

无线心电监测设备在脑梗死患者 心房颤动(AF)筛查中的应用

金 枝¹ 吴丹红¹ 韩 翔^{1,2Δ}

(¹ 复旦大学附属上海市第五人民医院神经内科 上海 200240; ² 复旦大学附属华山医院神经内科 上海 200040)

【摘要】 心房颤动(atrial fibrillation, AF)的发病率随年龄增加而逐渐升高,且至少 15% 的脑梗死是由 AF 引起的心源性脑梗死。由于近半数患者的 AF 为阵发性且无临床症状,因此 AF 的检出率偏低。智能设备等新技术的发展为解决这一难题提供了解决办法。本文就这些新技术的临床应用研究作一综述。

【关键词】 无线心电监测; 心房颤动(AF); 脑梗死

【中图分类号】 R540.4+1 **【文献标识码】** B **doi:** 10.3969/j.issn.1672-8467.2019.01.015

Application of wireless ECG monitoring device in atrial fibrillation (AF) screening of patients with cerebral infarction

JIN Zhi¹, WU Dan-hong¹, HAN Xiang^{1,2Δ}

(¹ Department of Neurology, the Fifth People's Hospital of Shanghai, Fudan University, Shanghai 200240, China;

² Department of Neurology, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China)

【Abstract】 The incidence of atrial fibrillation (AF) continues to increase worldwide as people live longer. AF is responsible for at least 15% of all cardiac cerebral infarction. About half of patients with AF is paroxysmal and asymptomatic, it is difficult to detect paroxysmal AF. Industry has responded to this problem with a plethora of monitoring devices, including single lead electrocardiography (ECG) adhesive sensors, smartphone attachments and wearables. This review will concentrate on clinical studies using these technologies.

【Key words】 wireless electrocardiography monitoring; atrial fibrillation (AF); cerebral infarction
* This work was supported by Shanghai Special Fund for Information Technology Development Project (201701015), Shanghai Special Fund for Software and IC Industry Development Project (170513), Shanghai Municipal Health and Family Planning Special Fund for Wise Information Technology Project (2018ZHYL0219) and Shanghai Minhang Municipal Health and Family Planning Special Fund for Major Discipline Construction (2017MWDK02).

脑梗死已成为我国人口主要的致死及致残原因,其中至少 15% 是由心房颤动(atrial fibrillation, AF)导致的心源性脑梗死^[1]。随着年龄增加,AF 的

发病率明显增加。抗凝治疗可有效减少 60% 的脑梗死风险。因此尽早检测出 AF、积极合理的抗凝治疗是预防脑梗死再发、改善预后的重要因素。但

上海市信息化发展专项资金项目(201701015);上海市软件和集成电路产业发展专项资金(170513);上海市卫生和计划生育委员会智慧医疗专项研究项目(2018ZHYL0219);上海市闵行区医疗系统大学学科建设(2017MWDK02)

ΔCorresponding author E-mail:hansletter@163.com

是,约半数患者的 AF 为阵发性且无临床症状^[2-3],具有不可预测性,因此 AF 的检出率仍较低,短时程记录很难捕捉到,最有效的方法是延长记录时间,提高阵发性 AF 的检出率。国外研究发现应用长程心电监测设备可显著提高脑梗死患者中阵发性 AF 的检出比例^[4-6]。Yang 等^[7]通过应用 6 天的长程心电监测使合并 AF 的脑梗死患者比例由 16.5% 提高到 20.9%。因此,对脑梗死患者的病因筛查,尤其对病因不明的脑梗死患者,大于 24 h 的长程心电监测尤为重要。而基于物联网新技术的发展和非侵入性设备的研发为提高阵发性 AF 的检出创造了机会。

