

不同左室射血分数水平与心力衰竭人群肾功能障碍的关联性研究

王 巍^{1,2}, 王爱田³, 李雪松², 高景利^{3*}

¹华北理工大学研究生学院, 河北 唐山

²唐山市工人医院重症医学二科, 河北 唐山

³开滦总医院重症医学科, 河北 唐山

收稿日期: 2025年1月27日; 录用日期: 2025年2月21日; 发布日期: 2025年2月28日

摘 要

目的: 探讨不同左室射血分数(LVEF)水平与心力衰竭人群肾功能障碍的关联。方法: 以2006年至2018年期间参与开滦集团健康体检并于2020年12月31日前首次确诊心力衰竭的个体为研究对象, 按照LVEF < 40%、40% ≤ LVEF < 50%、LVEF ≥ 50%进行分组, 作为自变量, 以是否存在肾功能损害为因变量, 构建二元Logistic回归模型, 计算比值比(OR)及其95%置信区间(CI)。同时, 按年龄、性别及肥胖进行亚组分析。此外, 通过分别排除高血压、糖尿病、心肌梗死病史及既往CKD患者, 开展敏感性分析以验证结果的稳健性。结果: 本研究共纳入3272名研究对象, 其中男性2837人(86.7%), 平均年龄为(68.01 ± 10.99岁)。Logistic回归分析结果显示, 以LVEF ≥ 50%为参照组, 不同LVEF水平对肾功能障碍的影响分别为: 40% ≤ LVEF < 50%组OR = 1.73 (1.31~2.29), LVEF < 40%组OR = 2.42 (1.72~3.41)。亚组分析表明, 除女性组未见统计学差异外, 其余亚组结果与总体分析一致。结论: 随着LVEF逐渐下降, 心衰人群肾功能障碍风险逐渐增高。

关键词

心力衰竭, 左室射血分数, 肾功能障碍

Study on the Association between Different Levels of Left Ventricular Ejection Fraction and Renal Dysfunction in Patients with Heart Failure

Wei Wang^{1,2}, Aitian Wang³, Xuesong Li², Jingli Gao^{3*}

¹Graduate School, North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei

*通讯作者。

文章引用: 王巍, 王爱田, 李雪松, 高景利. 不同左室射血分数水平与心力衰竭人群肾功能障碍的关联性研究[J]. 临床医学进展, 2025, 15(2): 1646-1653. DOI: 10.12677/acm.2025.152521

²The Second Department of Critical Care Medicine, Tangshan Workers' Hospital, Tangshan Hebei

³Department of Intensive Medicine, Kailuan General Hospital, Tangshan Hebei

Received: Jan. 27th, 2025; accepted: Feb. 21st, 2025; published: Feb. 28th, 2025

Abstract

Objective: To investigate the association between different levels of left ventricular ejection fraction (LVEF) and renal dysfunction in patients with heart failure. **Methods:** Individuals who participated in the Kailuan Group health examinations between 2006 and 2018 and were first diagnosed with heart failure by December 31, 2020, were included as the study population. Participants were categorized into three groups based on LVEF levels: LVEF < 40%, 40% ≤ LVEF < 50%, and LVEF ≥ 50%. LVEF was used as the independent variable, and the presence of renal dysfunction was used as the dependent variable. A binary logistic regression model was constructed to calculate odds ratios (ORs) and their 95% confidence intervals (CIs). Subgroup analyses were performed according to age, sex, and obesity. Additionally, sensitivity analyses were conducted by excluding individuals with a history of hypertension, diabetes, myocardial infarction, or pre-existing chronic kidney disease (CKD) to verify the robustness of the results. **Results:** A total of 3272 participants were included in this study, of whom 2837 (86.7%) were male, with a mean age of 68.01 ± 10.99 years. Logistic regression analysis showed that, compared with the reference group (LVEF ≥ 50%), the odds ratios (ORs) for renal dysfunction were 1.73 (95% CI: 1.31~2.29) in the 40% ≤ LVEF < 50% group and 2.42 (95% CI: 1.72~3.41) in the LVEF < 40% group. Subgroup analysis revealed that, except for the female subgroup, which showed no statistically significant difference, the results were consistent with the overall analysis across all other subgroups. **Conclusion:** The risk of renal dysfunction increases progressively with the decline in LVEF among patients with heart failure.

