

201例老年慢性心力衰竭患者6MWT步行试验反应的临床资料分析

周柳芳¹, 潘兴寿¹, 莫健姣¹, 周柳平¹, 李天资¹, 李近都^{2*}, 林暇桂¹, 蓝丹¹

¹右江民族医学院附属医院心血管内科, 广西 百色

²广西医科大学附属肿瘤医院肝胆胰脾外科, 广西 南宁

收稿日期: 2024年5月20日; 录用日期: 2024年7月15日; 发布日期: 2024年7月25日

摘要

为提高老年慢性心力衰竭患者康复运动处方治疗的效果及其安全性。方法: 对临床诊断为老年慢性心力衰竭, 经过临床治疗, 症状明显好转, 准备进行康复期运动处方治疗的患者201例, 询问病史检测身高、体重、血压、血脂、血糖, 进行6MWT试验。结果: 老年慢性心力衰竭患者6MWT达标与心功能、肥胖、高血压和糖尿病有关, 心功能 ≥ 3 级、肥胖、高血压和糖尿病的患者6MWT达标率比较低, 其高体重、高体重指数、高血压、高血糖、高胆固醇和高甘油三酯患者6MWT达标率比较低。未达标组患者运动后QRS间期延长大于达标组患者。提示老年慢性心力衰竭患者其心血管疾病高危因素聚集, 患者运动后心率明显减慢。结论: 6MWT步行在450 M以内的老年慢性心力衰竭患者, 其基础疾病控制不好, 其在康复期间应当慎用运动处方。

关键词

慢性心力衰竭, 心脏康复, 运动处方, 六分钟步行试验, 老年

Clinical Analysis of 6MWT Walking Test Reaction in 201 Elderly Patients with Chronic Heart Failure

Liufang Zhou¹, Xingshou Pan¹, Jianjiao Mo¹, Liuping Zhou¹, Tianzhi Li¹, Jindu Li^{2*}, Xiagui Lin¹, Dan Lan¹

¹Department of Cardiovascular Medicine, Affiliated Hospital of Youjiang Medical University for Nationalities, Baise Guangxi

²Department of Hepatobiliary, Pancreatic and Splenic Surgery, Affiliated Tumor Hospital of Guangxi Medical University, Nanning Guangxi

*通讯作者。

文章引用: 周柳芳, 潘兴寿, 莫健姣, 周柳平, 李天资, 李近都, 林暇桂, 蓝丹. 201例老年慢性心力衰竭患者6MWT步行试验反应的临床资料分析[J]. 亚洲心脑血管病例研究, 2023, 11(3): 17-24. DOI: 10.12677/acrvm.2023.113003

Abstract

Objective: To improve the efficacy and safety of rehabilitation exercise prescription in elderly patients with chronic heart failure. **Methods:** 201 patients with chronic heart failure, who were clinically diagnosed as chronic heart failure and whose symptoms were obviously improved after clinical treatment, were prepared for rehabilitation exercise prescription treatment, the height, weight, blood pressure, blood lipid and blood glucose were measured and 6MWT test was carried out. **Results:** The 6MWT was related to heart function, obesity, hypertension and diabetes mellitus in elderly patients with chronic heart failure. The 6MWT was lower in patients with heart function ≥ 3 , obesity, hypertension and diabetes mellitus. The level of 6MWT in elderly patients with chronic heart failure is related to their constitution, blood pressure, blood glucose and blood lipid, patients with high body weight, high body mass index, high blood pressure, high blood sugar, high cholesterol and high triglycerides had lower 6MWT compliance rate. The prolongation of QRS interval after exercise was greater in the patients without QRS than in the patients with QRS. It is suggested that the high risk factors of cardiovascular disease in the elderly patients with chronic heart failure gather together, and the heart rate of the patients obviously slows down after exercise. **Conclusion:** the 6MWT can not control the underlying diseases well and the cardiovascular risk factors are clustered in the elderly patients with chronic heart failure, so exercise prescription should be used carefully during the rehabilitation period.