物联网是互联网的一部分,定义为基于标准和交互通信协议、具有自配置能力的动态网络^[8]。在物联网内,具有传感、驱动功能的移动及可穿戴设备能与其他类似设备进行交互和通信^[9]。智慧医疗是将物联网技术、云计算技术、大数据处理技术等应用于医疗领域,以患者为中心,利用先进的信息技术改善医疗服务质量及流程的医疗体系^[10]。云计算依托于虚拟化技术,将所有的系统运算任务分布在大量的服务器及存储构成的云服务平台资源池中,使各种应用系统能够根据自身的需要来获取所需的系统资源、存储空间及各种信息服务^[11],云计算超大规模的计算和存储功能使医疗信息共享成为可能。移动医疗是基于物联网的智慧医疗系统的主要应用之一^[12],泛指通过使用通信技术进行医疗数据非本地共享的系统,功能涵盖医学急救、监护、诊断、治疗等方面^[13]。数据获取是移动医疗的基础,智能移动设备及具有无线医疗传感器的可穿戴设备记录和提取数据,并通过物联网平台实现数据共享及交互,使患者、家属和医师都可以及时了解患者的健康状况,以便对病情做出更全面的评估和及时处理。智能手机、手环、平板电脑等智能移动设备在日常生活中的普及,以及越来越多的可穿戴设备的开发为便携舒适的心电监测提供了极大的便利。物联网正在重新定义我们创建、使用和共享信息的方式。医疗物联网使得智慧医疗得以实现和普及。

非植入式心电监测设备

单导联心电图记录仪 Zio patch 是一款由旧金山公司 iRhythm 开发的防水黏贴性心电图记录仪,大小类似于创可贴,可佩戴于胸前,于 2009 年获美国 FDA 批准上市。在一项采用动态心电图监测可疑心律失常的研究^[14]中显示,佩戴 Zio patch 14 天优于佩戴传统 Holter 动态心电监测仪 24 h,在 146 例患者中,Zio patch 检测出 96 例,而 Holter 仅

检测出 61 例($P < 0.001$)。除了较高的准确率以外,其优势还在于佩戴 Zio patch 的患者可以运动和洗澡,患者佩戴舒适、易于接受,而佩戴 Holter 的患者因胸部导线的束缚而不方便进行运动和洗澡,因而依从性较差。在一项验证 Zio patch 的依从性、分析信号时长及诊断率的研究中,26 751 例患者平均佩戴 Zio patch 的时长为 8 天,99% 的信号是可进行分析的有效信号,且随着时间延长,阵发性 AF 的检出率明显提高,说明 Zio patch 具有良好的患者依从性、适应性及较高的诊断率^[15]。既往预期儿童中阵发性 AF 的检出率仅有 0.3%,但是在 3 209 例儿童佩戴 14 天 Zio patch 后检出 390 例心律失常,检出率高达 12%^[16]。另一项佩戴 Zio patch 检测 AF 的研究^[17]在 1 000 例年龄 ≥ 65 岁的老年患者中发现 AF 的患病率为 6.7%,AF 自动识别算法的灵敏度和特异性分别高达 98.5% 和 91.0%。

Rehearse-AF 是一项比较间断或常规心电监测在 AF 检出方面的随机对照研究^[18]。间断监测组使用的设备是手持式心电记录仪 AliveCor Kardia 记录仪,其通过连接智能手机将获取的心电数据上传至云端,由人工及自动算法对数据进行分析。间断监测组要求患者持续 1 年每周记录 2 次心电数据并上传至云端。研究共纳入 1 001 例患者(间断监测组 500 例,常规监测组 501 例),平均年龄为 (73 ± 5) 岁,结果发现间断监测组有 19 例而常规监测组仅有 5 例诊断为 AF($P = 0.007$),且大部分的间断监测组的患者表示该设备方便使用、不影响日常活动也不增加紧张焦虑。

国内也有类似的心电记录设备。“掌上心电”是一款已取得 CFDA 注册证的专业可穿戴心电记录仪^[19]。其采用的是单导心电图监测,由 ECG 采集器与用户端 APP 构成。有贴片式、手持式、卡片式等多种采集器,使用者通过蓝牙或导线直接连接的方式把采集器与安装了用户端 APP 的智能硬件相连(智能手机、平板电脑、智能电视),记录实时心律情况,生成心电图;再通过 APP 把生成的心电图传送给“掌上心电”的管理端后,不但可以得到自动数据分析后简单的心电监测诊断,还可以实时传送给相关医师,得到第一手来自于医师的诊断与建议。范平等^[19]对 50 例门诊患者完善常规心电图检查,并配备“掌上心电”E-U08 心电记录仪在院外实时监测患者的心电图,分析发现“掌上心电”E-U08 心电记录仪的异常心电图检出率显著高于常规 12 导联心电图(76% vs. 20%),同时“掌上心电”E-U08