Keywords

Heart Failure, Left Ventricular Ejection Fraction, Renal Dysfunction

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

心衰是各种心血管疾病的终末阶段，五分之一的人终生中受其影响，2017 年全球患病人数超过 6430 万人[1]，估计 2022 我国心力衰竭现患人数高达 890 万[2]。尽管其诊疗手段及措施不断进步，但其死亡率仍居高不下，心衰患者五年生存率不足 50% [3] [4]。心衰不仅是各种心血管疾病的终末阶段，并且与肾功能密切相关[5]。心肾综合征作为一种常见的临床综合征，涉及高达半数心衰患者[6]，心肾功能同时降低进一步增加了病死率与疾病负担[7]。

心脏功能与肾功能相互依赖，其中心功能下降作为心衰最直接表现，可导致肾脏血流灌注下降，甚至导致肾小管缺氧坏死[8]。一项来自中国台湾研究数据显示，肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)下降与左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF) < 50%显著相关[9]。实际临床工作中依据 LVEF 将心力衰竭的诊断分为射血分数降低型(HFrEF, LVEF < 40%)、射血分数中间型(HFmrEF, LVEF 40%~49%)及射血分数保留型(HFpEF, LVEF ≥ 50%)三种类型[10]。关于心力衰竭人群中 LVEF 三分

类与肾功能障碍[eGFR < 60 ml/(min·1.73 m²)]之间关联性的研究仍有限。故本研究依托开滦研究数据,旨在探究心力衰竭患者 LVEF 与肾功能障碍是否具有相关性。

2. 材料与方法

2.1. 研究对象

2006~2007 年由开滦集团所属的开滦总医院及其附属共 11 家医院对开滦集团在职及退休员工完成第一次体检,之后每两年随访一次。同时每年对包括心衰在内的心脑血管事件进行随访。此研究以心衰患者为观察对象,所有观察对象均签署知情同意书。本研究遵照赫尔辛基宣言,该研究已经通过开滦(集团)有限责任公司医院医学伦理委员会审批([2006]医伦字 5 号)。

2.2. 纳入和排除标准

纳入标准:(1) 参加 2006~2018 年度开滦集团健康体检者;(2) 截止至 2020 年 12 月 31 日首次诊断心力衰竭者;(3) 同意参加本研究并签署知情同意书者。排除标准:(1) 排除首次发现心衰时肌酐、LVEF 缺失的参与者;(2) 排除首次诊断心衰时存在恶性肿瘤者(图 1)。

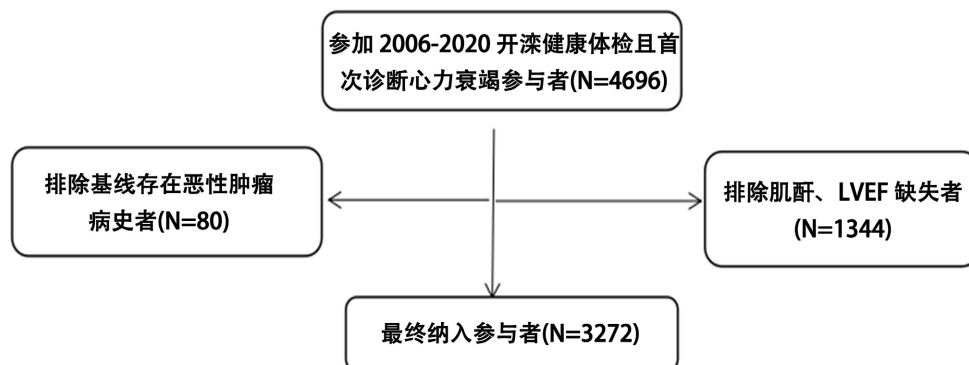


Figure 1. The flowchart of inclusion and exclusion criteria
图 1. 纳入排除标准流程图

2.3. 临床资料收集

通过检索市医保中心与出院记录等方式,统计上述研究对象首次诊断心力衰竭事件,收集其在开滦集团所属的开滦总医院及其附属共 11 家医院,唐山市工人医院、华北理工大学附属医院、唐山市人民医院、唐山中心医院、唐山南湖医院等医疗单位住院信息,所有诊断均由专业医师根据住院病历进行确认。其中如存在人口学资料、个人习惯、人体测量学指标、个人史及服药史等数据缺失,应用发生心衰前体检资料填补,详细描述见本课题组已发表的文章[11]。

