

脑电图在评估脑死亡中的应用

罗本燕 袁俏梅 唐敏 蒋美燕 裘云庆

【摘要】 目的 评价脑电图(EEG)在判定脑死亡中的作用。**方法** 选择浙江省各大医院临床诊断为脑死亡患者 88 例。其中男性 54 例,女性 34 例,年龄 16~82 岁,平均(43.6 ± 18.5)岁。采用意大利 EB Neuro 公司 Belight 便携式脑电图仪,按国际 10/20 标准,用针电极进行描记,对 88 例临床诊断脑死亡患者相隔 12 h 行 2 次 EEG 检测。**结果** 以脑电静息,即不出现 $>2 \mu\text{V}$ 的脑波活动作为脑死亡的 EEG 诊断标准。88 例中有 81 例(92.04%)患者在相隔 12 h 行 2 次 EEG 检查,其结果均呈脑电静息表现。其中 6 例(6.82%)患者 EEG 检查存在低幅脑波活动。另 1 例(1.14%)首次 EEG 检查干扰太大影响结果判断,间隔 12 h 检查即显示脑电静息。**结论** EEG 用于评估脑死亡具有较高的敏感性,在严格控制仪器参数及检测条件和动态观察的情况下,可将其作为判断脑死亡的一项重要辅助检查手段。

【关键词】 脑电描记术; 脑死亡

Electroencephalogram in the diagnosis of brain death LUO Ben-yan, YUAN Qiao-mei, TANG Min, JIANG Mei-yan, QIU Yun-qing. Department of Neurology, the First Affiliated Hospital of Medical College, Zhejiang University, Hangzhou 310003, China

Corresponding author: YUAN Qiao-mei, Email: yuanye@zju.edu.cn

【Abstract】 Objective To evaluate the value of electroencephalogram (EEG) in the diagnosis of brain death. **Methods** 88 patients from different hospitals in Zhejiang Province who fulfilled the clinical criteria of brain death were chosen as the subjects to undergo EEG twice in 12 hours, of whom 54 were male and 34 female, aging from 16—82 years old with an average of (43.6 ± 18.5) years old. EEG was performed by Belight portable EEG machine made by EB Neuro Company, Italy, according to the international criteria using needle electrodes. **Results** 81 cases were showing electrical silence in the two EEG examinations; 6 cases had been recorded to have waves higher than $2 \mu\text{V}$; in one out of these 6 cases the result was interfered by the artifacts in the initial examination but electrical silence was recorded in this case after 12 h. **Conclusion** EEG is an important method to assist the diagnosis of brain death for its high sensitivity, only if the instrumental data and testing condition are well controlled.

【Key words】 Electroencephalography; Brain death

脑死亡的概念是伴随着现代急救医学和重症监护技术的发展而产生,在大多数国家是指包括脑干在内的全脑功能不可逆转的丧失。哈佛大学医学院于 1968 年首先提出了脑死亡的诊断标准,脑电图(electroencephalogram, EEG)呈脑电静息是该标准中诊断脑死亡的基本条件之一^[1];我国于 2003 制定的脑死亡判定标准(成人)(征求意见稿)也将 EEG 作为确认脑死亡的一项实验室检查^[2]。但仍有不少学者对 EEG 在脑死亡诊断中的应用价值提出了质

疑^[3,4]。为此,我们于 2003 年 3 月至 2005 年 12 月对 88 例临床诊断为脑死亡患者进行了 EEG 检查,现对其结果进行分析以进一步评估 EEG 在脑死亡确认试验中的应用价值。

资料和方法

1. 研究对象:选择浙江省各大医院临床诊断为脑死亡患者 88 例。其中男性 54 例,女性 34 例,年龄 16~82 岁,平均(43.6 ± 18.5)岁。其中脑外伤 42 例,脑实质出血 9 例,脑干出血 4 例,蛛网膜下腔出血 6 例,脑血栓形成 2 例,脑栓塞 1 例,心跳呼吸骤停 10 例,溺水 4 例,有机磷农药中毒 2 例,一氧化碳中毒 1 例,慢性支气管炎、重症哮喘各 1 例,慢性

基金项目:浙江省科委基金资助项目(2004c33027)

