

• 循证护理 •

## 远程心脏康复对慢性心力衰竭患者康复效果的 Meta 分析

赵冰燕<sup>1</sup>, 刘洋<sup>1</sup>, 杨慧锋<sup>2</sup>, 王志虎<sup>1</sup>, 张春梅<sup>2</sup>

(1.天津中医药大学 研究生院, 天津 301617; 2.天津中医药大学 护理学院)

**【摘要】** 目的 评价远程心脏康复对慢性心力衰竭患者的康复效果。方法 计算机检索 PubMed、Web of Science、Cochrane Library、Embase、中国生物医学数据库、知网、万方、维普数据库中有远程心脏康复应用于慢性心力衰竭患者的随机对照试验,检索时限为建库至 2023 年 9 月。采用 RevMan 5.3 软件进行统计分析。结果 共纳入 13 项研究,涉及 1674 例患者。Meta 分析结果显示,远程心脏康复可改善慢性心力衰竭患者 6 min 步行距离、峰值摄氧、N 末端脑钠肽前体和生活质量(均  $P < 0.05$ ),但在改善左室射血分数方面,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。结论 远程心脏康复可改善慢性心力衰竭患者的运动耐力和生活质量,为患者提供了一种新的康复方式。

**【关键词】** 心力衰竭;心脏康复;远程医疗;Meta 分析

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2023.12.025

【中图分类号】 R473.54 【文献标识码】 A 【文章编号】 2097-1826(2023)12-0099-05

### Meta-analysis of Effects of Telerehabilitation on the Patients with Chronic Heart Failure

ZHAO Bingyan<sup>1</sup>, LIU Yang<sup>1</sup>, YANG Huifeng<sup>2</sup>, WANG Zhihu<sup>1</sup>, ZHANG Chunmei<sup>2</sup> (1. Graduate School, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China; 2. School of Nursing, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine)

Corresponding author: ZHANG Chunmei, Tel: 022-59791935

**【Abstract】 Objective** To evaluate the effect of telerehabilitation on patients with chronic heart failure. **Methods** Computer search of PubMed, Web of Science, Cochrane Library, Embase, CBM, CNKI, WanFang and VIP Data for randomized controlled trials on the application of telerehabilitation in patients with chronic heart failure, from the founding of databases to September 2023. RevMan 5.3 software was used for statistical analysis. **Results** A total of 13 studies involving 1674 patients were included. The Meta-analysis showed that telerehabilitation improved 6MWD, peak  $VO_2$ , NT-proBNP and quality of life in patients with chronic heart failure ( $P < 0.05$ ), but the difference was not statistically significant in terms of improving LVEF (all  $P > 0.05$ ). **Conclusions** Telerehabilitation can improve exercise stamina and quality of life in patients with chronic heart failure, providing a new form of rehabilitation for patients.

**【Key words】** heart failure; cardiac rehabilitation; telemedicine; cardiac rehabilitation; Meta-analysis

[Mil Nurs, 2023, 40(12): 99-103]

慢性心力衰竭(chronic heart failure, CHF)是一组复杂的自发进展性临床综合征,是各种心脏病的终末阶段<sup>[1]</sup>。目前,全球心衰患者已超出 6430 万人<sup>[2]</sup>,我国达 1205 万人且每年新增 297 万人<sup>[3]</sup>,具有发病率和死亡率高、心功能和生活质量差以及经济负担重等特点<sup>[4]</sup>。心脏康复(cardiac rehabilitation, CR)可提高 CHF 患者运动耐量和生活质量<sup>[5]</sup>,但有研究<sup>[6]</sup>显示 CR 的依从性不佳。随着信息化社会的不断发展,远程康复利用信息通信技术(电话、

APP、互联网等)或远程监测系统(传感器等)提供远距离临床康复服务,增加弱势、偏远地区人群的可及性,并改善护理的连续性,节省医疗服务的时间和资源,可克服传统 CR 的不足,提高 CR 的依从性<sup>[7]</sup>。但现有远程 CR 干预性研究,存在研究方法多样、质量参差不齐、研究结果不一的现象,且国内目前尚缺乏针对 CHF 患者远程康复效果的系统评估。因此,本研究通过 Meta 分析整理分析国内外现有研究,以期为我国 CHF 患者的远程 CR 训练提供循证依据。

