DOI:10.16016/j.2097-0927.202310006

穿戴式长程动态心电监测仪在社区居家老年人群中的监测研究

袁志权[1],邬 娜[1],焦惠艳[2],李成英[1],吴 龙[1],聂 朦[1,3],许月瑶[4],杨 蕾[1,3],王 煜[1,3],伍永红[2],钟 理[5],李亚斐[1] 400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)军事预防医学系军队流行病学教研室[1];400032 重庆,沙坪坝区双碑社区卫生服务中心[2];561113 贵阳,贵州医科大学公共卫生与健康学院环境污染与疾病监控教育部重点实验[3];400039 重庆,九龙坡区疾病预防控制中心[4];401120 重庆,重庆医科大学附属第三医院心血管疾病中心[5]

[**摘要**] **目的** 对社区居家老年人群进行动态心电监测结果调查,并探讨穿戴式长程动态心电监测仪在社区居家老年人群中的适用性。**方法** 于2021年11月至2023年6月在重庆市沙坪坝区双碑社区招募老年志愿者,采用单导联穿戴式动态心电记录仪进行连续7 d的心电监测,描述设备穿戴中的不良反应、可接受度、监测时长、心电监测结果。严重心律失常事件包含频发房早、心房扑动、心房颤动(房颤)、频发室早、RR间期≥5 s心律失常事件。**结果** 共416例研究对象纳入分析,年龄(71.2±6.6)岁,男性150人(36.1%);384例(92.3%)研究对象完成7 d佩戴,佩戴时长(159.2±29.4)h。179例(48.5%)研究对象穿戴心电监测设备无任何不适,175例(47.4%)佩戴部位皮肤瘙痒。监测结果显示,常见的心律失常依次为房性早搏(97.1%)、室性早搏(93.3%)、房性心动过速(84.6%)、心动过缓(46.6%)、频发房性早搏(15.1%)、室性心动过速(13.2%)、长RR间期(11.8%)等。其中29.1%的研究对象有严重心律失常事件,高龄(≥70岁)、有既往心脏疾病史的人群某些严重心律失常事件检出率较高。**结论** 社区居家老年人群常见心律失常检出率较高,监测周期7 d可能较合适。

[**关键词**] 心律失常;长程动态心电监测;社区老年人群
[**中图法分类号**] R181.37;R540.41;R541.7 [**文献标志码**] A

Monitoring of wearable long-range ambulatory electrocardiographic monitor for a community-based homebound elderly population

YUAN Zhiquan[1], WU Na[1], JIAO Huiyan[2], LI Chengying[1], WU Long[1], NIE Meng[1,3], XU Yueyao[4], YANG Lei[1,3], WANG Yu[1,3], WU Yonghong[2], ZHONG Li[5], LI Yafei[1] [1]Department of Epidemiology, Faculty of Military Preventive Medicine, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038; [2]Health Service Center of Shuangbei Community of Shapingba District, Chongqing, 400032; [3]School of Public Health, Key Laboratory of Environmental Pollution Monitoring and Disease Control of Ministry of Education, Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou Province, 561113; [4]Jiulongpo District Center for Disease Control and Prevention, Chongqing, 400039; [5]Cardiovascular Disease Center, the Third Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing, 401120, China

[**Abstract**] **Objective** To investigate the results of ambulatory electrocardiographic (ECG) monitoring in a community-based homebound elderly population and to explore the applicability of wearable long-range ambulatory ECG monitor for them. **Methods** Elderly volunteers were recruited in Shuangbei Community, Shapingba District, Chongqing, from November 2021 to June 2023. A single-lead wearable ambulatory ECG recorder was applied to them to obtain ECG for 7 consecutive days. The adverse reactions, acceptability, monitoring duration, and arrhythmia detection rate during the wearing were described and recorded. Serious arrhythmic events included frequent atrial premature, atrial flutter, atrial fibrillation (AF), frequent ventricular premature, and RR intervals ≥5 s. **Results** There were 416 individuals enrolled, with a mean age of 71.2±6.6 years, and a male percentage of 36.1% (150 men). Finally, 384 (92.3%) participants completed the wearing of the ECG monitor for 7 d, with an average time of 159.2±29.4 h. There

