

# 颅内电极在感觉运动区皮质发育不良癫痫手术中的应用\*

梁 亮<sup>1</sup> 徐 樊<sup>2</sup> 井晓荣<sup>1</sup> 王 超<sup>1</sup> 梁秦川<sup>1</sup> 郭 恒<sup>1</sup> 孟 强<sup>1</sup>  
李焕发<sup>1</sup> 张 华<sup>1△</sup> 高国栋<sup>1△</sup>

(1 第四军医大学唐都医院神经外科 全军功能性神经外科研究所 陕西 西安 710038 ;

2 解放军第三医院门诊部 陕西 宝鸡 721004)

**摘要** 目的 探讨长程颅内电极监测及电刺激方法,在感觉运动区皮质发育不良的难治性癫痫外科手术评估中的意义。方法:筛选MRI提示的皮质发育不良区域与重要功能区-感觉运动区位置关系密切的11例难治性癫痫患者,且头皮长程视频脑电监测及PET检查也初步提示癫痫发作与皮质发育不良所在脑区有关,在可疑脑区放置颅内电极,然后进行颅内电极长程视频脑电监测及电刺激检测,对癫痫起源位置及功能区定位,明确癫痫发作起源区域与感觉运动功能区的解剖学关系,在定位结果指导下进行切除术。结果:11例中3例位于左侧半球,8例位于右侧半球,11例感觉运动功能区皮质分布均存在不同程度变异,7例癫痫发作起源区域与感觉运动功能区一定范围重叠,其中5例与感觉区重叠,该5例切除了起源区域与发作有关的部分感觉区,2例部分致痫灶与运动区重叠,该2例仅切除了除与发作有关的运动区以外的癫痫起源区域,4例癫痫发作起源区域与感觉运动功能区相对独立,该4例完全切除癫痫发作起源区域,手术后6例患者发作消失,2例患者发作频率减少90%以上,1例癫痫发作控制无效,2例患者发生部分感觉缺失,但对生活无明显影响。结论:在皮质发育不良的癫痫患者中,有较高比例的病人伴有功能区皮质分布的变异,长程颅内电极监测及电刺激能够实现癫痫起源区域及功能区精确定位,明确功能区变异情况,对于指导病灶切除,避免损伤功能区皮质,减少术后并发症具有重要意义。

**关键词** 皮质发育不良 癫痫 颅内电极 电刺激

中图分类号 R742.1 文献标识码 A 文章编号:1673-6273(2011)08-1498-04

## The Application of Intracranial Electrode and cortex electrical stimulation in epilepsy patients with focal cortical dysplasia located in primary motor/sensory area\*

LIANG Liang<sup>1</sup>, XU Fan<sup>2</sup>, JING Xiao-rong<sup>1</sup>, WANG Chao<sup>1</sup>, LIANG Qin-chuan<sup>1</sup>, GUO Heng<sup>1</sup>, MENG Qiang<sup>1</sup>  
LI Huan-fa<sup>1</sup>, ZHANG Hua<sup>1△</sup>, GAO Guo-dong<sup>1△</sup>

(1.Department of Neurosurgery, Tangdu Hospital, Fourth Military Medical University,Xian,710032,China;

2.Outpatient Department, the Third Hospital of P.L.A., Baoji,721004,China)

**ABSTRACT Objective:** To evaluate the role of identification of eloquent cortex and seizure onset zone by intracranial electrode and cortex electrical stimulation in intractable epilepsy patients with focal cortical dysplasia located in primary motor/ sensory area of the brain. **Methods:** There were 11 intractable epilepsy patients with focal cortical dysplasia. Cortical dysplasia area located closely to the primary motor/sensory area and showed a close relationship with seizure onset zone by presurgical evaluation with scalp EEG, MRI or PET. Subdural electrodes were implanted on cortical surface by craniotomy. Intracranial EEG monitoring and cortical stimulation was performed after the operation. The epileptogenic zone was resected according to the results of intracranial EEG monitoring and cortical stimulation. **Results:** The cortical dysplasia areas were located on the left cerebral hemisphere in 3 patients and were located on the right cerebral hemisphere in 8 patients. All of the 11 patients had eloquent cortex variations in different degrees. In 7 patients whose seizure onset zone were overlapping with the primary motor/sensory area, 5 patients whose seizure onset zone overlapped with the primary sensory area accepted complete resections of the seizure onset zone including a part of the sensory area overlapped with seizure onset zone, and 2 patients whose seizure onset zone overlapped with the primary motor area accepted partial resections of the seizure onset zone besides the overlapping area. The other 4 patients whose seizure onset zones were isolated from the functional cortex accepted complete resection of the seizure onset zone. After the surgery, 6 patients were seizure free, 2 patients had a 90 % reduction of seizure onset frequency. In 1 patient, the surgery had no seizure control effect. Only 2 patients had partially loss of sensation, but their daily lives were not significantly affected. **Conclusion:** In intractable epilepsy patients with focal cortical dysplasia closely related to the eloquent cortex, the variations of eloquent cortex were common. The application of intracranial electrical monitoring and cortical electrical stimulation can precisely identify the variations and identify the relationship between eloquent area and seizure onset zone, so it can be an useful tool in directing the resection and avoiding damagement of the eloquent cortex.

