

参考文献:

- [1] Dinarello CA, Wolff SM. The role of interleukin-1 in disease[J]. *N Engl J Med*, 1993, 328(2):106-113.
- [2] Anna M, Alejandro O. Anti-IL-1 molecules: new comers and new indications[J]. *Joint Bone Spine*, 2010, 77 (2): 102-107.
- [3] Fell HB, Jubb RW. The effect of synovial tissue on the breakdown of articular cartilage in organ culture[J]. *Arthritis Rheum*, 1977, 20(7):1359-1371.
- [4] 卫小春. 关节软骨[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 42.
- [5] Hashimoto S, Takahashi K, Amiel D, et al. Chondrocyte apoptosis and nitric oxide production during experimentally induced osteoarthritis[J]. *Arthritis Rheum*, 1998, 41 (7):1266-1274.
- [6] Heraud F, Heraud A, Harmand MF, et al. Apoptosis in normal and osteoarthritis human articular cartilage[J]. *J Ann Rheum Dis*, 2000, 59 (11):959-965.
- [7] Kobayashi K, Mishima H, Hashimoto S, et al. Chondrocyte apoptosis and regional differential expression of nitric oxide in the medial meniscus following partial meniscectomy[J]. *J Orthop Res*, 2001, 19(5):802-808.
- [8] 赵庆华, 元建洪. 白细胞介素-1 对骨关节炎软骨细胞基质金属蛋白酶阻滞剂 1 基因表达的影响[J]. *中国临床康复* 2004, 8(20):4020-4022.
- [9] Loeser RF. Molecular mechanisms of cartilage destruction: mechanics, inflammatory mediators, and aging collide [J]. *Arthritis Rheum*, 2006, 54(5):1357-1360.
- [10] Arner EC, Harris RR, DiMeo TM, et al. Interleukin-1 receptor antagonist inhibits proteoglycan breakdown in antigen induced but not polycation induced arthritis in the rabbit[J]. *J Rheumatol*, 1995, 22(7):1338-1346.
- [11] Arend WP. Interleukin-1 receptor antagonist[J]. *Adv Immunol*, 1993, 54:167-227.
- [12] Calich AL, Domiciano DS, Fuller R, et al. Osteoarthritis: can anti-cytokine therapy play a role in treatment[J]. *Clin Rheumatol*, 2010, 29(5):451-455.
- [13] Fernandes J, Tardif G, Martel-Pelletier J, et al. In vivo transfer of interleukin-1 receptor antagonist gene in osteoarthritic rabbit knee joints: prevention of osteoarthritic progression[J]. *Am J Pathol*, 1999, 154(4):1535-1544.
- [14] Pelletier JP, Caron JP, Evans C, et al. In vivo suppression of early experimental osteoarthritis by interleukin-1 receptor antagonist using gene therapy [J]. *Arthritis Rheum*, 1997, 40(6):1012-1019.
- [15] Frisbie DD, Ghivizzani SC, Robbins PD, et al. Treatment of experimental equine osteoarthritis by in vivo delivery of the equine interleukin-1 receptor antagonist gene [J]. *Gene Ther*, 2002, 9(1):12-20.
- [16] Wang HJ, Yu CL, Kishi H, et al. Suppression of experimental osteoarthritis by adenovirus-mediated double gene transfer[J]. *Chin Med J*, 2006, 119(16):1365-1373.
- [17] 周斌, 俞永林, 杨丰建, 等. 慢性病毒介导 RNAi 沉默 IL-1 I 型受体在大鼠骨关节炎 MAPK 信号转导通路中的作用[J]. *复旦大学学报: 医学版*, 2009, (4):379-383.
- [18] Pelletier JP, Yaron N, Haraqui B, et al. Efficacy and safety of diacerein in osteoarthritis of the knee: a double blind, placebo-control trial. The diacerein study group[J]. *Arthritis Rheum*, 2000, 43(10):2339-2348.
- [19] Dougados M, Nguyen M, Berdah L, et al. Evaluation of the structure-modifying effects of diacerein in hip osteoarthritis: ECHODIAH, a three-year, placebo-controlled trial. Evaluation of the chondromodulating effect of diacerein in OA of the hip [J]. *Arthritis Rheum*, 2001, 44 (11):2539-2547.
- [20] Attur M, Wang HY, Kraus VB, et al. Radiographic severity of knee osteoarthritis is conditional on interleukin 1 receptor antagonist gene variations [J]. *Ann Rheum Dis*, 2010, 69(5):856-861.
- [21] Nkki A, Kouhia ST, Saarela J, et al. Allelic variants of IL1R1 gene associate with severe hand osteoarthritis [J]. *BMC Medical Genetics*, 2010, 11:50.
- [22] Chevalier X, Girardeau B, Conrozier T, et al. Safety study of intraarticular injection of interleukin 1 receptor antagonist in patients with painful knee osteoarthritis: a multicenter study [J]. *J Rheumatol*, 2005, 32 (7):1317-1323.
- [23] Chevalier X, Goupille P, Beaulieu AD, et al. Intraarticular injection of anakinra in osteoarthritis of the knee: a multicenter, randomized, double-blind, placebo-controlled study [J]. *Arthritis Rheum*, 2009, 61(3):344-352.