### 1 资料与方法

1.1 文献纳入及排除标准 纳入标准:(1)研究类型:随机对照试验。(2)研究对象:符合 CHF 的诊断标准;心功能分级为 I-III 级;年龄  $\geq 18$  岁。(3)干预措

【收稿日期】 2023-08-22 【修回日期】 2023-10-20

【基金项目】 国家自然科学基金项目(72004161)

【作者简介】 赵冰燕,硕士在读,电话:022-59791935

【通信作者】 张春梅,电话:022-59791935

施:试验组单独或在对照组干预措施基础上接受远程CR运动训练,如通过视频会议、电话、移动应用程序、可穿戴设备、微信平台等进行康复指导;对照组接受常规护理或传统康复指导。(4)结局指标:主要结局指标为6 min 步行距离(6-minute walk distance, 6MWD),次要结局指标为峰值摄氧(peak oxygen uptake, peak VO<sub>2</sub>)、左室射血分数(left ventricular ejection fractions, LVEF)、N末端脑钠肽前体(N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, NT-proBNP)和生活质量。排除标准:综述、会议摘要;重复发表;无法获取全文;非中英文文献;数据不完整。

1.2 文献检索策略 计算机检索 PubMed、Web of Science、Cochrane Library、Embase、中国生物医学数据库、中国知网、万方、维普数据库。检索时限为建库至2023年9月。同时追溯纳入文献的参考文献作为补充。检索策略采用主题词和自由词相结合的方式。中文检索词包括:心力衰竭/心衰/心功能不全,远程医疗/移动医疗/互联网/智能手机/应用程序/信息化系统/微信/康复/运动/康复护理/远程康复/心脏康复。英文检索词包括:heart failure/cardiac failure, telemedicine/internet/smartphone\*/mobile application\*/information system\*/wechat, telerehabilitation\*/rehabilitation/rehabilitation nursing\*/cardiac rehabilitation\*/exercise\*。

1.3 文献筛选与资料提取 由2名经过循证方法学培训的研究者独立筛选文献、提取资料,并进行交

叉核对,如有分歧则共同商讨或交予第3名研究者仲裁。资料提取内容包括作者及年份、国家、样本量、年龄、干预措施、干预频次及周期、远程CR技术和结局指标。

1.4 文献质量评价 由2名研究者依据Cochrane系统评价手册5.1.0<sup>[8]</sup>推荐的随机对照试验评价标准独立对纳入的文献进行方法学质量评价,如有分歧则共同商讨或咨询第3名研究者。纳入研究若满足所有评价标准为A级,即低偏倚风险;部分满足为B级,即中等偏倚风险;全都不满足为C级,即高偏倚风险。

1.5 统计学处理 采用RevMan 5.3软件进行统计分析。计量资料用加权均数差(weighted mean difference, WMD)和95%CI作为效应指标。各研究间异质性通过卡方检验和I<sup>2</sup>判断,当P>0.10、I<sup>2</sup><50%认为异质性较好,采用固定效应模型,反之采用随机效应模型。采用敏感性分析或Meta回归(研究数量≥10篇)<sup>[9]</sup>分析异质性来源。使用漏斗图和Egger检验评估发表偏倚。

## 2 结果

2.1 文献检索结果 通过初步检索获得相关文献2152篇,通过查阅纳入文献的参考文献列表获得相关文献3篇。去重后剩余1942篇,阅读文题和摘要后剩余78篇,阅读全文后最终纳入13篇文献<sup>[10-22]</sup>。