作者单位:310003 杭州,浙江大学医学院附属第一医院神经内科

通信作者:袁俏梅,Email: yuanye@zju.edu.cn

肾功能衰竭 1 例,化脓性脑膜炎 1 例,病毒性脑炎 1 例,药物性肝损害 1 例,脑肿瘤 1 例。患者从临床诊断为脑死亡到 EEG 检测的时间为 9 h 至 68 d。

所有患者均排除可能影响预后判断的疾病和 EEG 检查影响因素,如严重内分泌、代谢紊乱,中毒,休克,低温和使用特殊药物(镇静安眠剂、麻醉剂、神经-肌肉接头阻断剂和抗精神病药物)等。

2. 脑死亡临床判定方法^[2,5]:包括意识状态、压眶反射、格拉斯哥昏迷量表(GCS)评分、角膜反射、瞳孔对光反射、头眼反射、前庭眼反射、咳嗽反射及自主呼吸诱发试验等。

3. EEG 检测方法^[5]:采用意大利 EB Neuro 公司 Belight 便携式脑电图仪,按国际 10/20 标准,用针电极进行描记,接地电极在额中线,双耳垂为参考电极。电极间距离大于 10 mm,电极头皮间阻抗 0.1 Ω 至 10.0 k Ω ,两侧各电极的阻抗基本匹配,高频滤波 70 Hz,时间常数 0.3 s,灵敏度 2 μ V/mm。描记参考导联 30 min,描记中分别以疼痛刺激双上肢,亮光分别照射两侧瞳孔,观察 EEG 有无变化,并实时记录。间隔 12 h 行第 2 次检测。

结 果

1. 临床检查结果:88 例患者均深昏迷,压眶无反应,GCS 评分均为 3 分;角膜反射、瞳孔对光反射、

咳嗽反射、头眼反射、前庭眼反射均消失;机械通气维持呼吸,自主呼吸诱发试验证实无自主呼吸。88 例患者均符合我国脑死亡判定标准(成人)(征求意见稿)中脑死亡的临床诊断标准^[2,5]。随访显示 88 例患者中 1 例在第 2 次 EEG 检查前死亡,73 例在第 2 次 EEG 检查当天至第 10 天死亡,11 例在第 2 次 EEG 检查后第 11 至 30 天死亡,3 例分别在第 2 次 EEG 检查后第 33、42 和 75 天死亡。

2. EEG 检测结果:结果判断以脑电静息,即不出现 >2 μ V 的脑波活动作为判定脑死亡的 EEG 诊断标准^[5,6]。88 例中有 81 例(92.04%)患者在相隔 12 h 行 2 次 EEG 检查,其结果均呈脑电静息表现。其中 6 例(6.82%)患者 EEG 检查存在低幅脑波活动。另 1 例(1.14%)首次 EEG 检查干扰太大影响结果判断,间隔 12 h 检查即显示脑电静息。同时,这 7 例患者还同步行经颅多普勒(TCD)检查。该 7 例脑死亡患者脑电活动及 TCD 所检测的颅内血流结果详见表 1。

讨 论

评估脑死亡作为一项严肃而慎重的工作,其判定标准在大多数国家是建立在临床判断和确认试验的基础上。EEG、TCD 均是确认脑死亡常用的辅助检查方法;脑死亡患者 EEG 表现为脑电静息,即不