心电记录仪的心律失常心电图(包括 AF)检出率显著高于常规 12 导联心电图(48% vs. 12%),结果表明“掌上心电”E-U08 心电记录仪有助于提高心律失常的检出率。蔡铖等^[20]则用动态心电图和“掌上心电”E-U08/E-A08 心电记录仪对 52 例经导管射频消融治疗的 AF 患者进行 1 年的随访,结果表明动态心电图和掌上心电所诊断的房颤射频消融术后房性心律失常发生率分别为 20.4%和46.3%,差异有统计学意义($P=0.004$)。动态心电图对房性心律失常事件检测的灵敏度为 37.9%,准确度为 66.7%,阴性预测值为 58.1%;而掌上心电对房性心律失常事件检测的灵敏度为 86.2%,准确度为 92.6%,阴性预测值为 86.2%,均高于动态心电图。通过调查问卷询问患者使用体验表明掌上心电具有较高的性价比及依从性。用掌上心电筛查 AF 的“全国高血压房颤筛查大型项目”正在进行中,结果值得期待。掌上心电在脑梗死患者 AF 筛查中的应用也值得进一步探索。

MyDiagnostick 也是一种心电记录仪,其形如棒状,两端有金属手柄的记录电极。在一项 191 例受试者参与的研究中,用 MyDiagnostick 记录并自动分析识别 AF 的灵敏度为 94%(95%CI:87%~98%),特异性为 93%(95%CI:85%~97%)^[21]。

基于光电容积脉搏波描记技术的设备 大多数腕戴式可穿戴设备都依赖于光学体积描记术(photoplethysmography,PPG)来估计心率和心律。PPG 是一种光学技术,可检测皮肤表面下组织毛细血管床的血容量变化^[22]。PPG 波形包含脉搏波形,可能被运动伪影破坏并受到皮肤特征的影响,有待通过结合加速度计和光谱分析来克服。

三星开发的 Simband 包括单通道 ECG(内置左右手电极)、多波长 PPG 和三轴加速度计,同时以 128 Hz 记录数据。一项研究记录了来自 46 例受试者的动态搏动和运动数据^[23],其中 15 例患有 AF,对 PPG 波形进行脉冲检测,并根据逐搏变化和波形信号质量提取 11 个数据特征,使用 10 倍交叉验证,获得用于识别 AF 的优异测试特征,其识别准确率达到 95%(灵敏度 97%,特异性 94%)。

2017 年,在 *Heart Rhythm* 上发表,Apple watch 3 通过使用基于 PPG 传感器的深度神经网络检测 AF。该研究纳入 6 148 例 Applewatch 用户,将来自这些参与者的数据(包括 1.39 亿心率测量值和 6 338 份 ECG 记录)用于训练神经网络以自动识别 AF,并在 51 例接受心脏复律的患者中进行了验

证。每位患者在复律前和复律后分别佩戴 Apple Watch 20 min,采用 12 导联心电图作为参考标准,其识别 AF 的灵敏度为 98%,特异性为 90%。

为了提高 PPG 信号分析的准确性,越来越多的研究通过改进算法的智能手机应用程序,使基于 PPG 信号分析的医疗级智能手机应用程序在 AF 的筛查中起到更多的作用。前瞻性、双中心的 DETECTAF-PRO 研究^[24]招募了瑞士和德国两所大学医院的窦性心律及 AF 患者共 592 例(344 例窦性心律,248 例 AF),使用智能手机相机在每个患者食指指尖上进行 PPG 记录,使用自动算法分析 PPG 记录,并与通过 AliveCor Kardia 记录仪获得的网络心电图(internet-enabled electrocardiography,iECG)结果进行比较,基于 5 min 的 PPG 记录算法分析检测到 AF 的灵敏度和特异性分别为 91.5%和 99.6%。

通过设计能够分析识别面部 PPG 信号的智能手机应用程序能更加便捷地筛查 AF。Yan 等^[25]分别记录 217 例患者的面部和指尖 PPG 信号,同时完成常规 12 导联心电图,其中 34.6%的患者用常规心电图检出 AF,面部 PPG 应用也表现出较高灵敏度(95%)和特异性(96%)。面部 PPG 应用的阳性和阴性预测值分别为 92%和 97%。这种非接触式面部 PPG 记录方法的便利性对于社区 AF 筛查具有吸引力,并且可能有助于远程 AF 筛查。