Keywords

Chronic Heart Failure, Cardiac Rehabilitation, Exercise Prescription, Six-Minute Walk Test, Elderly

Copyright © 2023 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

六分钟步行试验(6-minute walking test, 6MWT)是让患者采用徒步运动方式,测试其在6分钟内以能承受的最快速度行走的距离[1]。通常用于患有中度、重度疾病患者的功能状态的综合评价,重点是评估患者的躯体运动潜能,包括心肺功能、骨骼肌肉功能、营养水平。6MWT能够客观地评估围康复期慢性心力衰竭患者是否适用运动处方,备受青睐[2]。慢性心力衰竭(Chronic heart failure, CHF)是由于心肌梗死、心肌病、血流动力学负荷过重、炎症等原因导致的各种慢性心肌病损或长期的心室压力或容量负荷过重,患者的生理性心肌收缩力不能满足机体组织代谢所需的血供所引起的一系列临床症状[3]。临床上慢性心力衰竭患者通常伴有各器官明显阻性充血,故又称充血性心力衰竭(Congestive heart failure)。老年人一般泵血功能都有不同程度的下降,患有心力衰竭病的老年人,其泵血功能更差一些,老年慢性心力衰竭患者在器质性心血管疾病的过程中,因其心肌收缩力严重减损,心脏和血循环失去代偿能力,心输出量降低,出现器官和组织灌注不足和体循环淤血等症状,增加患者死亡的风险,因此慢性心力衰竭患者的康复治疗意义重大[4]。为了提高慢性心力衰竭患者康复治疗的安全性,通常用6MWT试验作为准入性评估[5]。6MWT要求慢性心力衰竭患者在6分钟内,能轻松地步行 ≥ 450 M,并感觉全身状态良好,不出现胸痛、胸闷、头晕、心悸、异常的呼吸困难或疲劳、关节肌肉明显疼痛等不适感觉,才能使用医疗运动

处方。对于在 6 分钟内, 能够顺利步行 ≥ 300 M, <450 M 的慢性心力衰竭患者, 是否使用医疗运动处方目前意见不一致[6]。为提高慢性心力衰竭患者康复治疗的效果及其安全性, 笔者对临床诊断为慢性心力衰竭, 经过临床治疗, 症状明显好转, 准备进行康复期运动处方治疗的老年患者 201 例, 询问病史检测身高、体重、血压、血脂、血糖, 进行 6MWT 试验, 结果如下。

2. 对象和方法

2.1. 对象

选取 2021 年 1 月~2023 年 12 月在本院门诊或住院治疗, 主要症状为呼吸困难与体力活动有明显关系, 并伴有下列情况者。1) 右上腹胀痛、肝肿大、腹水、肝颈静脉回流征阳性, 下肢水肿。2) 发绀、肺部湿性罗音。3) 超声心动图、心电图显示有心肌受损灶或泵血不足特征。4) 年龄 ≥ 60 周岁。临床诊断为慢性心力衰竭, 经过临床治疗, 症状明显好转, 要求进行康复运动治疗。并经本校伦理委员会审查, 认为“符合伦理有关章程”并准予实施; 其人体标本使用经过患者知情并签署同意书。

2.2. 心功能分级

I 级: 患者有心脏病, 但活动量不受限制, 一般活动不会引起疲劳、心悸、呼吸困难或心绞痛。II 级: 心脏病患者的体力活动受轻微限制, 休息时无意识症状, 但通常会出现疲劳、心悸、呼吸困难或心绞痛。III 级: 心脏病患者的体力活动明显受到限制, 上述症状小于一般活动。IV 级: 心脏病患者不能从事任何体力活动。心力衰竭也出现在休息状态, 体力活动后加重。

2.3. 调查方法

调查受检者年龄, 性别, 民族, 患高血压、糖尿病病史情况, 检测身高, 体重和血压。受检者先测身高、体重, 后测量血压。测量血压用汞柱血压计, 受检者取坐位右前臂测量, 测量前不吸烟、饮酒、浓茶或咖啡, 不作剧烈运动, 保持安静休息 ≥ 30 min。平坐 5 min 后行血压测量, 每例受检者连续测量 3 次, 每次间隔 ≥ 120 S, 取三次血压计数的平均值为受检者血压。

