

# 脑死亡判定标准与技术规范培训分析:脑电图确认试验

陈卫碧 刘刚 姜梦迪 张艳 刘祎菲 叶红 范琳琳 张运周 高岱伶 宿英英

**【摘要】** 目的 对脑死亡脑电图确认试验培训效果进行分析,以发现培训模式存在的问题,并加以改进和完善。方法 采用理论培训、模拟技能培训、床旁技能培训和考核后培训的方式对 114 名学员进行脑电图确认试验的培训与考核,单因素和多因素后退法 Logistic 回归分析评价学员性别、年龄、专科类别、专业岗位、专业技术职称和医院级别等因素对知识点考核错误率的影响。结果 114 名学员中 30~49 岁占 79.82%(91/114),主要来自三级甲等医院(94.74%,108/114)的神经内科(57.89%,66/114)和电生理科(19.30%,22/114),其中医师占 85.96%(98/114),中级职称占 45.61%(52/114)。5 项知识点考核总错误率为 9.19%(204/2221),由高至低依次为脑电图参数设置 11.40%(26/228)、结果判定 10.44%(80/766)、记录方法 10.25%(69/673)、环境要求 7.46%(17/228)和注意事项 3.68%(12/326);其中,>50 岁学员错误率高于其他年龄者(均  $P=0.000$ ),技师错误率高于医师( $P=0.039$ )。单因素和多因素 Logistic 回归分析显示,仅年龄是导致考核错误率高的独立危险因素( $OR=1.382$ ,95%CI:1.156~1.652; $P=0.000$ )。结论 不同学员对知识点的掌握程度存在差异,应加强针对重点对象的培训力度,重视脑死亡脑电图确认试验与常规脑电图监测的区别,提高脑死亡脑电图确认试验的判定质量。

**【关键词】** 脑死亡; 脑电描记术; 参考标准; 培训(非 MeSH 词)

## Analysis on the training effect of criteria and practical guidance for determination of brain death: electroencephalogram

CHEN Wei-bi, LIU Gang, JIANG Meng-di, ZHANG Yan, LIU Yi-fei, YE Hong, FAN Lin-lin, ZHANG Yun-zhou, GAO Dai-quan, SU Ying-ying

Neurocritical Care Unit, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China

Corresponding author: SU Ying-ying (Email: tangsuyingying@sina.com)

**【Abstract】 Objective** To analyze the training results of electroencephalogram (EEG) for brain death determination and to improve the training program. **Methods** A total of 114 trainees received theoretical training, simulation skills training, bedside skills training and test analysis. The composition of the trainees and the results of EEG tests were analyzed. The error rates of 5 knowledge points of EEG tests were calculated. Univariate and multivariate backward Logistic regression analyses were used to analyze the influence of factors including sex, age, specialty, professional category, professional qualification and hospital level on the error rates. **Results** All of 114 trainees came from 72 hospitals. Among them, 91 trainees (79.82%) were between 30–49 years old, 108 trainees (94.74%) came from third grade, grade A hospitals, and most of them were from Department of Neurology (57.89%, 66/114) and Electrophysiology (19.30%, 22/114). There were 98 clinicians (85.96%) and 52 trainees (45.61%) had intermediate certificate. Of the 5 knowledge points, the total error rate was 9.19% (204/2221). Among them, the error rate of parameter setting was the highest (11.40%, 26/228), followed by those of result determination (10.44%, 80/766), recording techniques (10.25%, 69/673), environmental requirements (7.46%, 17/228) and pitfalls (3.68%, 12/326). The error rate of trainees who were older than 50 was significantly higher than that in other ages ( $P=0.000$ , for all). The error rate of technicians was higher than that of clinicians ( $P=0.039$ ). Univariate and multivariate Logistic regression analyses showed that age was independent risk factor associated with high error rates ( $OR=1.382$ , 95%CI: 1.156–1.652;  $P=0.000$ ). **Conclusions** Among

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2015.12.008

基金项目:国家临床重点专科建设项目-神经内科;国家临床重点专科建设项目-重症医学科;国家高技术研究发展计划(863计划)项目(项目编号:2015AA020514)

作者单位:100053 北京,首都医科大学宣武医院神经内科重症监护病房

通讯作者:宿英英(Email:tangsuyingying@sina.com)

the trainees, degree of mastering the knowledge points is different. The training program should be optimized according to the trainees. More attention should be paid to the difference of EEG between brain death determination and routine check to improve the quality of determination for brain death by EEG.

**【Key words】** Brain death; Electroencephalography; Reference standards; Training (not in *MeSH*)

This study was supported by National Key Department of Neurology and Critical Care Medicine Funded by National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China, and National High Technology Research and Development Program of China (863 Program, No. 2015AA020514).