**Key Words:** colorectal carcinoma; activating transcription factor; immunohistochemical assay; clinicopathology

**Chinese Library Classification(CLC):**R742.1 **Document code:**A

**Article ID:**1673-6273(2011)08-1498-04

\* 基金项目 陕西省科学技术研究发展计划(2009K18- 02)

**作者简介** 梁亮(1985-) 男,研究生,初级,主要研究方向:功能性神经外科的机制与临床研究

△通讯作者 张华,电话:029-84777286,E-mail:zhanghua@fmmu.edu.cn. 高国栋,电话:029-84777435,E-mail:ggudong@fmmu.edu.cn

(收稿日期:2011-01-24 接受日期:2011-02-20)

## 前言

在 15 %~20 % 的癫痫患者中发现有皮质发育不良<sup>[1]</sup>,有研究表明,作为致病因素,病理学检测结果提示皮质发育不良在难治性癫痫中高达 35 % 以上<sup>[2]</sup>,有部分患者在感觉运动区皮质范围存在皮质发育不良,且影像学检查结果及临床表现提示该异常结构与癫痫发作有关,由于该部位与感觉运动功能区解剖位置关系密切,手术切除该部位的癫痫起源区域存在重要功能损伤的风险,我科 2008 年~2010 年对 11 例此类皮质发育不良的患者,实施了颅内电极埋置手术,术后行颅内电极长程视频脑电监测及电刺激检测,对癫痫起源位置及功能区定位,在定位结果指导下进行手术,取得了较好的治疗效果。现将上述病例汇报如下:

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

11 名患者,男 6 例,女 5 例,年龄 14~32 岁,平均年龄 21.7 岁,癫痫发作史 5~18 年,平均 9.8 年。所有患者正规服用抗癫痫基础药物 2 种以上,持续药物治疗 2 年以上,抗癫痫药物治疗均效果不佳。

### 1.2 相关病史

2 例围产期缺氧史。

### 1.3 临床表现

11 例均为单纯部分性发作或单纯部分性发作继发全身发作,具体为以一侧肢体麻木或抽搐为开始,可继发全身强直痉挛。

### 1.4 术前影像学检查

所有患者行 3.0 T 核磁共振检查、发作间期 PET 检查。

### 1.5 术前头皮长程视频脑电监测

头皮电极按国际 10~20 系统导联法,安放头皮电极与蝶骨电极,采用 NIHON KOHDEN 9200 脑电描记系统进行长程视频监测,监测过程中根据患者的发作频率停药、减药或按原剂量继续服药。采用单、双导联回放分析,监测时间为 1~7 d。

### 1.6 颅内电极放置

对这些患者怀疑区域的脑皮质进行开颅手术,在术前影像学检查指导下实施颅内电极埋藏术(使用条状电极和格栅电极),术后患者返回脑电监测室接受 1~2 周的长程视频颅内脑电监测,记录到自然发作 3 次或 3 次以上,分析发作期起始阶段脑电放电次序,拟定发作起源区域。

### 1.7 电刺激参数及感觉运动功能区确认指标

床边采用神经电生理检测仪(NIHON KOHDEN 肌电诱发电位仪),行皮层电刺激。参数:时程 0.2 ms,频率 50 Hz,刺激时间 1~10 s,刺激强度  $2 \sim 15$  mA。根据患者诱发发作表现与发作期起始阶段脑电放电次序与上述自然发作对比,确定发作起源区域,根据患者感觉、运动的功能反应,确定感觉区、运动区,绘制致痫灶与功能区位置关系图。