基于加速度计和陀螺仪的设备 不同于常规的 PPG 技术,另有研究通过心脏振动描记技术,利用智能手机的加速度计和陀螺仪设备来检测 AF^[26]。该研究将智能手机放在仰卧位的患者胸部,惯性测量单元可记录患者胸部微小的心源性活动,而陀螺仪可以增强心脏信号的信息。Lahdenoja 等^[26]提出信号预处理、特征提取、功能分析和预想的 AF 分类结果。在小规模的测试中,16 例 AF 患者和 23 例正常人接受测试,均由配备谷歌 Android 操作系统的智能手机获取记录,该方法检测 AF 的准确率为 97.4%(灵敏度 93.8%,特异性 100%)。

基于脉冲式无线电超宽带雷达技术的设备 脉冲式无线电超宽带雷达技术(impulse-radio ultra-wideband radar,IR-UWB)也被尝试用于心脏搏动监测以识别心律失常^[27]。此技术为通过在电磁波谱中发射无线电波段并从物体接收被反射的波,雷达系统检测物体的运动并高精度地跟踪运动物体。由于带宽宽,UWB 系统可以具有很多优点,包括高分辨率、多径抗性、良好的穿透力和简单的硬件结构以及非接触。Lee 等^[27]对 6 例健康志愿者及 16 例

既往明确有 AF 的患者同时用 UWB 系统及常规心电图进行监测,数据表明对健康志愿者及房颤患者而言,UWB 系统记录的心率和 R-R 间期与常规心电图记录的数据均保持高度一致性,UWB 系统可以准确识别出 AF。虽然该技术尚在研究中,但诸多的优点使其未来的发展值得期待。

可穿戴智能服装 除去智能手表、手环外,嵌入传感器的智能服装也逐渐成为无线心电监测的研究热点,包括智能 T 恤^[28]、智能背心^[29]、智能腰带^[30]等不同形式的智能服装。其难点在于保证更长的续航能力及在服装反复清洗过程中保持电极干燥,如何保证数据质量及安全性也值得进一步研究。

植入式心电监测设备 植入式心电监测设备主要包括植入式循环记录仪(implantable loop recorder,ILR)和植入式心脏监测仪(implantable cardiac monitor,ICM)。Sanna 等^[5]将 441 例隐源性脑梗死患者随机分为长程 ICM 组及常规随访组:在 6 个月的随访中,ICM 组中 8.9% 的患者检测出 AF;而常规随访组中仅有 1.4% 的患者检出 AF (RR = 6.4, 95% CI: 1.9~21.7, $P < 0.001$)。随着随访时间延长,在 3 年的随访时,ICM 组累计 AF 检出率高达 30%,而常规随访组 AF 检出率仅为 3%^[31]。在 SURPRISE 研究^[32]中,85 例隐源性脑梗死患者植入 ILR,平均监测 569 天,其中 16.1% 的患者检出阵发性 AF。一项比较不同心电监测方式在短暂性脑缺血发作患者中筛查 AF 的 Meta 分析^[33]表明:相较于非植入式设备,植入式设备有更高的 AF 检出率和显著优势。然而,由于植入式设备的有创性且价格昂贵,目前仅用于临床研究,大范围推广较为困难。

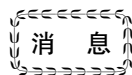
结语 随着人口老龄化的加剧,AF 正在成为日益严重的医疗保健问题。研究证实房颤可导致脑梗死,而有效的抗凝治疗,特别是不需要监测的新型抗凝药,为有风险的或已患 AF 的人群提供了新的希望。AF 患病率和发病率增加以及新技术的应用都使得开发具有成本效益的 AF 检测和监测手段迫在眉睫。基于物联网新技术的发展和非侵入性设备的研发为便捷检测 AF、提高阵发性 AF 的检出率提供可广阔前景。在追求良好的可接受性和可操作性的同时,需要进一步提高心电数据的质量、提升自动识别算法的准确度及保证数据存储的安全性。期待这些新技术可以在 AF 的检出和心源性脑梗死的预防中作出更大的贡献。

