



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2024.05.009

<http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2024.05.009>

· 论著 ·

# 基于 ActiGraphGT3X 加速度计评估慢性肾脏病患者体力活动状况

曾佳豪 肖翠霞 莫业南 黄家晟 何嘉炜 杨长沅 陈芳钰 王倩 陈树娟  
吴一帆 王立新 卢富华 刘立昌 刘旭生 苏国彬

**[摘要]** **目的** 了解国内慢性肾脏病(CKD)非透析期患者在接受慢病管理下的体力活动状况,为今后制定个体化的运动建议提供参考。**方法** 选取 PEAKING 队列研究中 CKD 患者 112 例,根据每周中高强度体力活动达标情况将所有患者分为达标组(98 例)和不达标组(14 例)。采用 ActiGraphGT3X 加速度计客观评估 CKD 患者的体力活动状况,并对两组患者的体力活动相关参数进行比较。**结果** 112 例患者中 98 例(87.5%)体力活动状况达标。不达标组年龄、病程、CKD 3、4、5 期和查尔森合并症指数(CCI)3、4 分患者比例均高于达标组,CCI 0、1、2 分患者比例均低于达标组( $P < 0.05$ )。达标组患者中强度体力活动(MPA)、高强度体力活动(VPA)、中高强度体力活动(MVPA)、日均能量消耗量和代谢当量值均高于不达标组( $P < 0.001$ )。**结论** 接受慢病管理的 CKD 非透析期患者通过加速度计客观评估体力活动状况,达标率相对较高,间接反映了接受慢病管理对 CKD 患者的潜在健康促进作用。

**[关键词]** 慢性肾脏病; ActiGraphGT3X 加速度计; 体力活动状况; 慢病管理

**[中图分类号]** R259

**[文献标识码]** A

**Physical activity status in patients with chronic kidney disease based on ActiGraphGT3X accelerometer** Zeng Jiahao\*, Xiao Cuixia, Mo Yenan, Huang Jiasheng, He Jiawei, Yang Changyuan, Chen Fangyu, Wang Qian, Chen Shujuan, Wu Yifan, Wang Lixin, Lu Fuhua, Liu Lichang, Liu Xusheng, Su Guobin. \*Department of Nephrology, the Second Affiliated Hospital of Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510120, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the physical activity of domestic patients with non-dialysis chronic kidney disease(CKD) under chronic disease management, and to provide reference for formulating individualized exercise recommendations in the future. **Methods** A total of 112 patients with CKD in the PEAKING cohort study were selected. All patients were divided into standard group(98 cases) and a non-standard group(14 cases) according to whether meeting the standard of weekly moderate-to-vigorous physical activity. ActiGraphGT3X accelerometer was used to objectively evaluate the physical activity of patients with CKD, and the parameters related to physical activity were compared between two groups. **Results** Of these 112 patients, 98(87.5%) reached the standard physical activity. Age, disease course and the proportion of patients with CKD stage 3, 4, 5 and Charson comorbidity Index(CCI) score 3, 4 in non-standard group were higher than that in standard group, and the proportion of patients with CCI score 0, 1, 2 were lower than that in standard group( $P < 0.05$ ). The values of moderate intensity physical activity(MPA), high intensity physical activity(VPA), moderate-to-vigorous physical activity(MVPA), daily energy consumption and metabolism in standard group were higher than those in non-standard group( $P < 0.001$ ). **Conclusion** The physical activity of non-dialysis patients with CKD who received chronic disease management was objectively assessed by accelerometer, and the standard rate was relatively high, which indirectly reflected the potential health promotion effect of chronic disease management on patients with CKD.

