

25(OH)D₃、PTH与心衰严重程度的相关性研究

曹永恺^{1,2}, 李 娇³, 曹丽华¹, 张文忠^{1*}

¹青岛大学附属医院心内科, 山东 青岛

²临沂市第三人民医院心内科, 山东 临沂

³招远市中医医院心内科, 山东 烟台

收稿日期: 2024年3月11日; 录用日期: 2024年4月4日; 发布日期: 2024年4月12日

摘 要

目的: 对25(OH)D₃、甲状旁腺激素(PTH)与慢性心力衰竭心衰(CHF)严重程度的相关性进行系统研究。方法: 选取住院CHF患者186例, 其中HFpEF 96例, HFmrEF 30例, HFrEF 60例; 研究同时选取同期健康人群42例作为对照组, 收集一般资料、血清25(OH)D₃、PTH、NT-proBNP水平、常规生化指标、心脏彩超结果等, 另根据CHF组患者的不同亚型将186例CHF患者分为HFpEF组(96例患者)、HFmrEF组(30例患者)和HFrEF组(60例患者), 对比HFpEF组、HFmrEF组和HFrEF组患者血清25(OH)D₃和PTH表达水平差异, 并进行统计分析。结果: CHF组和对照组一般资料和常规生化指标等资料对比差异无统计学意义($P > 0.05$); 而CHF组和对照组在25(OH)D₃、PTH以及NT-proBNP等资料对比差异有统计学意义($P < 0.05$)。25(OH)D₃表达水平与CHF疾病的发生呈负相关($r = -0.442, P < 0.001$), 而PTH表达水平与CHF疾病的发生呈正相关($r = 0.521, P < 0.001$)。HFrEF组患者25(OH)D₃表达水平明显低于HFpEF组和HFmrEF组, 而PTH表达水平明显高于HFpEF组和HFmrEF组($P < 0.05$), 而HFpEF组和HFmrEF组患者血清25-羟基VitD₃表达水平无显著差异($P > 0.05$)。结论: 25-羟基维生素D₃和PTH表达水平与心衰严重程度密切相关。25-羟基维生素D₃和PTH联合检测对CHF疾病的诊断及病情严重程度评估具有重要的临床意义。

关键词

25(OH)D₃, 甲状旁腺激素, 慢性心力衰竭, 相关性

A Study of the Relationship among 25(OH)D₃, PTH, and Severity of Heart Failure

Yongkai Cao^{1,2}, Jiao Li³, Lihua Cao¹, Wenzhong Zhang^{1*}

¹Cardiology Department, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

²Cardiology Department, The Third People's Hospital of Linyi City, Linyi Shandong

*通讯作者。

Abstract

Objective: To conduct a systematic study on the correlation among 25(OH)D₃, parathyroid hormone (PTH) and the severity of chronic heart failure (CHF). **Methods:** One hundred and eighty-six hospitalized CHF patients were selected, of which 96 were HFpEF, 30 were HFmrEF, and 60 were HFrEF; 42 healthy people in the same period of time were also selected as the control group for the study, and general data, serum 25(OH)D₃, PTH, NT-proBNP levels, routine biochemical indexes, and cardiac ultrasound results were collected, and the other 186 patients were divided into HFpEF group (96 patients), HFmrEF group (30 patients), and HFrEF group (60 patients) according to different subtypes of patients in the CHF group, and the differences in the expression levels of serum 25(OH)D₃ and PTH among the patients in HFpEF group, HFmrEF group and HFrEF group were compared and statistically analyzed. **Results:** There was no statistically significant difference between the general data and routine biochemical indexes of the CHF group and the control group ($P > 0.05$); while the data of 25(OH)D₃, PTH and NT-proBNP were compared between the CHF group and the control group, there was statistically significant difference ($P < 0.05$). The expression level of 25(OH)D₃ was negatively correlated with the occurrence of CHF disease ($r = -0.442, P < 0.001$), and the expression level of PTH was positively correlated with the occurrence of CHF disease ($r = 0.521, P < 0.001$). Patients in the HFrEF group had a significantly lower level of 25(OH)D₃ expression than those in the HFpEF group and the HFmrEF group, while the level of PTH expression was significantly higher than those in the HFpEF group and the HFmrEF group ($P < 0.05$), and the patients in the HFpEF group and the HFmrEF group serum 25-hydroxyvitD3 expression levels were not significantly different ($P > 0.05$). **Conclusion:** The expression levels of 25-hydroxyvitamin D3 and PTH are closely related to the severity of heart failure. Combined detection of 25-hydroxyvitamin D3 and PTH is clinically important for the diagnosis of CHF disease and assessment of disease severity.

