

# 正常人脑磁图睡眠期枕区一过性正相尖波 特点:同步脑磁图与脑电图对比分析

任洁钊 杨春兰 任国平 杨春清 乔慧 王群

**【摘要】** 目的 初步探讨健康成人睡眠期枕区一过性正相尖波(POSTS)脑磁图与脑电图的对应关系,并总结脑磁图 POSTS 波形和分布特点。**方法** 同步采集 2020 年 12 月至 2021 年 8 月首都医科大学附属北京天坛医院招募的 5 例健康受试者睡眠期脑磁图与脑电图数据,分析脑磁图 POSTS 波形特点及其与脑电图 POSTS 的对应关系,采用单一等效电流偶极子方法对脑磁图 POSTS 进行溯源分析。**结果** 共 5 例受试者共记录到睡眠期脑电图 POSTS 波形 564 个,剔除与心电图重合的 POSTS 波形后,同步出现的脑磁图对应枕区 POSTS 波形 359 个,脑磁图 POSTS 检出率为 73.42%(359/489)。脑磁图 POSTS 波形变异性较大,POSTS 偶极子主要分布于双侧枕叶中线区,包括距状沟、舌回、楔叶等,部分分布于距中线较远的枕颞内侧回、枕颞外侧回、枕皮质外侧等,少数分布于顶枕沟和楔前叶。**结论** 脑磁图 POSTS 具有不同于脑电图 POSTS 的特点,临床判读时应注意识别,以更好地辨别生理性与病理性波形,为术前评估提供准确参考。

**【关键词】** 睡眠期枕区一过性正相尖波(非 *MeSH* 词); 脑磁图描记术; 脑电描记术; 成年人

## Characteristics of MEG positive occipital sharp transients of sleep in normal people: a simultaneous MEG-EEG study

REN Jie-chuan<sup>1</sup>, YANG Chun-lan<sup>2</sup>, REN Guo-ping<sup>1</sup>, YANG Chun-qing<sup>1</sup>, QIAO Hui<sup>3</sup>, WANG Qun<sup>1,4,5</sup>

<sup>1</sup>Department of Neurology, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100070, China

<sup>2</sup>Department of Environment and Biology, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China

<sup>3</sup>Beijing Neurosurgical Institute, Capital Medical University, Beijing 100070, China

<sup>4</sup>China National Clinical Research Center for Neurological Diseases, Beijing 100070, China

<sup>5</sup>Beijing Institute for Brain Disorders, Beijing 100069, China

Corresponding author: WANG Qun (Email: wangq@ccmu.edu.cn)

**【Abstract】 Objective** To preliminarily explore the correlation of positive occipital sharp transients of sleep (POSTS) in MEG and EEG, and summarize the characteristics of MEG POSTS morphology and localization. **Methods** The MEG and EEG signals were simultaneously recorded in 5 healthy subjects during sleep, who were recruited from December 2020 to August 2021 in Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University. The features of MEG POSTS and its relationship with EEG POSTS were summarized. Single equivalent current dipole (ECD) model was used to conduct source imaging for POSTS. **Results** About 564 EEG POSTS during sleep were recorded in 5 subjects. There were 359 simultaneous MEG POSTS in occipital region after exclusion of the POSTS overlapping with heart beat in ECG. The appearance rate of MEG POSTS was 73.42% (359/489). The MEG POSTS showed great variability in morphology. MEG POSTS dipoles were located mainly in bilateral midline regions of occipital lobe, including calcarine sulcus, lingual gyrus and cuneus; some in other parts of occipital lobe away from

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2022.07.003

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金资助项目(项目编号:81601126);国家自然科学基金青年科学基金资助项目(项目编号:81801280);北京市自然科学基金重点资助项目(项目编号:Z200024);首都卫生发展科研专项(项目编号:首发2016-1-2011);首都卫生发展科研专项(项目编号:首发2020-1-2013)

作者单位:100070 首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心(任洁钊,任国平,杨春清,王群);100124 北京工业大学环境与生命学部(杨春兰);100070 北京市神经外科研究所(乔慧);100070 北京,国家神经系统疾病临床医学研究中心(王群);100069 北京脑重大疾病研究院(王群)

通讯作者:王群,Email:wangq@ccmu.edu.cn

midline regions, such as medial occipitotemporal gyrus, lateral occipitotemporal gyrus and lateral occipital cortices; and a small portion in bilateral parietooccipital sulcus and precuneus. **Conclusions** MEG POSTS has characteristics different from EEG POSTS, so it is important to recognize POSTS correctly in clinical MEG reading to discriminate between physiological and pathological waves and provide precise information for presurgical evaluation of epilepsy.

**【Key words】** Positive occipital sharp transients of sleep (not in *MeSH*); Magnetoencephalography; Electroencephalography; Adult

This study was supported by the National Natural Science Foundation of China for Young Scientists (No. 81601126, 81801280), Key Project of Beijing Natural Science Foundation (No. Z200024), and Capital Health Research and Development Project (No. 2016-1-2011, 2020-1-2013).

**Conflicts of interest:** none declared

睡眠期枕区一过性正相尖波(POSTS)是睡眠期出现于枕区的正相尖波,为睡眠期正常波形。尽管对于成熟的脑电图判读者,鉴别 POSTS 与痫样放电并非难事,但是对于初学者而言,因 POSTS 波形在双极纵联脑电图中波形向上,极易与枕区痫样放电相混淆,从而为临床提供错误信息。既往关于脑电图生理性波形和良性变异型的研究较多,而脑磁图相关研究较少。脑磁图是难治性癫痫术前评估的重要辅助手段之一,准确判读脑磁图并与生理性尖波相区别,对术前准确定位致痫灶具有重要意义。本研究在正常人群中初步探究脑磁图 POSTS 波形和分布特点及其与脑电图 POSTS 的对应关系,以为脑磁图的准确判读提供理论依据。