**[Key words]** Chronic kidney disease; ActiGraphGT3X accelerometer; Physical activity; Chronic disease management

基金项目:国家自然科学基金资助项目(82004205);广东省中医院中医药科学技术研究专项(YN2018QL08);广东省中医院拔尖人才科研专项资助项目(BJ2022KY11)

作者单位:510120 广州,中医证候全国重点实验室 广州中医药大学第二附属医院 广东省中医院 国家慢性肾脏病中医临床研究基地肾内科(曾佳豪、肖翠霞、莫业南、杨长沅、陈芳钰、王倩、陈树娟、吴一帆、王立新、卢富华、刘旭生、苏国彬);广州中医药大学深圳医院肾内科(黄家晟);北京大学第一医院肾内科(何嘉炜);广东省中医院珠海医院肾内科(刘立昌);Department of Global Public Health, Karolinska Institute(苏国彬)

通讯作者:苏国彬, E-mail: guobin. su@gzucm.edu.cn

慢性肾脏病 (CKD) 是以肾脏结构和功能进行性受损为特征的疾病,具有患病率高<sup>[1]</sup>、治疗费用高的特点,已成为全球公共卫生问题<sup>[2]</sup>。因此,如何延缓疾病进展尤为重要。体力活动是指骨骼肌的任意收缩并产生活动,并伴随大量能量消耗增加的过程<sup>[3-5]</sup>;多项研究表明体力活动能够减少心血管疾病事件发生<sup>[6]</sup>、抑制炎症反应<sup>[7]</sup>和缓解抑郁<sup>[8]</sup>,进而显著提高患者生活质量<sup>[9]</sup>,降低全因死亡率<sup>[10]</sup>。既往研究表明使用加速度计能避免患者受记忆水平、生活背景和文化程度等因素的干扰,获得更加客观、准确的体力活动数据,且已被证实具有一定的信度和效度<sup>[11]</sup>。目前使用加速度计评估 CKD 患者体力活动状况的研究大多在国外开展<sup>[12]</sup>,国内尚缺乏相关研究。慢性疾病管理模式近年来逐渐在各类慢性病中推广应用,广东省中医院作为国家卫生健康委员会“慢性肾脏病管理模式研究项目”示范培训基地,长期对 CKD 患者开展运动等生活方式的培训。PEAKING 队列研究为探讨 CKD 患者体力活动与不良结局事件关系的开放性队列<sup>[13]</sup>,本文通过 ActiGraphGT3X 加速度计对 PEAKING 队列研究中接受慢病管理的 CKD 非透析期患者开展体力活动的评估,为制定针对性的运动指导建议提供更多的参考。

## 对象与方法

1. 对象:本研究为横断面研究,截取 2017 年 3 月~2019 年 12 月 PEAKING 队列研究中在广州中医药大学第二附属医院(广东省中医院)慢性病门诊注册并登记的 CKD 患者 112 例,其中男 58 例、女 54 例,年龄 25~80 岁,中位年龄 49.2(38.1,62.1)岁,平均身高(162.1±7.3)cm,平均体重(58.7±11.3)kg,平均腰围(81.6±9.7)cm,平均 BMI(22.2±3.2)kg/m<sup>2</sup>,平均病程 5.4(2.8,10.0)年。纳入标准:(1)年龄>18 岁;(2)根据改善全球肾脏病预后组织(KDIGO)指南<sup>[14]</sup>诊断为 CKD。排除标准参照文献<sup>[13]</sup>。本研究已通过广东省中医院医学伦理委员会审核批准,所有患者均签署知情同意书。

## 2. 方法

(1)一般资料及临床资料收集:包括性别、年龄、婚姻状态、教育程度、身高、体重、腰围、BMI、CKD 分期、病程、原发疾病及查尔森合并症指数(CCI)<sup>[15]</sup>。

(2)体力活动测量:本研究采用 ActiGraphGT3X 加速度计记录 CKD 患者的体力活动水平。①初始化:充满电后通过配套的 Actilife 软件输入患者姓名、性别、种族、身高、体重等个人信息,设定数据采集间隔时间为 60 s,频率为 30 Hz。②佩戴加速度计:佩戴于患