2.2 纳入研究的基本特征及方法学质量评价结果

共纳入1674例CHF患者(远程CR组871例,对照组803例),干预周期为8~24周。纳入文献基本特征见表1。文献质量等级均为B级,见表2。

表1 纳入文献基本特征

| 作者                          | 国家或地区   | 样本量     | 年龄(岁)<br>T/C        | 干预措施 |                        | 干预频次及周期                                      | 远程CR技术       | 结局指标 |
|-----------------------------|---------|---------|---------------------|------|------------------------|--|--------------|------|
|                             |         |         |                     | C    | T                      |  |              |      |
| Hwang等 <sup>[10]</sup>      | 澳大利亚    | 24/29   | 68.0±14.0/67.0±11.0 | 门诊康复 | 远程CR:有氧和力量运动           | 40 min/次,2次/周,12周                            | 互联网视频会议      | ①③   |
| Nagatomi等 <sup>[11]</sup>   | 日本      | 15/15   | 59.8±10.0/67.7±8.9  | 常规护理 | 远程CR:有氧抗阻运动            | 30~40 min/次,有氧3~5次/周,抗阻2~3次/周,12周            | 可穿戴设备、智能手机   | ①③   |
| Piotrowicz等 <sup>[12]</sup> | 波兰      | 75/32   | 54.4±10.9/62.1±12.5 | 常规护理 | 远程CR:北欧步行运动            | 45~60 min/次,5次/周,8周                          | 远程设备、电话      | ①②③  |
| Piotrowicz等 <sup>[13]</sup> | 波兰      | 75/56   | 56.4±10.9/60.5±8.8  | 门诊康复 | 远程CR:有氧耐力运动            | 10~30 min/次,3次/周,8周                          | 远程设备、电话      | ①②③  |
| Piotrowicz等 <sup>[14]</sup> | 波兰      | 425/425 | 62.6±10.8/62.2±10.2 | 常规护理 | 远程CR:有氧耐力运动、呼吸肌训练、阻力训练 | 30~45 min/次,5次/周,9周                          | 远程设备、手机      | ①②③  |
| Liu等 <sup>[15]</sup>        | 中国      | 30/30   | 53.3±7.1/55.3±6.0   | 家庭康复 | 远程CR:有氧运动              | 30~60 min/次,3~5次/周,12周                       | 应用程序         | ①③④⑤ |
| Chen等 <sup>[16]</sup>       | 中国台湾    | 19/18   | 61.0±11.0/60.0±16.0 | 常规护理 | 远程CR:有氧运动              | ≥30 min/次,至少3次/周,12周                         | 电话           | ①②③  |
| Peng等 <sup>[17]</sup>       | 中国      | 49/49   | 66.3±10.5           | 常规护理 | 远程CR:有氧抗阻运动            | 有氧20 min/次,3次/周,1~4周;有氧加抗阻30 min/次,5次/周,5~8周 | 电话、微信        | ①③④  |
| Clays等 <sup>[18]</sup>      | 比利时、意大利 | 34/22   | 61.8±11.0/65.2±9.6  | 常规护理 | 远程CR:有氧抗阻运动            | 10~40 min/次,有氧2~5次/周,抗阻2~3次/周,24周            | 移动应用程序、可穿戴设备 | ①③④  |
| Chien等 <sup>[19]</sup>      | 中国台湾    | 24/27   | 57.0±16.0/59.0±16.0 | 常规护理 | 远程CR:有氧运动              | ≥30 min/次,3次/周,8周                            | 电话           | ①③   |
| Lundgren等 <sup>[20]</sup>   | 挪威      | 31/30   | 67.6±10.9/67.7±11.9 | 常规护理 | 远程CR:有氧运动              | 60 min/次,2次/周,12周                            | 在线视频会议       | ①②   |
| Smolis-Bak等 <sup>[21]</sup> | 波兰      | 26/26   | 60.0±8.5/65.1±8.2   | 常规护理 | 远程CR:有氧运动、呼吸肌训练        | 30 min/次,5次/周,8周                             | 电话           | ①②④  |
| 范小清等 <sup>[22]</sup>        | 中国      | 44/44   | 56.3±8.9/57.3±8.1   | 家庭康复 | 远程CR:有氧运动              | 30~60 min/次,3~5次/周,12周                       | 应用程序         | ①③④⑤ |