Keywords

25(OH)D₃, Parathyroid Hormone, Chronic Heart Failure, Correlation

Copyright © 2024 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. 引言

心力衰竭是临床较为常见的一种心脏疾病，同时心力衰竭也是冠心病、心肌病以及高血压等心脏疾病的终末阶段[1] [2]。据相关文献[3]报道，当心力衰竭患者表现出临床症状时，其五年存活率与恶性肿瘤患者相接近。维生素 D 是一种人体所必需的微量元素，经人体吸收后通过肝脏作用转化为 25(OH)D₃，与甲状旁腺激素(parathyroid hormone, PTH)共同参与机体钙磷代谢。越来越多的证据证明了 25(OH)D₃ 及 PTH 在心脏重构、心衰恶化中的作用[4]。25(OH)D₃ 作为一种维生素 D 的代谢产物，是维生素 D 在血液循环中存在的主要形式，血液浓度稳定，目前被公认为是一种反映体内维生素 D 水平的理想和有效指标[5]。PTH 水平升高可诱发心肌肥大、结构重构以及心律失常等问题[6]，且这种影响也会与疾病本身相互

促进,加重心脏负担。有研究[7]发现,PTH水平可以独立于磷酸盐和血清钙水平用以评估或预测CHF患者的预后情况。

在临床中发现,许多心力衰竭患者存在血清维生素D水平低下,而且这部分患者常常合并PTH水平升高。然而目前尚无有关探究25(OH)D₃、PTH与心衰严重程度的相关报道,故而本研究通过检测不同类型心衰患者的25(OH)D₃和PTH表达水平,分析25(OH)D₃表达水平和PTH表达水平在不同类型患者中的表达差异,并探究其表达水平与心衰严重程度的相关性,以期于心衰患者的早期诊断提供更加全面的理论依据。

2. 对象和方法

2.1. 对象

选择在青岛大学附属医院诊疗的186例CHF患者作为本研究对象,并将186例CHF患者设为CHF组,另在同一时期选取同期健康人群42例作为对照组。根据CHF组患者的不同亚型将186例CHF患者分为HFpEF组(96例患者)、HFmrEF组(30例患者)和HFrfEF组(60例患者)。

纳入标准:①符合《2018年中国心力衰竭诊断和治疗指南》中相关诊断者;②年龄≥18周岁的患者;③临床资料完整无缺失的患者;④生命体征平稳的患者。排除标准:①自身伴有免疫性疾病、脏器功能不全、严重贫血、恶性肿瘤以及其他疾病包括精神类疾病、脑出血以及严重颅脑外伤的患者;②伴有精神类疾病,无法正常沟通交流者;③伴有恶性肿瘤疾病者;④入组前服用影响血维生素D水平相关药物者。

2.2. 研究方法

采集所有受试者入院后第2天清晨的空腹血,将其放置于采血管中,离心半径10cm,以3000r/min离心10min后进行血清分离,取出血清后将其装入EP管内,并放置于-80℃的冰箱内备用待测,测定血红蛋白、总胆固醇、低密度脂蛋白、高密度脂蛋白、甘油三酯、肌酐、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、血糖、糖化血红蛋白、血钙、血磷、E/A、25-羟基VitD₃、PTH、NT-proBNP,了解吸烟饮酒史,以及是否合并高血压病、糖尿病、贫血、房颤等疾病。心尖四腔切面采用Simpson法测量左心室射血分数(LVEF)、脉冲多普勒测量包括二尖瓣舒张早期血流速度(E)、舒张晚期血流峰速(A),计算E/A比值。

