

# 便携式脑电图仪在癫痫患者中的应用及医联体平台的建立

徐岚<sup>1</sup> 吴端坡<sup>2</sup> 李颖<sup>3</sup> 张璐<sup>1</sup> 王玥<sup>1</sup> 王沁玥<sup>1</sup> 刘美琪<sup>3</sup> 吴洵昞<sup>1</sup> 洪震<sup>1</sup>

<sup>1</sup>复旦大学附属华山医院神经内科, 上海 200040; <sup>2</sup>杭州电子科技大学通信工程学院, 浙江 310018; <sup>3</sup>复旦大学附属静安区中心医院神经内科, 上海 200040

通信作者: 吴洵昞, Email: dr.xunyiwu@163.com

**【摘要】** 目的 本研究拟提供一套方便癫痫患者进行院外长期监测的便携式脑电图设备, 从而建立一个用于癫痫数据监测与联合诊疗的医联体平台。方法 纳入 2018 年 6 月至 2019 年 10 月来源于复旦大学附属华山医院(上级医院)和附属静安区中心医院(下级医院)癫痫中心门诊的 29 例患者, 其中确诊癫痫 28 例, 痫样发作 1 例。使用便携式脑电图仪采集脑电图, 每周采集一次, 随访 3 个月。记录发作次数、发作形式、用药种类、脑电图导联数及阳性率。患者病历资料及脑电数据通过网络上传存储至云端数据库, 构建医联体平台, 不同级别医院的医生可基于该平台实现对癫痫患者数据的分级诊断和资源共享。结果 便携式脑电图仪采集的脑电数据伪迹较少, 可以监测到完整的睡眠周期, 且能记录到发作间期痫样放电。29 例患者在 3 个月随访期间共进行 148 次脑电图监测, 监测到发作间期痫样放电 85 例, 脑电图阳性率为 57.4%。全面性发作患者的脑电图阳性率(84.9%)较局灶性发作患者更高(42.1%)( $P < 0.01$ ); 使用 2~3 种抗癫痫药物的患者, 及 3 个月内发作次数频繁的患者, 脑电图阳性率也更高( $P < 0.05$ )。医联体平台中的上级医院医生根据发作情况和脑电数据作出诊疗建议: 11 例无发作患者及 4 例发作与脑电图均改善的患者, 分流至下级医院继续随访; 14 例发作控制不佳和(或)脑电图持续痫样放电的患者, 转诊至上级医院调整用药。下级医院的医护人员通过医联体平台查看诊疗建议, 加强对患者的日常护理及随访。结论 结合便携式脑电图仪, 本研究建立了一个针对癫痫患者的医联体平台, 从而达到长期监测和合理利用医疗资源的目的。

**【关键词】** 癫痫; 便携式脑电图仪; 医联体平台

**基金项目:** 国家自然科学基金(81671280); 上海市经济和信息化委员会信息化发展专项基金(201801050); 浙江省基础公益研究计划(LGG19F030013)

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20200703-02023

## Application of portable electroencephalograph in patients with epilepsy and establishment of medical platform

Xu Lan<sup>1</sup>, Wu Duanpo<sup>2</sup>, Li Ying<sup>3</sup>, Zhang Lu<sup>1</sup>, Wang Yue<sup>1</sup>, Wang Qinyue<sup>1</sup>, Liu Meiqi<sup>3</sup>, Wu Xunyi<sup>1</sup>, Hong Zhen<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Department of Neurology, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China; <sup>2</sup>School of Communication Engineering, Hangzhou Dianzi University, Zhejiang 310018, China; <sup>3</sup>Department of Neurology, Central Hospital of Jing'an District, Fudan University, Shanghai 200040, China  
Corresponding author: Wu Xunyi, Email: dr.xunyiwu@163.com

**【Abstract】 Objective** To provide a portable electroencephalograph that can facilitate long-term monitoring of epilepsy patients outside the hospital, and establish a medical platform for epilepsy data monitoring and treatment. **Methods** From June 2018 to October 2019, twenty-nine patients from Huashan Hospital (superior hospital) and Jing'an District Central Hospital (subordinate hospital) of Fudan University were enrolled in the study. Among them, twenty-eight cases were diagnosed with epilepsy and 1 case was epileptic seizure. Electroencephalogram (EEG) was collected by portable electroencephalograph once a week and followed up for three months. The seizure frequency, seizure form, medication type, EEG lead number and positive rate were recorded. Patients' medical records and EEG data were uploaded to the cloud database to build a medical alliance platform. Doctors of different levels of hospitals could obtain diagnosis and achieve resource sharing based on the platform. The data was statistically analyzed using SPSS 18.0.