### 1.8 手术方式

癫痫发作起源区的位置和其与重要功能皮质区的位置关系明确后,行二次开颅手术取出颅内电极,并切除相应的发作起源区脑皮质,对于起源与功能皮质区的重叠情况,原则避免切除功能皮质区,对功能皮质区行多处软膜下横切术

(MST)。

### 1.9 术后随访

术后 3 个月常规核磁共振复查并电话随访,记录病人发作控制情况。

## 2 结果

### 2.1 影像学检查

核磁共振(MRI)检查 11 例均显示感觉运动区皮质存在异常结构,其中 3 例位于左侧半球,8 例位于右侧半球,PET 检查结果 8 例磁共振所示异常结构区及周边呈低代谢灶,3 例除磁共振异常结构区及周边呈低代谢灶以外,另外存在两到三处低代谢灶。

### 2.2 术前头皮脑电监测结果

本组均记录到临床发作,发作次数为 3~7 次,且发作形式固定,发作期脑电提示本组 11 例中的 6 例为一侧起源,其中 2 例为左侧,4 例为右侧,6 例中的 4 例明确提示前头部起源,涉及范围为一侧额、中央、顶,其余 2 例提示半球起源;上述 6 例发作间期脑电显示有 5 例存在局限性尖波,主要分布范围为一侧额、中央、顶,可波及对侧中央、顶,甚至波及病灶侧枕区,1 例间期脑电无明显异常;本组另外 5 例发作期脑电不能确定发作起源位置及侧别,发作间期 3 例提示右侧半球存在少量尖波,其余 2 例无明显异常。

### 2.3 长程颅内电极视频脑电监测结果

本组均记录到临床发作,发作次数为 4~13 次;发作临床表现同术前头皮脑电监测到的发作表现,且发作形式固定,11 例均为单纯部分性发作或单纯部分性发作继发全身发作,具体为以一侧肢体麻木或抽搐为开始,可继发全身强直痉挛;发作期脑电表现重复性好,记录发作起源位置,拟定发作起源区域。

### 2.4 电刺激检测结果

电刺激均引起发作或先兆发作,验证了自然发作的起源区。检测 11 例感觉及运动功能反应,显示感觉运动功能区皮质分布与正常解剖学功能区定位标志分布明显不一致,均存在不同程度变异,甚至分布紊乱;11 例中 7 例癫痫发作起源区与感觉运动功能区一定范围重叠,其中 5 例与感觉区重叠,2 例与运动区重叠,4 例癫痫发作起源区与感觉运动功能区相对独立。

### 2.5 手术切除

参考 11 例致痫灶与功能区定位结果,仔细避开功能区皮质,行异常皮质切除手术,手术的 5 例切除了起源区域与发作有关的部分感觉区,上述的 2 例仅切除了除与发作有关的运动区以外的癫痫起源区皮质,上述的 4 例完全切除癫痫发作起源区皮质,11 例均结合多处软膜下横切术(MST)。

### 2.6 术后随访

手术后 6 例患者发作消失,2 例患者发作频率减少 90 % 以上,1 例癫痫发作控制无效,2 例患者发生部分感觉缺失,但对生活无明显影响。

附典型病例 1 例:女性患者,女,37 岁,出生顺产,无家族史,无脑炎病史及脑外伤史,2 岁有热惊厥史(因烫伤发热引起),14 岁开始出现发作,以左侧上肢麻——强直痉挛发作——手口自动症为主,周发,先兆为左侧上肢麻。