者右髂前上棘上部,靠近腋前线,每天清晨佩戴,晚上睡觉前摘除(洗澡、接触水时摘除),连续佩戴 9 日以上(确保含 5 个工作日和 2 个休息日),每日佩戴 8 h 以上<sup>[16]</sup>。③数据整理:导出原始数据,设置相应的未佩戴时间<sup>[17]</sup>,清除不符合有效佩戴时长(每日佩戴 8 h 以上)<sup>[14]</sup>和有效佩戴日(至少佩戴 7 天,日均 8 h 以上)<sup>[18]</sup>的数据;每位患者的计数值依据不同年龄段设置相应界定值<sup>[19-20]</sup>,进而导出各种活动强度时间,并计算出中高强度体力活动(MVPA),MVPA=中强度体力活动(MPA)+高强度体力活动(VPA)。同时导出患者佩戴时间、佩戴天数、日均能量消耗量及代谢当量值等参数。依据美国肾脏病基金会慢性肾脏病监测与防治指南(NKF-K/DOQI)工作组制定的指南推荐<sup>[21]</sup>,建议 CKD 患者每周参加至少 5 次、每次 30 min 的中高强度体力活动,根据每周中高强度体力活动达标情况将所有患者分为体力活动达标组(98 例)和不达标组(14 例)。

3. 统计学处理:应用 Stata 15.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用 *t* 检验或方差分析;不符合正态分布的计量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,组间比较采用非参数检验。计数资料以例数和百分比表示,两组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率检验,多组间比较采用非参数检验。以  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 结 果

1. 两组患者一般资料及临床资料比较:所有患者体力活动达标率为 87.5%(98/112)。不达标组年龄、病程、CKD 3、4、5 期和 CCI 3、4 分患者比例均高于达标组,CCI 0、1、2 分患者比例均低于达标组( $P < 0.05$ )。其他指标两组间比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

2. CKD 患者的体力活动状况:112 例 CKD 患者中位佩戴时间为 1 296.0(1 296.0,1 413.3)min/d,其中 98 例(87.5%)患者佩戴天数为 9~10 天,静止时间(SED)为 1 052.8(968.4,1 131.3)min/d,低强度体力活动(LPA)为 197.0(165.0,245.1)min/d,MPA 为 51.4(33.6,71.6)min/d,VPA 为 0.6(0.3,1.2)min/d,MVPA 为 52.3(34.0,74.8)min/d,日均能量消耗量为 197.8(128.1,293.5)kcal/d,代谢当量值为 1.1(1.0,1.1)met。

3. 两组患者体力活动状况比较:达标组患者 MPA、VPA、MVPA、日均能量消耗量和代谢当量值均高于不达标组( $P < 0.001$ )。其他指标两组间比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 2。

表 1 两组患者一般资料及临床资料比较[例,(%)]

组别	例数	男性	年龄 [岁, $M(P_{25},P_{75})$ ]	已婚或 同居	大专及 以上	病程 [年, $M(P_{25},P_{75})$ ]	身高 (cm, $\bar{x}\pm s$ )	体重 (kg, $\bar{x}\pm s$ )	腰围 (cm, $\bar{x}\pm s$ )	BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x}\pm s$ )	
不达标组	14	10(71.4)	66.6(49.6,71.3)	14(100.0)	5(35.7)	9.0(1.6,22.5)	162.4±8.4	58.4±12.9	84.4±8.6	21.9±3.6	
达标组	98	48(49.0)	47.0(35.0,59.4)	85(86.7)	46(46.9)	5.3(2.8,9.4)	162.1±7.2	58.8±11.2	81.2±9.8	22.3±3.2	
P 值		0.116	0.002	0.147	0.430	0.012	0.870	0.897	0.264	0.725	
组别	例数	CKD 分期						原发疾病			
		1 期	2 期	3 期	4 期	5 期	未分期	糖尿病 肾脏疾病	良性肾小 动脉硬化	原发性 肾小球肾炎	其他
不达标组	14	1(7.1)	1(7.1)	4(28.6) <sup>a</sup>	4(28.6) <sup>a</sup>	4(28.6)	0(0)	2(14.3)	2(14.3)	7(50.0)	3(21.4)
达标组	98	27(27.6)	28(28.6)	24(24.5)	9(9.2)	9(9.2)	1(1.0)	5(5.1)	7(7.1)	65(66.3)	21(21.4)
P 值		0.012						0.401			
组别	例数	CCI									
		0 分	1 分	2 分	3 分	4 分	6 分	7 分	8 分		
不达标组	14	7(50.0) <sup>a</sup>	2(14.3) <sup>a</sup>	0(0) <sup>a</sup>	2(14.3) <sup>a</sup>	3(21.4) <sup>a</sup>	0(0)	0(0)	0(0)		
达标组	98	65(66.3)	18(18.4)	3(3.1)	8(8.2)	0(0)	2(2.0)	1(1.0)	1(1.0)		
P 值		0.023									

