

# 加速度计在心力衰竭患者体力活动评估与指导中的应用进展

孟盈彤<sup>1</sup>, 郑清如<sup>1</sup>, 戈晓华<sup>2</sup>

(1 上海交通大学 护理学院, 上海 200001;

2 上海交通大学医学院附属新华医院 护理部, 上海 200092)

心力衰竭(简称心衰),是所有心脏疾病的终末阶段,患者症状复杂且生活质量差<sup>[1]</sup>。体力活动是指骨骼肌收缩导致能量消耗高于基础代谢率的任何活动<sup>[2]</sup>。体力活动作为心脏康复的重要组成部分,可显著改善患者的心功能及生活质量<sup>[3]</sup>,已被美国心脏病学会基金会/美国心脏病协会心力衰竭管理指南列为 I A 级推荐<sup>[4]</sup>。但研究<sup>[5]</sup>显示,有 40%~91%的心衰患者没有规律参加体力活动。为此,各学科医务人员包括护士均尝试采取措施促进心衰患者的体力活动参与。准确高效的体力活动评估是制定和实施指导的基础,加速度计(accelerometer)作为新兴的可穿戴式体力活动客观评估工具相较于传统的标准评估工具,具有测量精确度高且可操作性强的优点,且已在国内外心衰患者体力活动评估与指导中展开应用<sup>[6]</sup>。但国内护理人员多对加速度计的认识不足,在心衰患者体力活动评估中缺乏客观工具的使用<sup>[7]</sup>,可能导致前期评估精确性和后续指导科学严谨性不足。因此本研究对加速度计在心衰患者体力活动评估与指导中的应用现状进行综述,以期临床实践提供指导。

## 1 概述

加速度计是一种可佩戴于腰部、臀部、手腕、手臂、脚踝等部位的用于测量个体体力活动强度和能量消耗的无创传感器。在心衰患者中应用较多加速度计种类主要为单轴、三轴加速度计及各种内置加速度计的活动监测器。其中单轴加速度计主要为 ActivPAL™(AP),三轴加速度计为 ActiGraph GT3X(AG GT3X)、Stayhealthy RT3(RT3)等,均可输出步数、活动强度、能量消耗等数值,还可用于不同姿态(站、坐、躺等)的识别。但三轴加速度计较单轴加速度计由于轴数及测量平面更多,因此更为精确、应用更为广泛。加速度计一般需连续佩戴 7 d,每日除洗澡、游泳、睡觉外需佩戴至少 8 h。由于单

纯加速度计功能较为局限,用户体验单一,因此如 Fitbit Charge HR 等设备目前正与心率、睡眠等监测器联合使用,以增加更多样化的功能体验,且其佩戴要求及测量精确度也与加速度计相似。随着可穿戴设备的逐渐普及,智能手表<sup>[8]</sup>及智能手环<sup>[9]</sup>也均开始内嵌加速度计,但这些设备由于内部算法及佩戴没有严格规范,因此评估结果不如单纯加速度计精准<sup>[10]</sup>,但仍有价格易于接受和佩戴简便的优势。

## 2 加速度计在心衰患者体力活动评估与指导中的应用效果

### 2.1 评估体力活动质量,量化患者活动质量和效果

2.1.1 评估不同强度体力活动时间 加速度计通过一定单位时间内的加速度计数的大小值可划分久坐、低、中、高四种不同强度体力活动,同时可输出不同强度体力活动时间。Dontje 等<sup>[11]</sup>使用加速度计测量了心功能Ⅲ级的心衰患者每日中等强度的体力活动时间仅为 15 min,且无任何高强度活动。而久坐是指以坐姿或斜躺姿势进行的能量消耗小于或等于 1.5 代谢当量的清醒活动,属强度最低的体力活动<sup>[12]</sup>。Yavari 等<sup>[13]</sup>使用加速度计对不同类型心衰患者及健康人共四类人群的久坐行为进行了测量;结果显示,四类人群的每日久坐时间分别为 12.7、12.6、12.0、11.1 h。