[**通信作者**] 李亚斐,E-mail:liyafei2008@hotmail.com

2097-0927/Copyright © 2024, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循 CC BY 许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

were 179 participants (48.5%) reporting no discomfort during wearing, and 175 ones (47.4%) feeling itchy at the wearing site. The monitoring results showed that the common arrhythmias were atrial premature contractions (97.1%), premature ventricular contractions (93.3%), atrial tachycardia (84.6%), bradycardia (46.6%), frequent atrial premature contractions (15.1%), ventricular tachycardia (13.2%), and long RR interval (11.8%). Among them, 29.1% of the participants experienced serious arrhythmic events, and the detection rate of certain serious arrhythmic events was comparatively higher in the individuals ≥70 years of age and those with history of previous cardiac disease. **Conclusion** The detection rate of common arrhythmias is quite high in the community-based homebound elderly population. A 7-day long-range ambulatory ECG monitoring may be appropriate.

[**Key words**] arrhythmia; long-range ambulatory ECG monitoring; elderly community-based population

Corresponding author: LI Yafei, E-mail: liyafei2008@hotmail.com

心律失常是临床上常见的心血管疾病,会增加心血管并发症和死亡的风险[1]。心律失常具有突发性或阵发性,或发作时间短,到医院进行常规心电图(electrocardiogram,ECG)检查,经常难以捕捉无症状的心律失常,可能延误诊疗。动态心电监测可以进行24 h或更长时间的监测,以便发现在常规ECG检查时不易发现的心律失常。但是,临床常规提供的动态心电监测仪受尺寸和体积限制,同时佩戴期间不能洗澡、剧烈活动,不方便进行长时程连续监测。临床上约30%房颤患者无明显症状,但其卒中、心血管死亡和其他心血管事件发生率相似或高于有症状房颤患者[2-3],加之基层医疗机构缺乏专业心电图医师。因此,开展社区老年人群心电监测具有十分重要的意义。近年来出现的穿戴式心电监测仪可以进行7~14 d的监测,操作便捷,适用范围广,无需连接心电图导线即可进行连续监测,灵敏度、特异度高,可提高心律失常的检出率、区分心律失常的类型[4],连接互联网便于数据整合与分析,并实时提供可用于临床决策的数据。尽管可穿戴式心电监测设备具有上述优势,但是穿戴式心电监测在社区老年人群中的可推广性和适用性尚待研究,存在佩戴时长和耐受性不明确,是否有不良反应等问题。

因此,本研究探索在社区居家老年人群中采用单导联穿戴式心电记录仪进行长程心电监测的适用性,并对监测结果进行分析。

1 资料与方法

1.1 研究对象

于2021年11月至2023年6月,在重庆市沙坪坝区双碑社区招募穿戴式长程动态心电监测志愿者。纳入标准:年龄≥60岁。排除标准:不能耐受心电贴片者、无法完成调查问卷者。所有研究对象签署了书面知情同意书。本研究经陆军军医大学伦理委员会批准(2021第25-02)。

1.2 监测方法

招募的志愿者先进行基线资料问卷调查,采用单导联穿戴式动态心电记录仪(CaerPatch,型号:ECG-P01,杭州质子科技有限公司),在左侧前胸区域均匀喷上液体敷料(3M液体敷料,型号:3346E,Minnesota Mining and Manufacturing公司),防止过敏,再将柔式电极贴片贴上,电脑端录入受试者基本信息,激活心电事件记录仪,通过手机APP查看心电图,检查是否佩戴正确。研究对象尽可能完成7 d的佩戴时间后归还心电记录仪,并进行依从性问卷调查。

1.3 问卷调查

通过面对面问卷调查人群基线资料,包括:①一般信息:姓名、身份证号、手机号、婚姻状况、居住状况。②个人健康状况及家族病史:房颤、高血压、糖尿病、血脂异常、冠心病、心肌病、心脏瓣膜病等病史;其中各疾病及确诊时间以二级以上医院初次确诊为准。③生活行为习惯:吸烟情况(连续或累计吸烟≥6个月)、饮酒情况(1周平均至少饮酒1次或以上)、体力活动情况、睡眠状况等。通过佩戴期间电话随访以及佩戴结束后的面对面问卷调查了解不良反应发生情况。