注:T:干预组;C:对照组;①6MWD;②peak VO<sub>2</sub>;③生活质量;④LVEF;⑤NT-proBNP

表 2 纳入研究的偏倚风险评价结果

| 纳入文献                         | 随机分配 | 分配方案隐藏 | 研究对象及<br>干预者盲法 | 结果测评者盲法 | 结局指标的<br>完整性 | 选择性报告<br>研究结果 | 其他<br>偏倚来源 | 文献<br>质量评价 |
|------------------------------|------|--------|----------------|---------|--------------|---------------|------------|------------|
| Hwang 等 <sup>[10]</sup>      | 低    | 低      | 高              | 低       | 低            | 低             | 低          | B          |
| Nagatomi 等 <sup>[11]</sup>   | 不清楚  | 不清楚    | 高              | 不清楚     | 低            | 低             | 不清楚        | B          |
| Piotrowicz 等 <sup>[12]</sup> | 低    | 不清楚    | 高              | 低       | 低            | 低             | 不清楚        | B          |
| Piotrowicz 等 <sup>[13]</sup> | 低    | 不清楚    | 不清楚            | 不清楚     | 低            | 低             | 低          | B          |
| Piotrowicz 等 <sup>[14]</sup> | 低    | 低      | 高              | 低       | 低            | 低             | 低          | B          |
| Liu 等 <sup>[15]</sup>        | 低    | 不清楚    | 不清楚            | 不清楚     | 低            | 低             | 低          | B          |
| Chen 等 <sup>[16]</sup>       | 不清楚  | 不清楚    | 高              | 低       | 低            | 低             | 低          | B          |
| Peng 等 <sup>[17]</sup>       | 低    | 低      | 不清楚            | 低       | 低            | 低             | 低          | B          |
| Clays 等 <sup>[18]</sup>      | 不清楚  | 低      | 不清楚            | 不清楚     | 低            | 低             | 低          | B          |
| Chien 等 <sup>[19]</sup>      | 不清楚  | 不清楚    | 高              | 不清楚     | 低            | 低             | 低          | B          |
| Lundgren 等 <sup>[20]</sup>   | 低    | 不清楚    | 高              | 低       | 低            | 低             | 低          | B          |
| Smolis-Bak 等 <sup>[21]</sup> | 低    | 低      | 不清楚            | 不清楚     | 低            | 低             | 不清楚        | B          |
| 范小清等 <sup>[22]</sup>         | 低    | 不清楚    | 不清楚            | 不清楚     | 低            | 低             | 低          | B          |

## 2.3 Meta 分析结果

### 2.3.1 远程 CR 对 CHF 患者运动耐量的影响

2.3.1.1 远程 CR 对 CHF 患者 6MWD 的影响 13 篇文献均评估远程 CR 对 CHF 患者 6MWD 的影响,  $I^2 = 86\%$ , 采用随机效应模型。远程 CR 组 6MWD 大于对照组 ( $MD = 21.59, 95\%CI: 7.03 \sim 36.15, P = 0.004$ )。经敏感性分析后异质性仍很高。将干预周期、运动频率、运动时间、对照组干预方法以及远程 CR 技术纳入协变量, 采用 Meta 回归进一步分析。结果显示, 干预周期、运动频率和运动时间是造成 6MWD 异质性高的主要来源 ( $P < 0.05$ )。分别进行亚组分析后发现, 干预周期  $\geq 12$  周 ( $MD = 33.44, 95\%CI: 15.02 \sim 51.87, P = 0.0004$ ) 与  $< 12$  周 ( $MD = 10.92, 95\%CI: 6.57 \sim 15.28, P < 0.001$ ) 相比, 6MWD 改善更大; 当运动频率  $\geq 3$  次/周 ( $MD = 24.21, 95\%CI: 8.05 \sim 40.36, P = 0.003$ ) 或运动时间  $\geq 30$  min/次 ( $MD = 27.33, 95\%CI: 11.66 \sim 42.99, P = 0.0006$ ) 时, 远程 CR 组 6MWD 大于对照组。