2.1.2 评估体力活动能量消耗 人体运动时,供能物质消耗,释放热量,加速度计输出原始加速度计数值,通过专门的计算方程可将加速度计数转换为能量消耗的数值。一项纵向研究<sup>[14]</sup>显示,在心衰患者左心室辅助装置植入和心脏移植手术前后 4 个不同时间点分别使用加速度计测量其身体活动的能量消耗,两种手术前心衰患者的体力活动平均能量消耗分别为(330±129)kcal/d 和(313±95)kcal/d,较健康成人低 50%以上,且在术后各时间点上能量消耗无显著变化。

2.1.3 分析体力活动时身体姿势 目前 ActivPAL 系列加速度计及三轴加速度计配合陀螺仪可以准确测量患者活动时的加速度和角速度,因此可分析不同动作状态。Hoffmann 等<sup>[15]</sup>研究显示,通过加速度计监测心衰患者日常生活中站、坐、躺、走、上坡/

【收稿日期】 2020-12-16 【修回日期】 2021-03-17

【基金项目】 上海市教委高原护理学科基金项目资助(Hlgy1804dxk)

【作者简介】 孟盈彤,硕士在读,从事老年慢性病护理研究

【通信作者】 戈晓华,电话:021-25076124

上楼、下坡/下楼、慢跑等动作,其在上下坡或楼梯动作中表现最差。另有学者利用内置加速度传感器和陀螺仪的手机开发了一个专门进行步态分析的应用程序 GaitTrack,该程序可记录患者的时空运动参数以识别不同的身体活动,在慢性肺脏疾病及心衰患者中验证了其测量患者步行等体力活动的准确率高达 94.13%<sup>[16]</sup>。

**2.2 评估心功能,及早识别患者病情变化** 使用加速度计评估心衰患者体力活动不仅可以直接反应患者的心功能状态,还可远程对心衰患者实施六分钟步行实验(6 minutes walking test, 6MWT),间接反应患者心功能,以协助护理人员早期发现患者病情变化迹象并作出处理。国外一项研究<sup>[17]</sup>显示,加速度计测量的心衰患者体力活动能直接预测发病率、认知功能、心功能状态和不良事件(如再入院)等,并且与其死亡率之间显示出强烈的负相关。另外,Je-hn 等<sup>[18]</sup>研究证实了使用加速度计远程评估患者的 6 min 步行距离和 6 min 步行速度的可靠性。近年来,有研究验证了内置加速度传感器的心脏复律除颤器<sup>[19]</sup>以及手机应用程序(SA-6MWT)<sup>[20]</sup>也可用于实施家庭远程 6WMT。国内学者<sup>[21]</sup>使用内置加速度计的手环进行心衰患者远程 6WMT,并将该结果与实际测量数据进行对比;研究显示,手环测量的行走距离要高于实际测量,而手环监测静息及实验后心率与遥测心电监护测量数据无显著差异,因此国产运动手环虽然测量精确度不高,但依然可为心衰患者居家体力活动康复提供安全保障。

**2.3 实时反馈数据,提高患者体力活动依从性** 体积小、测量精确的加速度计可量化心衰患者体力活动,还可通过实时反馈,改善心衰患者参与体力活动的依从性及自我护理能力并改善其生理心理状态及生活质量<sup>[22]</sup>。如 Mccarthy 等<sup>[23]</sup>研究对心衰患者实施了动机访谈同时分发加速度计和体力活动日记以供患者自我监测,干预结果显示加速度计可促使患者达成每周活动目标,且自我护理能力及 6 min 步行距离均显著增加。与此同时,国内研究也开始逐渐重视加速度计在改善心衰患者体力活动中的作用,如一项研究<sup>[24]</sup>共纳入 174 例慢性心衰患者,随机分为试验组和对照组。试验组采用智能手环作为远程监测仪并依据监测结果进行个体化指导,对照组患者自行进行 2 次/d 的 6 min 步行训练。干预 6 个月后试验组较对照组 6 min 步行距离显著升高,运动心率显著降低,运动时间及次数依从性提升,改善了患者预后。