2.4. 血液标本采集

用于血脂, 血糖检测血液标本采集与处置: 受检者禁食 ≥ 10 H, 于早晨 6:30~9:30 采取坐位, 用 EDTA 抗凝管抽肘静脉血 5 ml, 以 3000 r/min 离心 10 min, 标本置室温 20℃于 3 小时内测定, 检测试剂盒购自德国 BAYER 公司生产, 由广西根辽生物技术有限公司提供。总胆固醇、甘油三酯用酶法(COD-PAP), 血糖用氧化酶法。

2.5. 六分钟步行试验

1) 禁忌证近 1 个月内出现的不稳定性心绞痛或心肌梗死; 或具备下列之一: 静息心率 > 120 /min, 收缩压 > 180 mmHg, 舒张 > 100 mmHg。2) 试验场地: 一条长 50 m 的直线走廊。3) 试验前准备: 试验于患者餐后 ≥ 1 h 进行, 试验前 2 h 禁止剧烈活动, 静坐休息 ≥ 15 min。4) 起步和计时和结束试验: 患者在 50 m 走廊处起步量开始计时, 患者应当在 50 m 走廊内根据体能自由往返行走往返步行, 行走中不说话, 不跑不跳, 在直线和折返处保持步行自如。试验期间患者感到不适时, 允许放慢速度, 停下休息, 行走到 6 分钟结束试验, 计算行走距离。试验期间患者有胸痛、呼吸困难、下肢痉挛、出汗、面色苍白等症状需及时停止试验, 进行相应处置。5) 试验前后患者呼吸困难和全身疲劳状况评估。行六分钟步行试验后, 测量患者行走距离, 并对患者的呼吸困难和全身疲劳状况进行评估, 与试验前比较。

2.6. 分组方法和入组患者基本情况

1) 达标组: 6MWT 要求患者在 6 分钟内, 能轻松地步行 ≥ 450 M, 不出现胸痛、胸闷、头晕、心悸、异常的呼吸困难或疲劳、关节肌肉明显疼痛等不适感觉的慢性心力衰竭患者。2) 未达标组: 在 6 分钟内, 能够顺利步行 ≥ 300 M, <450 M, 或试验期间出现胸痛、胸闷、头晕、心悸、异常的呼吸困难或疲劳、关节肌肉明显疼痛等不适感觉的慢性心力衰竭患者。3) 入组患者基本情况: 观察例数 201 例, 其中男 114 例, 女 87 例, 年龄最低 60 岁, 最高 88 岁, 平均年龄 71.11 ± 4.12 (岁)。达标组: 例数 100 例, 其中男 55 例, 女 45 例, 年龄最低 61 岁, 最高 78 岁, 平均年龄 69.36 ± 3.51 (岁)。未达标组: 例数 101 例, 其中男 114 例, 女 87 例, 年龄最低 60 岁, 最高 88 岁, 平均年龄 72.86 ± 4.71 (岁)。两组性别比较差异没有统计学意义($X^2 = 0.239, P = 0.625$)。壮族达标率高于汉族, 两组民族比较差异没有统计学意义($X^2 = 6.618, P = 0.013$)。

2.7. 统计学方法

应用 SPSS 22.0 软件分析数据。计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两组比较采用独立样本 t 检验; 计数资料以率百分比 (%) 表示, 两组比较采用 χ^2 检验; 双侧 $\alpha \leq 0.05$ 水准为差异有显著性意义。

3. 结果

3.1. 两组患者性别、民族、心功能、肥胖、高血压和糖尿病情况比较

达标组心功能 ≥ 3 级为 8 例, 低于未达标组的 90 例, 差异有统计学意义($X^2 = 13.310, P = 0.000$)。达标组肥胖 49 例, 低于未达标组的 77 例, 差异有统计学意义($X^2 = 15.938, P = 0.000$)。达标组高血压 43 例, 低于未达标组 75 例, 差异有统计学意义($X^2 = 20.252, P = 0.000$)。达标组糖尿病 60 例, 低于未达标组 80 例, 差异有统计学意义($X^2 = 10.082, P = 0.001$)。提示老年慢性心力衰竭患者 6MWT 达标与心功能、肥胖、高血压和糖尿病有关, 心功能 ≥ 3 级、肥胖、高血压和糖尿病的患者 6MWT 达标率比较低。见表 1。