脑电图(EEG)是一项借助生物电放大技术记录大脑皮质神经元自发性电活动的神经电生理学技术,可以敏感地反映大脑皮质功能,具有便携、无创、实时和可重复操作的优点,是神经重症患者床旁监测的常用手段。然而,脑电图检查结果易受多种因素的影响,如麻醉药物<sup>[1]</sup>、低温<sup>[2]</sup>或代谢异常<sup>[3]</sup>等,因此在实际应用中应注意排除上述影响因素,特别是用于判定脑死亡时更应规范操作和正确判读。2013年,在国家卫生和计划生育委员会脑损伤质控评价中心(BQCC,以下简称“中心”)公布的《脑死亡判定标准与技术规范(成人质控版)》<sup>[4]</sup>中将脑电图列为脑死亡确认试验,并明确判定标准和操作规范。晚近研究显示,脑电图作为脑死亡确认试验,具有较高的操作完成率(98%),且灵敏度(83%)和特异度(97%)均较高<sup>[5]</sup>。为了推进中国脑死亡判定工作有序进行,“中心”自2013年6月开始在全国范围内开展脑死亡判定标准与技术规范培训,本文旨在了解受训学员脑电图判定技术的掌握情况,并发现培训内容的不足,以达到改进和完善之目的,提高脑死亡判定质量。

## 对象与方法

### 一、研究对象

2013年6月-2015年1月“中心”共举办9期脑死亡判定标准与技术规范培训班,来自全国29个省、市、自治区(除外青海省和西藏自治区)72所医院共114名学员参加了脑电图确认试验培训,所有受训学员均熟练掌握脑电图监测技术和2年以上工作经验。男性47名,女性67名;年龄25~59岁,各年龄段所占比例分别为25~29岁12.28%(14/114)、30~39岁51.75%(59/114)、40~49岁28.07%(32/114)、50~59岁7.89%(9/114);专科类别中以神经内科(57.89%,66/114)和电生理科(19.30%,22/114)居多,其次为神经外科(6.14%,7/114)和其他专科(16.67%,19/114);专业岗位中医师占85.96%(98/

114),技师占14.04%(16/114);专业技术职称中以中级职称居多占45.61%(52/114),其次依次为高级职称(32.46%,37/114)和初级职称(21.93%,25/114);医院级别主要为三级甲等医院占94.74%(108/114),其他各级医院约占5.26%(6/114)。

### 二、研究方法

1. 培训方法 (1)理论培训(2学时):采用多媒体授课,并开展讨论与答疑,使学员充分了解脑死亡脑电图确认试验判定标准,包括环境要求、记录方法、参数设置、结果判定和注意事项。(2)模拟技能培训(4学时):分为两个步骤,先由教师面对模拟人模型进行脑电图操作示范;而后学员在教师指导下互学互练,通过反复模拟训练,熟练并掌握脑死亡脑电图确认试验。(3)床旁技能培训(1学时):亦分为两个步骤,先由教师在神经重症监护病房进行床旁脑电图操作示范;而后教师提示操作过程中可能遇到的问题和解决办法,如电极降阻处理、伪差识别与去除、参数设置、脑电图反应性测试等。学员通过观摩,体验脑电图确认试验全过程。(4)考核后培训(2学时):采用错题纠正、错题解析和答疑讨论的方式进行最后一次强化培训,使学员对脑死亡脑电图确认试验培训过程中的疑点和盲点缩减到最小。

2. 考核方法 培训结束后对所有学员进行脑电图模拟技能考核(10~15 min)和理论(试卷)考核(30 min)。试卷包括1道问答题和20道选择题,内容涉及脑死亡脑电图确认试验的环境要求、记录方法、参数设置、结果判定和注意事项共5项知识点。

3. 统计分析方法 采用SPSS 17.0统计软件进行数据处理与分析。受训学员基本情况以相对数构成比(%)表示,5项知识点总错误率和各分项(环境要求、记录方法、参数设置、结果判定和注意事项)错误率以率(%)表示[错误率(%)=该项知识点错题数/该项知识点总题数×100%],试卷考核结果影响因素的筛查采用单因素和多因素后退法

Logistic 回归分析,其中答题结果(正确/错误)为因变量,性别、年龄、专科类别、专业岗位、专业技术职称和医院级别为自变量。以  $P \leq 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 结 果

### 一、试卷考核结果分析

5 项知识点考核总错误率约为 9.19% (204/2221),由高至低依次为脑电图参数设置 11.40% (26/228)、结果判定 10.44% (80/766)、记录方法 10.25% (69/673)、环境要求 7.46% (17/228)、注意事项 3.68% (12/326)。114 名学员中仅 9 名 (7.89%) 试卷考核结果完全正确。