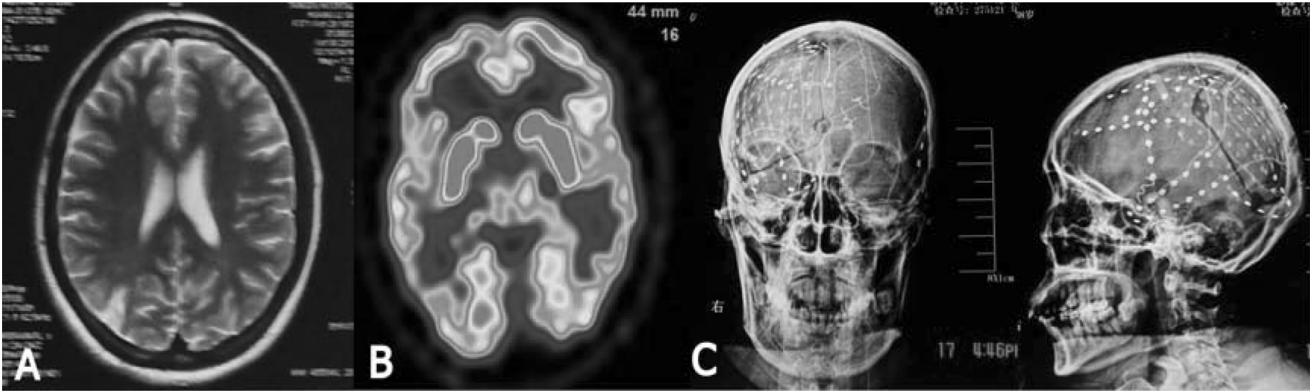


图1 A. MRI 右侧顶枕叶局部脑萎缩伴胶质增生(皮质发育不良); B. PET 右侧半球大面积低代谢, 尤其右侧顶枕叶局部; C. 电极埋置术后正侧位 X 线平片, 以右侧顶枕(皮质发育不良区)为主, 补充右外侧颞叶等区域埋置颅内电极。

Fig1 A MRI showed focal encephalatrophy and gliosis at right parietal cortex and occipital lobe(focal cortical dysplasia);

B PET examination showed low metabolism area at right cerebral hemisphere especially right parietal cortex and occipital lobe;

C Radiograph after the implantation of subdural electrode.

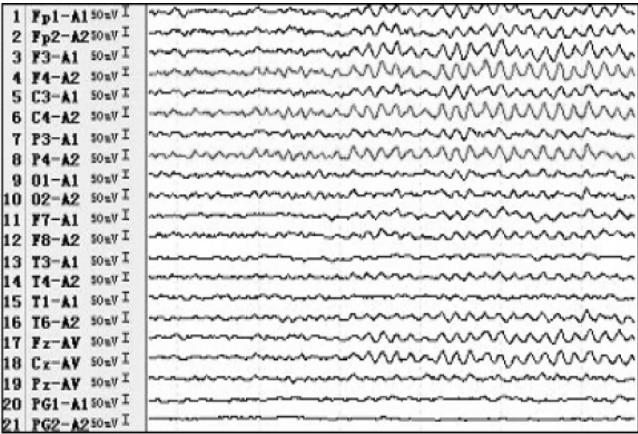


图2 头皮脑电发作期起始阶段 EEG 提示右侧顶中央区略优势。

Fig2 The result of scalp EEG at the initiative step of seizure onset showed slight preponderance at right parietal cortex.

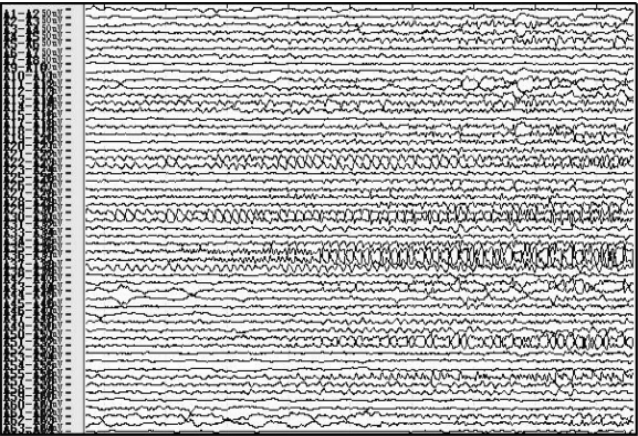


图3 颅内电极植入后发作期硬膜下脑电监测, 显示右侧顶枕(皮质发育不良区)局部起源。

Fig3 The result of sudural electrical monitoring after the implantation of intracranial electrode showed seizure onset zone located at right parietal cortex and occipital lobe(focal cortical dysplasia) .

