm$ 0.89	0.171
LDL(mmol/L)	2.04 $\pm$ 0.81	2.11 $\pm$ 0.76	0.499
LAD(mm)	35.38 $\pm$ 5.30	39.13 $\pm$ 5.73	0.000
LVDD[mm,中位数(四分位数间距)]	48.00(6.00)	51.00(7.00)	0.000
LVPWD[mm,中位数(四分位数间距)]	10.00(2.00)	11.00(2.00)	0.001
LVEF[% ,中位数(四分位数间距)]	60.00(0.00)	60.00(4.00)	0.014
心包积液(<i>n</i>)			
无	90	87	0.001
少量	29	55	0.055
中量	6	21	0.021
大量	0	1	0.384

3. *Logistic* 回归分析:在回归方程中,以慢性肾衰竭患者是否发生心功能不全为因变量,将上述单因素分析差异有统计学意义的变量如红细胞、血红蛋白、红细胞分布宽度、超敏 C 反应蛋白等作为协

变量进行多因素 *Logistic* 回归分析。糖尿病病史、高血压 3 级、贫血、肌酸激酶增高、低白蛋白、肾功能下降、低血钙、高血磷、酸中毒和左心室肥厚是慢性肾衰竭患者发生心功能不全的危险因素(表 3)。

表 3 心功能不全的多因素 Logistic 分析

项目	<i>B</i>	<i>SE</i>	显著性	<i>Exp(B)</i>	95% <i>EXP(B)</i>
糖尿病史	0.836	0.276	0.002	2.308	1.343 ~ 3.965
高血压 3 级	0.902	0.244	0.000	2.464	1.528 ~ 3.974
CKMB	1.120	0.146	0.000	3.065	2.303 ~ 4.079
ALB	-0.168	0.030	0.000	0.845	0.797 ~ 0.896
Ccr	-0.128	0.021	0.000	0.880	0.844 ~ 0.916
Ca	-2.787	0.597	0.000	0.062	0.019 ~ 0.199
IP	1.054	0.249	0.004	2.868	1.760 ~ 4.674
LAD	0.154	0.026	0.000	1.166	1.108 ~ 1.228

讨 论

心血管疾病(CVD)是慢性肾脏病患者主要并发症及最主要的致死因素之一。慢性肾脏病群体中发生心血管疾病的发生率高达 63%,而非肾病人群发生心血管疾病的概率仅为 5.8%^[6]。在诸多心血管并发症中,心功能不全的发生率位居首位,且其发生率随着肾功能的降低愈发显著^[7]。Mishra 等在对 3093 例无心功能不全病史的慢性肾脏病患者进行为期 1 年的随访中发现慢性肾脏病患者中普遍存在心功能不全症状(如呼吸困难、疲乏、水肿等),且这些症状的存在与之后短期内因心衰住院密切相关^[8]。众所周知终末期肾病患者的难治性心衰是肾脏替代治疗的指征,心功能不全的发生既加速了慢性肾衰竭患者进入血液透析的步伐,也是患者预后不良的幕后推手。因而了解慢性肾衰竭患者发生心功能不全的危险因素具有重要的临床意义。

糖尿病是全球范围内常见的慢性代谢疾病,据统计 2011 年全球约有 3.6 亿糖尿病患者,据推测到 2030 年该人数将攀升至 5.52 亿^[9]。近年来糖尿病肾病在慢性肾脏病中比例已逐年升高,高于慢性肾小球肾炎^[10]。糖代谢异常及血糖控制不佳与心血管疾病的发生关系密切,心血管疾病也是糖尿病患者致残致死的主要原因。本研究发现在纳入研究的心力衰竭组患者里合并糖尿病的人数较对照组明显增多差异有统计学意义。Logistic 回归分析提示在糖尿病史是慢性肾脏疾病发生心功能不全的独立危险因素。这与 Drechsler 等^[11]研究结论一致,在合并糖尿病的慢性肾衰竭患者中,血糖控制不佳与心血管事件密切相关,且增加因心力衰竭而猝死的风险。因而,针对糖尿病病史的患者,减少心功能不全事件的发生,血糖控制至关重要。