Table 1. Comparison of cardiac function, obesity, hypertension and diabetes between the two groups [N (%)]

表 1. 两组患者心功能、肥胖、高血压和糖尿病情况比较[N (%)]

观察指标	分级	达标组(N = 100)	未达标组(N = 101)	X^2	P
心功能	≥ 3 级	8 (8.2)	90 (91.8)	13.310	0.000
	≤ 2 级	92 (89.3)	11 (10.7)		
肥胖	肥胖	49 (38.9)	77 (61.1)	15.938	0.000
	正常	51 (68.0)	24 (32.0)		
高血压	高血压	43 (36.4)	75 (63.6)	20.252	0.000
	正常	57 (68.7)	26 (31.3)		
糖尿病	糖尿病	60 (42.9)	80 (57.1)	10.082	0.001
	正常	41 (67.2)	20 (32.8)		

3.2. 两组患者体质、血压、血糖和血脂水平比较

达标组身高比例与未达标组, 差异没有统计学意义($t = 0.552, P = 0.602$)。达标组患者体重水平低于未达标组, 差异有统计学意义($t = 3.351, P = 0.001$)。达标组患者收缩水平低于未达标组, 差异有统计学意义($t = 4.850, P = 0.000$)。达标组患者舒张水平低于未达标组, 差异有统计学意义($t = 10.836, P = 0.000$)。达

标组空腹血糖水平低于未达标组, 差异有统计学意义($t = 6.036, P = 0.000$)。达标组总胆固醇水平低于未达标组, 差异有统计学意义($t = 6.569, P = 0.000$)。达标组甘油三酯水平低于未达标组, 差异有统计学意义($t = 5.261, P = 0.000$)。提示老年慢性心力衰竭患者 6MWT 达标与患者体质、血压、血糖和血脂水平有关, 高体重、高体重指数、高血压、糖尿病、高胆固醇和高甘油三酯患者 6MWT 达标率比较低。见表 2。

Table 2. General comparison of physical fitness, blood pressure, blood glucose, and lipid levels between two groups of patients [$\bar{x} \pm s, (N)$]

表 2. 两组患者体质、血压、血糖和血脂水平一般情况比较 [$\bar{x} \pm s, (N)$]

观察指标	达标组(N = 100)	未达标组(N = 101)	t	P
身高(M)	1.63 ± 0.07	1.62 ± 0.08	0.522	0.602
体重(kg)	60.90 ± 6.80	64.16 ± 6.70	3.351	0.001
体重指数	22.95 ± 2.48	24.36 ± 2.50	2.188	0.030
收缩压(mmHg)	142.90 ± 13.30	152.24 ± 13.98	4.850	0.000
舒张压(mmHg)	74.66 ± 4.66	82.03 ± 4.98	10.836	0.000
空腹血糖(mmol/l)	5.87 ± 0.97	6.56 ± 0.61	6.036	0.000
总胆固醇(mmol/l)	6.32 ± 1.24	7.34 ± 0.94	6.569	0.000
甘油三酯(mmol/l)	2.14 ± 1.44	2.94 ± 0.54	5.261	0.000

3.3. 两组患者运动前后心电图 QRS 间期水平比较

达标组患者运动前 QRS 水平与未达标组, 差异没有统计学意义($t = 0.329, P = 0.743$)。达标组患者 QRS 运动后水平低于与未达标组, 差异有统计学意义($t = 9.948, P = 0.000$)。未达标组患者运动后 QRS 间期延长明显高于达标组患者, 表明未达标组患者运动后心率减慢, 提示其心血管疾病基础疾病还没有完全恢复。见表 3。

Table 3. Comparison of QRS intervals between two groups of patients before and after exercise [$\bar{x} \pm s, (N)$]