(收稿日期:2011-05-06 修回日期:2011-07-08)

· 综 述 ·

皮层脑电技术在颅脑肿瘤伴发癫痫的外科治疗中的应用进展

方 升, 万伟峰 综述, 但 炜 审校

(重庆医科大学附属第一医院神经外科 400016)

关键词: 脑肿瘤; 皮层脑电; 继发性癫痫

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2011.31.037

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2011)31-3200-04

颅脑肿瘤是神经外科中的常见病, 其年发病率为(4~10)/10万。而颅脑肿瘤伴发癫痫的发生率也近30%^[1], 甚至癫痫发作常是颅脑肿瘤的首发症状。Lynam等^[2]在对147例脑肿

瘤患者进行回顾性研究中发现其中有50例以癫痫发作为首发症状。国内报道20岁以上颅脑肿瘤患者癫痫的发病率为67.7%^[3]。国外有文献报道, 癫痫患者中大约有4%发现颅脑肿

瘤^[4-5], Bauer 等^[6]也报道在癫痫手术中 10%~30% 发现颅脑肿瘤,证实了颅脑肿瘤特别是幕上肿瘤伴发癫痫的常见性。不仅如此,肿瘤术后遗留癫痫或新发癫痫也有较高的发生率。有文献报道癫痫手术治疗后,短期癫痫发作的发生率为 20%~25%^[7-8]。Kombogiorga 等^[9]也提出,幕上区域手术后癫痫的发生率因其病理类型不同而有较大差异,其发生率在 3%~92% 之间。因此,在颅脑肿瘤的外科治疗上如何在术前对痫样放电进行准确定位并指导手术方案的设计,如何加强术中神经电生理监测寻找致痫灶并对其进行适当干预,减少术后发生率等方面一直受到现代神经外科学术界的关注。

皮层脑电 (electrocorticogram, ECoG) 技术是将皮质电极直接放置在大脑皮质表面,对大脑皮质电活动进行实时监测,是寻找皮层致痫灶的惟一方法。

1 ECoG 应用历史及颅脑肿瘤伴发癫痫的发病机制

1934 年 Foerster 等采用皮层脑电监测下进行癫痫灶的切除,第 1 次进行了人脑皮层术中脑电描记。1954 年 Penfield 和 Jasper 设计并使用硬脑膜外电极作脑电波监测使得这一技术得到了推广。近 20 多年,随着电子技术的飞速发展,脑电图的仪器和技术也有了质的飞跃。现在数字化脑电图比传统纸笔记录在应用上更为方便;放大器导联数目从传统的 8 导、16 导已发展到现在 32、64、128 导或更多,电极密集程度可根据需要调整,有针对性对致痫区域进行密布同步采集,更快捷准确寻找致痫灶;加之辅以脑电分析程序,在脑电图的分析上更加方便直接。现已广泛应用于癫痫外科的术前痫灶定位及术中痫灶监测。

