

# 脑死亡判定标准与技术规范培训分析： 经颅多普勒超声确认试验

范琳琳 叶红 张艳 刘祎菲 陈卫碧 刘刚 姜梦迪 张运周 高岱伶 宿英英

**【摘要】 目的** 对脑死亡经颅多普勒超声(TCD)确认试验培训效果进行分析,以改进和完善脑死亡判定标准与技术规范培训。**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 106 名学员进行 TCD 确认试验培训与考核。单因素和多因素后退法 Logistic 回归分析筛查学员性别、年龄、专科类别、专业岗位、专业技术职称和医院级别对试卷考核错误率的影响。**结果** 106 名学员中 30~49 岁占 77.36%(82/106),主要来自三级甲等医院(96.23%,102/106)的神经内科(64.15%,68/106)和超声科(19.81%,21/106),其中医师占 77.36%(82/106),高级和中级职称分别占 32.08%(34/106)和 46.23%(49/106)。6 项知识点考核总错误率为 7.26%(149/2052),由高至低依次为参数设置 9.43%(10/106)、检查部位 8.73%(37/424)、血管识别 8.67%(43/496)、结果判定 7.41%(55/742)、设备要求 1.89%(2/106)和注意事项 1.12%(2/178)。单因素和多因素 Logistic 回归分析显示,专科类别( $OR=1.313$ ,95%CI:1.072~1.610; $P=0.009$ )和医院级别( $OR=2.943$ ,95%CI:1.623~5.338; $P=0.000$ )是导致试卷考核错误率高的独立危险因素。**结论** 不同受训学员对知识点的掌握程度存在差异,学员基本特征影响培训效果,应依据重点和难点不断改进培训方案,以使更多的学员能够胜任脑死亡判定工作。

**【关键词】** 脑死亡; 超声检查,多普勒,经颅; 参考标准; 培训(非 MeSH 词)

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

FAN Lin-lin, YE Hong, ZHANG Yan, LIU Yi-fei, CHEN Wei-bi, LIU Gang, JIANG Meng-di, 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 effects of transcranial Doppler (TCD) for brain death determination conducted by Brain Injury Evaluation Quality Control Centre of National Health and Family Planning Commission to optimize the training program and improve the training effects. **Methods** A total of 106 trainees received theoretical training, simulation skill training, bedside skill training and test analysis on TCD confirmatory test for brain death determination. The composition of trainees was analyzed and the error rates of 6 knowledge points 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** The trainees including 42 males and 64 females, came from 69 hospitals. Trainees of 30–49 years old occupied 77.36% (82/106). In the trainees, 96.23% (102/106) were from third grade, grade A hospitals, and most of them were from Department of Neurology (64.15%, 68/106) and Ultrasound (19.81%, 21/106). There were 82 clinicians (77.36%). Thirty four (32.08%) trainees had senior certificate and 49 (46.23%) had intermediate certificate. Total error rate of 6 knowledge points was 7.26% (149/2052). Of the 6 knowledge points, the error rate of parameter setting was the highest (9.43%, 10/106), followed by checking position (8.73%, 37/424), artery

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2015.12.009

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)

recognition (8.67%, 43/496), result determination (7.41%, 55/742), equipment (1.89%, 2/106) and pitfalls (1.12%, 2/178). Univariate and multivariate Logistic regression analyses showed that specialty ( $OR = 1.313$ , 95% CI: 1.072–1.610;  $P = 0.009$ ) and hospital level ( $OR = 2.943$ , 95% CI: 1.623–5.338;  $P = 0.000$ ) were independent risk factors associated with high error rates. **Conclusions** Among the trainees, degree of mastering the knowledge points is different, and the characteristics of trainees influence the training effect. The training program should be optimized according to key and difficult points to make more and more trainees qualifying for TCD confirmatory test in brain death determination.

**【Key words】** Brain death; Ultrasonography, Doppler, transcranial; 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).