1.4 相关定义

心电图诊断标准参考《心电图诊断术语规范化中国专家共识(2019)》。频发房性早搏定义为房早总数≥720个/24 h,频发室性早搏定义为室早总数≥720个/24 h[5-6],高负荷早搏定义为早搏总数≥500个/24 h[7],长RR间期≥2 s。严重心律失常事件定义为包含频发房早、心房扑动、心房颤动(房颤)、频发室早、RR间期≥5 s的心律失常事件。实际佩戴时长:开始记录心电信号的时间至结束心电监测的时间。有效分析时长:心电图信号中能够提取到的有效分析信号的时长,反映了心电监测设备的真实记录时间,心电监测设备脱落、研究对象误触开关、剧烈活动干扰等情况可能会影响有效分析时长。有效分析时长占比=有效分析时长/佩戴时长。

1.5 统计学分析

采用统计学软件SPSS 19.0进行分析,符合正态

分布的连续性变量以 $\bar{x}\pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的连续性变量以 $M(P_{25},P_{75})$ 表示,2 组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。分类变量以例数(%)表示,2 组率比较用卡方检验。显著水平设为 $P<0.05$。

2 结果

2.1 研究对象的基线资料

最终有 416 例研究对象纳入分析,年龄(71.2±6.6)岁,男性 150 名(36.1%),女性 266 名(63.9%)。既往疾病史以高血压(67.5%)、糖尿病(33.4%)最为常见,388 例(93.6%)研究对象无心悸、呼吸困难、胸闷胸痛等常见心律失常症状(表 1)。

表 1 研究对象基线资料(n=416)

项目	例数(%)
性别	
男	150(36.1)
女	266(63.9)
婚姻状况	
已婚	323(77.6)
未婚、离异、丧偶	93(22.4)
居住状况	
独居	53(12.7)
共同居住[a]	363(87.3)
吸烟状况	
现在吸烟	57(13.7)
不吸烟	305(73.3)
已戒烟	54(13.0)
饮酒状况	
饮酒	307(73.8)
不饮酒	82(19.7)
已戒酒	27(6.5)
患病史	
心律失常	18(4.3)
高血压	281(67.5)
糖尿病	139(33.4)
高脂血症	45(10.8)
冠心病	69(16.6)
慢性阻塞性肺病	8(1.9)
卒中	18(4.3)
其他[b]	20(4.8)
有症状者[c]	
是	28(6.7)
否	388(93.6)

a:共同居住包括和子女、配偶居住或养老院居住;b:其他包括心肌病、心脏瓣膜病、慢性肾病、心力衰竭、血管性疾病、甲状腺功能亢进、甲状腺功能减退;c:有症状者指是否有心悸、呼吸困难、胸闷胸痛等症状

2.2 佩戴时长和依从性调查

佩戴时长(159.2±29.4)h,有效分析时长(147.4±41.1)h,有效分析时长占比 99.8%(97.5%,99.9%)。提前终止佩戴 32 人(7.7%),终止原因包括皮肤过敏 13 人(3.1%)、洗澡脱落 13 人(3.1%)、其他(操作失误、自然脱落、旅游、心慌)6 人(1.4%)。

最终收集到 369 份依从性调查表。329 例(89.2%)研究对象认为穿戴心电监测设备对日常生活没有影响。179 例(48.5%)研究对象穿戴心电监测设备无任何不适,175 例(47.4%)佩戴部位皮肤瘙痒,9 例(2.4%)佩戴部位出现丘疹,8 例(2.2%)佩戴部位疼痛。349 例(94.6%)没有紧张、焦虑、不安等精神负担。318 例(86.2%)认为穿戴心电监测设备 7 d 比较合适(表 2)。

表 2 佩戴情况和依从性调查结果(n=369)