**Results** The EEG data collected by the portable electroencephalograph had fewer artifacts, complete sleep cycle, and could record the interictal discharges. Twenty-nine patients underwent a total of 148 EEG monitoring during the three-month follow-up. Eighty-five cases of epileptic discharges were detected, and the EEG positive rate was 57.4%. The positive rate of EEG in patients with generalized seizures (84.9%) was higher than that in patients with focal seizures (42.1%) ( $P < 0.01$ ); the positive rate of EEG in patients with 2–3 antiepileptic drugs and patients with frequent seizures within three months were also higher ( $P < 0.05$ ). Doctors in the superior hospital in the platform make diagnosis and treatment suggestions according to the above data. Eleven seizure-free patients and four patients with fewer seizures and discharges were diverted to the community hospital for follow-up. Fourteen patients with poor seizure control and/or continuous epileptic discharges were diverted to the superior hospital to adjust the medication. Doctors of subordinate hospital acquired the diagnosis and treatment suggestions through the platform, and then strengthened the daily care and follow-up. **Conclusion** Combined with a portable electroencephalograph, the current study establishes a medical platform for patients with epilepsy to achieve long-term monitoring and rational use of medical resources.

**【Key words】** Epilepsy; Portable electroencephalograph; Medical platform

**Fund program:** National Natural Science Foundation of China (81671280); Special Fund for Information Development of Shanghai Municipal Commission of Economy and Information Technology (201801050); Zhejiang Basic Public Welfare Research Project (LGG19F030013)

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20200703-02023

癫痫是由于大脑神经元过度异常同步化放电所致。来自世界卫生组织的数据显示,癫痫的全球患病率在 1% 左右;我国国内有近一千万癫痫患者,且以农村地区为主,治疗缺口达到 70%,疾病负担极重<sup>[1]</sup>。同时,癫痫的致残率和病死率也较高,一项荟萃分析显示癫痫的死亡风险是普通人群的 1.2~9.3 倍<sup>[2]</sup>。因此,对癫痫患者进行日常监测、减少意外发生具有重大的意义。

脑电图是癫痫诊断和治疗的重要辅助工具。由于医疗资源分布不均,在基层医院和农村地区缺少脑电图设备和癫痫专科医师;同时,由于癫痫发作的不可预知性,进行一次脑电图检查不一定监测到异常,需要多次监测甚至长期住院跟踪才能获得阳性发现。研究表明,一次常规脑电图发现痫样放电的比例为 29%~50%,3 次或以上脑电图监测的阳性率提高到 80%~90%,记录时间延长则阳性率明显提高<sup>[3]</sup>。但是进行长期住院监测势必占用医疗资源,同时也加重患者和家庭的经济负担。因此,整合上级医院和基层医院的医疗资源进行长期监测具有很大的需求空间。本研究拟提供一套适于癫痫患者在院外使用的便携式脑电图设备,协助患者进行脑电图的长期监测,建立癫痫数据监测与联合诊疗的医联体平台,从而提高各级医院的诊疗水平。

## 对象与方法

### 一、对象

本研究为疾病登记研究,共入组 2018 年 6 月至 2019 年 10 月就诊于复旦大学附属华山医院癫痫中

心(上级医院)、上海市静安区中心医院癫痫中心(下级医院)癫痫门诊的 29 例患者。其中,男 9 例,女 20 例,年龄( $24 \pm 13$ )岁,起病年龄( $17 \pm 12$ )岁,病程( $7.1 \pm 9.7$ )年。9 例有症状性病因,2 例患者有癫痫家族史。癫痫诊断根据 1989 年国际抗癫痫联盟(International League Against Epilepsy, ILAE)标准,参考 2001 年发作分类标准<sup>[4]</sup>。确诊癫痫 28 例,痫样发作 1 例;局灶性发作 20 例,全面性发作 9 例;服用 1 种抗癫痫药物者 16 例,2~3 种者 11 例,未服药者 2 例;癫痫无发作者 11 例,未控制发作者 18 例。本研究经华山医院伦理委员会批准(伦 2019-02),研究对象均签署知情同意书。