## 对象与方法

### 一、研究对象

本研究为早期探索性临床研究,首都医科大学附属北京天坛医院于 2020 年 12 月至 2021 年 8 月招募志愿者同步完成脑磁图和脑电图检查,并筛选出存在 POSTS 的受试者。纳入标准:(1)身体健康。(2)年龄 > 18 岁。(3)无癫痫及其他神经精神系统疾病病史,无严重系统性疾病病史。排除标准:(1)体内有金属植入物、纹身、纹眉等可能对脑磁图造成干扰的物质。(2)幽闭恐惧症无法耐受脑磁图检查。(3)头部 MRI 检查显示结构性病变。本研究经首都医科大学附属北京天坛医院伦理委员会审核批准(审批号:KYSB2016-011),所有受试者均对检查项目知情并签署知情同意书。

### 二、研究方法

1. 脑磁图与脑电图同步记录 306 通道全头型脑磁图系统(Elekta Neuromag® 306-channel MEG systems)和 64 导脑电系统均购自芬兰 Elekta 公司。

脑磁图记录神经元电活动产生的磁场信号,同步记录头皮脑电信号以及心电、眼电等相关电生理信号。脑磁图和脑电图采样频率均为 2000 Hz,带通滤波 0.03 ~ 660 Hz。受试者仰卧位,于安静环境中闭目休息,减少头部活动,自然进入睡眠,采样时间为 1 ~ 1.50 h,记录自发脑磁图数据,同时应用头部定位感应器(HPI)定位,每 20 分钟复位 1 次,以减少头部轻微活动造成的定位误差。

2. 头部 MRI 检查 脑磁图检查后行头部 MRI 检查,采用德国 Siemens 公司生产的 Prisma 3.0T MRI 扫描仪,64 通道头部线圈,采用 T<sub>1</sub>WI 磁化准备快速梯度回波(MPRAGE)序列,重复时间(TR)为 1560 ms、回波时间(TE)1.69 ms、反转时间(TI)为 778 ms,翻转角(FA)8°,扫描视野(FOV)240 mm × 240 mm,矩阵 256 × 256,层厚 1 mm、层间距为零,扫描时间 217 s,共 176 层,扫描范围为全脑。

3. 数据处理与分析 采用脑磁图系统自带的 MaxFilter 软件,通过时域延展的信号空间分割(tSSS)方法对原始数据进行预处理,提高信噪比(SNR);再采用脑磁图系统自带的 MEG-MRI Integration 软件将脑磁图数据与 T<sub>1</sub>WI 数据进行空间共注册定位融合,并将每位受试者的脑磁图空间坐标与 MRI 空间位置进行配准,以为后续计算生成磁源成像(MSI)做准备。

4. 脑磁图 POSTS 检出率的判读 对每位受试者全程脑电图的 POSTS 进行标记,观察同步脑磁图是否出现脑电图 POSTS 所对应的枕区尖波或棘波样波形,并计算脑磁图 POSTS 检出率[脑磁图 POSTS 检出率(%) = 脑磁图对应枕区 POSTS / 脑电图 POSTS × 100%]。应注意的是,由于枕区和颞区的脑磁图心电图伪迹最明显,易与脑磁图 POSTS 相混淆,故剔除与心电图重合的 POSTS。

表 1 5 例受试者脑磁图 POSTS 检出率

Table 1. Appearance rate of MEG POSTS in 5 subjects

序号	性别	年龄(岁)	EEG POSTS(个)	心电重合 POSTS(个)	剔除心电重合后的 POSTS(个)	EMG POSTS(个)	EMG POSTS 检出率
1	男性	33	378	49	329	248	75.38%(248/329)
2	女性	20	100	11	89	59	66.29%(59/89)
3	男性	22	56	6	50	40	80.00%(40/50)
4	男性	35	10	2	8	7	7/8
5	男性	29	20	7	13	5	5/13
合计			564	75	489	359	73.42%(359/489)

EEG, electroencephalography, 脑电图; MEG, magnetoencephalography, 脑磁图; POSTS, positive occipital sharp transients of sleep, 睡眠期枕区一过性正相尖波

5. 脑磁图 POSTS 溯源分析 采用单一等效电流偶极子(ECD)方法对脑磁图 POSTS 进行溯源分析。以脑磁图系统自带的 Source Modeling 软件计算偶极子,保留拟合度 > 80% 的偶极子,与 MRI 融合自动生成 MSI,观察每位受试者 POSTS 偶极子在对应 MRI 中的分布特点。

## 结 果

本研究共招募 7 例健康受试者同步完成脑磁图和脑电图检查,筛选出 5 例存在 POSTS,男性 4 例,女性 1 例;年龄 20 ~ 35 岁,平均 27.80 岁。共记录到睡眠期脑电图 POSTS 波形 564 个,剔除与心电图重合的 POSTS 波形 75 个,剩余 489 个,同步出现的脑磁图对应枕区 POSTS 波形 359 个,脑磁图 POSTS 检出率为 73.42%(359/489)。5 例受试者脑磁图 POSTS 检出率参见表 1。

脑磁图与脑电图同步记录显示,脑电图出现 POSTS 时,同步脑磁图枕区未见相应波形(图 1),或者 POSTS 波形呈单相尖波(图 2)或双相尖波(图 3),且这 3 种情况可发生于同一例受试者,表明脑磁图 POSTS 的个体内变异性较大。脑磁图还显示,POSTS 的空间分布主要位于后头部,以枕区为主,亦可波及顶区;可呈双侧对称分布,亦可表现为不恒定的单侧优势。

脑磁图 POSTS 溯源分析显示,每例受试者的脑磁图 POSTS 中有 50% ~ 80% 偶极子达到拟合度 > 80% 的标准,确保偶极子的可信度。单个 POSTS 的同步脑电图与脑磁图波形、脑磁图全信道波形、磁场分布图及其 MSI 显示,该 POSTS 单个偶极子定位于右侧距状沟(图 4)。综合所有受试者的全部 POSTS 偶极子定位显示其并非恒定,主要分布于枕