2.4. 相关定义

心衰的诊断标准:根据《中国心力衰竭诊断和治疗指南(2018)》[12],通过查阅医疗记录明确:(1) 有心力衰竭症状,表现为呼吸困难、乏力及液体潴留,出院诊断中明确 NYHA 心功能分级 II、III、IV 级;(2) LVEF ≤ 50%;(3) 血浆 N 末端 B 型利钠肽原(NT-proBNP)水平升高:50 岁以下的患者 NT-proBNP 水平 > 450 ng/L,50 岁以上 > 900 ng/L,75 岁以上应 > 1800 ng/L,肾功能不全(eGFR < 60 ml/min)时 NT-proBNP 水平应 > 1200 ng/L。心力衰竭的诊断必须包含条件 1 以及条件 2、3 中的至少 1 个。LVEF:经胸超声心动检查,采用 M 型超声测量舒张末期容积(EDV)和收缩末期容积(ESV),经公式 LVEF = (EDV

- ESV)/EDV $\times$ 100%计算[13]。eGFR 是根据慢性肾脏病流行病学合作组织的肌酐方程计算的[14]。肾功能障碍定义为 eGFR < 60 ml/(min $\cdot$ 1.73 m 2)。慢性肾脏疾病(chronic kidney disease, CKD): 根据 2002 年美国国家肾脏基金会制定的 K/DOQI (kidney disease outcome quality initiative)指南标准, 定义为 eGFR < 60 ml/(min $\cdot$ 1.73 m 2)和(或)尿蛋白阳性者[15]。高血压: 收缩压 ≥ 140 mmHg 或舒张压 ≥ 90 mmHg 及正在使用降压药或有高血压史[16]。糖尿病: FBG ≥ 7.0 mmol/L 和(或)FBG < 7.0 mmol/L, 及正在使用降糖药或有糖尿病史[17]。身体质量指数(Body Mass Index, BMI) = 体重/身高 2 (kg/m 2) [18]。

2.5. 统计学方法

采用 SAS9.4 (sas Institute, Cary, North Carolina)统计学软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料采用均值 $\pm$ 标准差表示, 组间比较采用方差分析。非正态分布的计量资料采用中位数(P $_{25}$ ~P $_{75}$), 组间比较采用非参数秩和检验(kruskal-wallis)。计数资料用频数和百分比表示, 组间比较采用 χ^2 检验。首先, 以 LVEF $< 40\%$ 、 $40\% \leq$ LVEF $< 50\%$ 、LVEF $\geq 50\%$ 分组作为自变量, 以是否存在肾功能障碍作为因变量, 构建二元 Logistic 回归模型, 计算得出比值比(OR)和 95%置信区间(CI)。模型 1 校正年龄、性别。模型 2 在模型 1 基础上校正基线高等教育程度、体育锻炼、吸烟、饮酒、体重指数、甘油三酯、低密度脂蛋白、高密度脂蛋白、糖尿病、高血压。模型 3 在模型 2 的基础上校正降压药、降糖药、降脂药服药情况。按年龄、性别、肥胖亚组后重复进行回归分析。为了验证模型的稳定性, 分别排除高血压患者、糖尿病患者、心肌梗死病史者、既往 CKD 患者进行了敏感性分析。采用双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 研究对象基线资料比较