项目	例数(%)
终止佩戴原因[a]	
皮肤过敏	13(3.1)
洗澡脱落	13(3.1)
其他[b]	6(1.4)
对日常生活影响程度	
没有影响	329(89.2)
稍有影响	35(9.5)
影响很大	5(1.4)
穿戴心电监测设备不适情况[c]	
无任何不适	179(48.5)
皮肤瘙痒	175(47.4)
皮肤丘疹	9(2.4)
佩戴部位疼痛	8(2.2)
精神负担	
没有负担	349(94.6)
稍有负担	16(4.3)
有负担	3(0.8)
负担很大	1(0.3)
负担非常重	0
穿戴心电监测设备合适时长/d	
10	1(0.3)
7	318(86.2)
6	1(0.3)
5	33(8.9)
<5	16(4.3)

a:计算各终止佩戴原因人数与总样本量的比值时,总样本量为 416 人;b:其他包括操作失误、自然脱落、旅游、心慌;c:每名研究对象可能有多个不适症状,但计算比例时仍以依从性问卷人数 369 人为分母

2.3 心电监测结果

研究对象总心搏数 65.6 万(62.1 万,77.6 万)次/人,全局心率(76.4±9.0)次/min,夜间心率(68.5±10.3)次/min。心动过缓 194 例(46.6%)。窦性心律失常中窦性心动过缓 8 例(1.9%)、窦性停搏 8 例(1.9%)、窦房阻滞 8 例(1.9%)、长 RR 间期 49 例(11.8%)、RR 间期大于 3 s 10 例(2.4%)、RR 间期大于 5 s 4 例(1.0%)。房室阻滞 12 例(2.9%),其中一度房室阻滞 3 例(0.7%),二度房室阻滞 9 例(2.2%)。室内阻滞 23 例(5.5%)。房性心律失常中房性早搏 404 例(97.1%)、房性心动过速 352 例(84.6%)、高负荷房性早搏 75 例(18.0%)、频发房性早搏 63 例(15.1%)、心房颤动 21 例(5.0%)、心房扑动 4 例(1.0%)。室性心律失常中室性早搏 388 例(93.3%)、室性心动过速 55 例(13.2%)、高负荷室性早搏 34 例(8.2%)、频发室性早搏 29 例(7.0%)。ST-T 改变 30 例(7.2%)。

在社区居家老年人群中常见的心律失常依次为房性早搏(97.1%)、室性早搏(93.3%)、房性心动过速(84.6%)、心动过缓(46.6%)、频发房性早搏(15.1%)、室性心动过速(13.2%)、长 RR 间期(11.8%)、ST-T 改变(7.2%)、频发室性早搏(7.0%)、室内阻滞(5.5%)、心房颤动(5.0%)、房室阻滞(2.9%)、窦性心动过缓(1.9%)、窦房阻滞(1.9%)、窦性停搏(1.9%)、心房扑动(1.0%)。29.1%的研究对象有严重心律失常事件,依次为频发房早(15.1%)、频发室性早搏(7.0%)、房颤(5.0%)、房扑(1.0%)、RR 间期≥5 s(1.0%)。

2.4 常见心律失常在不同性别、年龄、疾病史的分布情况

高年龄组(≥70 岁)的室早、高负荷房早、高负荷室早、长 RR 间期、心房颤动、严重心律失常检出率均高于低年龄组(60~69 岁)。房早、室早、高负荷房早、高负荷室早、长 RR 间期、心房颤动、严重心律失常检出率在不同性别、是否患有高血压、是否患有糖尿病、是否有心悸、呼吸困难、胸闷胸痛等常见心律失常症状组间差异没有统计学意义。既往有心脏疾病史人群房颤、长 RR 间期检出率高于没有心脏疾病史人群。但是没有心脏疾病史人群房早检出率要高于既往有心脏疾病史人群(表 3)。

表 3 常见心律失常在不同性别、年龄、疾病史的分布情况[例(%)]