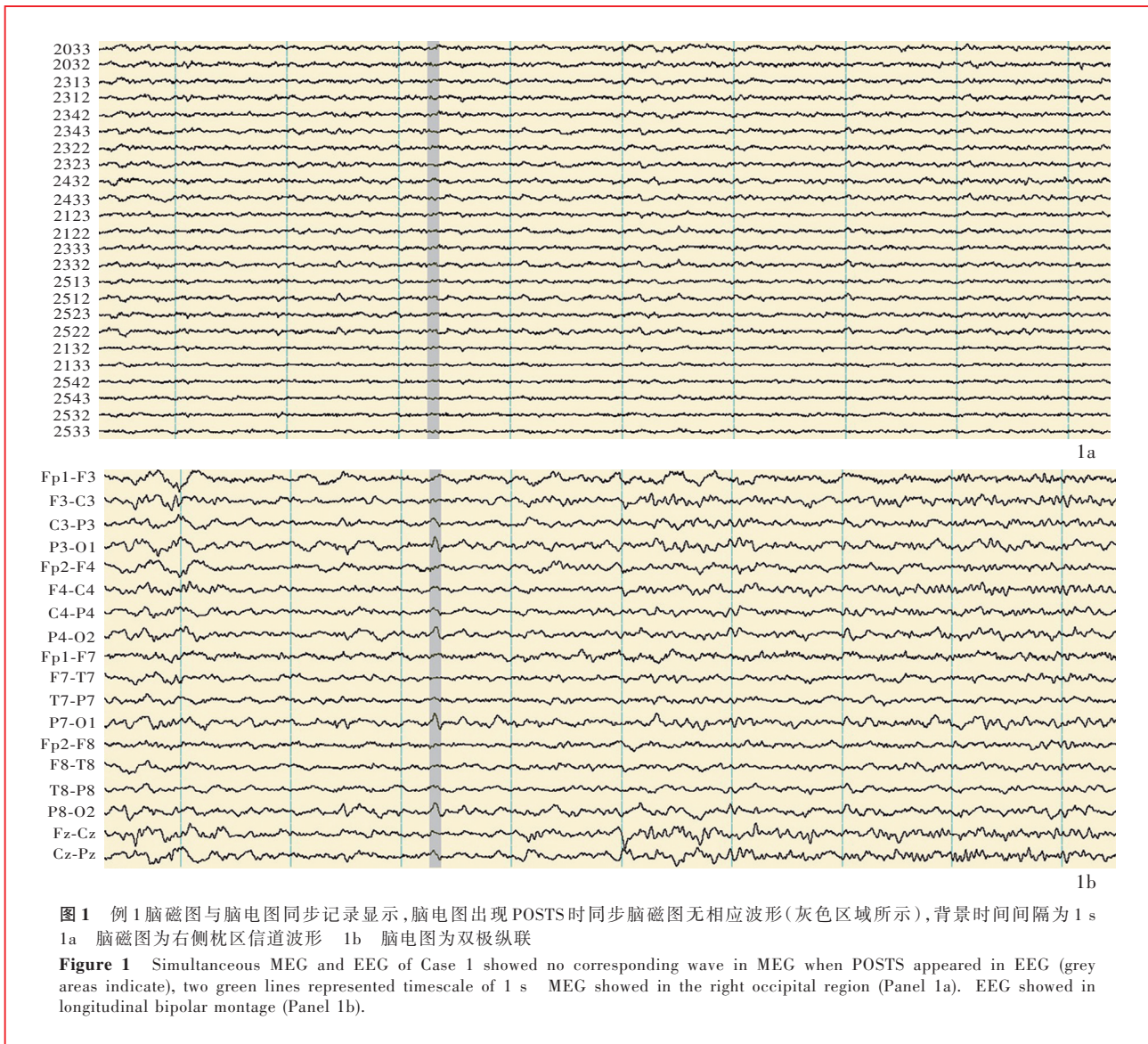
叶且双侧枕叶基本对称,尤以中线区更集中,主要包括距状沟、舌回、楔叶等,部分偶极子分布于距中线较远的枕颞内侧回、枕颞外侧回、枕皮质外侧等;亦可见少数偶极子分布于顶枕沟和楔前叶(图 5)。

## 讨 论

脑磁图是癫痫术前评估的重要定位工具,对鉴别痫样放电与良性变异型至关重要<sup>[1-3]</sup>。然而,目前较少有关于脑磁图 POSTS 特点的研究,仅 2013 年 Kakisaka 等<sup>[4]</sup>描述了癫痫患者的脑磁图 POSTS 特点,但该研究仅为个案报道(2 例患者),且癫痫患者的脑磁图和脑电图特点与正常人存有差异,故难以排除癫痫对 POSTS 的影响;2020 年 Rampp 等<sup>[5]</sup>综述各类脑电图生理性波形和良性变异型在脑磁图中的对应表现,并简要描述脑磁图 POSTS 特点及举例展示。

本研究招募健康受试者同步进行脑磁图与脑电图检查,排除癫痫及其他神经精神系统疾病的影响,总结正常人脑磁图与脑电图 POSTS 的对应关系、波形和分布特点,并首次提出脑磁图与脑电图 POSTS 并非总是同步出现。既往针对痫样棘波和尖波的研究显示,脑磁图和脑电图的痫样放电可非同步出现,亦可同步出现,或仅在脑电图中识别出痫样放电,或仅在脑磁图中识别出痫样放电<sup>[6-7]</sup>。POSTS 虽并非病理性波形,但从棘波和尖波产生的病理生理学机制看,痫样放电的脑电图-脑磁图相关性特点或许也适用于生理性尖波,如 POSTS。根据物理学和生理学原理,脑磁图主要对切向电流产生的磁场最敏感,径向电流则是探测盲区,但脑磁图信道数量多,信号检测敏感性较高,不受脑脊液、颅骨、皮肤等组织的干扰;而脑电图是各脑区电流活