同糖尿病一样,高血压也是心血管疾病的传统危险因素,研究发现,慢性肾衰竭患者平均动脉压每增加 10mmHg(1mmHg = 0.133kPa),左心室肥厚、新发

心力衰竭和缺血性心脏病的发生风险将分别增加 48%、44%、39%^[12]。在慢性肾脏病患者中,因容量负荷的增加、RAS 系统激活、交感神经系统兴奋、舒血管因子(如一氧化氮)缺乏等作用下,血压的控制显的非常棘手。据 Cai 等^[13]研究发现,在我国老年慢性肾脏病患者中血压控制达到 140/90mmHg 的仅占 29.6%,而仅 12.1% 的患者能达到 130/80mmHg。本研究显示,发生心功能不全组患者中有 19.5% 血压在 130/80mmHg 之内,对照组为 36.8%,两者比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。以入院收缩压是否 $> 180\text{mmHg}$ 为协变量,纳入回归方程,结果提示,收缩压大于 180mmHg 是发生心功能不全的危险因素。

肌酸激酶同工酶(CKMB)作为心肌损伤的标志物,近年来已经广泛用于评价各类心血管疾病,如心肌梗死、心肌炎症。CKMB 的应用在慢性心功能不全中似乎并未受到重视,但慢性肾衰竭患者受到尿毒症毒素、容量负荷、氧化应激、炎性因子等因素的影响,在出现心脏功能改变之前心肌损伤持续存在。本研究发现高水平的 CKMB 是慢性肾衰竭患者发生心功能不全的危险因素。提醒面对此类患者,应当更加积极的控制容量、加强毒素清除、减轻全身炎症反应等措施。

白蛋白是血浆中最为丰富的决定血浆胶体渗透压的蛋白质。低白蛋白血症与肝肾功能损伤、心血管疾病、亚临床的系统炎症、血管内皮损伤等多种疾病状态相关^[14]。本研究发现,低白蛋白水平在慢性肾衰竭患者中普遍存在,其中心功能不全组患者白蛋白较对照组更低,差异具有统计学意义,这与肝脏淤血致白蛋白合成减少、低营养状态、炎症反应和尿蛋白等因素相关。低白蛋白是发生心功能不全的危险因素,也是慢性肾衰竭合并心功能不全患者预后不良的预测因子。重视对慢性肾衰竭患者低蛋白状态的纠正有助于改善患者预后。

钙磷失衡与骨代谢异常是慢性肾脏疾病的常见并发症之一。本研究中,低血钙和高血磷是发生心功能不全的危险因素。这与其他研究结论一致,高磷血症与心血管事件不良预后密切相关,其机制可能与血管平滑细胞在磷酸盐的刺激下发生表型转化,收缩性能降低,更易发生钙化^[15,16]。在中度肾功能不全的患者中,研究者发现即使是在正常范围中,随着血磷的升高,冠状动脉、胸主动脉、二尖瓣钙化水平明显增高,差异有统计学意义^[16]。血磷的升高刺激了甲状

旁腺激素分泌、抑制维生素 D 的活化,这些因素共同影响了心血管系统的不良预后。

综上所述,本研究结果显示在未进入透析的慢性肾衰竭患者中糖尿病史、3 级高血压、肌酸激酶、低白蛋白、钙磷失衡是发生心功能不全的危险因素。在临床工作中,重视这些相关因素的把控,将有助于减少心血管不良事件的发生,改善患者预后。但是,本研究为小样本单中心回顾性研究,更多潜在危险因素仍有待于开展大规模多中心的临床研究进一步证实。