经颅多普勒超声(TCD)是一项利用多普勒效应检测颅内大血管血流动力学变化的技术,具有无创、实时、可重复和床旁可操作等优点,尤其适用于危重症患者。该项技术应用于脑死亡判定始于1987年<sup>[1]</sup>。多项研究结果显示,脑死亡患者TCD血流频谱表现为振荡波、收缩早期尖小收缩波或血流信号消失<sup>[2-8]</sup>。2006年,一项纳入10项临床研究共684例脑死亡患者的Meta分析显示,当临床神经系统检查(2项研究)或临床神经系统检查联合其他任意一项检查技术[脑电图(EEG)、数字减影血管造影术(DSA)、放射性核素扫描,8项研究]符合脑死亡判定标准时,TCD确认试验判定脑死亡的灵敏度为89%~95%、特异度达99%<sup>[9]</sup>。2014年的一项国内研究显示,临床神经系统检查符合脑死亡判定标准时,TCD确认试验的灵敏度和特异度分别为73%和75%<sup>[10]</sup>。2013年,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《脑死亡判定标准与技术规范(成人质控版)》<sup>[11]</sup>,将TCD确认试验作为脑死亡判定的一项重要内容,并明确其判定标准和操作规范。本研究总结并分析TCD确认试验培训与考核效果,旨在进一步优化培训方案,更好地推动《脑死亡判定标准与技术规范(成人质控版)》在各临床医疗中心的贯彻执行。

## 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25个省、市、自治区69所医院共106名学员参加了TCD确认试验,要求所有受训学员能够熟练掌握TCD检测技术且具有2年以上操作经验。男性42名,女性

64名;年龄为25~59岁,各年龄段所占比例分别为25~29岁11.32%(12/106),30~39岁46.23%(49/106),40~49岁31.13%(33/106),50~59岁11.32%(12/106);专科类别中神经内科占64.15%(68/106),超声科占19.81%(21/106),神经外科占6.60%(7/106),其他专科占9.43%(10/106);专业岗位中医师占77.36%(82/106),技师占22.64%(24/106);专业技术职称中高级职称占32.08%(34/106),中级职称占46.23%(49/106),初级职称占21.70%(23/106);医院级别三级甲等医院占96.23%(102/106),其他级别医院占3.77%(4/106)。

### 二、研究方法

1. 培训方法 (1)理论培训(1学时):采用多媒体授课,并展开讨论与答疑,使学员充分了解脑死亡TCD确认试验的判定标准、设备要求、参数设置、检查部位、血管识别、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,先由教师对真人进行TCD操作示范;而后学员在教师的指导下互学互练,通过反复模拟训练,强化脑死亡TCD确认试验的判定标准和技术规范。(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死亡TCD确认试验操作示范;而后教师提示操作过程中可能遇到的问题和解决办法,如体位摆放、声窗选择等,受训学员通过观摩,体验TCD确认试验全过程。(4)考核后培训(2学时):采用考核后培训,以错题纠正、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TCD确认试验培训过程中的疑点和盲点缩减到最少。

2. 考核方法 培训结束后对所有学员进行TCD确认试验模拟技能考核(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 TCD 设备要求、参数设置、检查部位、血管识别、结果判定和注意事项共 6 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,6 项知识点总错误率和各分项(TCD 设备要求、参数设置、检查部位、血管识别、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%],行 $\chi^2$ 检验;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

6 项知识点考核总错误率为 7.26%(149/2052),由高至低依次为参数设置 9.43%(10/106)、检查部位 8.73%(37/424)、血管识别 8.67%(43/496)、结果判定 7.41%(55/742)、设备要求 1.89%(2/106)和注意事项 1.12%(2/178)。106 名学员中 31 名(29.25%)试卷考核结果完全正确。

二、试卷考核影响因素分析

本组学员试卷考核知识点错误率比较,神经外科学员错误率高于其他专科学员(均 $P=0.000$ ),医师错误率高于技师( $P=0.034$ ),中级职称学员错误率低于其他专业技术职称学员( $P=0.000,0.014$ ),来自三级甲等医院的学员错误率低于其他级别医院学员( $P=0.000$ ),差异具有统计学意义(表 1)。

单因素分析显示,专科类别、专业岗位、专业技术职称和医院级别均是试卷考核错误的影响因素(均 $P<0.05$ ;表 2,3)。将上述 4 项自变量代入多因素 Logistic 回归方程,结果显示:仅专科类别( $OR=1.313,95\%CI:1.072 \sim 1.610;P=0.009$ )和医院级别( $OR=2.943,95\%CI:1.623 \sim 5.338;P=0.000$ )是导致考核错误率高的独立危险因素(表 4)。

