

# 心律失常筛查算法测试报告

## 1. 背景

心律失常（arrhythmia）是指心律的起源部位心搏频率、节律以及冲动传导等发生异常而引起的心律紊乱或心律不齐。心脏冲动的发生和传导不正常时，会导致部分或整个心脏活动的顺序发生紊乱，从而使心脏活动产生过快、过慢或不规则等改变<sup>[1]</sup>。

心房纤颤（房颤）是最常见的心律失常。截至2010年，全球房颤患者估测约3350万例。房颤的患病率及发病率均随年龄增长逐步增加，且各年龄段男性均高于女性。缺血性脑卒中的风险是非房颤患者的4~5倍，且导致近20%致死率及近60%致残率<sup>[2]</sup>。房颤具有阵发性特点，传统24小时动态心电图只能检测出20%左右的房颤<sup>[3]</sup>，且24小时动态心电图需要患者到医院佩戴，存在使用不便、成本高，不利于在人群中进行大规模筛查的缺点。随着智能穿戴设备的高速发展，光电容积脉搏波（PPG）为心律失常（房颤）持续监测和筛查提供了一种新的技术手段<sup>[4~5]</sup>。

中国人民解放军总医院心内科收录病人，并在华为可穿戴设备（含手表、手环）上测试了心律失常筛查算法的有效性。

## 2. 方法

测试过程中，在医护人员与实验员的专业指导下，每一位受试者均按照规定要求保持安静舒适的平躺姿态进行临床心电图（十二导联）检测和佩戴华为智能穿戴设备。医护人员与实验员同步采集受试者心电图数据和华为智能穿戴设备PPG数据。数据采集结束后，由两位心内科医师根据心电图对受试者的心律状态做出判断，若判断结果一致，则作为金标准，若不一致则排除。对比金标准与心律失常（房颤）筛查算法的结果，评估心律失常（房颤）筛查算法结果的灵敏度、特异性和综合准确率。

在本测试中，心律失常（房颤）筛查算法输出的结果有三类：窦性心律、心房纤颤（即房颤）和未知状态。其中，取窦性心律和心房纤颤（即房颤）的结果作为测试数据。受测者的手臂运动或不合适的佩戴方式均会导致采集的PPG信号质量较差，在这种情况下，心律失常（房颤）筛查算法模块会自动判断测试信号质量差，将结果记录为未知状态，该种情况不作为测试数据分析呈现。测试结果计算，用True positive (TP) 表示真阳性个数，True negative (TN)表示真阴性个数，False positive (FP)表示假阳性个数，False negative (FN)表示假阴性个数，则

算法灵敏度定义为：

$$\text{灵敏度} = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\%;$$

特异性定义为：

$$\text{特异性} = \frac{TN}{TN + FP} \times 100\%;$$

综合准确率定义为：

$$\text{综合准确率} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%。$$

### 3. 结果

本院针对房颤进行筛查，372位受测者（234位男性，138位女性；年龄18-93岁，中位数63岁；165名房颤患者，207名窦性心律人群；共3268例样本）佩戴华为智能穿戴设备，采集安静放松状态下的生理信号作为实测数据，同时采用临床心电图检测结果作为金标准对比。对比金标准，基于华为智能穿戴设备数据的心律失常筛查算法的测试结果如下：

灵敏度95.6%，特异性99.4%，综合准确率：97.8%。

结果显示，基于华为智能穿戴设备数据的心律失常筛查算法的测试结果与临床心电图检测结果高度一致，对心律失常筛查有效。

### 参考文献

- [1] 国家心血管病中心. 心律失常简介. <http://www.fuwaihospital.org/Diseases/Main/Detail/3>.
- [2] 黄从新, 张澍, 黄德嘉, 等. 心房颤动: 目前的认识和治疗建议 (2018) [J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志.2018.32(4):315-365.
- [3] Reiffel J A, Schwarzberg R, Murry M. Comparison of Autotriggered Memory Loop Recorders Versus Standard Loop Recorders Versus 24-Hour Holter Monitors for Arrhythmia Detection[J]. American Journal of Cardiology, 2005, 95(9):1055-1059.
- [4] Krivoshei L, Weber S et al. Smart detection of atrial fibrillation. Europace (2016) 19 (5): 753-757.
- [5] Weber S, Eckstein J, Koenig N, et al. Detection of premature beats using smartphone-based pulse wave recordings[J]. Europace, 2017, 19(suppl\_3):iii347-iii347.

中国人民解放军总医院，心内科主任医师

(签名)

地址

北京海淀区复兴路28号

联系方式

010-58499209