2.3.1.2 远程 CR 对 CHF 患者 peak  $VO_2$  的影响 6 篇文献<sup>[12-14, 16, 20-21]</sup> 评估远程 CR 对 CHF 患者 peak  $VO_2$  的影响,  $I^2 = 45\%$ , 采用固定效应模型。远程 CR 组 peak  $VO_2$  大于对照组 ( $MD = 1.36, 95\%CI: 0.77 \sim 1.94, P < 0.001$ )。

### 2.3.2 远程 CR 对 CHF 患者心脏功能的影响

2.3.2.1 远程 CR 对 CHF 患者 LVEF 的影响 5 篇文献<sup>[15, 17-18, 21-22]</sup> 评估远程 CR 对 CHF 患者 LVEF 的影响,  $I^2 = 40\%$ , 采用固定效应模型。远程 CR 组 LVEF 与对照组相比, 差异无统计学意义 ( $MD = 0.81, 95\%CI: -0.42 \sim 2.04, P = 0.20$ )。

2.3.2.2 远程 CR 对 CHF 患者 NT-proBNP 的影响 2 篇文献<sup>[15, 22]</sup> 评估远程 CR 对 CHF 患者 NT-proBNP 的影响,  $I^2 = 0\%$ , 采用固定效应模型。远程

CR 组 NT-proBNP 低于对照组 ( $MD = -738.52, 95\%CI: -812.08 \sim -664.95, P < 0.001$ )。

2.3.3 远程 CR 对 CHF 患者生活质量的影响 11 篇文献评估远程 CR 对 CHF 患者生活质量的影响。7 篇文献<sup>[10, 15-19, 22]</sup> 使用明尼苏达州心功能不全生活质量量表 (Minnesota living with heart failure questionnaire, MLHFQ), 评分越低生活质量越好。  $I^2 = 79\%$ , 采用随机效应模型, 远程 CR 组 MLHFQ 得分低于对照组 ( $MD = -6.77, 95\%CI: -10.63 \sim -2.91, P = 0.0006$ )。3 篇文献<sup>[12-14]</sup> 使用简明健康调查量表 (36-item short-form health survey, SF-36), 评分越高生活质量越好。  $I^2 = 0\%$ , 采用固定效应模型, 远程 CR 组 SF-36 得分高于对照组 ( $MD = 2.29, 95\%CI: 0.50 \sim 4.08, P = 0.01$ )。1 篇文献<sup>[11]</sup> 使用堪萨斯城心肌病患者生活质量量表 (Kansas city cardiomyopathy questionnaire, KCCQ), 评分越低生活质量越好。远程 CR 组 KCCQ 得分低于对照组, 但差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

2.4 安全性与依从性 9 项研究<sup>[10-14, 16-19]</sup> 报告了远程 CR 的安全性, 其中 4 项研究<sup>[16-17, 19-20]</sup> 报告无不良事件发生, 其余 5 项研究报告无严重不良事件发生, 但有轻微的心悸、阵发性房颤或电极引起的皮肤损伤。8 项研究<sup>[10-15, 20, 22]</sup> 报告了远程 CR 的依从性, 患者对其满意度较高, 依从性在 73%~100% 之间。由此可见, 远程 CR 干预安全可行, 但需注意的是, 康复应在患者病情稳定期间进行, 干预方案应由康复医师根据个人情况制订, 并有医护人员的监督和/或医疗设备的监测。