2006~2020 年参加开滦集团健康体检且至 2020 年 12 月 31 日首次诊断心力衰竭者 4696 例, 排除肌酐、LVEF 缺失者 1344 例, 排除基线存在恶性肿瘤病史者 80 例, 最终纳入统计学分析研究对象 3272 人。其中男性 2837 人(86.7%), 平均年龄(68.01 ± 10.99 岁)。根据 LVEF 分为三组, 其中 LVEF $< 40\%$ 组 254 例, $40\% \leq$ LVEF $< 50\%$ 组 400 例, LVEF $\geq 50\%$ 组 2618 例, 三组间比较年龄、性别、BMI、收缩压、甘油三酯、血红蛋白、肌酐、高血压病史、服用降压药史差异均有统计学意义。随着 LVEF 下降, 肌酐、血红蛋白呈升高趋势, 年龄、BMI、高血压病史、服用降压药物史呈下降趋势(见表 1)。

Table 1. Baseline characteristics and comparisons among different LVEF groups

表 1. 不同 LVEF 分组的基线特征及比较

	总人数(N = 3272)	LVEF $< 40\%$ (N = 254)	$40\% \leq$ LVEF $< 50\%$ (N = 400)	LVEF $\geq 50\%$ (N = 2618)	P Value
年龄(岁)	68.01 ± 10.99	66.06 ± 11.04	66.53 ± 11.24	68.42 ± 10.91	0.0003
男(%)	2837 (86.7)	236 (92.69)	374 (93.5)	2227 (85.1)	< 0.0001
高等教育及以上(%)	85 (2.60)	3 (1.18)	14 (3.50)	68 (2.60)	0.3474
体育锻炼(%)	943 (28.8)	63 (24.8)	110 (27.5)	770 (29.4)	0.4261
吸烟(%)	1032 (31.5)	96 (37.8)	128 (32.0)	808 (30.9)	0.1579
饮酒(%)	815 (24.9)	80 (31.5)	89 (22.3)	646 (24.7)	0.0581
BMI (kg/m 2)	25.59 ± 3.68	24.90 ± 3.33	25.68 ± 3.64	25.64 ± 3.71	0.0230
SBP (mmHg)	139.40 ± 23.25	132.42 ± 22.52	140.26 ± 22.71	139.95 ± 23.30	< 0.0001
TG (mmol/L)	1.21 (0.84~1.84)	1.10 (0.80~1.49)	1.13 (0.84~1.64)	1.24 (0.85~1.90)	0.0012
LDL-C (mmol/L)	1.53 ± 0.87	2.23 ± 0.85	2.26 ± 0.84	2.26 ± 0.88	0.9625

续表

HDL-C (mmol/L)	1.25 ± 0.49	1.28 ± 0.50	1.20 ± 0.39	1.26 ± 0.50	0.1071
肌酐(μmmol/l)	78.00 (64.00~97.00)	86.00 (70.00~108.00)	86.00 (71.00~107.00)	76.00 (63.00~95.00)	<0.0001
eGFR [ml/(min·1.73 m ²)]	80.21 ± 25.93	76.64 ± 26.62	76.92 ± 25.84	81.06 ± 25.81	<0.0001
高血压(%)	2369 (72.4)	158 (62.2)	304 (76.0)	1907 (72.8)	0.0011
糖尿病(%)	1002 (30.6)	71 (28.0)	125 (31.3)	806 (30.8)	0.8110
降压药(%)	1576 (48.2)	90 (35.4)	194 (48.5)	1292 (49.4)	0.0004
降糖药(%)	250 (7.64)	17 (6.69)	32 (8.00)	201 (7.68)	0.9399
降脂药(%)	345 (10.5)	21 (8.27)	46 (11.5)	278 (10.6)	0.6153
LVEF (%)	62.00 (52.00~67.00)	34.00 (30.00~37.00)	44.00 (42.00~47.00)	64.00 (59.00~69.00)	<0.0001

注：正态分布的计量资料以均值 ± 标准差表示，非正态分布的计量资料以中位数(P₂₅~P₇₅)表示。BMI 为体质质量指数；SBP 为收缩压，TG 为甘油三酯，LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇；HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇；eGFR 为估算的肾小球滤过率。