表 3. 两组患者运动前后 QRS 间期比较 [$\bar{x} \pm s, (N)$]

观察指标	达标组(N = 100)	未达标组(N = 101)	t	P
运动前 QRS(MS)	78.06 ± 2.50 ^A	77.95 ± 2.22 ^B	0.329	0.743
运动后 QRS(MS)	77.68 ± 6.83	91.84 ± 6.98	9.948	0.000

注: A 达标组运动前后比较: $t = 0.523, P = 0.602$ 。B 未达标组运动前后比较: $t = 18.972, P = 0.000$ 。

4. 讨论

运动处方(Exercise prescription)是指导人们有目的, 有计划和科学地锻炼的一种方法, 早在 20 世纪 50 年代提出, 自从 20 世纪 60 年代以来, 人们开始对运动处方的理论和实践进行研究, 制定出健康人、中老年人、运动员、肥胖病等各类运动处方, 取得显著的社会效果。随着康复医学在慢性疾病的康复训练取得重大进展, 运动处方在慢性心力衰竭的康复训练开始受到重视[7]。1969 年世界卫生组织首次使用运动处方术语, 从而在国际上得到认可。运动处方的完整概念是: 康复医师或体疗师, 对从事体育锻炼者或患者, 根据运动试验和体力测验等医学检查情况, 按其健康、体力以及心血管功能状况, 用处方的形式规定锻炼者或患者的运动种类、运动强度、运动时间及运动频率, 提出运动中的注意事项。运动处方是指针对个人的身体状况, 采用处方的形式规定其健身锻炼的内容和运动量的一种医疗干预方法。其

特点就是因人而异, 对症下药[8]。

慢性心力衰竭是一种老年人或 60 岁以上患者发病率明显较高的疾病。老年性慢性心力衰竭的发病率显著高于年轻人, 其发病原因也比年轻人复杂, 年轻性慢性心力衰竭的病因主要是先天性心脏病、不同类型的心肌病、心肌炎或心脏毒性等。老年性慢性心力衰竭典型的情况是, 老年患者有更多的心力衰竭风险因素, 更多的并发症, 更有可能复发的急性心脏失代偿。对于老年性慢性心力衰竭其高频发展的机制还没有完全确定[9]。目前认为, 在大多数老年患者中, 心心肌病、高血压、肥胖、糖尿病、冠状动脉疾病和瓣膜性心脏病等特定危险因素, 都可加速心肌的慢性损害, 影响心脏和血管功能的正常运行, 直接或间接导致慢性心力衰竭的发生和发展。老年慢性心力衰竭极容易发生房颤、贫血、抑郁、肾病、肺病、睡眠障碍呼吸等并发症疾病, 加重治疗的难度, 危及患者的生命。老年慢性心力衰竭是心脏病的最后阶段, 其康复治疗对于医护人员是一种挑战[10]。

六分钟步行试验即可用于评估慢性心力衰竭患者恢复情况的一种检测方法, 又可以评估患者心力衰竭的严重程度和生存率的预测指标, 还可作为慢性心力衰竭患者康复期间的运动处方。对于慢性心力衰竭患者, 一般建议其在平直的走廊里一直行走 6 分钟。如果行走 6 分钟的距离小于 150 米, 就认为患者目前存在比较严重的心力衰竭, 或者目前来讲心力衰竭恢复不佳。较早进行这项试验者将患者步行的距离划为 4 个等级: I 级步行的距离 < 300 米, II 级步行的距离为 300~374.9 米, III 级步行的距离为 375~449.5 米, IV 级步行的距离 \geq 450 米。级别越低心肺功能越差。6 分钟步行距离达到 III 级以上者是心肺功能接近或达到正常标准。也有认为, 在 6 分钟内患者步行的距离在 150~450 米之间, 定为中度的心力衰竭。在 6 分钟内患者步行的距离超过 450 米, 定为轻度的心力衰竭。1985 年 Guyatt 等率先将 6MWT 应用于评价心力衰竭患者的活动能力[11]。2001 年美国心脏病协会和欧洲心脏病协会把 6MWT 列入心力衰竭患者评价心功能和预测预后的一项诊断实验。2002 年美国胸科协会颁布了 6MWT 指南。作为一种亚极量运动试验, 6MWT 能较好地复制患者日常生理状态, 反映患者生理状态下的心功能, 是一种无创、简单、安全的临床实验[12]。6MWT 用于慢性心力衰竭康复治疗的重要性也逐渐被临床医生所认识, 也成为很多大型临床研究评价心肺功能的标准化方法[13]。