目前对颅脑肿瘤导致癫痫的机制尚不甚明了,有众多学说。多数认为脑肿瘤引发癫痫的原因可能是多方面因素导致:(1)肿瘤类型的作用。进展期和生长缓慢的肿瘤可能由于机械性或脉管机制孤立于大脑局部,使这一局部区域皮质本身相对的去传导有一定致痫倾向^[10]。(2)组织形态学变化作用。脑组织受损后,神经网络形成捷径,导致周围组织癫痫发生率增加^[11]。(3)微环境改变作用。因为肿瘤高代谢低血供及肿瘤邻近区域组织受压导致慢性缺氧,使乳酸堆积于细胞间质改变 pH 值;加之细胞肿胀和神经胶质细胞损害都增加了神经元的兴奋性,使星状细胞膜的钠离子内流增多导致癫痫发生^[12]。(4)遗传因素。抑癌基因 LG11 与胶质瘤和遗传性颞叶癫痫的发生有关^[13]。

2 ECoG 在颅脑肿瘤继发癫痫中的外科应用

2.1 ECoG 描记技术在术前对继发性癫痫灶的定位价值

有报道认为颅内肿瘤所致的痫样放电可能出现在肿瘤临近区域的皮质,而肿瘤本身不产生电活动^[14]。陈谦学等^[15]报道,胶质瘤性癫痫的致痫灶常较局限,多数远离肿瘤 2~6 cm,并多位于外侧裂周围。由此可见肿瘤与致痫灶部位的不一致性。因此如果能于术前对致痫灶准确定位,明确致痫灶与肿瘤的位置关系可以指导手术区域骨瓣大小及方向的设计,既有利于术中痫灶的暴露,也可减少盲目扩大骨瓣范围。虽然术前头皮脑电检测是最简单和最常用的一种无创性脑电生理检查方法,用于致痫灶辅助定位已逾半个世纪,但由于其记录的脑电受脑脊液、硬膜、颅骨及头皮等组织衰减的影响^[16],需要 6 cm² 及其以上的皮层神经元同步放电才能在头皮脑电中记录到,所以仅以此来进行致痫灶的定位仍存在许多缺点和不足。早在 1993 年 Arroyo 等^[17]报道,对癫痫患者术前应用硬膜下网格和条状电极能更敏锐、准确检测致痫灶,ECoG 开始应用于术前致痫灶的定位。这样记录到的电活动避免了上述衰减作用,其准确度及灵敏度均明显提高^[18]。目前有学者提倡在术前通过颅骨

钻孔或颅骨开瓣术直接将皮层电极埋置于大脑皮层^[19],可以观察到发作期癫痫波起源,以准确寻找致痫灶。近 10 年来皮层电极应用硅橡胶及铂-铱合金为原料^[20],在颅内埋藏时间和导电能力都有较大的提升。国外有学者报道为了捕捉发作期脑电活动,观察癫痫波起源,明确致痫灶,应用此类埋藏电极进行动态监测时间可长达 29 d^[21]。国内侯小兵等^[22]认为,颅内硬膜下皮质电极采集的皮层脑电波还能准确反映自发作起始期到发作期异常电活动扩散途径,更能找到痫样放电的来源。

术前应用颅内埋藏皮层电极虽然能更准确定位癫痫灶。但因其为侵袭性检查,可能导致出血、感染、脑脊液漏等并发症。目前多应用于以下几类情况时:(1)头皮脑电图不能提供足够的致痫灶定位信息(多灶性、双侧以及 EEG 监测正常而又怀疑局灶性癫痫患者);(2)头皮脑电图与其他定位(神经影像学)资料不一致;(3)临床发作属继发性发作;(4)需要行皮层电刺激,以绘制皮质功能性地形图及诱发后放电^[23-24]。

2.2 ECoG 在术中监测对继发性癫痫灶切除的应用

手术切除病变组织仍然是颅脑肿瘤综合治疗中最重要的手段^[25]。但近年对于这类疾病引起的继发性癫痫是否对致痫灶进行外科处理仍存在争议。部分神经外科医生注重占位病灶的切除,对其刺激区(发作间期产生棘波的脑皮质)不予处理^[26]。Giulioni 等^[27]认为单纯切除能控制癫痫发作。但 Sandberg 等^[28]则认为肿瘤切除加致痫灶切除能更好地控制癫痫发作。近年来随着功能神经外科的迅猛发展及肿瘤导致癫痫机制的深入研究,越来越多的神经外科医生主张肿瘤切除加癫痫灶的处理。