**3 加速度计在心衰患者体力活动评估与指导中存在的问题及对策**

**3.1 缺乏心衰患者专用体力活动强度临界值分类标准** 目前运用加速度计评估个体体力活动的研究多数使用的是 Freedson 等<sup>[25]</sup>对成人体力活动临界值分类标准。但有研究<sup>[26]</sup>显示,心衰患者的静息代谢率较低,且活动时的能量消耗较大,当与健康人参与的相同强度的体力活动时,其输出的加速度计数值偏高,因此对该人群来说使用上述体力活动强度临界值可能会低估其体力活动量。目前尚未有研究制定心衰患者专用的体力活动强度分类临界值,因此未来还需更多研究进行深入探讨,同时护理人员在应用加速度计评估心衰患者体力活动时需考虑到此方面。

**3.2 加速度计对心衰患者体力活动依从性的干预研究尚不完善** 目前干预性研究中加速度计大多作为一组干预措施中的一个组成部分<sup>[27]</sup>,尚不清楚单独加速度计能否改善心衰患者体力活动依从性,且现大多数为小样本的类实验研究,可信度较低。因此未来还需设计更多严谨的大型随机对照研究来验证加速度计作为一种反馈手段对心衰患者体力活动依从性等方面的干预效果。

**3.3 心衰患者佩戴加速度计积极性不高** 由于心衰患者疾病症状、认知功能、反复入院及年龄较大等因素,导致其佩戴加速度计的积极性较差。如一项研究<sup>[28]</sup>纳入了 100 例刚出院的心衰患者,在患者出院后即刻、3 个月、6 个月时要求其连续佩戴 7 d 的加速度计;结果显示,在上述 3 个时间点,分别仅有 54%、56%、45% 的受试者达到了 100% 的佩戴率,因此未来护理人员还需通过设计激励措施、丰富功能体验等改善患者佩戴积极性。

## 4 小结

随着体力活动对心衰患者健康结局及生活质量的有益作用被证实,越来越多的临床体力活动康复计划逐步开展,由于护理人员可担任干预的评估者、实施者、教育督导者等,因此发挥着重要作用。而加速度计可客观量化心衰患者体力活动质量并可预测其心功能,同时还可作为一种反馈手段提高心衰患者体力活动依从性,为护理人员制定更科学完善的指导措施提供了工具性支持。因此,在未来的工作中首先应提高护理人员对加速度计的认知水平,开展有关加速度计评估体力活动的广覆盖、标准化的知识和能力培训;其次仍需护理科研人员联合工程师探讨更适合心衰患者的体力活动强度临界值分类标准,以及设计科学严谨的临床试验验证加速度计对心衰患者体力活动依从性中的干预效果;最后在临床应用过程中还可适当采取鼓励措施及丰富加速度计功能等改善患者佩戴积极性。

【关键词】 加速度计;心力衰竭;体力活动

doi:10.3969/j.issn.1008-9993.2021.04.021

【中图分类号】 R473.54 【文献标识码】 A

【文章编号】 1008-9993(2021)04-0080-03

【参考文献】

[1] 王华,梁延春.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.

[2] CASPERSEN C J,POWELL K E,CHRISTENSON G M.Physical activity,exercise,and physical fitness:definitions and distinctions for health-related research[J].Public Health Rep,1985,100(2):126-131.

[3] LEGGIO M,FUSCO A,LORETI C,et al.Effects of exercise training in heart failure with preserved ejection fraction:an updated systematic literature review[J].Heart Fail Rev,2020,25(5):703-711.

[4] YNCY C W,JESSUP M,BOZKURT B,et al.2017 ACC/AHA/HFSA focused update of the 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure:a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on clinical practice guidelines and the Heart Failure Society of America[J].J Am Coll Cardiol,2017,70(6):776-803.

[5] WAREHIME S,DINKEL D,ALONSO W,et al.Long-term exercise adherence in patients with heart failure:a qualitative study[J].Heart Lung,2020,49(6):696-701.

[6] SCHMIDT C,SANTOS M,BOHN L,et al.Comparison of questionnaire and accelerometer-based assessments of physical activity in patients with heart failure with preserved ejection fraction:clinical and prognostic implications[J].Scand Cardiovasc J,2020,54(2):77-83.

[7] 张琪.基于心脏康复指南的身体活动和久坐行为研究[D].长春:吉林大学,2019.

[8] LIEBZEIT D,PHELAN C,MOON C,et al.Rest-activity patterns in older adults with heart failure and healthy older adults[J].J Aging Phys Act,2017,25(1):116-122.