### 二、仪器及脑电图数据采集

使用妞诺科技有限公司提供的 20 通道便携式脑电图仪(含摄像头)。按照国际 10/20 系统放置头皮电极,根据患者与家属接受程度由临床医生指导安装 8 导或 16 导脑电图。每周采集一次视频脑电图,连续监测 3 个月;每次监测时间至少 8 h,包括清醒期、睡眠期和觉醒后,且至少包含一个完整的睡眠周期。所有患者的脑电图均由 2 名有经验的临床医生阅读。记录 3 个月癫痫发作次数、脑电图监测例数、发作间期痫样放电(interictal epileptic discharges, IEDs)例数、使用 16 导或 8 导的例数等。

### 三、医联体平台的建立

癫痫患者在上级医院确诊后,医生将患者的就诊信息(包括诊断报告、药单、脑电图数据等)录入到数据库。患者回家后,佩戴便携式脑电图仪进行脑电监测,通过网络将数据传入云端服务器。上级

医院与下级医院均安装脑电数据阅读系统,可在线或下载阅读脑电数据并对患者作出诊疗建议。系统通过一段时间的跟踪监测,结合病情变化(加重或改善),对患者提出双向转诊的建议。

#### 四、统计学方法

采用 SPSS 18.0 统计软件进行数据处理,计数资料以例(%)表示,采用  $\chi^2$  检验,  $P < 0.05$  差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、29 例患者便携式脑电监测数据分析

便携式脑电图仪采集的脑电数据伪迹较少,可以监测到完整的睡眠周期,且能记录到 IEDs。29 例患者在 3 个月随访期间共进行了 148 次脑电图监测,监测到 IEDs 者 85 次,脑电图阳性率为 57.4%。62.1% (18/29) 的患者选择使用 16 导便携式脑电图仪,其余使用 8 导脑电图仪。本研究发现,全面性发作患者的脑电图阳性率(84.9%)较局灶性发作者更高(42.1%) ( $P < 0.01$ ); 3 个月内癫痫发作次数越多,脑电图阳性率越高 ( $P < 0.05$ ); 使用 2~3 种抗癫痫药物的患者其脑电图阳性率(67.7%)与单药治疗者(50.7%)比较,差异也具有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 脑电图阳性率与使用的导联数(8 导或 16 导)之间差异则无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。在 3 个月随访期间,11 例患者达到无发作状态,4 例患者发作次数减少超过 75% 且脑电图阳性率  $< 50\%$ ,另 14 例患者发作控制不佳和(或)脑电图阳性率超过 50%。

### 二、医联体平台诊疗流程

结合便携式脑电图仪和云端数据库,我们建立了一个针对癫痫患者的医联体平台,具体流程如下(图 1)。通过对癫痫就诊信息和脑电数据的长期收集和储存,不同级别医院的医生可以实现对癫痫患者的长期管理、分级诊疗、双向转诊及随访服务。

### 三、医联体平台的具体应用

分析上述 29 例患者发作情况和脑电数据后,华山医院(上级医院)的医生作出诊疗建议:11 例无发作患者及 4 例发作与脑电图均改善的患者,分流至静安区中心医院继续随访;14 例发作控制不佳和(或)脑电图持续痫样放电的患者,建议其至华山医院调整用药。静安区中心医院(下级医院)的医生可以阅读医联体平台上的数据,对 15 例病情稳定的患者继续随访,做好慢性病患者的日常工作。本研究选择其中 1 例难治性癫痫患者作为示例。该患者女,23 岁,3 岁起病,出生时为巨大

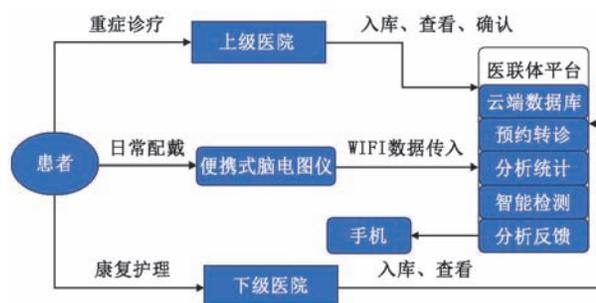


图1 医联体平台诊疗流程

儿,病程中曾行胼胝体切开术。发作主要表现为发作性肢体抖动、跌倒及全面强直阵挛发作,3~4 d 发作一次,有时每天均有发作。服用 4 种抗癫痫药物(左乙拉西坦 1.5 g/次,拉莫三嗪 75 mg/次,丙戊酸钠 0.25 g/次,氯硝西泮 2 mg/次,均为每天 2 次)仍控制不佳,行便携式脑电图后发现双侧全导广泛性高幅棘慢波、多棘慢波、尖慢波,几乎呈持续发放(图 2A)。本研究分析发作情况及脑电图后,加用拉考沙胺(100 mg/次、每天 2 次),2 个月后再行脑电图监测发现痫样放电明显减少(图 2B)。