参考文献

- 1 Zhang L, Wang F, Wang L, *et al.* Prevalence of chronic kidney disease in China: a cross - sectional survey [J]. *Lancet*, 2012, 379 (9818): 815 - 822
- 2 Ronco C, Haapio M, House AA, *et al.* Cardiorenal syndrome [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2008, 52 (19): 1527 - 1539
- 3 McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, *et al.* ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of ESC [J]. *Eur J Heart Fail*, 2012, 14 (8): 803 - 869
- 4 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2014 [J]. *中华心血管病杂志*, 2014, 42 (2): 98 - 122
- 5 徐晓文, 丁萍, 王文统, 等. 心包积液的超声显像研究 [J]. *中国超声医学杂志*, 2007, 23 (10): 771 - 773
- 6 Segall L, Nistor I, Covic A, *et al.* Heart failure in patients with chronic kidney disease: a systematic integrative review [J]. *Biomed Res Int*, 2014, 2014: 937398
- 7 Wang AY, Sanderson JE. Current perspectives on diagnosis of heart failure in long - term dialysis patients [J]. *Am J Kidney Dis*, 2011, 57

(2): 308 - 319

- 8 Mishra RK, Yang W, Roy J, *et al.* Kansas city cardiomyopathy questionnaire score is associated with incident heart failure hospitalization in patients with chronic kidney disease without previously diagnosed heart Failure: chronic renal insufficiency cohort study [J]. *Circ Heart Fail*, 2015, 8 (4): 702 - 708
- 9 Whiting DR, Guariguata L, Weil C, *et al.* IDF diabetes atlas: global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030 [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2011, 94 (3): 311 - 321
- 10 Zhang L, Long J, Jiang W, *et al.* Trends in chronic kidney disease in China [J]. *N Engl J Med*, 2016, 375 (9): 905 - 906
- 11 Drechsler C, Krane V, Ritz E, *et al.* Glycemic control and cardiovascular events in diabetic hemodialysis patients [J]. *Circulation*, 2009, 120 (24): 2421 - 2428
- 12 孙世仁. 浅谈慢性肾脏病患者血压管理的策略 [J]. *肾脏病与透析肾移植杂志*, 2015, 4: 358 - 359
- 13 Cai G, Zheng Y, Sun X, *et al.* Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in elderly adults with chronic kidney disease: results from the survey of prevalence, awareness and treatment rates in chronic kidney disease patients with hypertension in China [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2013, 61 (12): 2160 - 2167
- 14 Fanali G, di Masi A, Trezza V, *et al.* Human serum albumin: from bench to bedside [J]. *Mol Aspects Med*, 2012, 33 (3): 209 - 290
- 15 McGovern AP, de Lusignan S, van Vlymen J, *et al.* Serum phosphate as a risk factor for cardiovascular events in people with and without chronic kidney disease: a large community based cohort study [J]. *PLoS One*, 2013, 108 (9): e74996
- 16 Selamet U, Tighiouart H, Sarnak MJ, *et al.* Relationship of dietary phosphate intake with risk of end - staged renal disease and mortality in chronic kidney disease stages 3 - 5: The Modification of Diet in Renal Disease Study [J]. *Kidney Int*, 2016, 89 (1): 176 - 184

(收稿日期: 2017 - 03 - 28)

(修回日期: 2017 - 04 - 21)

颈动脉窦压力感受器电刺激对犬慢性心力衰竭的影响

曹 权 张逸杰 戴明彦 谭团团 罗 强 王 静 余 巧 包明威

摘 要 目的 研究颈动脉窦压力感受器电刺激(carotid baroreceptor stimulation, CBS)对右心室快速起搏诱导的犬慢性心力衰竭(以下简称心衰)的影响。**方法** 1 岁龄的雄性比格犬 30 只,随机分为对照组(Con)、慢性心衰组(CHF)及慢性心衰伴 CBS 组(CHF - CBS)。每只犬均同时置入心脏起搏器和 CBS 刺激仪,采用右心室快速起搏法制作慢性心衰模型,通过刺激仪进行 CBS 干预。按不同分组方案分别给予起搏和(或)电刺激,持续 6 周后,行心脏超声检测心功能,经颈静脉采血检测 BNP 含量,

基金项目:国家自然科学基金资助项目面上项目(81570460、81500654、81170767、81571376);国家自然科学基金青年基金资助项目(81500668);湖北省卫生计生科研基金资助项目(WJ2017Z003)

作者单位:430060 武汉大学人民医院心内科、武汉大学心血管病研究所、心血管病湖北省重点实验室

通讯作者:包明威,主任医师,副教授,硕士生导师,电子信箱:mbao@whu.edu.cn