参 考 文 献

- [1] BATUROVA MA, LINDGREN A, CARLSON J, *et al.* Predictors of new onset atrial fibrillation during 10-year follow-up after first-ever ischemic stroke [J]. *Int J Cardiol*, 2015, 199: 248 - 252.
- [2] RIZOS T, WAGNER A, JENETZKY E, *et al.* Paroxysmal atrial fibrillation is more prevalent than persistent atrial fibrillation in acute stroke and transient ischemic attack patients[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2011, 32(3): 276 - 282.
- [3] PATTEN M, MAAS R, KARIM A, *et al.* Event-recorder monitoring in the diagnosis of atrial fibrillation in symptomatic patients: subanalysis of the SOPAT trial. [J]. *J Cardiovasc Electr*, 2006, 17(11): 1216.
- [4] KAPRAL MK, MAMDANI M, COUTTS SB, *et al.* Atrial fibrillation in patients with cryptogenic stroke. [J]. *N Engl J Med*, 2014, 370(26): 2467 - 2477.
- [5] SANNA T, DIENER HC, PASSMAN RS, *et al.* Cryptogenic stroke and underlying atrial fibrillation[J]. *N Engl J Med*, 2014, 370(26): 2478 - 2486.
- [6] KAMEL H. Heart-rhythm monitoring for evaluation of cryptogenic stroke[J]. *N Engl J Med*, 2014, 370(26): 2532 - 2533.
- [7] YANG X, LI S, ZHAO X, *et al.* Atrial fibrillation is not uncommon among patients with ischemic stroke and transient ischemic stroke in China[J]. *Bmc Neurol*, 2017, 17(1): 207.
- [8] 何国平, 章笠中, 何前锋. 智慧医疗及医疗物联网应用概述[J]. *电信网技术*, 2013(8): 19 - 26.
- [9] SHETH A, JAIMINI U, HONG YY. How will the internet of things enable augmented personalized health? [J]. *Ieee Intell Syst*, 2018, 33(1): 89 - 97.
- [10] 武琼, 陈敏. 智慧医疗的体系架构及关键技术[J]. *中国数字医学*, 2013(8): 98 - 100.
- [11] 方鹏. 云计算及其在医疗信息化管理中的应用[J]. *电子世界*, 2018(7): 71.
- [12] 李乐乐, 陈宇. 基于 4G 时代背景下我国移动医疗发展现状及对策研究[J]. *中国医疗设备*, 2015, 30(8): 73 - 76.
- [13] 闫军玲, 李楠, 杜小加, 等. 穿戴式移动医疗技术在远程医疗中的应用研究进展综述[J]. *中国数字医学*, 2013(5): 105 - 108.
- [14] BARRETT PM, KOMATIREDDY R, HAASER S, *et al.* Comparison of 24-hour Holter monitoring with 14-day novel adhesive patch electrocardiographic monitoring. [J]. *Am J Med*, 2014, 127(1): 11 - 95.
- [15] TURAKHIA MP, HOANG DD, ZIMETBAUM P, *et al.* Diagnostic utility of a novel leadless arrhythmia monitoring device[J]. *Am J Cardiol*, 2013, 112(4): 520 - 524.
- [16] BOLOURCHI M, BATRA AS. Diagnostic yield of patch ambulatory electrocardiogram monitoring in children (from a national registry) [J]. *Am J Cardiol*, 2014, 115(5): 630 - 634.
- [17] LOWRES N, NEUBECK L, SALKELD G, *et al.* Feasibility and cost-effectiveness of stroke prevention through community screening for atrial fibrillation using iPhone ECG in pharmacies[J]. *Thromb Haemost*, 2014, 111(6): 1167 -