Eriksson 等^[29]指出,在术中切除肉眼可见病灶后,应用 ECoG 反复监测,可进一步指导致痫灶切除和(或)行多处软膜下横切术(multiple subpial transection, MST),能更有效地控制术前癫痫并能减少术后癫痫发生率。国内崔志强和梁国明^[30]报道,对位于功能区的致痫灶,术中通过 ECoG 指导采用低功率脑皮层电凝热灼术,获得了良好的术后癫痫控制率。Stefan 等^[31]认为,在手术中使用 ECoG 监测,可以明确致痫灶切除是否完整,能在部分程度上预测手术后疗效。其意义在于:痫灶切除后,行 ECoG 监测,往往在其周围毗邻的部位仍然检出异常放电波型,提示需要扩大切除范围或热灼部位,直至皮层脑电图正常,从而达到完全切除致痫灶。而对于隐匿性及激惹区的癫痫样放电,即使不能准确定位病源灶,对传导途径的检测及处理也能对其预后有所帮助。张朝凤和谢竹青^[32]报道对原发癫痫放电细胞的切除,调整继发癫痫放电细胞的突触活动性及扩散性,或是中断癫痫暴发活动的传播环路或投射束,都有助于控制癫痫的发生。因此应用 ECoG 在术中对肿瘤及周边较大范围脑组织进行监测,探明致痫灶及选择合适的术式,最大限度减少癫痫发生和保护脑功能区有极其重要的价值。

3 ECoG 波形分析对致痫灶定位及对癫痫发作的预测价值

癫痫发作间期脑电波形表现形式多种多样,至今的监测手段仍不能穷尽所有类型。通过脑电监测如何能准确定位致痫灶一直是困扰神经科学界的难题和研究热点。周昌贵^[33]认为,ECoG 监测中出现于癫痫灶部位的波形基本上与头皮脑电图相同,其中以原发性棘波对致痫灶定位最可靠。而近年来对癫痫发作期脑电波自身波形特点的研究有较大进展。在 2001 年 Mohammed 等^[34]对颞叶癫痫的发作后多形性 δ 波进行研究,证明了此类波形对判定致痫灶有价值。而后 Bragin 等^[35]也提出先行慢波(initial slow waves, ISWs)是一种特异的发作性脑电形式,特点为在抽搐起始时的慢波,其后为低波幅快节

律。Mader 等^[36]用深部电极和硬膜下电极记录 5 位海马起源的癫痫患者 32 次发作情况,并用人工视觉检查确定慢波变化,得出 84% 的发作与局限性慢电位变化有关,且所有的抽搐发作在最大波幅处极性为正的结论。Jacobs 等^[37]对高频振荡波研究认为这类波出现的区域用于致痫灶的定位比棘波暴发区或发作起始区域更精确。这些是以致痫灶自身波形特点的研究,为致痫灶的定位提出了新的参考指标。但目前脑电生理学上对致痫灶特征性波形仍没有统一标准。因此仍需要对发作期及发作间期的脑电图进行综合分析,术中 ECoG 对术区进一步监测、验证,这样才能为术者提供更准确的参考依据。