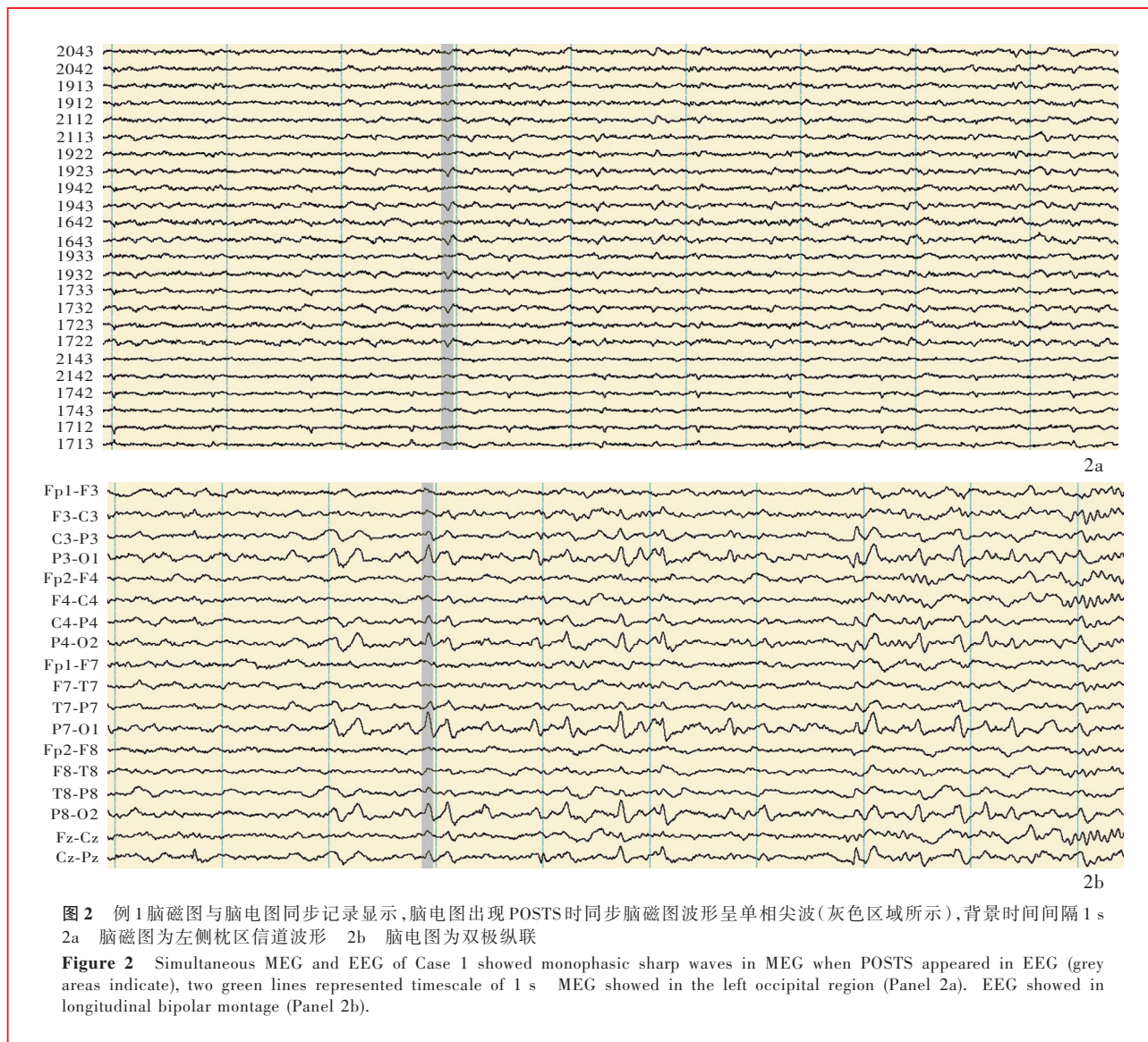


**图 1** 例 1 脑磁图与脑电图同步记录显示,脑电图出现 POSTS 时同步脑磁图无相应波形(灰色区域所示),背景时间间隔为 1 s  
 1a 脑磁图为右侧枕区信道波形 1b 脑电图为双极纵联  
**Figure 1** Simultaneous MEG and EEG of Case 1 showed no corresponding wave in MEG when POSTS appeared in EEG (grey areas indicate), two green lines represented timescale of 1 s MEG showed in the right occipital region (Panel 1a). EEG showed in longitudinal bipolar montage (Panel 1b).

动产生电势变化的综合反应,检测不受电流方向的限制,但传播过程中易受脑脊液、颅骨等组织的干扰而发生扭曲和衰减。这两种神经电生理学检查手段各有优劣,因此对于同一个神经电活动,由于其强度、位置、方向不同,脑电图与脑磁图检测结果存在差异,但二者可以相互佐证、相互补充<sup>[8-10]</sup>。本组 5 例受试者共记录到睡眠期脑电图 POSTS 波形 564 个,剔除与心电图重合的 POSTS 波形 75 个后,同步出现的脑磁图对应枕区 POSTS 波形 359 个,脑磁图 POSTS 检出率为 73.42%(359/489),说明二者同步出现的概率较高。但 POSTS 在脑电图与脑磁图中的波形不尽相同,对本组受试者的观察发现,即使同一例受试者,脑磁图 POSTS 波形的变异性也较大,可以表现为单相尖波或双相尖波,与既往研

究结果相一致<sup>[4-5]</sup>。Kakisaka 等<sup>[4]</sup>在 2 例癫痫患者中发现,脑磁图 POSTS 变异性较大,可具备高尖波形、突出背景的痫样放电特点,亦可后连慢波而表现出棘慢波或尖慢波的形态,易与痫样放电混淆;Rampp 等<sup>[5]</sup>也指出,脑磁图 POSTS 波形呈多相性,波形更多变,与痫样放电形态更接近。由此可见,POSTS 在脑磁图和脑电图中的波形特点并不相同,故判读时应注意鉴别。虽然临床常规要求行脑磁图检查的同时应同步记录头皮脑电图<sup>[11]</sup>,可辅助识别 POSTS,但在受试者头围过大、头皮破损、脑磁图兼容脑电电极不易购买等情况下,同步记录脑电图较为困难;此外,某些基于脑磁图的神经心理学研究也不常规记录脑电图<sup>[12]</sup>。上述未同步记录脑电图的情况下,单凭脑磁图鉴别 POSTS 与枕区痫样放电存在