讨 论

本研究结果显示,受训学员主要为三级甲等医院神经内科或超声科的中高级职称医师或技师,提示我国三级甲等医院具有完备的 TCD 设备和充足

表 1 106 名学员 6 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 TCD training [No. of questions (%)]

Item	N	Total number of questions	No. of errors	$\chi^2$ value	P value
Sex				0.182	0.669
Male	42	820	62 ( 7.56)		
Female	64	1232	87 ( 7.06)		
Age (year)				1.198	0.754
25-29	12	232	17 ( 7.33)		
30-39	49	936	64 ( 6.84)		
40-49	33	652	53 ( 8.13)		
50-59	12	232	15 ( 6.47)		
Specialty				21.180	0.000
Neurologist	68	1300	90 ( 6.92)		
Neurosurgeon	7	136	23 (16.91)		
Ultrasound	21	416	26 ( 6.25)		
Others	10	200	10 ( 5.00)		
Professional category				4.502	0.034
Clinician	82	1592	126 ( 7.91)		
Technician	24	460	23 ( 5.00)		
Professional qualification				20.063	0.000
Senior	34	668	70 (10.48)		
Intermediate	49	944	44 ( 4.66)		
Junior	23	440	35 ( 7.95)		
Hospital level				16.317	0.000
Third grade, grade A	102	1972	134 ( 6.80)		
Others	4	80	15 (18.75)		

的神经内科或超声科中高级职称人员,有望成为该地区脑死亡判定工作的主要力量。

为了使学员能够更好地掌握脑死亡 TCD 确认试验判定标准,“中心”制定相应的培训计划,并设计考核知识点。通过试卷分析,我们发现,TCD 确认试验参数设置(9.43%)、检查部位(8.73%)、血管识别(8.67%)和结果判定(7.41%)均存在较高的错误率,提示学员对 TCD 基本理论和脑死亡判定标准未完全掌握。脑死亡 TCD 确认试验具有一定的特殊要求:为避免低血压对血流状态的影响,收缩压应维持在 90 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)以上;为增加低速血流的敏感性,应设置为低滤波状态( $\leq 50$  Hz);为反应全脑血流状态,前循环和后循环应同时满足脑死亡判定标准(振荡波、收缩早期尖小收缩波或血流信号消失);为保证血流状态的持续性,检测时间应间隔 30 分钟、重复 2 次;为避免假阳性



**表 2** 试卷考核错误率影响因素变量赋值表**Table 2.** Assignment of the influencing factors for the error rates in TCD training

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

**表 3** 106 名学员 6 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 TCD training

Variable	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> value	OR value	OR 95%CI
Sex	-0.074	0.173	0.182	0.669	0.929	0.662-1.303
Age	0.019	0.102	0.034	0.854	1.019	0.835-1.244
Specialty	0.306	0.104	8.553	0.003	1.357	1.106-1.666
Professional category	-0.490	0.233	4.423	0.035	0.612	0.388-0.967
Professional qualification	-0.258	0.120	4.637	0.031	0.773	0.611-0.977
Hospital level	1.152	0.300	14.743	0.000	3.165	1.758-5.700

**表 4** 106 名学员 6 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 TCD training

Variable	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> value	OR value	OR 95%CI
Specialty	0.273	0.104	6.899	0.009	1.313	1.072-1.610
Hospital level	1.079	0.304	12.626	0.000	2.943	1.623-5.338
Constant	-4.266	0.390	119.462	0.000		

或假阴性结果,应注意判定结果的影响因素(如脑室引流、部分颅骨切除、声窗不良和操作水平等)。若学员未能关注到上述特殊要求,则难以避免错误或偏差。为进一步提高培训效果,在后续的培训过程中,我们将突出这些知识点,通过反复强调、示范、提问和考核强化记忆,以及通过血流频谱图像的展示,加强相关知识的掌握。此外,我们还注意到,TCD 参数设置的错误率最高,而针对该项知识点的考题仅 1 道,因此,除强化培训外,还应调整考题数目,加强该项知识点的考核力度。