- 1176.
- [18] HALCOX J, WAREHAM K, CARDEW A, *et al.* Assessment of remote heart rhythm sampling using the alivecor heart monitor to screen for atrial fibrillation; the REHEARSE-AF study. [J]. *Circulation*, 2017, 136(19): 117 - 30583.
- [19] 范平, 陈晨, 彭伊, 等. “掌上心电”E-U08 心电记录仪远程监测心律失常和心肌缺血的临床应用研究[J]. *实用心电学杂志*, 2017(1): 10 - 15.
- [20] 蔡铖, 杨刚, 孙国珍, 等. 家庭式心电监测仪在心房颤动患者导管消融术后的随访应用[J]. *中华心律失常学杂志*, 2017(4): 331 - 335.
- [21] TIELEMAN RG, PLANTINGA Y, RINKES D, *et al.* Validation and clinical use of a novel diagnostic device for screening of atrial fibrillation[J]. *Europace*, 2014, 16(9): 1291 - 1295.
- [22] ALLEN J. Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement[J]. *Physiol Meas*, 2007, 28(3): R1.
- [23] NEMATI S, GHASSEMI MM, AMBAI V, *et al.* Monitoring and detecting atrial fibrillation using wearable technology[J]. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2016, 2016: 3394 - 3397.
- [24] BRASIER N, RAICHLE CJ, DORR M, *et al.* Detection of atrial fibrillation with a smartphone camera: first prospective, international, two-centre, clinical validation study (DETECT AF PRO)[J]. *Europace*, 2019, 21(1): 41 - 47.
- [25] YAN BP, LAI W, CHAN C, *et al.* Contact-free screening of atrial fibrillation by a smartphone using facial pulsatile photoplethysmographic signals[J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7(8): e008585.
- [26] LAHDENOJA O, HURNANEN T, IFTIKHAR Z, *et al.* Atrial fibrillation detection via accelerometer and gyroscope of a smartphone[J]. *IEEE J Biomed Health Inform*, 2018, 22(1): 108 - 118.
- [27] LEE Y, PARK JY, CHOI Y W, *et al.* A novel non-contact heart rate monitor using impulse-radio ultra-wideband (IR-UWB) radar technology[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1): 13053.
- [28] LÓPEZ G, CUSTODIO V, MORENO JI, LOBIN: E-textile and wireless-sensor-network-based platform for healthcare monitoring in future hospital environments[J]. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*, 2010, 14(6): 1446 - 1458.
- [29] PANDIAN PS, MOHANAVELU K, SAFEER KP, *et al.* Smart vest: wearable multi-parameter remote physiological monitoring system[J]. *Med Eng Phys*, 2008, 30(4): 466 - 477.
- [30] SARDINI E, SERPELLONI M. Instrumented wearable belt for wireless health monitoring[J]. *Procedia Eng*, 2010, 5(6): 580 - 583.
- [31] BRACHMANN J, MORILLO CA, SANNA T, *et al.* Uncovering atrial fibrillation beyond short-term monitoring in cryptogenic stroke patients: three-year results from the cryptogenic stroke and underlying atrial fibrillation trial[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2016, 9(1): e3333.
- [32] CHRISTENSEN LM, KRIEGER DW, HOJBERG S, *et al.* Paroxysmal atrial fibrillation occurs often in cryptogenic ischaemic stroke. Final results from the SURPRISE study [J]. *Eur J Neurol*, 2014, 21(6): 884 - 889.
- [33] KOROMPOKI E, DEL GA, HILLMANN S, *et al.* Cardiac monitoring for detection of atrial fibrillation after TIA: A systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Stroke*, 2017, 12(1): 33 - 45.

(收稿日期: 2018-07-17; 编辑: 段佳)



消息

《复旦学报(医学版)》完成年度论文及审稿评优工作

2018年12月底,《复旦学报(医学版)》编辑部启动了论文和审稿等各项数据的统计工作,评选出优秀论文、优秀审稿专家、优秀编委、优秀作者团队和个人,并进行颁奖。

第八届编委会成员对发表在学报第44卷的所有文章进行了评选。评选方案综合考虑论文在数据库中的被引频次、下载次数(含官网下载次数)、外审情况和学术质量,最终12篇优秀论文获选。

对2018年全年为学报严谨审稿的来自全国52家科研院所的251位外审专家的审稿进行统计,评选出年内多次(大于3次)为学报审稿的专家30位,高效审稿(3周内审回)的专家149位,均授予“优秀审稿专家”荣誉称号。

根据全年来稿学科分配,15位编委参与了编委审稿(人均2.3篇,最高7篇),桂永浩主编和11位副主编参与了主编终审(人均13.5篇,最高39篇)。更多的编委参与了稿件外审工作,部分编委贡献了团队论文。共有53位编委获评“优秀编委”荣誉称号。

另外对近年多次向学报贡献优质稿件的团队和个人进行了表彰。

(来源:《复旦学报(医学版)》编辑部)