ECoG 波形特征与癫痫发作的相关研究为致痫灶的准确定位打开了眼界。而 ECoG 波形特征对癫痫发作有无预警作用也越来越受到学者们关注。Litt 和 Echauz^[38]提出应用长程颅内 EEG 记录预测癫痫发作,如果被植入的电极接近或就在致痫灶上,其波形的变化一般比临床发作早 7~10 s。Vanrumstes 等^[39]对 8 例局灶性癫痫患儿的发作间期脑电波进行电脑自动化脑电分析,认为癫痫在发作间期的脑电慢波背景具有预测痫性放电活动的可能。国内朱俊玲等^[40]对 4 例癫痫患者发作前 EEG 的分析结果也显示脑电慢波成分在发作前均有增大,显示存在明显的发作前阶段,从发作前 2 min 到发作前 15 min 不等。而对术后癫痫的发生进行预测的研究中,但炜等^[41]对 95 例幕上肿瘤患者于病灶切除前后进行 ECoG 监测,根据 ECoG 上多棘波密度、波幅变化分为术后痫性放电增多组、不变组及减少组。其研究结果认为切除病灶后,ECoG 显示癫痫样放电增多者术后发生癫痫的概率比其减少或变化不明显者为高。这一研究首次提出了术中应用 ECoG 对术后癫痫发生有一定预测价值。

4 目前存在的问题

虽然 ECoG 技术的临床应用已超过半个世纪,其自身拥有时间分辨率高、设备成本较低、应用较方便、技术较成熟、在致痫灶定位上不可替代等优点。但也有以下几方面不足。

4.1 癫痫类疾病本身的复杂性导致了致痫灶的定位不准确

由于致痫灶本身在发作间期痫样放电变化范围较广,稳定性较差,多反映皮质激惹区变化,加之痫灶的隐匿性及激惹区细胞对致痫细胞电活动的高度敏感和快速传导都加大了致痫灶定位难度。特别是对深部的致痫细胞的定位上仍有困难。尽管目前使用多种技术包括使用颅内电极置入技术,仍有大约 15% 的症状性癫痫患者仍无法准确的找到癫痫灶起源而放弃手术治疗^[42]。

4.2 手术视野对 ECoG 监测范围的限制

术中 ECoG 仅能对手术视野进行监测,难以记录到非手术视野的致痫灶放电,而仅记录到激惹区的异常电活动。加之术中 ECoG 监测记录的是发作间期的电活动,与发作期的起源区域是否一致尚存在争论^[43-44],对致痫灶有明确定位价值的波形认识上仍没有统一标准。故仍有因未完全切除或热灼致痫灶导致的术后癫痫的发生。

4.3 手术麻醉剂对脑电背景的抑制作用对 ECoG 图像识别的影响

术中麻醉剂可以深度抑制皮层脑电活动,形成脑电图低电压抑制状态^[45]。故麻醉状态下的 ECoG 与清醒状态下痫灶的电活动可能存在偏差。

5 展 望

由于癫痫本身的复杂性、监测技术的局限性使致痫灶的准确定位和癫痫发作的预测均存在一些困难,但随着脑电技术的发展与肿瘤伴发癫痫的发病机制深入研究,对发作间期与发作期脑电活动与致痫灶关系的认识提高,都将极大促进人们对各

类癫痫的认识和治疗。作为目前致痫灶定位检查中不可替代的金标准——ECoG,能更好地完善自身的技术特点和理论体系。这一传统技术肯定会为癫痫病治疗和研究提供不可或缺的帮助。

参考文献:

- [1] Shamji MF, Fric-Shamji EC, Benoit BG. Tumors and epilepsy: pathophysiology of peritumoral changes[J]. *Neurosurg Rev*, 2009, 32(3): 275-279.
- [2] Lynam LM, Lyons MK, Drazkowski JF, et al. Frequency of seizures in patients with newly diagnosed brain tumors: a retrospective review[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2007, 109(7): 634-638.
- [3] 但炜,唐文渊,刘福英.以癫痫为主的幕上肿瘤患者术前动态脑电图与术中皮层脑电图的对比研究[J]. *重庆医科大学学报*, 2008, 33(12): 1458-1462.
- [4] Herman ST. Epilepsy after brain insult: targeting epileptogenesis[J]. *Neurology*, 2002, 59 Suppl 5: S21-26.
- [5] Olafsson E, Ludvigsson P, Gudmundsson G, et al. Incidence of unprovoked seizures and epilepsy in Iceland and assessment of the epilepsy syndrome classification: a prospective study[J]. *Lancet Neurol*, 2005, 4(10): 627-634.
- [6] Bauer R, Dobesberger J, Unterhofer C, et al. Outcome of adult patients with temporal lobe tumors and medically refractory focal epilepsy[J]. *Acta Neurochir*, 2007, 149(12): 1211-1216.
- [7] Tigaran S, Cascino GD, McClelland RL, et al. Acute postoperative seizures after frontal lobe cortical resection for intractable partial epilepsy [J]. *Epilepsia*, 2003, 44(6): 831-835.
- [8] Malla BR, O'Brien TJ, Cascino GD, et al. Acute postoperative seizures following anterior temporal lobectomy for intractable partial epilepsy[J]. *J Neurosurg*, 1998, 89(2): 177-182.
- [9] Kombogiorgas D, Jatavallabhula NS, Squoros S, et al. Risk factors for developing epilepsy after craniotomy in children[J]. *Childs Nerv Syst*, 2006, 22(11): 1441-1445.
- [10] Stefan H, Scheler G, Hummel C, et al. Magnetoencephalography (MEG) predicts focal epileptogenicity in cavernomas[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2004, 75(9): 1309-1313.
- [11] Takahashi A, Hong SC, Seo DW, et al. Frequent association of cortical dysplasia in dysembryoplastic neuroepithelial tumor treated by epilepsy surgery[J]. *Surg Neurol*, 2005, 64(5): 419-427.
- [12] Schaller B. Influences of brain tumor-associated pH changes and hypoxia on epileptogenesis [J]. *Acta Neurol Scand*, 2005, 111(2): 75-83.
- [13] Brodtkorb E, Nakken KO, Steinlein OK. No evidence for a seriously increased malignancy risk in LGII-caused epilepsy[J]. *Epilepsy Res*, 2003, 56(2/3): 205-208.
- [14] Wolf HK, Roos D, Blümcke I, et al. Perilesional neurochemical changes in focal epilepsies [J]. *Acta Neuropathol*, 1996, 91(4): 376-384.