2.3. 统计学方法

使用SPSS25.0软件对收集的相关数据进行统计分析。符合正态分布的数据信息以均数±标准差的形式进行表示,组间比较采用独立样本t检验;组间比较采用秩和检验。采用Spearman分析患者血清25-羟基VitD₃、PTH与CHF严重程度的相关性,通过ROC曲线分析患者血清25-羟基VitD₃、PTH指标表达水平对CHF严重程度的预测评价,以曲线下面积(AUC)>0.5作为有无预测价值的指标界点,AUC值>0.9时认为对其具有较高的诊断价值,以P<0.05为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. CHF组和健康组一般资料比较

CHF组和对照组年龄、性别、吸烟史、高血压、糖尿病、血红蛋白、总胆固醇、低密度脂蛋白、高密度脂蛋白、甘油三酯、肌酐、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、血糖、糖化血红蛋白、血钙、血磷、E/A等资料对比(P>0.05);而CHF组和对照组在25-羟基VitD₃、PTH以及NT-proBNP等资料对比(P<0.05)。详见表1。

Table 1. Comparison of clinical general baseline data between the two groups of patients**表 1.** 两组患者临床一般基线资料对比

项目	/	CHF 组(n = 186)	对照组(n = 42)	t/ χ^2	P 值
年龄(岁)	/	67.8 ± 9.12	66.7 ± 12.1	0.662	0.509
性别[(n)%]	男性	91 (48.92%)	20 (47.62%)	0.023	0.878
	女性	92 (51.08%)	22 (52.38%)	/	/
吸烟史[(n)%]	是	42 (22.58%)	8 (19.05%)	0.250	0.617
	否	144 (77.42%)	34 (80.95%)	/	/
高血压[(n)%]	是	20 (10.75%)	6 (14.29%)	0.426	0.515
	否	166 (89.25%)	36 (85.71%)	/	/
糖尿病[(n)%]	是	15 (8.06%)	4 (9.52%)	0.096	0.757
	否	171 (91.94%)	38 (90.48%)	/	/
血红蛋白(g/L)	/	127.21 ± 18.95	131.76 ± 14.23	1.465	0.144
总胆固醇(mmol/L)	/	4.19 ± 1.22	4.33 ± 1.02	0.691	0.490
低密度脂蛋白(mmol/L)	/	2.42 ± 1.01	2.68 ± 0.77	1.568	0.118
高密度脂蛋白(mmol/L)	/	1.28 ± 0.43	1.19 ± 0.24	1.310	0.192
甘油三酯(mmol/L)	/	1.64 ± 0.90	1.50 ± 1.05	0.882	0.379
肌酐(μ mol/L)	/	88.60 ± 38.22	79.55 ± 19.65	1.489	0.138
谷丙转氨酶(mmol/L)	/	27.02 ± 10.32	27.24 ± 8.46	0.129	0.898
谷草转氨酶(mmol/L)	/	22.85 ± 13.97	19.94 ± 6.53	1.316	0.189
血糖(mmol/L)	/	6.88 ± 1.95	6.86 ± 0.86	0.065	0.948
糖化血红蛋白(%)	/	8.13 ± 1.79	7.91 ± 0.56	0.787	0.432
血钙	/	2.25 ± 0.18	2.27 ± 0.20	0.637	0.525
血磷	/	1.31 ± 0.30	1.27 ± 0.20	0.823	0.411
25-羟基 VitD3	/	11.46 ± 7.62	14.42 ± 6.63	2.326	0.021
PTH	/	52.09 ± 47.65	34.63 ± 16.40	2.340	0.020
NT-proBNP	/	1002.64 ± 2035.42	46.09 ± 26.25	3.040	0.003
E/A	/	0.9 ± 0.48	0.87 ± 0.36	0.381	0.703