### 二、试卷考核结果影响因素分析

本组学员试卷考核错误率比较, > 50 岁学员错误率高于其他年龄 ( $P = 0.000$ ), 技师错误率高于医师 ( $P = 0.039$ ), 差异具有统计学意义 (表 1)。

单因素分析显示,年龄和专业岗位为试卷考核错误的影响因素 (均  $P < 0.05$ ; 表 2, 3); 进一步行多因素后退法 Logistic 回归分析,结果显示,仅年龄是导致考核错误率高的独立危险因素 ( $OR = 1.382$ , 95% CI: 1.156 ~ 1.652,  $P = 0.000$ ; 表 4), 提示年龄越大、错误率越高。

## 讨 论

脑电图电静息 (即电活动  $\leq 2 \mu V$ ) 的标准始于 1968 年美国哈佛大学提出的脑死亡判定标准,此后,相继被纳入各国脑死亡判定标准<sup>[6-10]</sup>。然而,脑电图确认试验易受多种因素影响,故在判定脑死亡时应严格执行脑电图操作规范<sup>[4,9]</sup>;在脑死亡判定标准与技术规范培训过程中应更好地掌握操作规范。

本研究结果显示,试卷考核错误率由高至低分别为脑电图参数设置 11.40%、结果判定 10.44%、记录方法 10.25%、环境要求 7.46% 和注意事项 3.68%,提示学员并未完全掌握上述知识点,推测可能与部分学员未能掌握脑死亡脑电图确认试验与常规脑电图监测的不同特点有关:(1)为排除环境因素的干扰,需使用独立电源,必要时应暂停可能干扰脑电图记录的医疗仪器设备。(2)为避免间歇性低电压现象,脑电图记录时间应持续 30 分钟以上且反应性消失。(3)为鉴别心电伪差与周期性痫样放电 (PEDs),应同步记录心电图。(4)为鉴别电静息与全面性抑制 (增益为 5 ~ 10  $\mu V/mm$  可能呈平坦波),应

表 1 114 名学员 5 项知识点考核错误率的比较 [题目数(%)]

Table 1. The analysis of factors associated with error rates in EEG training [No. of questions (%)]

Item	N	Total number of questions	No. of errors	$\chi^2$ value	P value
Sex				0.063	0.801
Male	47	922	83 ( 9.00)		
Female	67	1299	121 ( 9.31)		
Age (year)				22.963	0.000
25-39*	73	1420	105 ( 7.39)		
40-49	32	625	69 (11.04)		
50-59	9	176	30 (17.05)		
Specialty				5.184	0.159
Neurologist	66	1273	115 ( 9.03)		
Neurosurgeon	7	128	13 (10.16)		
Neurophysiology	22	440	50 (11.36)		
Others	19	380	26 ( 6.84)		
Professional category				4.261	0.039
Clinician	98	1913	166 ( 8.68)		
Technician	16	308	38 (12.34)		
Professional qualification				4.053	0.132
Senior	37	729	79 (10.84)		
Intermediate	52	1011	81 ( 8.01)		
Junior	25	481	44 ( 9.15)		
Hospital level				0.413	0.520
Third grade, grade A	108	2101	191 ( 9.09)		
Others	6	120	13 (10.83)		

\*the data in age groups 25-29 and 30-39 were merged for statistical analysis

将增益增至 2  $\mu V/mm$ ,若脑电活动仍  $\leq 2 \mu V$  方可判定为电静息。(5)为避免假阳性结果,应排除麻醉药物的影响,如麻醉药物血药浓度应低于最低药理相关血药浓度<sup>[11]</sup>。上述知识点均是培训重点,虽然教师在培训过程中反复解读和示范,但仍有部分学员未能掌握脑死亡的脑电图电静息模式与脑损伤的全面性抑制模式之间的区别,如脑死亡的电静息波幅  $\leq 2 \mu V$ ,而非  $\leq 20 \mu V$ 。通过典型图形波幅的反复测量与识别,最终建立脑死亡脑电图确认试验判定标准。

本研究受训学员多为三级甲等医院神经内科或电生理科中高级职称医师或技师,单因素分析显示,年龄和专业岗位是试卷考核错误的影响因素,但经多因素 Logistic 回归分析,仅年龄为导致考核错误率高的独立危险因素,即随着年龄的增长,错误率逐渐增加。推测年龄较大的学员已习惯常规脑

**表 2** 试卷考核知识点错误率影响因素变量赋值表

**Table 2.** Assignment of the influencing factors for the error rates in EEG training

Variable	Assignment (score)			
	1	2	3	4
Sex	Male	Female		
Age	25-29	30-39	40-49	50-59
Specialty	Neurologist	Neurosurgeon	Neurophysiology	Others
Professional category	Clinician	Technician		
Professional qualification	Junior	Intermediate	Senior	
Hospital level	Third grade, grade A	Others		