注:与达标组比较,<sup>a</sup> $P<0.05$

表 2 两组患者体力活动状况比较[ $M(P_{25},P_{75})$ ]

组别	例数	佩戴时间 (min/d)	佩戴天数[例,(%)]						
			7 天	8 天	9 天	10 天	11 天	12 天	15 天
不达标组	14	1 296.0(1 296.0,1413.3)	1(7.1)	1(7.1)	6(42.9)	5(35.7)	1(7.1)	0(0)	0(0)
达标组	98	1 296.0(1 296.0,1413.3)	2(2.0)	3(3.1)	32(32.7)	55(56.1)	2(2.0)	3(3.1)	1(1.0)
P 值		0.996	0.324						
组别	例数	SED (min/d)	LPA (min/d)	MPA (min/d)	VPA (min/d)	MVPA (min/d)	日均能量消耗量 (kcal/d)	代谢当量值 (met)	
不达标组	14	1 082.0 (976.0,1 248.8)	181.6 (112.6,238.6)	16.3 (11.3,20.2)	0.2 (0.1,0.4)	16.4 (11.5,20.8)	101.7 (64.7,145.6)	1.0 (1.0,1.0)	
达标组	98	1 051.8 (966.3,1 123.7)	198.2 (166.5,246.1)	58.1 (40.9,73.9)	0.7 (0.4,1.4)	60.7 (41.7,75.6)	213.9 (133.8,320.7)	1.1 (1.0,1.1)	
P 值		0.240	0.342	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	

讨 论

本研究通过连续佩戴 9 天以上的 ActiGraphGT3X 加速度计客观评估患者的体力活动状况,约 87.5% 的 CKD 患者符合 NFK-K/DOQI 的推荐运动量<sup>[21]</sup>,MVPA 为 52.3(34.0,74.8)min/d,达标组患者 MPA、VPA、MVPA、日均能量消耗量和代谢当量值均显著高于不达标组,而两组患者的佩戴时间、SED 和 LPA 比较差异均无统计学意义。本研究结果表明参加慢病管理的 CKD 非透析期患者体力活动水平相对良好,达标率高达 87.5%。既往研究主要集中在国外人群且均使用主观测量量表,提示 CKD 患者体力活动水平普遍欠佳<sup>[22]</sup>。一项纳入 272 例 CKD 1~4 期患者的研究通过采用国际体力活动问卷(IPAQ)调查,结果显示体力活动达标率为 53.7%<sup>[23]</sup>,而 Fassett 等<sup>[24]</sup>采用自我报告问卷收集了 120 例 CKD 2~4 期患者 1 周内的体力活动情况,结果显示达标率也仅为 50%。这可能与体力活动测量工具、研究对象来源的不同相关。尽管本研究与上述两个研究均使用相同的运动达标判定标

准<sup>[19]</sup>,但在主观问卷中,CKD 患者对于不同强度体力活动的理解可能存在差异,CKD 患者更担心自己不能完成中高体力活动<sup>[25]</sup>,容易导致主观判断中高体力活动时间较少,从而导致自我感觉体力活动不足。本研究采用加速度计作为体力活动的测量工具,较之主观量表能够避免患者主观判断体力活动强度的差异、回忆偏倚等影响,获得更为完整的信息;此外本研究的患者来源于慢病管理中心,相较于普通门诊和病房,能够接触到更多的慢病管理知识,对疾病的治疗有较高的认知水平和依从性,能够自觉的增加运动强度和延长运动时间,达到一个较高的体力活动水平<sup>[26]</sup>。同时,体力活动达标除了表现为较高的 MVPA 外,同时还体现为日均能量消耗和代谢当量值的提高,显示出体力活动达标的潜在多重获益性。一项纳入 440 例患者的研究表明每日较长的 MVPA 与较好的肾功能相关<sup>[27]</sup>;另外随着 MVPA 的提高,体力活动可进一步降低患者全因死亡、心血管疾病事件及进展至终末期肾病的风险<sup>[28]</sup>。另一项纳入 59 552 例 CKD 患者的研究也表明了随着每日代谢当量值的增加,进展至