2.5 敏感性分析 采用变换模型进行敏感性分析, 结果显示固定效应模型和随机效应模型的结果相似, 提示结果具有稳定性。

2.6 发表偏倚检验 使用漏斗图判断 6MWD 的发

表偏倚,为了降低主观性,进一步使用 Egger 检验。结果显示差异无统计学意义( $t = 1.82, P = 0.096$ ),提示存在发表偏倚的可能性小。

### 3 讨论

#### 3.1 远程 CR 可改善 CHF 患者的运动耐力

6MWD 和心肺运动测试(cardiopulmonary exercise testing, CPET)是评估心衰患者运动耐力最广泛的两种方法,peak  $VO_2$  是 CPEF 的常用指标之一。研究<sup>[23]</sup>表明,运动训练可改善 CHF 患者的运动耐力,增加 6MWD 和 peak  $VO_2$ 。本 Meta 分析进一步印证了上述观点,原因可能是 CR 通过改善 CHF 患者内皮功能和心肌血流储备增加心肌血流量,还通过增加活动肌肉对氧气的利用增加心肌供氧,从而提高 CHF 患者的运动耐力<sup>[24]</sup>。本研究显示,远程 CR 与传统 CR 在增加 CHF 患者 6MWD 方面效果相当(21.6 m vs 21.0 m)<sup>[25]</sup>,表明远程 CR 并不逊色于传统 CR。远程技术可及时、准确、持续的收集、存储和传输患者的健康信息,但既往研究<sup>[26]</sup>显示,患者对远程 CR 的依从性不一。建议远程设备设置自动提醒功能,或直接与医疗保健人员建立联系,提高远程 CR 依从性。经文献分析发现,干预周期 $\geq 12$ 周时远程 CR 更容易改善 CHF 患者 6MWD。心血管疾病患者运动指南<sup>[27]</sup>推荐 CHF 患者运动频率为 3~5 次/周。研究<sup>[28]</sup>显示,每次运动时间至少 30 min 可以防止与久坐衰老相关的左心室顺应性和扩展性下降。因此,本 Meta 分析将干预周期、运动频率和运动时间纳入协变量,并且探讨了不同差异的影响,为未来临床干预提供循证依据。

3.2 远程 CR 改善 CHF 患者的心脏功能有待进一步验证 LVEF 是反映心脏功能的常用指标,NT-proBNP 是指南推荐诊断心衰的首选血清标志物,可反映心衰的严重程度。本 Meta 分析显示,远程 CR 未有效改善 LVEF,这与 Gao 等<sup>[29]</sup>的研究结果一致,原因可能与 CHF 患者病情严重程度不同或伴有其他它合并症以及干预持续时间不足有关。远程 CR 成功改善 CHF 患者的 NT-proBNP,但由于样本量较小,可能导致结果产生偏倚。心血管植入式和血流动力学植入式电子设备可远程监测患者的各种生理参数,并及时给予反馈,增加了患者远程 CR 的安全性;除此之外,远程技术覆盖范围广,消除了地理障碍,具有更高的可及性,并增加患者的成本效益<sup>[30]</sup>。在网络信息技术发达的时代,远程 CR 更具优势性,建议未来研究进一步验证远程 CR 对 CHF 患者心脏功能的影响。

3.3 远程 CR 可改善 CHF 患者的生活质量 生活

质量改善是 CHF 治疗的一个重要目标,也是患者住院次数减少和死亡率降低的独立预测因子<sup>[31]</sup>。本研究显示,远程 CR 可改善 CHF 患者的生活质量,与既往研究<sup>[32]</sup>结果一致,可能是远程设备可为 CHF 患者提供详细、个性化、结构化的 CR 指导,实时监测心率、氧饱和度和心电图等数据,优化了 CHF 患者的治疗。目前评估心衰患者生活质量的工具有多种,但系统评价<sup>[33]</sup>显示,只有两种生活质量评估工具(MLHFQ 和 SF-36)符合信度、效度、对变化的敏感性以及其他临床相关特征的严格标准。本研究纳入文献的 73% 使用了上述两种评估工具,可信度较高。仅一篇文献采用 KCCQ<sup>[11]</sup>,研究显示远程 CR 未能有效改善 CHF 患者的生活质量,原因可能与该研究纳入样本量少且研究对象为虚弱 CHF 患者,生活状况难以改善有关。

### 4 小结

本研究共纳入 13 篇文献,Meta 分析结果显示远程 CR 可改善 CHF 患者运动耐力和生活质量,为临床研究提供了循证依据。但由于纳入的研究样本量较少且文献质量评价均为 B 级,结果可能产生偏倚;各研究间运动干预时间、频率和周期不同,干预技术不同,对合并结果可能产生影响。未来还需大样本、高质量研究进一步探讨远程 CR 在改善 CHF 患者心脏功能方面的效果,同时也希望有更多中医传统运动功法融入到 CHF 患者的远程 CR 中。