表 1 7 例脑死亡患者脑电活动及 TCD 所检测的颅内血流结果

例序	性别	年龄(岁)	病因	首次 EEG 检查	间隔 12 h EEG 检查	TCD 检查	检查距死亡时间
1	男	16	化脓性脑膜炎	低幅 2 ~ 5.5 μ V; 4 ~ 6 Hz θ 波与 1.5 ~ 2.5 Hz δ 波	低幅 2 ~ 5.5 μ V; 4 ~ 6 Hz θ 波与 1.5 ~ 2.5 Hz δ 波	双侧大脑中动脉振荡波	3 d
2	男	16	溺水	低幅 2 ~ 17 μ V; 4 ~ 6 Hz θ 波与 3 ~ 3.5 Hz δ 波	低幅 2 ~ 10 μ V; 4 ~ 7 Hz θ 波	双侧大脑中动脉收缩期钉子波	2 d
3	女	70	亚急性性心内膜炎、脑栓塞	低幅 3 ~ 8 μ V; 4 ~ 7 Hz θ 波与 1.5 ~ 3 Hz δ 波	低幅 3 ~ 8 μ V; 4 ~ 7 Hz θ 波与 1.5 ~ 3 Hz δ 波	双侧大脑中动脉收缩期钉子波	1 d
4	男	16	车祸致外伤	低幅 2 ~ 8 μ V; 4 ~ 7 Hz θ 波与 2 ~ 3.5 Hz δ 波	低幅 2 ~ 8 μ V; 4 ~ 7 Hz θ 波与 2 ~ 3.5 Hz δ 波	左侧大脑中动脉振荡波,右侧颅高压表现	3 d
5	男	38	车祸致脑外伤	低幅 20 ~ 35 μ V; 4 ~ 5 Hz θ 波与 2 ~ 3.5 Hz δ 波	低幅 20 ~ 45 μ V; 4 ~ 7.5 Hz θ 波与 1 ~ 3 Hz δ 波	首次 TCD 检查为双侧大脑中动脉反应性血流增快,12 h 后为颅高压表现	3 d
6	男	82	心跳呼吸骤停	低幅 2 ~ 12 μ V; 14 ~ 30 Hz β 活动、5 ~ 7 Hz θ 波与 8 ~ 10 Hz α 波	未检查	首次 TCD 检查为基本正常脑血流,未行第 2 次检查	当天
7	女	42	车祸致脑外伤	干扰大,影响结果判断,似见有 3 ~ 7 μ V 脑波	脑电静息	双侧大脑中动脉收缩期钉子波	9 d

出现 $>2 \mu\text{V}$ 的脑电活动^[5,6]。我们对 88 例临床诊断为脑死亡的患者行 EEG 检查,其中 81 例呈脑电静息表现,阳性率为 92.04%;其诊断脑死亡的阳性率要高于 TCD 检查^[7]。

Grigg 等^[3]对 56 例临床诊断为脑死亡的患者行 EEG 检查,首次 EEG 检查呈脑电静息表现者仅为 39 例(69.6%),其阳性率明显低于本研究。究其原因,Grigg 等的研究中有 20 例(35.7%)未行自主呼吸诱发试验检查,不能排除部分患者存在自主呼吸的可能,即部分患者不符合脑死亡的临床诊断,此时 EEG 检查出现脑电活动的几率可能会明显增高。这导致了该研究中 EEG 对脑死亡诊断的敏感性较低。近年来国内外均报道了部分脑干反射存在的昏迷或植物状态患者也会出现脑电静息^[8-10],这提示脑电静息对脑死亡的诊断并非特异,此时应注意鉴别以免误诊。综合上述两方面原因,在对临床拟诊脑死亡患者行 EEG 确认试验之前,必须确定这些患者脑干反射消失及无自主呼吸。EEG 判定脑死亡必须建立在完整的临床诊断基础之上,只有这样才能提高 EEG 诊断脑死亡的敏感性和特异性。此外,脑电静息也可在低体温及苯巴比妥等镇静药中毒患者中出现^[11],我们已排除低温患者 11 例,且所有患者未应用镇静药,从而保证了研究结果的可靠性。

以往研究发现部分脑死亡患者仍可存在脑电活动,主要有以下 3 类:低幅脑电活动,类睡眠样脑电活动和 α 波样脑电活动^[3,4,12]。本组 88 例脑死亡患者中有 6 例存在脑电活动(表 1),其中例 1~5 EEG 检查表现为低幅慢波;例 6 EEG 表现为低电压 β 活动,其中夹入 θ 波和 α 波;本组患者 EEG 检查未见类睡眠样脑电活动。这 6 例患者均同步给予 TCD 检查(表 1)。其中例 4 和例 5 TCD 检查分别表现为单侧和双侧大脑有残存血流,例 6 表现为基本正常的血流频谱,此 3 例患者因脑外伤术后及脑萎缩导致颅内压相对较低而致脑血流的存在,脑血流的存在与残余脑电活动的存在是一致的,此时应注意延长脑死亡观察时间或进一步脑血管造影或放射性核素扫描检查;随访证实例 4、5 患者经积极治疗 3 d 后死亡,例 6 由于家属放弃治疗于当天自动出院后死亡。例 1~3 患者 TCD 则表现颅内血流停止,出现了脑电活动存在而无颅内血流的分离现象;这可能是颅内或颅内外侧支循环血流部分供应脑皮质和脑实质所致,而这些侧支循环血流并不能为 TCD 所检测到。我们的研究结果还显示了部分脑死亡患