项目	房早 (n=404)	室早 (n=388)	高负荷房早 (n=75)	高负荷室早 (n=34)	长 RR 间期 (n=49)	心房颤动 (n=21)	严重心律失常 (n=121)
年龄							
60~69 岁	193(47.8)	171(44.1)	16(21.3)	15(44.1)	16(32.7)	3(14.3)	35(28.9)
≥70 岁	211(52.2)	217(55.9)[c]	59(78.7)[c]	19(55.9)	33(67.3)[c]	18(85.7)[c]	86(71.1)[c]
性别							
男	145(35.9)	141(36.3)	23(30.7)	17(50.0)	15(30.6)	8(38.1)	48(39.7)
女	259(64.1)	247(63.7)	52(69.3)	17(50.0)	34(69.4)	13(61.9)	73(60.3)
高血压							
是	272(67.3)	264(68.0)	44(58.7)	25(73.5)	33(67.3)	17(81.0)	80(66.1)
否	132(32.7)	124(32.0)	31(41.3)	9(26.5)	16(32.7)	4(19.0)	41(33.9)
糖尿病							
是	134(33.2)	127(32.7)	26(34.7)	11(32.4)	15(30.6)	7(33.3)	41(33.9)
否	270(66.8)	261(67.3)	49(65.3)	23(67.6)	34(69.4)	14(66.7)	80(66.1)
既往有心脏疾病[a]							
是	81(20.0)	85(21.9)	19(25.3)	6(17.6)	18(36.7)	11(52.4)	34(28.1)
否	323(80.0)[c]	303(78.1)	56(74.7)	28(82.4)	31(63.3)[c]	10(47.6)[c]	87(71.9)[c]
有症状者[b]							
是	28(6.9)	25(6.4)	6(8.0)	2(5.9)	2(4.1)	1(4.8)	7(5.8)
否	376(93.1)	363(93.6)	69(92.0)	32(94.1)	47(95.9)	20(95.2)	114(94.2)

a:既往心脏疾病包括冠心病、心肌病、心脏瓣膜病、心力衰竭、心律失常;b:有症状者指是否有心悸、呼吸困难、胸闷胸痛等症状;c:P<0.05,组内比较

3 讨论

本研究利用穿戴式心电监测设备,在416名社区居家老年人群中开展7 d连续心电监测,发现可穿戴心电监测设备耐受性良好、不良反应较小。社区居家老年人群常见的心律失常依次为房性早搏、室性早搏、房性心动过速、心动过缓、频发房性早搏、室性心动过速、长RR间期等。近三成研究对象有严重心律失常事件,并随着年龄增大检出率升高,但常见心律失常的检出率在不同性别、是否患有高血压、是否患有糖尿病、是否有心悸、呼吸困难、胸闷胸痛等症状组间差异没有统计学意义。

心律失常在老年人群中较常见,本研究发现有29.1%的研究对象有严重心律失常事件。心律失常及其相关并发症会造成医疗成本上升,通过可穿戴设备监测老年人的心电图状况,可促进早期干预实践,降低社会医疗负担。有调查发现患者更愿意家中接受医疗监测和治疗,而不是住院治疗[8]。既往研究表明,随着监测时长的增加心律失常检出率不断提高,但7 d的检出率与更长时程的检出率相比无明显差异,并且医疗成本增加[9-11]。这些研究更多关注心律失常检出率和医疗成本,对于研究对象的耐受性和不良反应关注较少。本研究使用柔式电极贴片配合3M液体敷料进行居家心电监测,常见的不良反应为皮肤瘙痒、皮肤丘疹、佩戴部位疼痛,虽然有47.4%的人佩戴部位皮肤瘙痒,但是均以轻微症状为主,92.3%的研究对象能够完成7 d佩戴。同时89.2%的研究对象认为穿戴心电监测设备对日常生活没有影响,86.2%的研究对象认为穿戴心电监测设备7 d比较合适。有研究指出社区居家老年人群对智能化设备操作能力相对较差[12],本研究由经过培训人员在社区医院佩戴设备,更加适合开展居家监测。综上,根据检出率、检出类型,结合研究对象的依从性、耐受性和不良反应情况,开展7 d的长程动态心电监测时长可能比较合适。