#### 【参考文献】

- [1] BUTLER J, YANG M, MANZI M A, et al. Clinical course of patients with worsening heart failure with reduced ejection fraction [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(8): 935-944.
- [2] JAMES S L, ABATE D, ABATE K H, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the global burden of disease study 2017 [J]. *Lancet*, 2018, 392(10159): 1789-1858.
- [3] 王华, 李莹莹. 慢性心力衰竭加重患者的综合管理中国专家共识 2022 [J]. *中国循环杂志*, 2022, 37(3): 215-225.
- [4] SAVARESE G, BECHER P M, LUND L H, et al. Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology [J]. *Cardiovasc Res*, 2022, 118(17): 3272-3287.
- [5] MCDONAGH T A, METRA M, ADAMO M, et al. 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 [J]. *Eur J Heart Fail*, 2022, 24(1): 4-131.
- [6] 陈春花, 吴蓓君, 袁丽, 等. 老年心力衰竭患者的治疗依从性及其影响因素 [J]. *解放军护理杂志*, 2012, 29(11): 16-18.
- [7] KAIRY D, LEHOUX P, VINCENT C, et al. A systematic review of clinical outcomes, clinical process, healthcare utilization and costs associ-

- ated with telerehabilitation[J].Disabil Rehabil,2009,31(6):427-447.
- [8] GREEN S, HIGGINS J P. Preparing a cochrane review[M]//Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2008: 11-30.
- [9] 梁士兵, 刘建平, 柴倩云, 等. 中医药系统综述与 Meta 分析中异质性来源与处理——Meta 回归在中医药领域的应用[J]. 中医杂志, 2022, 63(8): 739-744.
- [10] HWANG R, BRUNING J, MORRIS N R, et al. Home-based telerehabilitation is not inferior to a centre-based program in patients with chronic heart failure: a randomised trial[J]. J Physiother, 2017, 63(2): 101-107.
- [11] NAGATOMI Y, IDE T, HIGUCHI T, et al. Home-based cardiac rehabilitation using information and communication technology for heart failure patients with frailty[J]. ESC Heart Fail, 2022, 9(4): 2407-2418.
- [12] PIOTROWICZ E, ZIELINSKI T, BODALSKI R, et al. Home-based telemonitored Nordic walking training is well accepted, safe, effective and has high adherence among heart failure patients, including those with cardiovascular implantable electronic devices: a randomised controlled study[J]. Eur J Prev Cardiol, 2015, 22(11): 1368-1377.
- [13] PIOTROWICZ E, BARANOWSKI R, BILINSKA M, et al. A new model of home-based telemonitored cardiac rehabilitation in patients with heart failure: effectiveness, quality of life, and adherence[J]. Eur J Prev Cardiol, 2010, 12(2): 164-171.
- [14] PIOTROWICZ E, PENCINA M J, OPOLSKI G, et al. Effects of a 9-week hybrid comprehensive telerehabilitation program on long-term outcomes in patients with heart failure: the telerehabilitation in heart failure patients (TELEREH-HF) randomized clinical trial[J]. JAMA Cardiol, 2020, 5(3): 300-308.
- [15] LIU T, LIU M. Effect of mobile internet technology in health management of heart failure patients guiding cardiac rehabilitation[J/OL]. [2023-08-10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8894026/>. DOI: 10.1155/2022/7118919.
- [16] CHEN Y W, WANG C Y, LAI Y H, et al. Home-based cardiac rehabilitation improves quality of life, aerobic capacity, and readmission rates in patients with chronic heart failure[J/OL]. [2023-08-10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5794362/>. DOI: 10.1097/MD.00000000000009629.
- [17] PENG X, SU Y, HU Z, et al. Home-based telehealth exercise training program in Chinese patients with heart failure: a randomized controlled trial[J/OL]. [2023-08-10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6392598/>. DOI: 10.1097/MD.00000000000012069.
- [18] CLAYS E, PUDDU P E, LUSTREK M, et al. Proof-of-concept trial results of the HeartMan mobile personal health system for self-management in congestive heart failure[J/OL]. [2023-08-10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7970991/>. DOI: 10.1038/s41598-021-84920-4.