## 讨 论

长程视频脑电图是癫痫诊断和鉴别诊断的金标准<sup>[5]</sup>。便携式脑电图因缺乏视频或伪迹较多,一向被质疑其检测效力。也有一些文献持不同观点,认为通过安装同步监测视频,在家中进行脑电监测也可以获得优质的脑电图数据<sup>[6-7]</sup>。本研究也支持这一观点。在长时间监测时,包含视频的便携式脑电图与医院脑电图一样可以达到捕捉痫样放电及识别醒睡各期的目的;3 个月监测期间脑电图的痫样放电检出率为 57.4%,这也与文献报道的医院脑电图的阳性检出率近似<sup>[8]</sup>。在家中监测可以降低时间和经济成本更加符合患者日常发作的环境,更容易获得阳性结果<sup>[9]</sup>。便携式脑电图仪不影响患者日常活动,患者依从性较高<sup>[10]</sup>。

本研究发现,全面性发作的患者脑电图阳性率较局灶性发作者更高。这可能是与全面性发作一开始即表现为双侧同步放电、易于被脑电图检测到所致。本研究中的全面性发作主要表现为全面强直阵挛发作和肌阵挛发作,这两种发作形式均是癫痫反复发作的危险因素,由此可能导致脑电图上的痫样放电更为明显<sup>[11]</sup>。服用抗癫痫药物的种数和发作次数的多少也与脑电图阳性率之间有明显相关性。服用药物种数越多,癫痫发作越频繁,说明发作控制不佳,神经元一直处于过度同步放电状

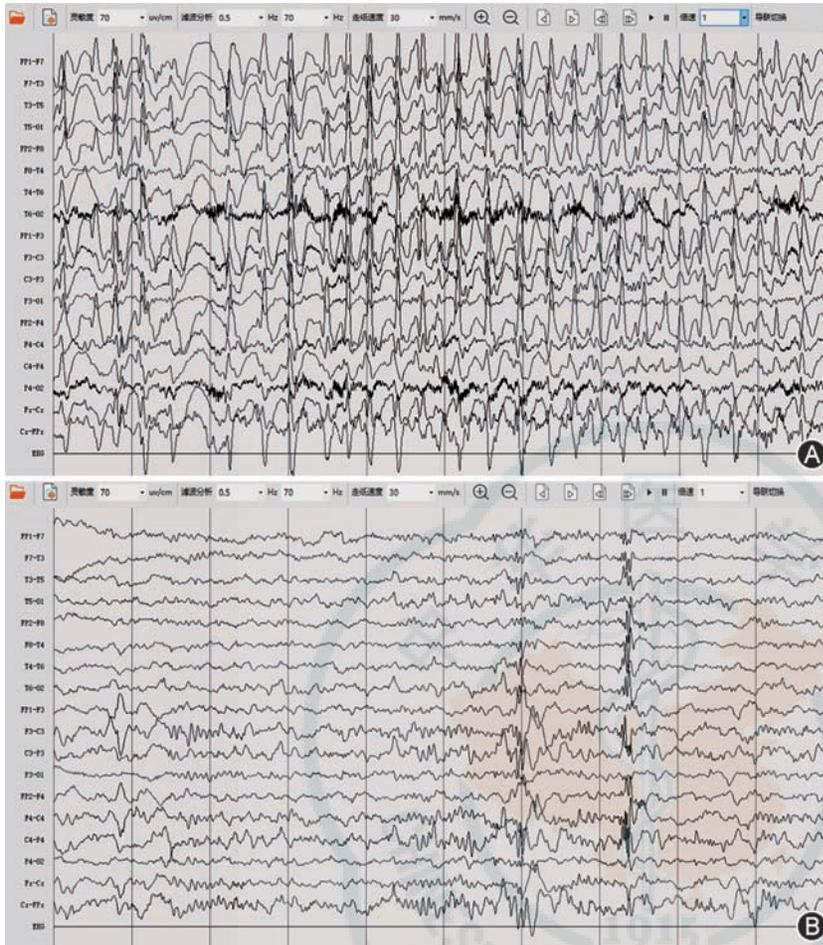


图2 1例难治性癫痫患者调整药物前后便携式脑电图示例 2A:调整药物前,便携式脑电图示双侧全导广泛性高幅棘慢波、多棘慢波、尖慢波,几乎呈持续发放;2B:调整药物后,脑电图显示放电局限于双侧中央、中后颞区阵发性多棘慢波,较前明显减少