终末期肾病和死亡风险降低相关<sup>[29]</sup>。这可能是由于体力活动能够改善血压,提高身体机能和运动能力,缓解焦虑抑郁的情绪,进而减少不良事件的发生<sup>[30]</sup>。慢病管理中心的 CKD 患者体力活动水平达标率升高也间接反映了慢病管理对 CKD 患者的潜在健康促进作用。但仍需进一步通过与未接受慢病管理的 CKD 患者进行对比,探索慢病管理的益处。另外两组患者在佩戴时间上比较无明显差异,且基本符合佩戴要求,显示出具有良好的依从性。

本研究的优势在于选择了 ActiGraphGT3X 加速度计来评估非透析期 CKD 患者的体力活动状况,获得更加准确、客观的临床数据;同时选取了慢病管理中心的患者作为研究对象,弥补了当前对这一特定人群体力活动状况的数据空白,为今后在慢病管理中心制定针对性的运动指导建议提供参考。

在解读本研究结果时,需考虑存在的以下不足:仅测量 1 次连续 9 天的体力活动,并未动态测量其纵向变化;由于本研究收集的可能影响 CKD 患者体力活动是否达标的因素较少,未能进一步全面分析影响 CKD 患者体力活动的潜在影响因素;同时本研究仅纳入单中心接受慢病管理的 CKD 患者,未来需要扩展在进行慢病管理的其他中心进行进一步调查。

综上所述,本研究基于 ActiGraphGT3X 加速度计来评估接受慢病管理的 CKD 患者,其体力活动达标率相对较高,间接反映接受慢病管理对 CKD 患者的潜在健康促进作用。

## 参 考 文 献

- [1] Zhang L, Wang F, Wang L, et al. Prevalence of chronic kidney disease in China: a cross-sectional survey[J]. Lancet, 2012, 379(9818): 815-822.
- [2] 肖月,隋宾艳,赵琨.我国终末期肾病现状及透析技术的应用、费用及支付情况分析[J].中国卫生政策研究,2011,4(5):29-33.
- [3] Bao ZJ, Qiu DK, Ma X, et al. Assessment of health-related quality of life in Chinese patients with minimal hepatic encephalopathy[J]. World J Gastroenterol, 2007, 13(21): 3003-3008.
- [4] 孙叶丽,李浩源,周萍.慢性肾脏病骨骼肌消耗治疗研究进展[J].临床内科杂志,2023,40(11):786-788.
- [5] 王英伟,张耕瑞,刘新宇,等.中青年维持性血液透析患者体力活动水平及影响因素分析[J].中华全科医学,2022,20(10):1695-1699.
- [6] 杜伦伟,汪俊华,洪峰,等.贵州省主要少数民族人群身体活动与心血管病关系分析[J].中国预防医学杂志,2022,23(10):741-748.
- [7] Afshar R, Shegarly L, Shavandi N, et al. Effects of aerobic exercise and resistance training on lipid profiles and inflammation status in patients on maintenance hemodialysis[J]. Indian J Nephrol, 2010, 20(4): 185-189.
- [8] Zhu FX, Zhang XY, Ding XK, et al. Protective effect of regular physical activity on major depressive episodes in patients with early stages of chronic kidney disease[J]. Ren Fail, 2017, 39(1): 602-606.
- [9] 董昱,王桦,叶光明,等.长寿地区 90 岁及以上人群认知功能、营养

状况与日常生活活动自理的关系研究[J].临床内科杂志,2021,38(5):339-342.