**表 3** 114 名学员 5 项知识点考核错误率影响因素的单因素 Logistic 回归分析

**Table 3.** Univariate Logistic regression analysis of error rates in EEG training

Variable	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> value	<i>OR</i> value	<i>OR</i> 95%CI
Sex	0.038	0.150	0.063	0.802	1.038	0.775-1.392
Age	0.324	0.091	12.622	0.000	1.382	1.156-1.652
Specialty	-0.024	0.061	0.147	0.701	0.977	0.866-1.102
Professional category	0.393	0.191	4.214	0.040	1.481	1.018-2.155
Professional qualification	0.125	0.102	1.512	0.219	1.133	0.929-1.383
Hospital level	0.195	0.303	0.412	0.521	1.215	0.670-2.202

**表 4** 114 名学员 5 项知识点考核错误率影响因素的多因素后退法 Logistic 回归分析

**Table 4.** Multivariate backward Logistic regression analysis of error rates in EEG training

Variable	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> value	<i>OR</i> value	<i>OR</i> 95%CI
Age	0.324	0.091	12.622	0.000	1.382	1.156-1.652
Constant	-3.068	0.238	166.268	0.000		

电图操作规范和图形识别,在短时间内接受脑死亡判定标准的诸多要求与规范具有一定困难。提示教师应针对不同年龄的学员采取不同的培训力度,必要时可实行不同年龄组配比训练。本研究还发现,与医师相比,技师的考核错误率较高,可能与技师脑电图操作习惯和对脑电图判读的熟练程度有关。提示教师应加强针对技师的培训力度,必要时实施技师与医师的配比训练。

本研究脑死亡脑电图确认试验的试题量是根

据培训内容、难易程度和重要性所设计的,大多数学员考核成绩较好,表明考题设计基本合理。但仍应改进考核重点,如脑电图参数设置(仅 2 道)等。

脑电图确认试验作为脑死亡判定的一项重要内容,如何能够安全可靠、准确无误地实施,既是教师教学考虑的问题,也是学员学习关注的问题,“中心”将不断分析和改进培训质量,明确培训重点与难点,使学员能够胜任脑死亡脑电图判定工作。

参 考 文 献

- [1] Blume WT. Drug effects on EEG. J Clin Neurophysiol, 2006, 23: 306-311.
- [2] Reilly EL. Electro cerebral inactivity as a temperature effect: unlikely as an isolated etiology. Clin Electroencephalogr, 1981, 12:69-71.
- [3] Hunter GR, Young GB. Recovery of awareness after hyperacute hepatic encephalopathy with "flat" EEG, severe brain edema and deep coma. Neurocrit Care, 2010, 13:247-251.
- [4] Brain Injury Evaluation Quality Control Centre of National Health and Family Planning Commission. Criteria and practical guidance for determination of brain death in adults (BQCC version). Zhonghua Shen Jing Ke Za Zhi, 2013, 46:637-640.[ 国家卫生和计划生育委员会脑损伤质控评价中心. 脑死亡判定标准与技术规范(成人质控版). 中华神经科杂志, 2013, 46:637-640.]
- [5] Su Y, Yang Q, Liu G, Zhang Y, Ye H, Gao D, Zhang Y, Chen W. Diagnosis of brain death: confirmatory tests after clinical test. Chin Med J (Engl), 2014, 127:1272-1277.
- [6] Vicenzini E, Pro S, Pulitano P, Rocco M, Spadetta G, Zarabla A, Di Piero V, Mecarelli O. Current practice of brain death determination and use of confirmatory tests in an Italian university hospital: a report of 66 cases. Minerva Anestesiol, 2013, 79:485-491.
- [7] Wijdicks EF, Varelas PN, Gronseth GS, Greer DM; American Academy of Neurology. Evidence - based guideline update: determining brain death in adults. Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. Neurology, 2010, 74:1911-1918.
- [8] Szurhaj W, Lamblin MD, Kaminska A, Sediri H. EEG guidelines in the diagnosis of brain death. Neurophysiol Clin, 2015, 45:97-104.
- [9] American Clinical Neurophysiology Society. Guideline 3: minimum technical standards for EEG recording in suspected cerebral death. J Clin Neurophysiol, 2006, 23:97-104.
- [10] Wahlster S, Wijdicks EF, Patel PV, Greer DM, Hemphill JC 3rd, Carone M, Mateen FJ. Brain death declaration: practices and perceptions worldwide. Neurology, 2015, 84:1870-1879.
- [11] Meinitzer A, Kalcher K, Gartner G, Halwachs-Baumann G, März W, Stettin M. Drugs and brain death diagnostics: determination of drugs capable of inducing EEG zero line. Clin Chem Lab Med, 2008, 46:1732-1738.

(收稿日期:2015-11-12)