者表现为颅内血流存在而无脑电活动的分离现象^[7],推测这可能是颅内虽有残存血流而脑皮质和脑实质却无血流灌注的结果。对于脑死亡患者,当 EEG 检查的脑电活动和 TCD 所检测的脑血流出现分离现象时,进一步脑血管造影或放射性核素扫描可有助于脑死亡诊断,但要明确产生上述现象的病理生理学机制可能尚需进一步微观化的研究。此外,对于首次 EEG 检查存在脑电活动者,国内张天锡等^[13]建议可进一步行动态 EEG 检查。

我们的研究中 88 例研究对象中仅例 7 首次 EEG 检查因干扰太大影响结果判定,似见有 3~7 μV 脑波;间隔 12 h 检查为脑电静息表现。在实际操作中 EEG 检查对周围环境及仪器的要求非常高,为了检测到极其微弱的脑电信号,EEG 必须具有很高的灵敏度^[14](2 $\mu\text{V}/\text{mm}$),在检测中要注意避免干扰。我们在被检患者周围设立了隔离区以及使用专门的地线等措施,较成功地避免了各种环境因素的干扰。但是呼吸机、心电监护仪等医疗设备产生的电流干扰及患者的心电干扰是不可避免的,在 EEG 判读时应注意鉴别。

我们的研究结果表明,EEG 用于评估脑死亡具有较高的敏感性,在严格控制仪器参数及检测条件和动态观察的情况下,可将其作为判断脑死亡的一项重要辅助检查手段。

参 考 文 献

- 1 A definition of irreversible coma. Report of the Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School to Examine the Definition of Brain Death. JAMA, 1968, 205: 337-340.
- 2 卫生部脑死亡判定标准起草小组. 脑死亡判定标准(成人)(征求意见稿). 中华医学杂志, 2003, 83: 262.
- 3 Grigg MM, Kelly MA, Celesia GG, et al. Electroencephalographic activity after brain death. Arch Neurol, 1987, 44: 948-954.
- 4 Zwarts MJ, Kompijs FH, Vogels OM. Clinical brainstem death with preserved electroencephalographic activity and visual evoked responses. Arch Neurol, 2001, 58: 1010.
- 5 卫生部脑死亡判定标准起草小组. 脑死亡判定技术规范(征求意见稿). 中华医学杂志, 2003, 83: 262-264.
- 6 蒋美燕, 罗本燕. 神经电生理和经颅多普勒在脑死亡诊断中的应用. 国外医学脑血管疾病分册, 2005, 13: 147-149.
- 7 罗本燕, 张玲菊, 蒋美燕, 等. 经颅多普勒超声在不可逆性昏迷患者脑功能判断中的作用. 中华内科杂志, 2006, 45: 116-118.
- 8 Rothstein TL. Recovery from near death following cerebral anoxia: a case report demonstrating superiority of median somatosensory evoked potentials over EEG in predicting a favorable outcome after cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation, 2004, 60: 335-341.
- 9 Heckmann JC, Lang CJ, Pfau M, et al. Electrocerebral silence with preserved but reduced cortical brain perfusion. Eur J Emerg Med, 2003, 10: 241-243.
- 10 刘佩云, 张翔. 脑死亡和植物状态的临床与脑电图各 1 例报告. 临床神经电生理学杂志, 2005, 14: 123.

- 11 Hughes JR. Limitations of the EEG in coma and brain death. *Ann N Y Acad Sci*, 1978, 315: 121-136.
- 12 胡克琦, 陈谦学, 叶应湖. 脑死亡病人的脑电图监测. *中国临床神经外科杂志*, 2003, 8: 105-107.
- 13 张天锡, 史以珏, 盛慧球, 等. 脑死亡 26 例临床诊断报告. *中华医学杂志*, 2004, 84: 93-96.
- 14 Horikawa M, Harada H, Yaita M. Detection limit in low-amplitude EEG measurement. *J Clin Neurophysiol*, 2003, 20: 45-53.