态,由此脑电图检测到痫样放电的概率更高。

在3个月的随访中,62.1%的患者选择安装16导脑电图。16导是临床上常用的导联设置,经过专业指导后受试者基本能掌握电极放置,获得的脑电数据伪差较少。尽管在本研究中脑电图阳性率与导联设置之间差异无统计学意义,但是导联数目越多,越能获得更多的脑电信息,理论上更能捕捉到异常放电<sup>[12]</sup>。8导脑电在医院已较少使用,但其安装便捷性可以满足家庭监测的一般需求。

通过结合便携式脑电图仪和云端数据库建立这样一个智能化医联体平台,整合了上级医院和下级医院的医疗资源。不同级别医院的医生均可以查看癫痫患者的诊疗资料,使得半数癫痫患者可以就近到基层医院随访,实现分级诊疗的目的,将上级医院的医疗资源留给更需要的患者;而其余的患者通过脑电监测又可得到用药指导,获得满意的疗效,从而形成“小病在基层、大病到医院、康复回基

层”的合理就医格局,实现医疗资源的高效使用。便携式脑电图设备的应用和医联体平台的建立,让我们看到了慢性病长期管理的有效途径和前景。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参 考 文 献

- [1] 洪震. 癫痫流行病学研究[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2014, 14 (11): 919-923.
- [2] Shackleton DP, Westendorp RG, Kasteleijn-Nolst-Trenit  DG, et al. Survival of patients with epilepsy: an estimate of the mortality risk[J]. *Epilepsia*, 2002, 43(4): 445-450. DOI: 10.1046/j.1528-1157.2002.10301.x.
- [3] Bozorg AM, Lacayo JC, Benbadis SR. The yield of routine outpatient electroencephalograms in the veteran population[J]. *J Clin Neurophysiol*, 2010, 27(3): 191-192. DOI: 10.1097/WNP.0b013e3181e0a950.
- [4] Proposal for revised classification of epilepsies and epileptic syndromes. Commission on classification and terminology of the international league against epilepsy[J]. *Epilepsia*, 1989, 30(4): 389-399. DOI: 10.1111/j.1528-1157.1989.tb05316.x.
- [5] Riquet A, Lamblin MD, Bastos M, et al. Usefulness of video-EEG monitoring in children[J]. *Seizure*, 2011, 20(1): 18-22. DOI: 10.1016/j.seizure.2010.09.011.
- [6] Patel AC, Thornton RC, Mitchell TN, et al. Advances in EEG: home video telemetry, high frequency oscillations and electrical source imaging[J]. *J Neurol*, 2016, 263(10):2139-2144. DOI: 10.1007/s00415-016-8159-3.
- [7] Kandler R, Ponnusamy A, Wragg C. Video ambulatory EEG: a good alternative to inpatient video telemetry?[J]. *Seizure*, 2017, 47:66-70. DOI: 10.1016/j.seizure.2017.02.010.
- [8] 张洋,樊庆雷. 长程视频脑电图对癫痫诊断的临床应用价值[J]. *医疗装备*,2017, 30(15): 138-139.
- [9] Lawley A, Manfredonia F, Cavanna AE. Video-ambulatory EEG in a secondary care center: a retrospective evaluation of utility in the diagnosis of epileptic and nonepileptic seizures [J]. *Epilepsy Behav*, 2016, 57(Pt A):137-140. DOI: 10.1016/j.yebeh.2016.02.005.
- [10] Kandler R, Ponnusamy A, Wragg C. Video ambulatory EEG: a good alternative to inpatient video telemetry?[J]. *Seizure*, 2017, 47:66-70. DOI: 10.1016/j.seizure.2017.02.010.
- [11] Schmidt D, Sillanp  M. Stopping epilepsy treatment in seizure remission: Good or bad or both?[J]. *Seizure*, 2017,44: 157-161. DOI: 10.1016/j.seizure.2016.09.003.
- [12] Seeck M, Koessler L, Bast T, et al. The standardized EEG electrode array of the IFCN[J]. *Clin Neurophysiol*, 2017, 128(10):2070-2077. DOI: 10.1016/j.clinph.2017.06.254.

(收稿日期:2020-07-03)

(本文编辑:朱瑶)