- [10] Tentori F, Elder SJ, Thumma J, et al. Physical exercise among participants in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS): correlates and associated outcomes[J]. Nephrol Dial Transplant, 2010, 25(9): 3050-3062.
- [11] Jones D, Crossley K, Dascombe B, et al. Validity and reliability of the fitbit flex and actigraph GT3X + AT jogging and running speeds[J]. Int J Sports Phys Ther, 2018, 13(5): 860-870.
- [12] Glavinovic T, Ferguson T, Komenda P, et al. CKD and Sedentary Time: Results From the Canadian Health Measures Survey[J]. Am J Kidney Dis, 2018, 72(4): 529-537.
- [13] 苏国彬,秦新东,张腊,等.基于 PEAKING 队列探讨慢性肾脏病患者运动的促进与阻碍因素[J].中国全科医学,2020,23(31):3971-3975.
- [14] Andrassy KM. Comments on 'KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease' [J]. Kidney Int, 2013, 84(3): 622-623.
- [15] Charlson ME, Pompei P, Ales KL, et al. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation[J]. J Chronic Dis, 1987, 40(5): 373-383.
- [16] Eiberg S, Hasselstrom H, Gronfeldt V, et al. Maximum oxygen uptake and objectively measured physical activity in Danish children 6-7 years of age; the Copenhagen school child intervention study[J]. Br J Sports Med, 2005, 39(10): 725-730.
- [17] Choi L, Ward SC, Schnelle JF, et al. Assessment of wear/nonwear time classification algorithms for triaxial accelerometer[J]. Med Sci Sports Exerc, 2012, 44(10): 2009-2016.
- [18] Ruiz JR, Ortega FB, Martinez-Gomez D, et al. Objectively measured physical activity and sedentary time in European adolescents; the HEL-ENA study[J]. Am J Epidemiol, 2011, 174(2): 173-184.
- [19] Kozey-Keadle S, Libertine A, Lyden K, et al. Validation of wearable monitors for assessing sedentary behavior[J]. Med Sci Sports Exerc, 2011, 43(8): 1561-1567.
- [20] Sasaki JE, John D, Freedson PS. Validation and comparison of Acti-Graph activity monitors[J]. J Sci Med Sport, 2011, 14(5): 411-416.
- [21] Inker LA, Astor BC, Fox CH, et al. KDOQI US commentary on the 2012 KDIGO clinical practice guideline for the evaluation and management of CKD[J]. Am J Kidney Dis, 2014, 63(5): 713-735.
- [22] Santos-Lozano A, Santin-Medeiros F, Cardon G, et al. Actigraph GT3X: validation and determination of physical activity intensity cut points [J]. Int J Sports Med, 2013, 34(11): 975-982.
- [23] 沈国静,张玉侠,项波,等.慢性肾脏病患者体力活动现状及影响因素研究[J].护理学杂志,2019,34(5):25-29.
- [24] Fasset RG, Robertson IK, Geraghty DP, et al. Physical activity levels in patients with chronic kidney disease entering the LORD trial[J]. Med Sci Sports Exerc, 2009, 41(5): 985-991.
- [25] Sasaki S, Nakamura K, Ukawa S, et al. Association of accelerometer-measured physical activity with kidney function in a Japanese population; the DOSANCO Health Study[J]. BMC Nephrol, 2022, 23(1): 7.
- [26] Whittemore R, Melkus GD, Sullivan A, et al. A nurse-coaching intervention for women with type 2 diabetes [J]. Diabetes Educ, 2004, 30(5): 795-804.
- [27] Peng S, He J, Huang J, et al. Self-management interventions for chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Nephrol, 2019, 20(1): 142.
- [28] Kim JH, Hyun YY, Lee KB, et al. Moderate-Vigorous Physical Activity and Clinical Outcomes in Adults with Nondialysis Chronic Kidney Disease[J]. J Clin Med, 2021, 10(15): 3365.
- [29] Jafar TH, Jin A, Koh WP, et al. Physical activity and risk of end-stage kidney disease in the Singapore Chinese Health Study[J]. Nephrology (Carlton), 2015, 20(2): 61-67.
- [30] 张帆,王蔚琼,张华春.慢性肾脏病的运动康复临床实践指南及专家共识解读[J].中国血液净化,2022,21(2):111-114.

(收稿日期:2023-11-22)

(本文编辑:余晓曼)