动态心电监测常用于晕厥、头晕、胸痛、心悸或呼吸短促等症状监测,这些症状可能与间歇性心律失常相关[13]。但是,心律失常患者也可能无症状,无症状的心律失常如房颤、持续性室上性心动过速可能造成患者不良预后[7]。本研究发现,各种常见心律失常在有无心悸、呼吸困难、胸闷胸痛等症状中分布没有显著性差异,提示是否有心律失常的体征可能不是开展社区老年人群心电监测的必要条件。而高年龄组(≥70岁)的各种常见心律失常检出率显著增高,提示随着年龄增长心律失常患病率增加,对年龄较高人群开展心电监测,疾病预防收益更高,但是不同心律失常仍需明确开展心电监测的合适年龄。

早搏在进行动态心电监测的人群中十分常见,正常人群24 h动态心电图中有60%发生房性早搏[14]。早搏通常无症状,部分患者会有心悸、呼吸困难、晕厥、疲劳等症状。本研究发现,社区老年人群中房性早搏检出率97.1%、室性早搏检出率93.3%,与既往研究结果基本一致[15],均高于一般人群,可能是因为研究人群平均年龄较大、基础疾病史比例高。频发房早可能是房性心动过速和房颤发生和进展的独立预测因素,频发房早与房颤入院、中风、死亡风险增加相关,同时频发室早可能是心力衰竭和死亡的危险因素[16-17]。但是,目前临床上尚没有公认的早搏负荷,以指导提前进行干预,欧洲心律协会将早搏≥500个/24 h定义为高负荷早搏,会导致发生房颤、缺血性心脏病等疾病风险增加,建议高负荷早搏患者接受相关疾病健康教育和进一步评估。本研究发现社区居家老年人群中高负荷房性早搏75例(75/416,18.0%)、高负荷室性早搏34例(34/416,8.2%),其中高年龄组检出率均高于低年龄组,其具体原因和这部分患者的预后值得进一步关注。

房颤是临床上最常见的快速性心律失常,一般人群房颤患病率为1%~2%[18],并随着年龄增加而升高。本研究发现社区居家老年人群中房颤的检出率为5.0%,高年龄组检出率高于低年龄组,既往心脏疾病史人群检出率高于既往无心脏疾病史人群,与既往研究结果基本一致[19]。由于无症状房颤的高患病率、三早预防的高收益,欧洲心脏病学会建议对老年人群(≥65岁)进行机会性房颤筛查[20]。穿戴式心电监测设备因依从性高、连续监测时间长、穿戴方便不影响日常生活,异常心电图检出率、准确性要优于传统的24 h或48 h动态心电图[21-23],较适合用于开展大量人群的房颤筛查。本研究结果提示在社区60岁以上老年人群中开展房颤的机会筛查有一定的必要性,检出率高于一般人群。但是基于穿戴式心电监测设备的社区人群的房颤筛查路径仍未完全确定,针对此类人群的最佳监测方法、监测时长和卫生经济学仍需进一步研究。

本研究中,虽然常见心律失常在不同性别组间差异没有统计学意义,但男性比例较低,一方面可能是老年女性人群更关注自身的健康状况,另一方面可能是在社区招募研究对象和佩戴设备时,可能有更多的男性因事无法参加本研究。

综上,穿戴式心电监测在社区老年人群中具有可推广性和适用性,监测时长7 d可能比较合适,人群耐受性较好且不良反应小。社区老年人群常见心律失常检出率较高,开展社区老年人群长时程动态心电监测,有助于了解心律失常在老年人群中分布状态,为下一步干预提供重要支持。

参考文献:

[1] AL-KHATIB S M, STEVENSON W G, ACKERMAN M J, *et al*. Correction to: 2017 AHA/ACC/HRS guideline for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on clinical practice guidelines and the Heart Rhythm Society[J]. Circulation, 2018, 138(13): e272-e391. DOI: 10.1161/cir.0000000000000614.

[2] DU X, GUO L Z, XIA S, *et al*. Atrial fibrillation prevalence, awareness and management in a nationwide survey of adults in China[J]. Heart, 2021, 107: 535-541. DOI: 10.1136/heartjnl-2020-317915.