3.2. 血清 25(OH)D₃ 和 PTH 表达水平与 CHF 发生的相关性分析

Spearman 相关性分析结果显示, 血清 25(OH)D₃ 和 PTH 表达水平与 CHF 疾病的发生密切相关, 其中血清 25(OH)D₃ 表达水平与 CHF 疾病的发生呈负相关($r = -0.442, P < 0.001$), 而 PTH 表达水平与 CHF 疾病的发生呈正相关($r = 0.521, P < 0.001$)。见表 2。

3.3. HFpEF 组、HFmrEF 组和 HFrEF 组患者血清 25(OH)D₃ 和 PTH 表达水平对比

在 186 例 CHF 患者中根据心衰类型将患者分为 HFpEF 组、HFmrEF 组和 HFrEF 组 3 个亚组, 通过

对比 HFpEF 组、HFmrEF 组和 HFrEF 组患者的 25(OH)D₃ 和 PTH 表达水平发现, HFrEF 组患者血清 25(OH)D₃ 表达水平明显低于 HFpEF 组和 HFmrEF 组, 而 PTH 表达水平明显高于 HFpEF 组和 HFmrEF 组($P < 0.05$), 而 HFpEF 组和 HFmrEF 组患者血清 25(OH)D₃ 表达水平无显著差异($P > 0.05$)。不同心衰类型的 CHF 患者血清 25(OH)D₃ 和 PTH 表达水平对比($P < 0.05$)。见表 3。

Table 2. Correlation analysis of serum 25-hydroxyVitD3 and PTH expression levels with CHF occurrence

表 2. 血清 25-羟基 VitD3 和 PTH 表达水平与 CHF 发生的相关性分析

项目	CFH	
	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
25(OH)D ₃	-0.442	<0.001
PTH	0.521	<0.001

Table 3. Comparison of serum 25-hydroxyVitD3 and PTH expression levels in three groups of patients

表 3. 三组患者的血清 25-羟基 VitD3 和 PTH 表达水平对比

组别	25-羟基 VitD3	PTH
HFpEF 组(n = 96)	21.09 ± 8.22*	54.91 ± 19.54*
HFmrEF 组(n = 30)	15.09 ± 7.12*	66.81 ± 20.18*
HFrEF 组(n = 60)	12.07 ± 8.44 [#]	67.84 ± 22.51 [#]
<i>F</i> 值	23.951	8.660
<i>P</i> 值	<0.01	<0.01

注: *与 HFrEF 组相比 $P < 0.05$; [#]与 HFpEF 组相比 $P < 0.05$ 。

3.4. 血清 25-羟基 VitD3 和 PTH 表达水平单独及联合检测对 CFH 的诊断价值

以血清 25-羟基 VitD3 和 PTH 表达水平作为检验变量, 将 CHF 组和对照组作为参考标准, 进行血清 25-羟基 VitD3 和 PTH 表达水平单独及联合检测对 CFH 发生的 ROC 曲线诊断价值分析, ROC 结果显示, 血清 25-羟基 VitD3 表达水平诊断 CHF 发生的曲线下面积(AUC)值为 0.931 (95% CI: 0.908~0.954), 最佳临界值为 1.80 pg/mL, 特异度为 77.02%, 灵敏度为 98.94%; 血清 PTH 水平诊断 CHF 的 AUC 值为 0.909 (95% CI: 0.882~0.937), 最佳临界值为 5.00 ng/mL, 特异度为 77.64%, 灵敏度为 93.62%; 而血清 25-羟基 VitD3 和 PTH 联合诊断 CHF 发生的 AUC 为 0.949 (95% CI: 0.930~0.968), 特异度为 83.54%, 灵敏度为 96.81%。见表 4 和图 1。