- [19] CHIEN C L, LEE C M, WU Y W, et al. Home-based exercise improves the quality of life and physical function but not the psychological status of people with chronic heart failure: a randomised trial[J]. J Physiother, 2011, 57(3): 157-163.
- [20] LUNDGREN K M, LANGLO K A R, SALVESEN Ø, et al. Feasibility of telerehabilitation for heart failure patients inaccessible for outpatient rehabilitation[J]. ESC Heart Fail, 2023, 10(4): 2406-2417.
- [21] SMOLIS-BAK E, DABROWSKI R, PIOTROWICZ E, et al. Hospital-based and telemonitoring guided home-based training programs: effects on exercise tolerance and quality of life in patients with heart failure (NYHA class III) and cardiac resynchronization therapy. A randomized, prospective observation[J]. Int J Cardiol, 2015(199): 442-447.
- [22] 范小清, 薛盛龙, 金丽清, 等. 基于移动医疗技术指导的家庭心脏康复在慢性心力衰竭患者中的应用效果观察[J]. 护理与康复, 2020, 19(10): 54-57.
- [23] CIANI O, PIEPOLI M, SMART N, et al. Validation of exercise capacity as a surrogate endpoint in exercise-based rehabilitation for heart failure: a Meta-analysis of randomized controlled trials[J]. JACC Heart Fail, 2018, 6(7): 596-604.
- [24] FUERTES-KENNEALLY L, MANRESA-ROCAMORA A, BLASCO-PERIS C, et al. Effects and optimal dose of exercise on endothelial function in patients with heart failure: a systematic review and Meta-analysis[J/OL]. [2023-08-10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9899305/>. DOI: 10.1186/s40798-023-00553-z.
- [25] TAYLOR R S, WALKER S, CIANI O, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for chronic heart failure: the EXTRAMATCH II individual participant data Meta-analysis[J]. Health Technol Assess, 2019, 23(25): 1-98.
- [26] SKOV SCHACKSEN C, HENNEBERG N C, MUTHULINGAM J A, et al. Effects of telerehabilitation interventions on heart failure management(2015-2020): scoping review[J/OL]. [2023-08-10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8593801/>. DOI: 10.2196/29714.
- [27] PELLICCIA A, SHARMA S, GATI S, et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease[J]. Eur Heart J, 2021, 42(1): 17-96.
- [28] BHELLA P S, HASTINGS J L, FUJIMOTO N, et al. Impact of lifelong exercise “dose” on left ventricular compliance and distensibility[J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 64(12): 1257-1266.
- [29] GAO Y, WANG N, ZHANG L, et al. Effectiveness of home-based cardiac telerehabilitation in patients with heart failure: a systematic review and Meta-analysis of randomised controlled trials[J]. J Clin Nurs, 2023, 32(21-22): 7661-7676.
- [30] FREDERIX I, HANSEN D, CONINX K, et al. Medium-Term effectiveness of a comprehensive internet-based and patient-specific telerehabilitation program with text messaging support for cardiac patients: randomized controlled trial[J/OL]. [2023-08-10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4528085/>. DOI: 10.2196/jmir.4799.
- [31] GREENE S J, BUTLER J, SPERTUS J A, et al. Comparison of New York Heart Association class and patient-reported outcomes for heart failure with reduced ejection fraction[J]. JAMA Cardiol, 2021, 6(5): 522-531.
- [32] TAYLOR R S, LONG L, MORDI I R, et al. Exercise-based rehabilitation for heart failure: cochrane systematic review, Meta-analysis, and trial sequential analysis[J]. JACC Heart Fail, 2019, 7(8): 691-705.
- [33] KELKAR A A, SPERTUS J, PANG P, et al. Utility of patient-reported outcome instruments in heart failure[J]. J Am Coll Cardiol, 2016, 4(3): 165-175.