3.2. 不同 LVEF 分组对肾功能障碍影响的 Logistic 回归分析

Logistic 回归分析中，以是否肾功能障碍(egfr ≥ 60 ml/(min·1.73 m²)赋值为 0，egfr < 60 ml/(min·1.73 m²)赋值为 1)作为自变量，以 LVEF < 40%、40% ≤ LVEF < 50%、LVEF ≥ 50%分组作为自变量(LVEF ≥ 50%作为对照组)，分析不同水平 LVEF 对肾功能障碍影响。经过模型 3 校正显示：与 LVEF ≥ 50%组比较，40% ≤ LVEF < 50%组 OR = 1.73，LVEF < 40%组 OR = 2.42 (表 2)。

Table 2. Logistic regression analysis of the association between different LVEF groups and renal dysfunction
表 2. 采用 Logistic 回归分析不同 LVEF 分组与肾功能障碍相关性

分组	模型 1	模型 2	模型 3
	HR (95% CI)	HR (95% CI)	HR (95% CI)
LVEF ≥ 50%	Ref.	Ref.	Ref.
40% ≤ LVEF < 50%	1.69 (1.30~2.19)	1.73 (1.31~2.28)	1.73 (1.31~2.29)
LVEF < 40%	1.74 (1.27~2.38)	2.40 (1.71~3.38)	2.42 (1.72~3.41)

注：模型 1：校正年龄、性别；模型 2：在模型 1 的基础上校正基线高等教育、体育锻炼、吸烟、饮酒、体重指数、甘油三酯、低密度脂蛋白、高密度脂蛋白、糖尿病、高血压；模型 3：在模型 2 的基础上校正降压药、降糖药、降脂药。

Table 3. Subgroup analysis: Logistic regression analysis of the association between different LVEF groups and renal dysfunction
表 3. 亚组分析：采用 Logistic 回归分析不同 LVEF 分组与肾功能障碍相关性

分组		模型 1	模型 2	模型 3
		HR (95% CI)	HR (95% CI)	HR (95% CI)
男性	LVEF ≥ 50%	Ref.	Ref.	Ref.
	40% ≤ LVEF < 50%	1.68 (1.28~2.20)	1.71 (1.28~2.29)	1.70 (1.27~2.28)
	LVEF < 40%	1.71 (1.23~2.37)	2.37 (1.67~3.39)	2.38 (1.67~3.40)
女性	LVEF ≥ 50%	Ref.	Ref.	Ref.
	40% ≤ LVEF < 50%	1.80 (0.72~4.53)	1.86 (0.69~5.05)	1.95 (0.70~5.37)
	LVEF < 40%	2.06 (0.70~6.11)	3.04 (0.80~11.6)	3.21 (0.84~12.3)

续表

	LVEF $\geq$ 50%	Ref.	Ref.	Ref.
age < 60	40% $\leq$ LVEF < 50%	1.28 (0.70~2.35)	1.46 (0.65~3.28)	1.54 (0.68~3.49)
	LVEF < 40%	1.81 (0.94~3.51)	6.38 (2.69~15.18)	7.27 (2.95~17.90)
age $\geq$ 60	LVEF $\geq$ 50%	Ref.	Ref.	Ref.
	40% $\leq$ LVEF < 50%	1.80 (1.35~2.40)	1.81 (1.34~2.46)	1.80 (1.33~2.45)
	LVEF < 40%	1.70 (1.19~2.43)	2.16 (1.48~3.15)	2.18 (1.49~3.18)
BMI < 25	LVEF $\geq$ 50%	Ref.	Ref.	Ref.
	40% $\leq$ LVEF < 50%	1.62 (1.11~2.36)	1.56 (1.04~2.35)	1.58 (1.05~2.38)
	LVEF < 40%	1.52 (0.98~2.37)	2.15 (1.33~3.46)	2.26 (1.37~3.58)
BMI $\geq$ 25	LVEF $\geq$ 50%	Ref.	Ref.	Ref.
	40% $\leq$ LVEF < 50%	1.80 (1.26~2.58)	1.94 (1.32~2.85)	1.94 (1.32~2.87)
	LVEF < 40%	2.00 (1.27~3.13)	2.69 (1.64~4.41)	2.70 (1.64~4.42)

注：模型 1：校正年龄、性别；模型 2：在模型 1 的基础上校正基线高等教育、体育锻炼、吸烟、饮酒、体重指数、甘油三酯、低密度脂蛋白、高密度脂蛋白、糖尿病、高血压；模型 3：在模型 2 的基础上校正降压药、降糖药、降脂药。