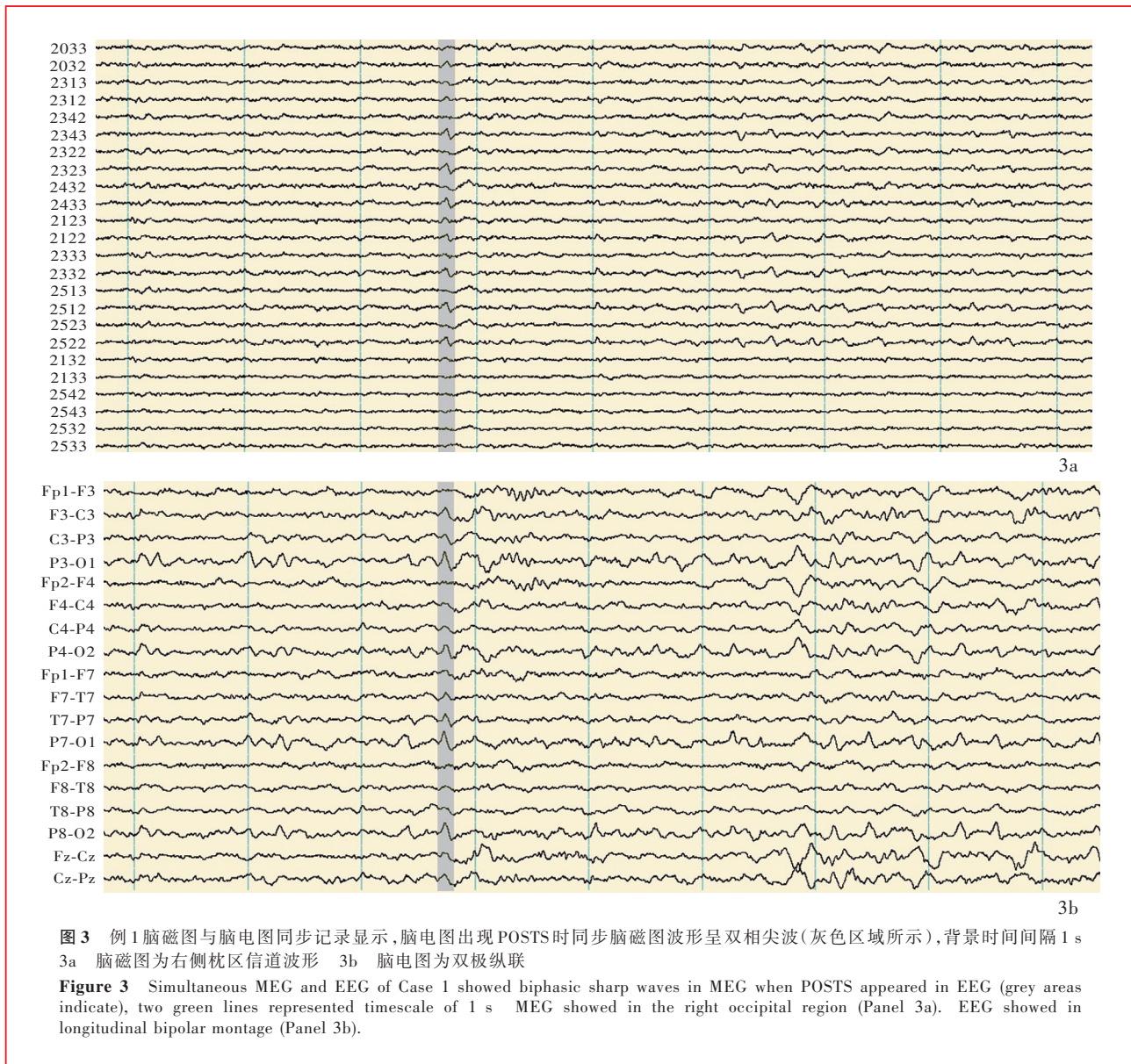


一定困难,本研究总结的脑磁图 POSTS 特点可提供一定的经验和借鉴,后续尚待扩大样本量更精确地描述二者变化。

为探讨 POSTS 起源,本研究进一步采用单一等效电流偶极子对 POSTS 进行溯源分析,结果显示,每例受试者的脑磁图 POSTS 中有 50%~80% 偶极子达到拟合度 >80% 的标准,提示其可信度较高,综合 5 例受试者的全部 POSTS 偶极子定位,发现其定位并非恒定,主要分布于枕叶且双侧枕叶基本对称,尤以中线区更集中,主要包括距状沟、舌回、楔叶等,部分偶极子分布于距中线较远的枕颞内侧回、枕颞外侧回、枕皮质外侧等;亦可见少数偶极子分布于顶枕沟和楔前叶。Kakisaka 等<sup>[4]</sup>在 2 例癫痫患者 POSTS 的研究中,采用偶极子的溯源方法,2 例患

者各例举 2 个脑磁图 POSTS,均定位于枕叶内侧近中线区域,且双侧均有分布。Rampp 等<sup>[5]</sup>在综述中列举的一个脑磁图 POSTS,采用偶极子溯源方法,亦定位于枕叶中线区。上述关于脑磁图 POSTS 偶极子溯源分析的研究结果,与此研究中脑磁图 POSTS 偶极子分布最集中的枕叶中线区相一致。此外, Rampp 等<sup>[5]</sup>提出,在一些病例中,脑磁图 POSTS 偶极子定位可能偏向于枕叶的左侧或右侧,这与本研究中少数 POSTS 偶极子分布区域相符。虽然目前关于 POSTS 的起源研究较少,但我们可以从其波形特点进行推测。Brenner 等<sup>[13]</sup>发现,视敏度下降的失明患者脑电图 POSTS 检出率极低,表明 POSTS 的产生与黄斑功能和中心视力有关,推测是由于距状沟、楔叶和舌回的视觉皮质与视觉的产生尤其是来





自黄斑区的冲动密切相关<sup>[13-15]</sup>。Amin 等<sup>[16]</sup>认为,脑电图 POSTS 与清醒状态下双眼扫视活动物象时出现的 λ 波密切相关; Alvarez 等<sup>[17]</sup>指出,看电视是 λ 波的明显诱发因素; Tatum 等<sup>[18]</sup>提出, λ 波的产生可能与顶叶后部至枕叶相关脑区共激活有关。这些证据均可间接印证 POSTS 的产生与枕叶和顶叶后部相关。

本研究为初期探索性临床研究,仅纳入 5 例健康受试者,样本量小,且均为青年,年龄分布局限但处于 POSTS 最高峰年龄<sup>[19]</sup>,故均检出脑磁图和脑电图 POSTS; 5 例受试者中例 1 脑磁图 POSTS 数量明显多于其他 4 例,可能对研究结果造成一定影响,后续尚待收集更大样本的健康受试者并纳入不同年龄