[3] WILLEMS S, BOROF K, BRANDES A, *et al*. Systematic, early rhythm control strategy for atrial fibrillation in patients with or without symptoms: the EAST-AFNET 4 trial[J]. Eur Heart J, 2021, 43: 1219-1230. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab593.

[4] VARMA N, CYGANKIEWICZ I, TURAKHIA M P, *et al*. 2021 ISHNE/HRS/EHRA/APHRS expert collaborative statement on mHealth in arrhythmia management: digital medical tools for heart rhythm professionals: from the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology/Heart Rhythm Society/European Heart Rhythm Association/Asia-Pacific Heart Rhythm Society[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2021, 14(2): e009204. DOI: 10.1161/CIRCEP.120.009204.

[5] 尹彦琳. 动态心电图的规范化[J]. 江苏实用心电学杂志, 2013, 22(3): 634-642. DOI: 10.13308/j.issn.1008-0740.2013.03.004.
YIN Y L. Standardization of dynamic electrocardiogram[J]. J Jiangsu Pract Electrocardiol, 2013, 22(3): 634-642. DOI: 10.13308/j.issn.1008-0740.2013.03.004.

[6] 全军心血管专业委员会心脏无创检测学组《心电图诊断术语规范化中国专家共识》编写专家组, 郭继鸿, 王思让, 等. 心电图诊断术语规范化中国专家共识(2019)[J]. 实用心电学杂志, 2019, 28(3): 161-165.
Woiting Expert Group for Chinese Expert Consensus Statement on the Standardization of Electrocardiography Diagnostic Termiology of Noninvasive Cardiac Testing Group of the Military Cardiovascular Professional Committee, Task Force on GUO J H, WANG S R, *et al*. Chinese expert consensus statement on the standardization of electrocardiography diagnostic terminology 2019[J]. J Pract Electrocardiol, 2019, 28(3): 161-165.

[7] ARNAR D O, MAIRESSE G H, BORIANI G, *et al*. Management of asymptomatic arrhythmias: a European Heart Rhythm Association(EHRA) consensus document, endorsed by the Heart Failure Association(HFA), Heart Rhythm Society(HRS), Asia Pacific Heart Rhythm Society(APHRS), Cardiac Arrhythmia Society of Southern Africa(CASSA), and Latin America Heart Rhythm Society(LAHRS)[J]. EP Eur, 2019, 21(6): 844-845. DOI: 10.1093/europace/euz046.

[8] PHAM M, MENGISTU Y, DO H M, *et al*. Cloud-based smart home environment(CoSHE) for home healthcare[C]// 2016 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering(CASE). IEEE, 2016: 483-488. DOI: 10.1109/COASE.2016.7743444.

[9] 胡凯, 陈颖敏, 卜军, 等. Smartpatch长时程动态心电图监测对心律失常的诊断价值[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2019, 33(1): 17-20. DOI: 10.13333/j.cnki.cjcpe.2019.01.004.
HU K, CHEN Y M, BU J, *et al*. The diagnostic value of long-term dynamic electrocardiogram monitor Smartpatch for arrhythmia[J]. Chin J Card Pacing Electrophysiol, 2019, 33(1): 17-20. DOI: 10.13333/j.cnki.cjcpe.2019.01.004.

[10] SANA F, ISSELBACHER E M, SINGH J P, *et al*. Wearable devices for ambulatory cardiac monitoring: JACC state-of-the-art review[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 75(13): 1582-1592. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.01.046.

[11] HERMANS A N L, GAWALKO M, PLUYMAEKERS N A H A, *et al*. Long-term intermittent versus short continuous heart rhythm monitoring for the detection of atrial fibrillation recurrences after catheter ablation[J]. Int J Cardiol, 2021, 329: 105-112. DOI: 10.1016/j.ijcard.2020.12.077.

[12] 余新艳, 赵晓晔, 杨建云, 等. 可穿戴单导联远程心电监测设备结合散点图在院外应用的分析[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(11): 1096-1100. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2021.11.006.
YU X Y, ZHAO X Y, YANG J Y, *et al*. Analysis of the out-of-hospital application of wearable single lead remote electrocardiogram monitoring equipment combined with scatter plot[J]. Chin Circ J, 2021, 36(11): 1096-1100. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2021.11.006.