Table 4. Sensitivity analysis

表 4. 敏感性分析

分组		模型 1	模型 2	模型 3
		HR (95% CI)	HR (95% CI)	HR (95% CI)
排除既往高血压	LVEF $\geq$ 50%	Ref.	Ref.	Ref.
	40% $\leq$ LVEF < 50%	1.88 (1.00~3.53)	1.71 (0.89~3.28)	1.73 (0.90~3.32)
	LVEF < 40%	3.14 (1.75~5.64)	3.25 (1.79~5.90)	3.25 (1.80~5.95)
排除既往糖尿病	LVEF $\geq$ 50%	Ref.	Ref.	Ref.
	40% $\leq$ LVEF < 50%	1.70 (1.24~2.35)	1.69 (1.20~2.37)	1.70 (1.21~2.38)
	LVEF < 40%	1.60 (1.08~2.36)	2.08 (1.37~3.14)	2.09 (1.38~3.16)
排除既往心梗	LVEF $\geq$ 50%	Ref.	Ref.	Ref.
	40% $\leq$ LVEF < 50%	1.45 (1.08~1.94)	1.46 (1.06~2.00)	1.44 (1.05~1.99)
	LVEF < 40%	1.68 (1.20~2.35)	2.34 (1.62~3.38)	2.39 (1.65~3.45)
排除既往 CKD	LVEF $\geq$ 50%	Ref.	Ref.	Ref.
	40% $\leq$ LVEF < 50%	1.83 (1.20~2.77)	1.74 (1.13~2.67)	1.78 (1.16~2.73)
	LVEF < 40%	2.24 (1.39~3.61)	2.49 (1.52~4.07)	2.45 (1.49~4.03)

注：模型 1：校正年龄、性别；模型 2：在模型 1 的基础上校正基线高等教育、体育锻炼、吸烟、饮酒、体重指数、甘油三酯、低密度脂蛋白、高密度脂蛋白、糖尿病、高血压；模型 3：在模型 2 的基础上校正降压药、降糖药、降脂药。

亚组分析显示，除女性无统计学差异，其余结果与全人群的结果一致，在 BMI $\geq$ 25 kg/m² 人群中，与 LVEF $\geq$ 50% 组比较，其余两组随着 LVEF 降低对肾功能障碍风险上升程度更显著(表 3)。为了验证模型的稳定性，进行了敏感性分析：分别排除高血压患者(n=2369)、糖尿病患者(n=1002)、既往心肌梗死

病史者($n = 474$)、既往 CKD 患者($n = 1286$)，结果与主分析结果基本一致(表 4)。

4. 讨论

本研究结果显示，在心力衰竭人群中 LVEF 下降增加了肾功能损伤风险，其中在女性、 <60 岁及 BMI $< 25 \text{ kg/m}^2$ 人群中下降趋势更为显著。

我们的研究与 LVEF $\geq 50\%$ 组相比， $40\% \leq \text{LVEF} < 50\%$ 组的肾功能障碍风险显著增加 OR = 1.73，而 LVEF $< 40\%$ 组的肾功能障碍风险上升更为明显 OR = 2.42。Hsieh MC 的研究表明，eGFR 下降与 LVEF $< 50\%$ 显著相关，其结果与本研究趋势基本一致[9]。此外，一项基于两个独立社区的前瞻性心血管疾病队列研究结果显示，LVEF 降低与肾功能不全发生率的增加密切相关[19]。本研究以 LVEF $< 40\%$ 、 $40\% \leq \text{LVEF} < 50\%$ 、LVEF $\geq 50\%$ 分组作为自变量进行分析，更符合心力衰竭分类的定义。以往研究并非基于首次心衰人群，无法避免反复心衰对结果的影响，本研究依托于开滦研究队列，以新发心衰作为研究人群，与上述研究相比更具有普适性。