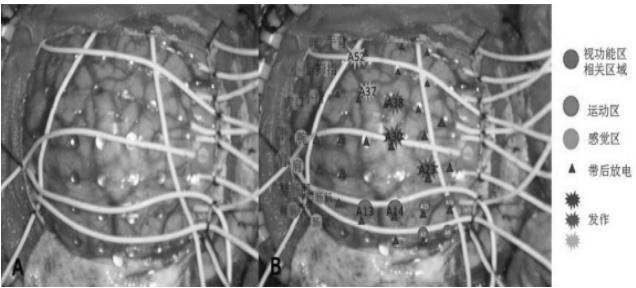


图4 A.放置颅内电极情况 覆盖右侧顶枕(皮质发育不良区);B 颅内电极监测及电刺激结果综合情况 癫痫发作起源于皮质发育不良区局部, 功能区定位显示感觉运动区皮层分布变异。

Fig 4 A The intracranial electrode were put at right parietal cortex and occipital lobe to cover the area of focal cortical dysplasia; B The application of subdural electrical monitoring and cortex electrical stimulation showed seizure onset zone were at the same place with the area of focal cortical dysplasia and there were variations of the function foci at the primary motor/sensory area.

### 3 讨论

皮质发育不良根据病理分型主要有四类: 神经元与神经胶质增殖异常、神经元移行异常、皮质组织形成异常及不能分类的其他皮质发育异常。其病理性结构变化被认为是其致病性的主要原因。切除病变区域能够控制癫痫是大多数神经外科医生的共识, 且能否完全切除病变范围是影响手术效果的重要因素<sup>[3,4]</sup>。但是在既往的临床研究中发现皮质发育不良区域也有可能具有正常的皮质功能<sup>[5,6,7,8]</sup>, 因此对皮质构造不良区域的切除伴随着大脑功能损伤的风险。尤其对于位于重要功能区附近的皮质构造不良病灶, 盲目的扩大切除将有可能造成严重的大脑功能损伤。因此, 皮质构造不良的癫痫患者, 精确定位发作起源区域及功能区, 对于指导切除手术有重要意义。

使用颅内电极作皮质脑电图描记是一种灵敏性很高的定位方法, 且避免了头皮及颅骨干扰和衰减, 电极距灶近, 描记清

晰可靠,提供了几乎无肌电和动作干扰的脑电信号,据报道准确定位率为83%~89%<sup>[9]</sup>。颅内电极适用于以下病例:①EEG中伪差干扰难以定位或异常放电弥散,但根据临床特征判断有单一起源可能;②影像学所见病灶与头皮EGG定位不一致;③颞叶癫痫不能定侧或一侧广泛异常放电需要确定范围;④致痫灶与功能区关系密切,需术前确定功能区设计精确切除方案<sup>[10]</sup>。本组11例属于致痫灶与功能区关系密切的类型。

颅内电极置入术前需要充分评估,有效确定欲置颅内电极范围,头皮EEG、MRI及PET等非侵袭性检查是术前评估的手段,本组11例MRI均为阳性结果,根据研究,发作间期PET检查结果显示绝大多数癫痫起源区域代谢功能较低,呈低代谢灶,往往低代谢灶的范围涉及结构异常区域周围脑叶<sup>[11]</sup>,由于其他影响脑代谢功能的因素,也可引起大脑其他部位代谢功能降低,所以本组其中3例除磁共振异常信号区及周边呈低代谢灶以外另外存在两到三处低代谢灶,即阳性范围大于MRI所显示的病灶范围。

30年的发展,植入式长程颅内电极监测技术因其直接、客观,作为脑功能定位的“金标准”始终具有无可替代的作用,成为癫痫外科的一项重要技术<sup>[12]</sup>。皮层电刺激(electric cortical stimulation ECS)是脑功能定位的一种方法,应用于临床已有半个多世纪,但国内对此研究较少,工作开展尚不普及。一方面我们应用颅内电极监测,通过捕获的自然发作期起始阶段脑电图判断发作起源点,再通过颅内电极进行皮层刺激再现发作,验证上述判断,确定发作起源区域,另一方面电刺激颅内电极各电极点,根据患者自述身体某些部位感觉或观察期肢体不自主运动(即在电刺激的作用下的功能反应),确定皮层感觉和运动功能区范围,根据上述侧检测结果绘制致痫灶与功能区位置关系图。