心电图(electrocardiogram)是心脏搏动时产生的生物电流用心电图机记录下来的电位变化。将心脏由起搏点、心房、心室等心动周期中相继兴奋产生的电位, 用心电描记器形式的电位图形, 是心脏兴奋的发生、传播及恢复过程的客观指标[14]。用于心律失常、心室心房肥大、心肌梗死、心律失常、心肌缺血等病症诊断。心电图的 QRS 复合波代表左右心室兴奋传播过程的电位变化, 由窦房结发生的兴奋波经传导系统首先到达室间隔的左侧面, 以后按一定路线和方向, 并由内层向外层依次传播。QRS 复合波包括 3 个相连的波动, 第一个向下的波为 Q 波, 继 Q 波后一个狭高向上的波为 R 波, 与 R 波相连接的又一个向下的波为 S 波。由于这 3 个波紧密相连且总时间不超过 0.10 秒, 故合称 QRS 复合波。QRS 复合波所占时间代表心室肌兴奋传播所需时间, 正常人在 0.06~0.10 秒之间。出现 QRS 时间延长, 表明存在心室内传导的异常, 最常见于完全性右束支传导阻滞以及完全性左束支传导阻滞的患者。出现 QRS 时间延长更多见于疾病的原因所引起, 如冠心病、心肌病等, 尤其是发生完全性左束支传导阻滞的患者。对于心电图上 QRS 时间延长的患者, 需要进一步检查是否是因为疾病的原因所引起, 以便给予相应治疗[15]。

本组资料显示, 康复期老年慢性心力衰竭患者, 在六分钟内直步行走长度与心功能、肥胖、高血压和糖尿病有关, 心功能 \geq 3 级、肥胖、高血压和糖尿病的患者六分钟内直步行走距离比较低, 伴有高体重、高体重指数、高血压、高血糖、高胆固醇和高甘油三酯的老年慢性心力衰竭患者六分钟内直步行走距离比较低。六分钟内直步行走距离低的老年慢性心力衰患者其运动后 QRS 间期延长值比较大。提示康复期老年慢性心力衰竭患者其心血管疾病高危因素聚集, 患者运动后心率明显减慢。本组资料表明, 六

分钟内直步行走距离小于 450 M 的老年慢性心力衰竭患者,其心血管基础疾病控制不好,高危因素聚集,其在康复期间应当慎用运动处方。

随着我地区人口老龄化不断加速,老年慢性心力衰竭患者不断增多,已成为危害当今老年人公共健康的主要因素。老年慢性心力衰竭患者的康复运动干预是临床上研究热点。六分钟步行试验简便易行,运动强度接近人体日常活动,不受场地条件和专业人员的限制,费用低较小,临床上易被患者接受,对康复期老年慢性心力衰竭患者预后及其运动耐量的评估具有重要的作用。我们认为,六分钟步行试验即可成为老年慢性心力衰竭患者的健康评估手段,又可成为治疗和康复的健身活动的康复运动处方,临床上主要掌握好适应症,严格禁忌症,六分钟步行康复运动处方对老年慢性心力衰竭患者的康复和延年益寿有现实意义。