近年来，Rocho 等人提出的心肾综合征五种分类概念逐渐引起广泛关注[20][21]，反映了不同疾病条件下心肾器官之间的耦联关系。心力衰竭作为一种危及生命且多器官受累的临床综合征，其患者中超过半数伴有肾功能不全[22]。既往研究表明，伴有肾功能不全的心衰患者死亡率显著高于无肾功能受损者，且心肾功能障碍的存在显著增加了患者的住院率，从而对社会和家庭经济造成严重负担[7]。急性心功能恶化会导致心输出量减少，从而引起肾脏灌注压的下降，导致肾小球滤过率降低。同时，在心脏低灌注状态下，肾素-血管紧张素-醛固酮系统(RAAS)被激活，肾素分泌增加，促使血管紧张素 II 生成增多。血管紧张素 II 可引起肾入球小动脉收缩，进一步减少肾脏血流量。而醛固酮分泌增加会导致水钠潴留，加重肾脏负担。此外，心脏低灌注还可能引发肿瘤坏死因子- α 和白细胞介素-6 等炎症因子释放，这些因子可诱导肾脏细胞发生凋亡，损伤肾小管上皮细胞和肾血管内皮细胞的功能，从而影响肾脏的代谢和滤过能力[23]。

然而，本研究仍存在一定局限性。首先，本研究基于开滦研究队列，其中工人占比较大，女性受试者比例较低，因此我们进行了按性别的亚组分析。其次，超声心动图数据来源于临床记录，由于操作者技术和患者个体差异，可能导致结果存在一定偏差。为尽量减少信息偏倚，我们对操作人员进行了统一培训，并规范了测量方法。此外，为降低患者因素的干扰，我们对年龄进行了校正，并在敏感性分析中排除了心血管疾病等相关因素的影响，将对结果的潜在干扰控制或最小化。

综上所述，我们发现新发心衰 LVEF 下降是肾功能障碍的独立危险因素。心力衰竭患者肾功能障碍容易被忽略[24]，通过筛查临床心力衰竭患者中肾功能障碍的高危人群，及时识别并实施早期干预，以改善心力衰竭患者预后。

参考文献

- [1] Savarese, G., Becher, P.M., Lund, L.H., Seferovic, P., Rosano, G.M.C. and Coats, A.J.S. (2022) Global Burden of Heart Failure: A Comprehensive and Updated Review of Epidemiology. *Cardiovascular Research*, **118**, 3272-3287. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvac013>
- [2] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2022 概要[J]. 中国循环杂志, 2023, 38(6): 583-612.
- [3] Schmidt, M., Ulrichsen, S.P., Pedersen, L., Bøtker, H.E. and Sørensen, H.T. (2016) Thirty-Year Trends in Heart Failure Hospitalization and Mortality Rates and the Prognostic Impact of Co-morbidity: A Danish Nationwide Cohort Study. *European Journal of Heart Failure*, **18**, 490-499. <https://doi.org/10.1002/ejhf.486>
- [4] Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, Allen LA, Byun JJ, Colvin MM, *et al.* (2022) 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*, **145**, e895-e1032.