正常人大脑的感觉区和运动区以中央沟为界,躯体运动区位于额叶的中央前回和旁中央小叶前部,相当于Brodmann4区和6区,躯体运动区的特点是身体各部的皮质投影代表区是倒置人像,惟头部是正的,亦即管理头颈的区域位于下部,而管理下肢的区域位于上部。面部和手的代表区面积比较大,这是和它的复杂而精细运动。躯体感觉区位于额叶的中央后回和旁中央小叶后部,相当于Brodmann3、1、2区,躯体运动区的特点是身体各部的皮质投影代表区,也是倒置人像,惟头部是正的,身体各部的皮质代表区的大小,决定于该部感觉的敏感程度,舌与手指的感觉器最强,故在本区的投射面积最大<sup>[13]</sup>。本组11例电刺激对功能区定位的结果显示,感觉运动功能区皮层分布与上述正常解剖学功能区定位标志分布明显不一致,均存在不同程度变异,甚至分布紊乱,主要形式有:1.功能区发生了明显的位移;2.打破了正常的分布排序;3.不在以中央沟为界,感觉运动两区发生交错分布,甚至一部分存在重叠,以上情况在本组同一病例可并存。

依据致痫灶和功能区定位结果指导手术,对于致痫区域与感觉区重叠的病例,对于具有这些情况的病例选择相应的手术切除范围,发作起源区紧邻感觉皮质区,经过电刺激方式确认感觉皮质,给予保护,紧邻感觉皮质进行切除,患者术后出现感觉障碍的几率不高<sup>[14]</sup>,甚至牺牲部分感觉功能与癫痫发作控制之间需要作选择和平衡,医生一般与患者及家属之间作充分的沟通,为了达到较好的控制的发作效果,选择切除与发作有关

的部分感觉功能区,通常这部分区域对生活的影响极小。本组11例中3例位于左侧半球,8例位于右侧半球,7例癫痫发作起源区域与感觉运动功能区一定范围重叠,其中5例与感觉区重叠,该5例切除了起源区域与发作有关的部分感觉区,2例与运动区重叠,该2例仅切除了除与发作有关的运动区以外的癫痫起源区域,4例癫痫发作起源区域与感觉运动功能区相对独立,该4例完全切除癫痫发作起源区域。手术后随访显示6例患者发作消失,2例患者发作频率减少90%以上,1例癫痫发作控制无效,2例患者发生部分感觉缺失,但对生活无明显影响。

另外术前需把握患者的配合程度(涉及患者心理及智商),需要医患在做电刺激检测时有良好的互动,确定电刺激引起的功能反应为真实反应,再者电极置入术后合理用药控制发作次数。

综上所述,颅内电极监测及电刺激,可精确定位发作起源区域及皮质发育不良的感觉运动功能区,明确癫痫发作起源区域与感觉运动功能区的解剖学关系,为病灶手术切除范围提供有力的参考依据,从而对于最大程度切除致痫灶的同时避免脑功能损害达到提高手术的治疗效果,具有重要应用价值。

#### 参考文献(References)

- [1] Jerome Engel, Timothy A. Pedley, Jean Aicardi, et al. Epilepsy A Comprehensive Textbook [M], Philadelphia: Lippincott-Raven, 2007: 2517-32
- [2] Sisodiya SM. Malformations of cortical development: burdens and insights from important causes of human epilepsy [J]. The Lancet Neurology, 2004, 3(1): 29-138
- [3] André Palmieri MD, Dr. Frederick Andermann MD, André Olivier MD, et al. Focal neuronal migration disorders and intractable partial epilepsy [J]. Annals of Neurology, 1991, 30(6): 750-757
- [4] Walter J. Hader, M.D., Mark Mackay, M.D. Cortical dysplastic lesions in children with intractable epilepsy: role of complete resection [J]. Journal of Neurosurgery: Pediatrics, 2004, 100(2): 110-117
- [5] J. Janszky, A. Ebner, B. Kruse, M. Mertens, et al. Functional organization of the brain with malformations of cortical development [J]. Annals of Neurology, 2003, 53(6): 759-767
- [6] M.P. Richardson, M.J. Koepp, D.J. Brooks, et al. Cerebral activation in malformations of cortical development [J]. Brain, 1998, 121 (7): 1295-1304
- [7] G.M. Innocenti, P. Maeder, M.G. Knyazeva, et al. Functional activation of microgyric visual cortex in a human [J]. Annals of Neurology, 2001, 50(5): 672-676
- [8] N. Mikuni, A. Ikeda, H. Yoneko, et al. Surgical resection of an epileptogenic cortical dysplasia in the deep foot sensorimotor area [J]. Epilepsy Behav, 2005, 7: 559-562
- [9] Behrens E, Zentner J, Van Roost D, et al. Subdural and depth electrodes in the presurgical evaluation of epilepsy [J]. Acta Neurochirurgica, 1994, 128: 84-87
- [10] 冯文, 高晋健, 高利民, 徐学君, 吴建兵. 颅内电极脑电监测定位致痫灶的应用价值 [J]. 四川医学, 2009, 30 (8): 1181-1183  
Feng Gao, Gao Jin-jian, Gao Li-min, et al. Application of EEG monitoring to the localization of epileptogenic zone [J]. Sichuan Medical Journal, 2009, 30(8): 1181-1183