Table 4. Diagnostic value of serum 25-hydroxyVitD3 and PTH expression levels alone and in combination for CHF

表 4. 血清 25-羟基 VitD3 和 PTH 表达水平单独及联合检测对 CHF 的诊断价值

检测变量	AUC	<i>P</i> 值	AUC 的 95% CI	灵敏度/%	特异度/%	Cut-off 值
25-羟基 VitD3	0.931	<0.001	0.908~0.954	98.94	77.02	12.80 pg/mL
PTH	0.909	<0.001	0.882~0.937	93.62	77.64	39.61 ng/mL
联合检测	0.949	<0.001	0.930~0.968	96.81	83.54	-

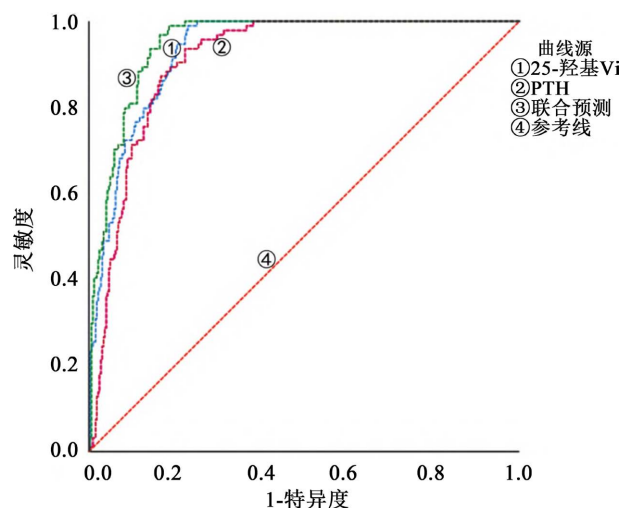


Figure 1. ROC plot of serum 25-hydroxyvitamin D3 and PTH expression levels alone and in combination for CHF diagnosis
图 1. 血清 25-羟基 VitD3 和 PTH 表达水平单独及联合检测对 CHF 诊断的 ROC 图

4. 讨论

CHF 是一种慢性、进展性的心脏疾病，其不仅是多种心血管疾病患者的终末期表现，同时也是该类患者的主要致死原因[8]。据相关文献[9]报道，CHF 在我国成年人人群中的患病率约为 0.9%，发达国家 CHF 患病率约为 1%~2%。而随着老龄化趋势的日益加剧，CHF 患病率亦呈不断升高趋势，且在 70 岁以上的老年人群中的患病率增加 10% [10]。虽然 CHF 是一种慢性、自发进展疾病，但其可逐渐进展为结构性心脏病，最终亦可能演变为难治性终末期心衰，而根据 CHF 疾病的发生进展过程，虽然难以有效根治但可通过相关预防措施来降低其发生风险及病情进展[11]。近年来，国内外心力衰竭指南中关于心力衰竭的阶段划分正是体现了重在预防的概念，其中预防患者发生结构性心脏病及预防出现心衰症状和体征尤为重要[12]。为了实现早期干预，各种评估和检测心力衰竭患者心衰严重程度的影像学 and 实验室手段也被广泛提出。

25-羟维生素 D3 在人体中发挥着重要的生理功能，尤其与骨骼健康和钙代谢密切相关，维生素 D 可促进钙磷吸收，并参与了机体免疫系统调节，同时对心血管健康和肌肉功能也有一定影响，且其表达水平高低也与心力衰竭患者的不良预后相关[13]。既往研究[14]发现，血清 25-羟维生素 D3 与心脏疾病密切相关，低血清 25-羟维生素 D3 与心脏疾病发病率和死亡率增加相关。25-羟维生素 D3 可通过调节钙和磷的吸收和代谢来维持血液中的钙磷平衡，而钙离子在心肌细胞的收缩和舒张过程中发挥着调节作用，当机体缺乏 25-羟维生素 D3 时可能会导致钙磷代谢紊乱，进而影响心肌细胞的正常功能。另有研究[15]发现，25-羟维生素 D3 可抑制炎症反应和免疫系统活化，而炎症反应和免疫系统异常活化是心脏疾病的重要发病机制之一，25-羟维生素 D3 可以减轻炎症反应和免疫系统的活化，从而降低心脏疾病的发生风险。