- [5] Jones, N.R., Roalfe, A.K., Adoki, I., Hobbs, F.D.R. and Taylor, C.J. (2019) Survival of Patients with Chronic Heart Failure in the Community: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Journal of Heart Failure*, **21**, 1306-1325. <https://doi.org/10.1002/ehf.1594>
- [6] Mentz, R.J., Kelly, J.P., von Lueder, T.G., Voors, A.A., Lam, C.S.P., Cowie, M.R., *et al.* (2014) Noncardiac Comorbidities in Heart Failure with Reduced versus Preserved Ejection Fraction. *Journal of the American College of Cardiology*, **64**, 2281-2293. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.08.036>
- [7] Lanfear, D.E., Peterson, E.L., Campbell, J., Phatak, H., Wu, D., Wells, K., *et al.* (2011) Relation of Worsened Renal Function during Hospitalization for Heart Failure to Long-Term Outcomes and Rehospitalization. *The American Journal of Cardiology*, **107**, 74-78. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2010.08.045>
- [8] Schefold, J.C., Filippatos, G., Hasenfuss, G., Anker, S.D. and von Haehling, S. (2016) Heart Failure and Kidney Dysfunction: Epidemiology, Mechanisms and Management. *Nature Reviews Nephrology*, **12**, 610-623. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2016.113>
- [9] Hsieh, M., Su, H., Wang, S., Tsai, D., Lin, S., Chen, S., *et al.* (2011) Significant Correlation between Left Ventricular Systolic and Diastolic Dysfunction and Decreased Glomerular Filtration Rate. *Renal Failure*, **33**, 977-982. <https://doi.org/10.3109/0886022x.2011.618792>
- [10] McDonagh, T.A., Metra, M., Adamo, M., Gardner, R.S., Baumbach, A., Böhm, M., *et al.* (2017) 2016 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure. *Revista Española de Cardiología*, **70**, 309-310
- [11] Wu, S., Huang, Z., Yang, X., Zhou, Y., Wang, A., Chen, L., *et al.* (2012) Prevalence of Ideal Cardiovascular Health and Its Relationship with the 4-Year Cardiovascular Events in a Northern Chinese Industrial City. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, **5**, 487-493. <https://doi.org/10.1161/circoutcomes.111.963694>
- [12] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组, 中国医师协会心力衰竭专业委员会, 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 2018 [J]. 中华心血管病杂志, 2018, 46(10): 760-789.
- [13] 中华医学会超声医学分会超声心动图学组, 中国医师协会心血管分会超声心动图专业委员会. 超声心动图评估心脏收缩和舒张功能临床应用指南[J]. 中华超声影像学杂志, 2020, 29(6): 461-477.
- [14] Levey, A.S., Stevens, L.A., Schmid, C.H., Zhang, Y., Castro, A.F., Feldman, H.I., *et al.* (2009) A New Equation to Estimate Glomerular Filtration Rate. *Annals of Internal Medicine*, **150**, 604-612. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-150-9-200905050-00006>
- [15] National Kidney Foundation (2002) K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification, and Stratification. *American Journal of Kidney Diseases*, **39**, S1-S266.
- [16] 国家心血管病中心国家基本公共卫生服务项目基层高血压管理办公室, 国家基层高血压管理专家委员会. 国家基层高血压防治管理指南 2020 版[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(3): 209-220.
- [17] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版) [J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(4): 315-409.
- [18] 中国肥胖问题工作组数据汇总分析协作组. 我国成人体重指数和腰围对相关疾病危险因素异常的预测价值: 适宜体重指数和腰围切点的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2002, 23(1): 5-10.
- [19] Nerpin, E., Ingelsson, E., Risérus, U., Sundström, J., Andren, B., Jobs, E., *et al.* (2014) The Association between Glomerular Filtration Rate and Left Ventricular Function in Two Independent Community-Based Cohorts of Elderly. *Nephrology Dialysis Transplantation*, **29**, 2069-2074. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfu199>
- [20] Bock, J.S. and Gottlieb, S.S. (2010) Cardiorenal Syndrome. *Circulation*, **121**, 2592-2600. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.109.886473>
- [21] Ronco, C. (2010) Cardiorenal Syndromes: Definition and Classification. In: Ronco, C., Costanzo, M.R., Bellomo, R. and Maisel, A.S., Eds., *Contributions to Nephrology*, S. Karger AG, 33-38. <https://doi.org/10.1159/000313718>
- [22] Smith, G.L., Lichtman, J.H., Bracken, M.B., Shlipak, M.G., Phillips, C.O., DiCapua, P., *et al.* (2006) Renal Impairment and Outcomes in Heart Failure: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American College of Cardiology*, **47**, 1987-1996. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.11.084>
- [23] Virzi, G.M., Day, S., de Cal, M., Vescovo, G. and Ronco, C. (2014) Heart-Kidney Crosstalk and Role of Humoral Signaling in Critical Illness. *Critical Care*, **18**, Article No. 201. <https://doi.org/10.1186/cc13177>
- [24] Amsalem, Y., Garty, M., Schwartz, R., Sandach, A., Behar, S., Caspi, A., *et al.* (2008) Prevalence and Significance of Unrecognized Renal Insufficiency in Patients with Heart Failure. *European Heart Journal*, **29**, 1029-1036. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn102>