基金资助

广西中青年教师基础能力提升基金(2018KY0434);广西百色市课题基金(百科 20184714, 20222940, 20230512)。

参考文献

- [1] Lim, H., Jee, S. and Lee, M. (2022) Comparison of Incremental Shuttle Walking Test, 6-Minute Walking Test, and Cardiopulmonary Exercise Stress Test in Patients with Myocardial Infarction. *Medical Science Monitor*, **28**, e938140. <https://doi.org/10.12659/msm.938140>
- [2] Enright, P.L. (2003) The Six-Minute Walk Test. *Respiratory Care*, **48**, 783-785.
- [3] Brennan, E.J. (2018) Chronic Heart Failure Nursing: Integrated Multidisciplinary Care. *British Journal of Nursing*, **27**, 681-688. <https://doi.org/10.12968/bjon.2018.27.12.681>
- [4] Skrzypek, A., Mostowik, M., Szeliga, M., et al. (2018) Chronic Heart Failure in the Elderly: Still a Current Medical Problem. *Folia Medica Cracoviensia*, **58**, 47-56.
- [5] Gremeaux, M., Hannequin, A., Laurent, Y., Laroche, D., Casillas, J. and Gremeaux, V. (2011) Usefulness of the 6-Minute Walk Test and the 200-Metre Fast Walk Test to Individualize High Intensity Interval and Continuous Exercise Training in Coronary Artery Disease Patients After Acute Coronary Syndrome: A Pilot Controlled Clinical Study. *Clinical Rehabilitation*, **25**, 844-855. <https://doi.org/10.1177/0269215511403942>
- [6] Deboeck, G., Muylem, A.V., Vachiéry, J.L. and Naeije, R. (2013) Physiological Response to the 6-Minute Walk Test in Chronic Heart Failure Patients versus Healthy Control Subjects. *European Journal of Preventive Cardiology*, **21**, 997-1003. <https://doi.org/10.1177/2047487313482283>
- [7] Hansen, D., Niebauer, J., Cornelissen, V., Barna, O., Neunhäuserer, D., Stettler, C., et al. (2018) Exercise Prescription in Patients with Different Combinations of Cardiovascular Disease Risk Factors: A Consensus Statement from the EXPERT Working Group. *Sports Medicine*, **48**, 1781-1797. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0930-4>
- [8] Taylor, J.L., Myers, J. and Bonikowske, A.R. (2023) Practical Guidelines for Exercise Prescription in Patients with Chronic Heart Failure. *Heart Failure Reviews*, **28**, 1285-1296. <https://doi.org/10.1007/s10741-023-10310-9>
- [9] Capriotti, T. and Micari, M. (2019) Chronic Heart Failure Treatment with the Left Ventricular Assist Device. *Home Healthcare Now*, **37**, 190-197. <https://doi.org/10.1097/nhh.0000000000000777>
- [10] Horodinschi, R., Bratu, O.G., Dediu, G.N., Pantea Stoian, A., Motofei, I. and Diaconu, C.C. (2019) Heart Failure and Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Review. *Acta Cardiologica*, **75**, 97-104. <https://doi.org/10.1080/00015385.2018.1559485>
- [11] Perera, S., Mody, S.H., Woodman, R.C. and Studenski, S.A. (2006) Meaningful Change and Responsiveness in Common Physical Performance Measures in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, **54**, 743-749. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2006.00701.x>
- [12] Ziegl, A., Rzepka, A., Kastner, P., Vinatzer, H., Edegger, K., Hayn, D., et al. (2021). Mhealth 6-Minute Walk Test—Accuracy for Detecting Clinically Relevant Differences in Heart Failure Patients. 2021 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), Mexico, 1-5 November 2021, 7095-7098. <https://doi.org/10.1109/embc46164.2021.9630118>
- [13] 祁祥, 卢健棋, 温志浩, 朱智德, 等. 心脏康复运动训练在临床的应用进展[J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30(9): 17-22.

- [14] Seo, H., Yoon, G., Joo, S. and Nam, G. (2022) Multiple Electrocardiogram Generator with Single-Lead Electrocardiogram. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, **221**, Article ID: 106858. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.106858>
- [15] Afsin, A., Asoglu, R., Kobat, M.A., Asoglu, E. and Suner, A. (2021) Evaluation of Index of Cardio-Electrophysiological Balance in Patients with Atrial Fibrillation on Antiarrhythmic-Drug Therapy. *Cardiology Research*, **12**, 37-46. <https://doi.org/10.14740/cr1185>