英国研究人员发现，日常补充维生素 D 有助于改善慢性心力衰竭患者的身体状况。利兹大学的研究人员发现，维生素 D3 有助于改善慢性心力衰竭患者的心功能。在他们的研究中，以 Klaus Witte 博士为首的心脏病专家对利兹医学院教学医院 163 名平均年龄为 70 岁的老人进行了探究，这些老人都患有慢性心力衰竭，且服用各种药物进行治疗，如 β 受体阻滞剂、血管紧张素转化酶抑制剂等。参与者分为两组，实验组患者每天服用 100 毫克的维生素 D3，对照组患者服用安慰剂，时间持续 1 年。研究人员通过检测参与者的左心射血分数以评估他们的心脏功能。健康成年人的左心射血分数为 60%~70%。但该研究

中的患者平均左心射血分数为 26%。7 年随访后, 调查人员发现, 实验组患者心脏功能得以改善, 左心射血分数由 26% 增加到 34%。对照组患者心功能无明显改善。因此, 维生素 D3 可能成为慢性心力衰竭患者治疗的一种新方法。

PTH 是一种由甲状旁腺分泌的激素, 对钙离子和磷酸盐的代谢起着重要调节作用。甲状旁腺激素主要通过作用于骨骼、肾脏和肠道, 调节体内钙离子和磷酸盐浓度[16]。在骨骼中 PTH 会刺激破骨细胞活性, 促进骨骼吸收, 从而提高血液中钙离子浓度[17] [18]。在肾脏中 PTH 会增加钙离子重吸收, 减少磷酸盐重吸收, 并促进活性维生素 D 合成。在肠道中 PTH 会增加钙离子和磷酸盐吸收, 由于甲状旁腺激素分泌受到多种因素调控, 当血液中钙离子浓度降低时甲状旁腺细胞亦会释放更多的 PTH; 反之, 当血液中钙离子浓度升高时, 甲状旁腺细胞的 PTH 分泌也会相对减少[19]。此外, PTH 可通过不同的途径来调节心肌细胞的电流、心率和顺应性, 从而影响心脏功能。

综上所述, 维生素 D 以及 PTH 都参与了心力衰竭的病理生理过程, 并且与心功能下降的严重程度相关。本研究通过检测不同类型心衰患者的 25-羟维生素 D3 和 PTH 表达水平, 分析 25-羟维生素 D3 表达水平和 PTH 表达水平在不同类型患者中的表达差异, 并探究其表达水平与心衰严重程度的相关性, 以期为中心衰患者的早期诊断提供更加全面的理论依据。