段,以期对脑磁图 POSTS 特点进行更全面的描述。此外,本研究采用临床常规的单一等效电流偶极子方法进行 POSTS 溯源分析,但该方法更适用于神经活动起源较局限的情况<sup>[20-21]</sup>。晚近研究显示, POSTS 可能存在弥漫性分布<sup>[5]</sup>,因此采用单一等效电流偶极子方法溯源可能会导致研究结果出现偏倚<sup>[22-24]</sup>,但目前其他溯源方法尚未广泛用于临床,单一等效电流偶极子仍是临床常用且较可靠的方法。本研究总结的脑磁图 POSTS 偶极子分布特点有助于临床难以准确区别脑磁图枕区可疑棘波与 POSTS 时的鉴别诊断,后续将采取其他定位方法进一步行脑磁图 POSTS 溯源分析。

本研究结果提示,脑磁图 POSTS 的波形变异性



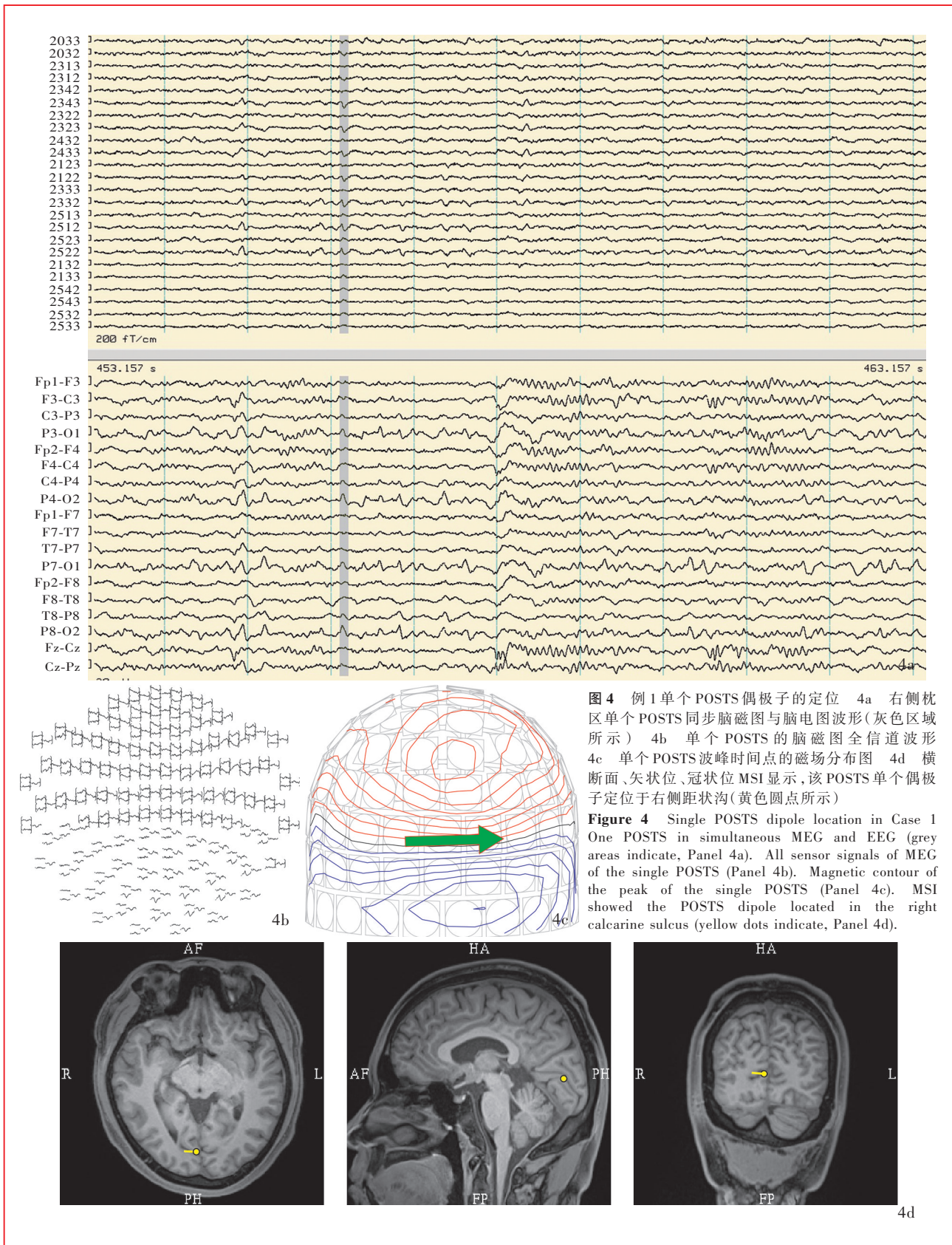


图4 例1单个POSTS偶极子的定位 4a 右侧枕区单个POSTS同步脑磁图与脑电图波形(灰色区域所示) 4b 单个POSTS的脑磁图全信道波形 4c 单个POSTS波峰时间点的磁场分布图 4d 横断面、矢状位、冠状位MSI显示,该POSTS单个偶极子定位于右侧距状沟(黄色圆点所示)

Figure 4 Single POSTS dipole location in Case 1 One POSTS in simultaneous MEG and EEG (grey areas indicate, Panel 4a). All sensor signals of MEG of the single POSTS (Panel 4b). Magnetic contour of the peak of the single POSTS (Panel 4c). MSI showed the POSTS dipole located in the right calcarine sulcus (yellow dots indicate, Panel 4d).