[13] STEINBERG J S, VARMA N, CYGANKIEWICZ I, *et al*.

2017 ISHNE-HRS expert consensus statement on ambulatory ECG and external cardiac monitoring/telemetry[J]. Ann Noninvasive Electrocardiol, 2017, 22(3): e12447. DOI: 10.1111/anec.12447.

[14] 中华医学会,中华医学会杂志社,中华医学会全科医学分会,等. 早搏基层诊疗指南(2019年)[J]. 中华全科医师杂志, 2020, 19(7): 561-566. DOI: 10.3760/cma.j.cn114798-20200507-00532.
Chinese Medical Association, Chinese Medical Journals Publishing House, Chinese Society of General Practice, *et al*. Guideline for primary care of extrasystole(2019)[J]. Chin J General Practice, 2020, 19(7):561-566. DOI:10.3760/cma.j.cn114798-20200507-00532.

[15] MANNINA C, JIN Z Z, MATSUMOTO K, *et al*. Frequency of cardiac arrhythmias in older adults: findings from the Subclinical Atrial Fibrillation and Risk of Ischemic Stroke (SAFARIS) study[J]. Int J Cardiol, 2021, 337: 64-70. DOI: 10.1016/j.ijcard.2021.05.006.

[16] BINICI Z, INTZILAKIS T, NIELSEN O W, *et al*. Excessive supraventricular ectopic activity and increased risk of atrial fibrillation and stroke[J]. Circulation, 2010, 121(17): 1904-1911. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.874982.

[17] MARCUS G M. Evaluation and management of premature ventricular complexes[J]. Circulation, 2020, 141(17): 1404-1418. DOI: 10.1161/circulationaha.119.042434.

[18] KORNEJ J, BÖRSCHEL C S, BENJAMIN E J, *et al*. Epidemiology of atrial fibrillation in the 21st century: novel methods and new insights[J]. Circ Res, 2020, 127(1): 4-20. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.120.316340.

[19] GLADSTONE D J, WACHTER R, SCHMALSTIEG-BAHR K, *et al*. Screening for atrial fibrillation in the older population: a randomized clinical trial[J]. JAMA Cardiol, 2021, 6(5): 558-567. DOI: 10.1001/jamacardio.2021.0038.

[20] CARRINGTON M, PROVIDÊNCIA R, CHAHAL C A A, *et al*. Clinical applications of heart rhythm monitoring tools in symptomatic patients and for screening in high-risk groups[J]. Europace, 2022, 24(11): 1721-1729. DOI: 10.1093/europace/euac088.

[21] 申伟娜, 王银平, 赵文娇. 超长时程动态心电监测在老年房颤中的应用[J]. 临床心电学杂志, 2021, 30(6): 422-424. DOI: 10.3969/j.issn.1005-0272.2021.06.006.
SHEN W N, WANG Y P, ZHAO W J. Application of extra-long term ambulatory ECG monitoring in elderly patients with atrial fibrillation[J]. J Clin Electrocardiol, 2021, 30(6): 422-424. DOI: 10.3969/j.issn.1005-0272.2021.06.006.

[22] 郭光耀, 张郁澜, 张志国, 等. 穿戴式远程实时心电监测仪与传统动态心电图在居家老年心血管疾病患者中的监测效果[J]. 医疗装备, 2022, 35(15):9-12. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2376.2022.15.003.
GUO G Y, ZHANG Y L, ZHANG Z G, *et al*. Monitoring effects between wearable remote real-time electrocardiogram monitor and traditional dynamic electrocardiogram in aged and In-home patients with cardiovascular disease[J]. Chin J Med Device, 2022, 35(15):9-12. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2376.2022.15.003.

[23] KIM J Y, OH I Y, LEE H, *et al*. The efficacy of detecting arrhythmia is higher with 7-day continuous electrocardiographic patch monitoring than with 24-h Holter monitoring[J]. J Arrhythm, 2023, 39(3): 422-429. DOI: 10.1002/joa3.12865.

(**收稿**:2023-10-06;**修回**:2023-12-05)

(编辑 张 维)