(收稿日期: 2006-03-07)

(本文编辑: 陈秀华)

· 病例报告 ·

视神经脊髓炎一家系二例

刘红 张本恕 张天林

例 1 女, 56 岁, 于 1998 年出现左眼视力下降, 诊断为球后视神经炎, 激素治疗后好转。随后 3 年内两眼交替出现 3 次球后视神经炎, 视力逐渐下降, 双眼遗留指动视力。曾行视觉诱发电位检查示: 双眼 P₁₀₀ 潜伏期延长。2001 年反复出现左下肢麻木, 后出现双下肢截瘫, 大小便失禁, 行颈、胸、腰椎磁共振成像 (MRI) 示髓内脱髓鞘病变累及脊髓全段, 头颅 MRI 未见明显异常, 诊断为视神经脊髓炎。2005 年 7 月突然出现左眼视物不清入院。查体: 右眼视力眼前指动, 左眼光感, 眼底为原发性视神经萎缩改变, 双上肢肌力 IV 级, 腱反射 (++++), 双上肢 Hoffmann 征 (+), 双下肢肌力 0 级, 右侧 Chaddock 征 (±), 胸 5 以下浅痛觉减退。给予激素、环磷酰胺、保护神经等治疗后, 左眼视力改善。

例 2 女, 29 岁, 系例 1 之女, 于 2003 年出现右眼上转疼痛, 视物不清, 诊断为球后视神经炎, 激素治疗后好转, 行视觉诱发电位检查示: 右眼 P₁₀₀ 潜伏期延长。2005 年 2 月突然出现双下肢麻木力弱, 胸椎 MRI 示胸 2~4 椎体水平髓内脱髓鞘病变, 头颅 MRI 未见明显异常, 诊断为视神经脊髓炎, 激素治疗后好转。2006 年 1 月患者因劳累再次出现双下肢麻木力弱入院。查体: 双下肢肌力 IV 级, 肌张力可, 腱反射 (++++), 病理征未引出, 胸 6 以下浅感觉减退。继续给予激素、保护神经等治疗, 症状明显改善。

讨论 视神经脊髓炎 (neuromyelitis optica, NMO) 是视神经和脊髓同时或相继受累的急性或亚急性脱髓鞘病变。以急性横贯性或播散性脊髓炎及双侧同时或相继发生的视神经炎为特征性表现, 可有复发缓解的病程, 复发也多局限于视神经和脊髓损害。我们的 2 例临床表现与之相符。

NMO 确切的病因及发病机制迄今不明, 许多流行病学资料提示与病毒感染、自身免疫反应、遗传等有关。其遗传易感性主要体现在以下两方面: 一是近年研究发现白种人具有多发性硬化的种族易感性, 以脑干病损为主; 非白种人则对 NMO 具有易感性, 以视神经和脊髓损害最常见, 考虑可能与遗传素质及种族差异有关^[1]。另一方面还体现在同一家庭中两位同胞可同患此病, 但这样的病例国内外均十分少见。国外 McAlpine (1938 年)、Chden (1982 年)、Yamakawa (2000 年) 分别报道了各自遇见的同一家庭中姐妹同患此病, 考虑这些病例可能具有共同一致 NMO 病理形成的靶点^[2]。Yamakawa 等^[3]认为其所报道的病例可能具有共同的组织相容性抗原单体型。国内报道的 2 例也为同一个家庭中姐妹和兄妹同患本病。我们的 2 例是同一家庭中母女均患此病, 更为少见, 而且发病前均无感染等诱因, 家族中无其他免疫疾病的患者。家系研究进一步提示该病可能存在遗传异质性特点, 积极寻找 NMO 的遗传易患基因有助于发现 NMO 的确切病因及发病机制。

参 考 文 献

- 1 王维治, 主编. 神经病学. 第 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2004. 195.
- 2 朱雨岚, 王维治. 视神经脊髓炎 (Devic's 综合征) 临床研究进展. 国外医学神经病学神经外科学分册, 2001, 28: 90-93.
- 3 Yamakawa K, Kuroda H, Fujihara K, et al. Familial neuromyelitis optica (Devic's syndrome) with late onset in Japan. *Neurology*, 2000, 55: 318-320.

(收稿日期: 2006-02-28)

(本文编辑: 郑晴)