和个体内差异性较大,可以表现为单相尖波或双相尖波,主要分布于枕区,存在不恒定的双侧不对称

性,且与脑电图POSTS并非总是同步出现;溯源分析显示,脑磁图POSTS偶极子主要分布于双侧枕叶



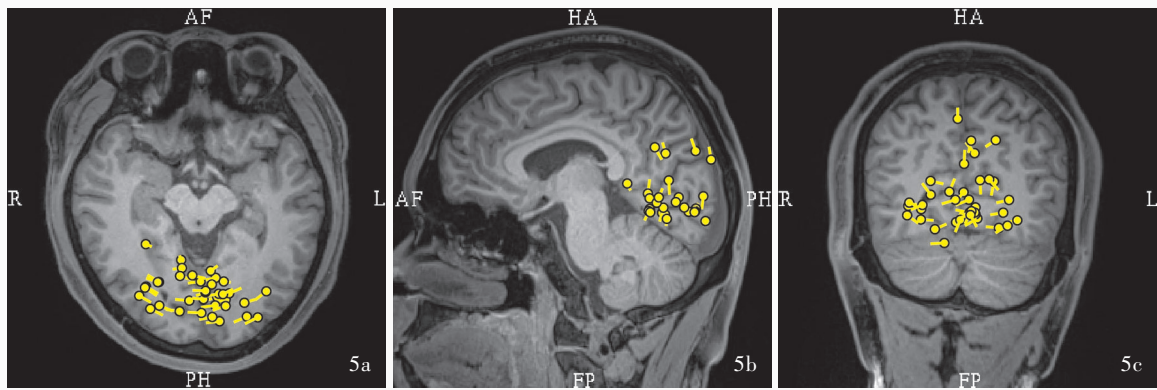


图 5 例 1 全部 POSTS 的 MSI 显示,偶极子主要定位于双侧枕叶中线区,包括距状沟、舌回、楔叶等;部分偶极子定位于距中线较远的枕颞内侧回、枕颞外侧回、枕皮质外侧等;少数偶极子定位于顶枕沟和楔前叶(黄色圆点代表偶极子的定位,黄色圆点上短线代表偶极子的方向) 5a 横断面 MSI 5b 矢状位 MSI 5c 冠状位 MSI

**Figure 5** MSI of all POSTS in Case 1 showed that the dipoles were located mainly in bilateral midline regions of occipital lobe, including calcarine sulcus, lingual gyrus and cuneus; some in other parts of occipital lobe away from midline regions, such as medial occipitotemporal gyrus, lateral occipitotemporal gyrus and lateral occipital cortices; a small portion in parietooccipital sulcus and precuneus (yellow dots mean the location of dipoles, and short yellow lines mean directions of each dipole) Axial MSI (Panel 5a). Sagittal MSI (Panel 5b). Coronal MSI (Panel 5c).

中线区,包括距状沟、舌回、楔叶等,部分分布于距中线较远的枕颞内侧回、枕颞外侧回、枕皮质外侧等,少数分布于顶枕沟和楔前叶。上述特点有助于脑磁图判读者更准确地对 POSTS 这一睡眠期生理性波形进行识别,从而为临床术前评估提供更准确的信息。

利益冲突 无

#### 参 考 文 献

- [1] Benbadis SR, Tatum WO. Overinterpretation of EEGs and misdiagnosis of epilepsy[J]. J Clin Neurophysiol, 2003, 20:42-44.
- [2] Kang JY, Krauss GL. Normal variants are commonly overread as interictal epileptiform abnormalities[J]. J Clin Neurophysiol, 2019, 36:257-263.
- [3] Rathore C, Prakash S, Rana K, Makwana P. Prevalence of benign epileptiform variants from an EEG laboratory in India and frequency of their misinterpretation [J]. Epilepsy Res, 2021, 170:106539.
- [4] Kakisaka Y, Wang ZI, Enatsu R, Dubarry AS, Mosher JC, Alexopoulos AV, Burgess RC. Magnetoencephalography correlate of EEG POSTS (positive occipital sharp transients of sleep)[J]. J Clin Neurophysiol, 2013, 30:235-237.
- [5] Ramp S, Kakisaka Y, Shibata S, Wu X, Rössler K, Buchfelder M, Burgess RC. Normal variants in magnetoencephalography [J]. J Clin Neurophysiol, 2020, 37:518-536.
- [6] Ebersole JS, Wagner M. Relative yield of MEG and EEG spikes in simultaneous recordings [J]. J Clin Neurophysiol, 2018, 35:443-453.
- [7] Iwasaki M, Pestana E, Burgess RC, Lüders HO, Shamoto H, Nakasato N. Detection of epileptiform activity by human interpreters: blinded comparison between electroencephalography and magnetoencephalography [J]. Epilepsia, 2005, 46:59-68.
- [8] Hari R, Baillet S, Barnes G, Burgess R, Forss N, Gross J, Hämäläinen M, Jensen O, Kakigi R, Mauguière F, Nakasato N, Puce A, Romani GL, Schnitzler A, Taulu S. IFCN-endorsed practical guidelines for clinical magnetoencephalography (MEG) [J]. Clin Neurophysiol, 2018, 129:1720-1747.
- [9] Hillebrand A, Gaetz W, Furlong PL, Gouw AA, Stam CJ. Practical guidelines for clinical magnetoencephalography: another step towards best practice[J]. Clin Neurophysiol, 2018, 129:1709-1711.
- [10] Hunold A, Funke ME, Eichardt R, Stenroos M, Haueisen J. EEG and MEG: sensitivity to epileptic spike activity as function of source orientation and depth[J]. Physiol Meas, 2016, 37:1146-1162.
- [11] Mosher JC, Funke ME. Towards best practices in clinical magnetoencephalography: patient preparation and data acquisition[J]. J Clin Neurophysiol, 2020, 37:498-507.
- [12] Gross J, Baillet S, Barnes GR, Henson RN, Hillebrand A, Jensen O, Jerbi K, Litvak V, Maess B, Oostenveld R, Parkkonen L, Taylor JR, van Wassenhove V, Wibral M, Schoffelen JM. Good practice for conducting and reporting MEG research[J]. Neuroimage, 2013, 65:349-363.
- [13] Brenner RP, Zauel DW, Carlow TJ. Positive occipital sharp transients of sleep in the blind [J]. Neurology, 1978, 28:609-612.
- [14] Jabeen L, Khalil M, Mannan S, Sultana SZ, Sumi SA, Khan NJ, Nitu NS, Jannat T. Variation of length of calcarine sulcus in different age & sex groups of bangladeshi people [J]. Mymensingh Med J, 2021, 30:154-158.
- [15] Palejwala AH, Dadario NB, Young IM, O'Connor K, Briggs RG, Conner AK, O'Donoghue DL, Sughrue ME. Anatomy and white matter connections of the lingual gyrus and cuneus [J]. World Neurosurg, 2021, 151:e426-437.
- [16] Amin U, Sullivan L, Trudeau P, Benbadis SR. Association between positive occipital sharp transients of sleep and lambda waves[J]. Clin EEG Neurosci, 2019, 50:219-221.
- [17] Alvarez V, Maeder-Ingvar M, Rossetti AO. Watching television: a previously unrecognized powerful trigger of  $\lambda$  waves [J]. J Clin Neurophysiol, 2011, 28:400-403.
- [18] Tatum WO, Ly RC, Sluzewska-Niedzwiedz M, Shih JJ. Lambda waves and occipital generators [J]. Clin EEG Neurosci, 2013, 44:307-312.