(下转第 1525 页)



- [11] 岑坚敏, 钱德英, 曾仁海, 等. 高危型人乳头瘤病毒负荷量与宫颈癌及癌前病变的相关性研究[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2007, 7(3): 533-535  
CEN Jian-min, QIAN De-ying, ZENG Ren-hai, et al. The study of correlation between viral load of high risk human papillomavirus and cervical cancer and precancer[J]. Chinese Journal of Practical Gynecology and Obstetrics, 2007, 7(3): 533-535
- [12] 金力, 郎景和, 等. 高危人类乳头状病毒负荷与宫颈上皮内瘤变的分级关系[J]. 生殖与避孕, 2006, 26(7): 422 - 424
- [13] Lorincz A T, Castle P E, Sherman M E, et al. Viral load of human papillomavirus and risk of CIN3 or cervical cancer [J]. Lancet, 2002, 360(9328): 228-229
- [14] Datta SD, Koutsky LA, Ratelle S, et al. Human Papilloma virus Infection and Cervical Cytology in Women Screened for Cervical Cancer in the United States, 2003-2005 [J]. Health, 2008, 148(7): 493-500
- [15] 吴瑞芳, 周庆芝, 刘植华, 等. 深圳华侨城不同职业女性生殖道 HPV 感染与 CIN 现患率调查 [J]. 中国癌症杂志, 2007, 17(9): 679-683  
WU Rui-fang, ZHOU Qing-zhi, LIU Zhi-hua, et al. The investigation of high risk type human papillomavirus prevalence and incidence rates of cervical intraepithelial neoplasia in Shenzhen women with different screen[J]. China Oncology, 2007, 17(9): 679-683
- [16] Depuydt CE, Vereecken AJ, Bogers JJ, et al. Age-restricted cervical screening [J]. International Journal of Gynecological Cancer, 2003, 13(4): 564
- [17] Rodriguez AC, Burk R, Herrero R, et al. The Natural History of Human Papilloma virus Infection and Cervical Intraepithelial Neoplasia Among Young Women in the Guanacaste Cohort Shortly After Initiation of Sexual Life [J]. Sexually transmitted Diseases, 2007, 34(7): 494-502
- [18] Moscicki AB, Shiboski S, Broering J, et al. The natural history of human papilloma virus infection as measured by repeated DNA testing in adolescent and young women [J]. Journal of Pediatrics, 1998, 132(2): 277-284
- [19] Agorastos T, Diinas K, Lloveras B, et al. Human papilloma virus testing for primary screening in women at low risk of developing cervical cancer The Green experience[J]. Gynecol Oncol, 2005, 96(3): 714-720
- [20] Bergeron C, Cas F, Fagnani, et al. Assessment of human papilloma virus testing on liquid-based cyto-screen system for women with atypical squamous cells of undermined significance effect of age. Gynecol [J]. Obstet. Fertil, 2008, 3(4): 312-316

(上接第 1501 页)

- [11] Sturm JW, Newton MR, Chinvarun Y, et al. Ictal SPECT and interictal PET in the localization of occipital lobe epilepsy [J]. Epilepsia, 2000, 41(4): 463-466
- [12] Brekelmans GJ, van Emde-Boas W, Velis DN, et al. Comparison of combined versus subdural or intracerebral electrodes alone in presurgical focus localization[J]. Epilepsia, 1998, 39(12): 1290-1301
- [13] Stephen G. Waxman, Cerebral Hemispheres/Telencephalon. Clinical Neuroanatomy[M], 2007, 4(10): 785-796
- [14] 张华, 田雪, 姚庆和, 等. 脑皮层电刺激对功能区和癫痫发作起始区的确定作用[J]. 立体定向和功能神经外科杂志, 2006, 19(6): 356-359  
Zhang Hua, Tian Xue, Yao Qing he, et al. Cortex electrical stimulation in presurgical evaluation for treatment of intractable epilepsy [J]. Chin J Stereotact Funct Neurosurg, 2006, 19(6): 356-359