[9] 周厚栋,李华.运动手环测量 22-27 岁人群体力活动能量消耗的有效性探究[J].智富时代,2015(1):205-206.

[10] 温煦,袁冰,李华,等.论智能可穿戴设备在我国体力活动大数据分析中的应用[J].中国体育科技,2017,53(2):80-87.

[11] DONTJE M L,VAN DER WAL M H,STOLK R P,et al.Daily physical activity in stable heart failure patients[J].J Cardiovasc Nurs,2014,29(3):218-226.

[12] TREMBLAY M S,AUBERT S,BARNES J D,et al.Sedentary behavior research network (SBRN)-terminology consensus project process and outcome [J/OL]. [2021-03-17]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28599680/>.

[13] YAVARI M,HAYKOWSKY M J F,SAVU A,et al.Volume and patterns of physical activity across the health and heart failure continuum[J].Can J Cardiol,2017,33(11):1465-1471.

[14] JAKOVLJEVIC D G,MCDIARMID A,HALLSWORTH K,et al.Effect of left ventricular assist device implantation and heart transplantation on habitual physical activity and quality of life [J].Am J Cardiol,2014,114(1):88-93.

[15] HOFFMANN J M,HELLWIG S,BRANDENBURG V M,et al.Measuring fear of physical activity in patients with heart failure [J].Int J Behav Med,2018,25(3):294-303.

[16] JUEN J,CHENG Q,PRIETO-CENTURION V,et al.Health monitors for chronic disease by gait analysis with mobile phones [J].Telemed J E Health,2014,20(11):1035-1041.

[17] TAN M K H,WONG J K L,BAKRANIA K,et al.Can activity monitors predict outcomes in patients with heart failure? A systematic review[J].Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes,2019,5(1):11-21.

[18] JEHN M,PRESCHER S,KOEHLER K,et al.Tele-accelerometry as a novel technique for assessing functional status in patients with heart failure:feasibility, reliability and patient safety [J].Int J Cardiol,2013,168(5):4723-4728.

[19] BURCH A E,SCHERR D,RIETH A,et al.Wearable cardioverter defibrillator-guided 6-min walk test performed at home is accurate and reliable:results of the trends study[J].J Cardiopulm Rehabil Prev,2020,40(2):e14-e17.

[20] BROOKS G C,VITTINGHOFF E,LYER S,et al.Accuracy and usability of a self-administered 6-minute walk test smartphone application[J].Circ Heart Fail,2015,8(5):905-913.

[21] 王瑞,吕蓉,周萌,等.监测手环在心力衰竭患者 6 分钟步行试验中的应用初探[J].中华心力衰竭和心肌病杂志,2018(2):95-97.

[22] ALHARBI M,STRAOITON N,GALLAGHER R.Harnessing the potential of wearable activity trackers for heart failure self-care[J].Curr Heart Fail Rep,2017,14(1):23-29.

[23] MCCARTHY M M,DICKSON V V,KATZ S D,et al.An exercise counseling intervention in minority adults with heart failure [J].Rehabil Nurs,2017,42(3):146-156.

[24] 于玲,张喜文,张清,等.智能手环对心衰患者康复运动依从性及预后的影响研究[J].中国数字医学,2019,14(12):33-35.

[25] FREEDSON P S,MELANSON E,SIRARD J.Calibration of the computer science and applications,Inc.accelerometer[J].Med Sci Sports Exerc,1998,30(5):777-781.

[26] DIBBEN G O,GANDHI M M,TAYLOR R S,et al.Physical activity assessment by accelerometry in people with heart failure [J/OL]. [2021-03-17]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32817798/>.

[27] HARRIS T,KERRY S,VICTOR C,et al.A pedometer-based walking intervention in 45- to 75-year-olds, with and without practice nurse support: the PACE-UP three-arm cluster RCT [J].Health Technol Assess,2018,22(37):1-274.

[28] YOUNG L,HERTZOG M,BARNASON S.Feasibility of using accelerometer measurements to assess habitual physical activity in rural heart failure patients[J/OL]. [2021-03-17]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31011033/>.

(本文编辑:王园园)