- [19] Rey V, Aybek S, Maeder - Ingvar M, Rossetti AO. Positive occipital sharp transients of sleep (POSTS): a reappraisal [J]. Clin Neurophysiol, 2009, 120:472-475.
- [20] Laohathai C, Ebersole JS, Mosher JC, Bagiç AI, Sumida A, Von Allmen G, Funke ME. Practical fundamentals of clinical MEG interpretation in epilepsy[J]. Front Neurol, 2021, 12:722986.
- [21] Li Z, Liu XY, Yao XQ, Mao W, Zhang XT, Du W, Piao YY, Tao W, Yu T. The application of magnetoencephalography in presurgical evaluation of insular lobe epilepsy: eight cases report and review of literature [J]. Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi, 2014, 14:979-986.[李哲, 刘晓云, 姚兴祺, 毛薇, 张夏婷, 杜薇, 朴媛媛, 陶蔚, 遇涛. 脑磁图在岛叶癫痫诊断中的应用;八例报告并文献复习[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2014, 14:979-986.]
- [22] Tenney JR, Fujiwara H, Rose DF. The value of source localization for clinical magnetoencephalography: beyond the equivalent current dipole[J]. J Clin Neurophysiol, 2020, 37:537-544.
- [23] Pellegrino G, Xu M, Alkuwaiti A, Porras-Bettancourt M, Abbas G, Lina JM, Grova C, Kobayashi E. Effects of independent component analysis on magnetoencephalography source localization in pre - surgical frontal lobe epilepsy patients [J]. Front Neurol, 2020, 11:479.
- [24] Hämäläinen M, Huang M, Bowyer SM. Magnetoencephalography signal processing, forward modeling, magnetoencephalography inverse source imaging, and coherence analysis [J]. Neuroimaging Clin N Am, 2020, 30:125-143.
- (收稿日期:2022-07-08)  
(本文编辑:彭一帆)

## · 小词典 ·

## 中英文对照名词词汇(三)

- 美国国家心理健康研究所  
National Institute of Mental Health(NIMH)
- 美国国立卫生研究院卒中量表  
National Institutes of Health Stroke Scale(NIHSS)
- 脑磁图 magnetoencephalography(MEG)
- 脑电双频指数 bispectral index(BIS)
- 脑动静脉畸形 cerebral arteriovenous malformation(CAVM)
- 脑过度灌注综合征 cerebral hyperperfusion syndrome(CHS)
- 脑组织收藏中心 Human Brain Collection Core(HBCC)
- 内侧颞叶癫痫 mesial temporal lobe epilepsy(mTLE)
- 颞叶癫痫 temporal lobe epilepsy(TLE)
- 胚胎型大脑后动脉 fetal-type posterior cerebral artery(FTP)
- 皮质发育畸形 malformation of cortical development(MCD)
- 皮质脑电图 electrocorticography(ECoG)
- 前交通动脉 anterior communicating artery(ACoA)
- 青少年肌阵挛癫痫 juvenile myoclonic epilepsy(JME)
- 曲面重建 curved planar reformation(CPR)
- 全面性癫痫伴热性惊厥附加症  
generalized epilepsy with febrile seizure plus(GEFS+)
- 全面性强直-阵挛发作  
generalized tonic-clonic seizure(GTCS)
- 全外显子组测序 whole exome sequencing(WES)
- 缺氧缺血性脑病 hypoxic-ischemic encephalopathy(HIE)
- 热性惊厥 febrile convulsion(FC)
- 容积再现 volume reconstruction(VR)
- 三维 T<sub>1</sub>-快速扰相梯度回波序列  
three-dimensional T<sub>1</sub>-fast spoiled gradient-recalled  
(3D-T<sub>1</sub>-FSPGR)
- Stroop 色词测验 Stroop Color-Word Test(SCWT)
- Stroop 色词测验反应干扰效应量  
Stroop interference effects(SIE)
- 上运动神经元 upper motor neuron(UMN)
- 时域延展的信号空间分割  
temporal extension of signal-space separation(tSSS)
- 事件相关电位 event-related potential(ERP)
- 双相情感障碍 bipolar affective disorder(BAD)
- 睡眠良性癫痫样一过性波  
benign epileptiform transient of sleep(BETS)
- 睡眠期枕区一过性正相尖波  
positive occipital sharp transients of sleep(POSTS)
- 思睡期节律性颞区θ爆发  
rhythmic temporal theta bursts of drowsiness(RTTBD)
- 听眦线 orbitomeatal base line(OMBL)
- 头部定位感应器 head position indicator(HPI)
- 韦氏成人智力量表  
Wechsler Adult Intelligence Scale(WAIS)
- 韦氏记忆量表 Wechsler Memory Scale(WMS)
- 系统性红斑狼疮 systemic lupus erythematosus(SLE)
- 下运动神经元 lower motor neuron(LMN)
- 线粒体DNA mitochondrial DNA(mtDNA)
- 线粒体病 mitochondrial disease(MD)
- 小棘波 small sharp spikes(SSS)
- 小脑后下动脉 posterior inferior cerebellar artery(PICA)
- 小脑前下动脉 anterior inferior cerebellar artery(AICA)
- 信噪比 signal-to-noise ratio(SNR)
- 兴趣区 region of interest(ROI)
- 烟雾病 moyamoya disease(MMD)
- 遗传性全面性癫痫 genetic generalized epilepsies(GGE)
- Beck 抑郁量表 Beck Depression Inventory(BDI)
- 婴儿癫痫伴游走性局灶性发作  
epilepsy of infancy with migrating focal seizures(EIMFS)
- 婴儿肌阵挛癫痫 myoclonic epilepsy in infancy(MEI)
- 婴儿痉挛症 infantile spasm(IS)  
[West 综合征 West syndrome(WS)]