- [15] 陈谦学,郭熙雄,田道锋,等. 皮层电极监测下切除致痫性脑胶质瘤的临床研究[J]. 中国临床神经外科杂志, 2007, 12(8):449-451.
- [16] 董长征,白爱岐,张素芳,等. 术中皮层脑电图监测在癫痫外科手术中的临床应用[J]. 中国综合临床杂志, 2010, 26(2):193-194.
- [17] Arroyo S, Lesser RP, Awad IA, et al. Subdural and epidural grids and strip, surgical treatment of the epilepsies [M]. 2nd ed. New York: Raven Press, 1993:377-386.
- [18] Dubeau F, McLachlan RS. Invasive electrographic recording techniques in temporal[J]. Can J Neurol Sci, 2000, 27 Suppl 1: S29-30.
- [19] MacDougall KW, Steven DA, Parrent AG, et al. Supplementary implantation of intracranial electrodes in the evaluation for epilepsy surgery [J]. Epilepsy Research, 2009, 87(1):95-101.
- [20] Blount JP, Cormier J, Kim H, et al. Advances in intracranial monitoring[J]. Neurosurg Focus, 2008, 25(3):E18.
- [21] Burneo JG, Steven DA, McLachlan RS, et al. Morbidity associated with the use of intracranial electrodes for epilepsy surgery [J]. Can J Neurol Sci, 2006, 33(2):223-227.
- [22] 侯小兵,周铨,谢坚,等. 颅内电极视频脑电图对致痫灶的定位价值[J]. 临床神经病学杂志, 2010, 23(1):49-51.
- [23] 王轶敏,郝晓峰,金玉国,等. 颅内电极埋置的适应证与对致痫灶的定位价值探讨(附 21 例报告)[J]. 山西医科大学学报, 2009, 40(11):1036-1037.
- [24] MacDougall KW, Burneo JG, McLachlan RS, et al. Outcome of epilepsy surgery in patients investigated with subdural electrodes [J]. Epilepsy Res, 2009, 85(2/3):235-242.
- [25] Sanai N, Berger MS. Glioma extent of resection and its impact on patient outcome [J]. Neurosurgery, 2008, 62(4):753-764.
- [26] Siegai AM. Presurgical evaluation and surgical treatment of medically refractory epilepsy [J]. Neurosurg Rev, 2004, 27(1):1-18.
- [27] Giulioni M, Galassi E, Zucchelli M, et al. Seizure outcome of lesionectomy in glioneuronal tumors associated with epilepsy in children[J]. Neurosurg, 2005, 102(3 Suppl):S288-293.
- [28] Sandberg DI, Ragheb J, Dunoyer C, et al. Surgical outcomes and seizure control rates after resection of dysembryoplastic neuroepithelial tumors [J]. Neurosurg Focus, 2005, 18(6A):E5.
- [29] Eriksson S, Malmgreen K, Rydenhag B, et al. Surgical treatment of epilepsy-clinical, radiological and histopathological findings in 139 children and adults[J]. Acta Neurol Scand, 1999, 99(1):8-15.
- [30] 崔志强,栾国明. 单纯脑皮层电凝热灼术治疗功能区癫痫[J]. 中华神经外科杂志, 2010, 26(6):483-485.
- [31] Stefan H, Hopfengärtner R, Kreiselmeyer G, et al. Interictal triple ECoG characteristics of temporal lobe epilepsies; an intraoperative ECoG analysis correlated with surgical outcome[J]. Clin Neurophysiol, 2008, 119(3):642-652.
- [32] 张朝凤,谢竹青. 皮质电图监测下手术治疗颅内结构性损害[J]. 现代电生理学杂志, 2006, 13(1):22.
- [33] 周昌贵. 颅内脑电图的临床应用[J]. 现代电生理学杂志, 2006, 13(1):50.
- [34] Mohammed MS, Mark S, Susan RR. Lateralized postictal EEG delta predicts the side of seizure surgery in temporal lobe epilepsy[J]. Epilepsia, 2001, 42(3):402-405.
- [35] Bragin A, Claeys P, Vonck K, et al. Analysis of initial slow waves (ISWs) at the seizure onset in patients with drug resistant temporal lobe epilepsy[J]. Epilepsia, 2007, 48(10):1883-1894.
- [36] Mader EC, Fisch BJ, Carey ME, et al. Ictal onset slow potential shifts recorded with hippocampal depth electrodes [J]. Neurol Clin Neurophysiol, 2005, 16:4-11.
- [37] Jacobs J, Zijlmans M, Zelmann R, et al. High-frequency electroencephalographic oscillations correlate with outcome of epilepsy surgery[J]. Annals of Neurol, 2010, 67(2):209-220.
- [38] Litt B, Echauz J. Prediction of epileptic seizures [J]. Lancet Neurol, 2002, 1(1):22-30.
- [39] Vanrumste B, Jones RD, Bones PJ, et al. Slow-wave activity arising from the same area as epileptiform activity in the EEG of paediatric patients with focal epilepsy[J]. Clin Neurophysiol, 2005, 116(1):9-17.
- [40] 朱俊玲,李宏增,李柱一. 基于脑电慢波的线性癫痫发作预报方法[J]. 中国神经免疫学和神经病学杂志, 2008, 15(4):263-265, 315.
- [41] 但炜,唐文渊,刘福英,等. 颅内肿瘤切除前后皮层脑电图的变化对术后癫痫的预测价值[J]. 第三军医大学学报, 2009, 31(8):739.
- [42] Yanagisawa T, Hirata M, Kishima H, et al. Movement induces suppression of interictal spikes in sensorimotor neocortical epilepsy[J]. Epilepsy Res, 2009, 87(1):12-17.
- [43] Berg AT, Vickrey BG, Langfitt JT, et al. The multicenter study of epilepsy surgery: recruitment and selection for surgery[J]. Epilepsia, 2003, 44(11):1425-1433.
- [44] Miwakeichi F, Galka A, Uchida S, et al. Impulse response function based on multivariate AR model can differentiate focal hemisphere in temporal lobe epilepsy[J]. Epilepsy Res, 2004, 63(1-3):73-87.
- [45] Simon MV, Michaelides C, Wang S, et al. The effects of EEG suppression and anesthetics on stimulus thresholds in functional cortical motor mapping[J]. Clinical Neurophysiology, 2010, 121(5):784-792.