参考文献

- [1] Heidenreich, P.A., Bozkurt, B., Aguilar, D., *et al.* (2022) 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*, **79**, 1757-1780. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.12.011>
- [2] 夏勇, 张建卿, 王少霞, 等. 沙库巴曲缬沙坦联合琥珀酸美托洛尔缓释片治疗冠状动脉粥样硬化性心脏病并慢性心力衰竭的效果观察[J]. 首都医科大学学报, 2020, 41(1): 113-118.
- [3] Greene, S.J., Bauersachs, J., Brugs, J.J., *et al.* (2023) Worsening Heart Failure: Nomenclature, Epidemiology, and Future Directions: JACC Review Topic of the Week. *Journal of the American College of Cardiology*, **81**, 413-424. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.11.023>
- [4] Gruson, D., Buglioni, A. and Burnett, J.J. (2014) PTH: Potential Role in Management of Heart Failure. *Clinica Chimica Acta*, **433**, 290-296. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2014.03.029>
- [5] Bischoff-Ferrari, H.A., Giovannucci, E., Willett, W.C., *et al.* (2006) Estimation of Optimal Serum Concentrations of 25-Hydroxyvitamin D for Multiple Health Outcomes. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **84**, 18-28. <https://doi.org/10.1093/ajcn/84.1.18>
- [6] 顾驾云, 夏海莲, 王芳芳, 等. 慢性心力衰竭患者检测外周血甲状旁腺激素的临床研究[J]. 中华危重症医学杂志: 电子版, 2016, 9(6): 394-397.
- [7] German, N., Popov, A., Ramanaviciene, A., *et al.* (2019) Enzymatic Formation of Polyaniline, Polypyrrole, and Polythiophene Nanoparticles with Embedded Glucose Oxidase. *Nanomaterials (Basel)*, **9**, 806. <https://doi.org/10.3390/nano9050806>
- [8] 高杰, 冯妍, 王以新, 等. 不同程度心力衰竭合并贫血患者的病因及合并疾病特点分析[J]. 中国医药, 2022, 17(10): 1451-1454.
- [9] Borlaug, B.A. (2020) Evaluation and Management of Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *Nature Reviews Cardiology*, **17**, 559-573. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0363-2>
- [10] 毛承誉, 朱华芳, 张田田, 等. 上海市社区中老年人群心力衰竭患病率流行病学调查研究[J]. 中国预防医学杂志, 2019, 20(2): 124-127.
- [11] 彭钰, 李捷, 周铭, 等. 超声不同扫描技术在慢性心力衰竭患者左心室功能评估中的应用[J]. 中国医师杂志, 2021, 23(4): 579-582.
- [12] McDonagh, T.A., Metra, M., Adamo, M., *et al.* (2022) 2021 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure: Developed by the Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure of the European Society of Cardiology (ESC) with the Special Contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, **75**, 523. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2022.05.005>

-
- [13] 于炎武, 蒲博轩, 赫广达, 等. 高敏感格拉斯哥评分与射血分数保留型心力衰竭患者长期预后的关联性分析[J]. 临床心血管病杂志, 2024, 40(1): 64-68.
- [14] 田水, 巫廷春, 田龙海, 等. 血清 25-羟维生素 D3 水平与 STEMI 患者直接 PCI 术后恶性心律失常相关性研究[J]. 心脑血管病防治, 2021, 21(4): 353-356.
- [15] 马雷, 姚丛月, 缪博, 等. 社区获得性肺炎患儿血清 25-羟维生素 D3、总 IgE 表达及其与疾病严重程度相关性[J]. 国际呼吸杂志, 2022, 42(22): 1707-1712.
- [16] Khan, A.A., Rubin, M.R., Schwarz, P., *et al.* (2023) Efficacy and Safety of Parathyroid Hormone Replacement with TransCon PTH in Hypoparathyroidism: 26-Week Results from the Phase 3 PaTHway Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, **38**, 14-25. <https://doi.org/10.1002/jbmr.4726>
- [17] Eastman, K., Gerlach, M., Piec, I., *et al.* (2021) Effectiveness of Parathyroid Hormone (PTH) Analogues on Fracture Healing: A Meta-Analysis. *Osteoporosis International*, **32**, 1531-1546. <https://doi.org/10.1007/s00198-021-05847-0>
- [18] Chen, L., Xiong, L., Yao, L., *et al.* (2023) Attenuation of Alzheimer's Brain Pathology in 5XFAD Mice by PTH1-34, a Peptide of Parathyroid Hormone. *Alzheimer's Research & Therapy*, **15**, Article No. 53. <https://doi.org/10.1186/s13195-023-01202-z>
- [19] 曾福强, 瞿国萍, 邹斌, 等. 超声引导下射频消融治疗继发性甲状旁腺功能亢进对血清 PTH、血钙、磷浓度的影响[J]. 医学影像学杂志, 2020, 30(1): 39-42+72.