受训学员基本特征是影响培训效果的另一项重要因素。单因素分析显示,专科类别、专业岗位、

专业技术职称和医院级别均是试卷考核错误的影响因素,进一步行多因素后退法 Logistic 回归分析,仅专科类别和医院级别是导致测试错误率高的独立危险因素,推测可能与学员医学背景、TCD 技术水平和掌握熟练程度有关。与其他级别医院相比,三级甲等医院学员具备更好的相关知识背景和学习能力;与神经外科学员相比,神经内科和超声科学员具备更好的 TCD 知识与技术水平。此外,TCD 作为一项检测技术,其结果在很大程度上受操作水平的影响,操作人员除具备一定的理论知识外,还需经过较长时间的操作实践。在模拟技能培训过程中,我们发现,尽管受训学员均具备 2 年及以上 TCD 操作经验,但不同学员之间仍存在一定差异。鉴于此,我们将进一步改进培训方案,即有针对性地区分学员,采取师资培训有所侧重和学员互学互练“强”“弱”配比方式,加强基本理论知识的掌握,提高操作技术熟练程度,使学员尽可能多地掌握脑死亡 TCD 确认试验。

TCD 确认试验作为脑死亡判定标准之一,要求操作人员具备严谨的工作态度、完整的理论知识、较高的操作水平和系统的分析能力。“中心”将不断提高培训质量,把握重点和难点,使更多的学员能够胜任脑死亡判定工作。

## 参 考 文 献

- [1] Ropper AH, Kehne SM, Wechsler L. Transcranial Doppler in brain death. *Neurology*, 1987, 37:1733-1735.
- [2] Powers AD, Graeber MC, Smith RR. Transcranial Doppler ultrasonography in the determination of brain death. *Neurosurgery*, 1989, 24:884-889.
- [3] Newell DW, Grady MS, Sirota P, Winn HR. Evaluation of brain death using transcranial Doppler. *Neurosurgery*, 1989, 24:509-513.
- [4] Hadani M, Bruk B, Ram Z, Knoller N, Spiegelmann R, Segal E. Application of transcranial Doppler ultrasonography for the diagnosis of brain death. *Intensive Care Med*, 1999, 25:822-828.
- [5] Zurynski Y, Dorsch N, Pearson I, Choong R. Transcranial Doppler ultrasound in brain death: experience in 140 patients. *Neurol Res*, 1991, 13:248-252.
- [6] Petty GW, Mohr JP, Pedley TA, Tatemichi TK, Lennihan L, Duterte DI, Sacco RL. The role of transcranial Doppler in confirming brain death: sensitivity, specificity, and suggestions for performance and interpretation. *Neurology*, 1990, 40:300-303.
- [7] Paolin A, Manuali A, Di Paola F, Boccaletto F, Caputo P, Zanata R, Bardin GP, Simini G. Reliability in diagnosis of brain death. *Intensive Care Med*, 1995, 21:657-662.
- [8] Feri M, Ralli L, Felici M, Vanni D, Capria V. Transcranial Doppler and brain death diagnosis. *Crit Care Med*, 1994, 22:1120-1126.

- [9] Monteiro LM, Bollen CW, van Huffelen AC, Ackerstaff RG, Jansen NJ, van Vught AJ. Transcranial Doppler ultrasonography to confirm brain death: a meta-analysis. Intensive Care Med, 2006, 32:1937-1944.
- [10] 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.

- [11] 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.] (收稿日期:2015-11-15)

## · 小词典 ·

### 中英文对照名词词汇(三)

脑死亡血流指数 direction of flowing index (DFI)

皮质下动脉硬化性脑病

subcortical arteriosclerotic encephalopathy (SAE)

腔隙性梗死 lacunar infarct (LACI)

丘脑腹后内侧核 ventralis posteromedialis nucleus (VPM)

丘脑腹后外侧核 ventralis posterolateralis nucleus (VPL)

曲线下面积 area under the curve (AUC)

全面无反应性量表

Full Outline of Unresponsiveness Scale (FOUR)

全面性惊厥性癫痫持续状态

generalized convulsive status epilepticus (GCSE)

缺氧缺血性脑病

hypoxic-ischemic encephalopathy (HIE)

人类免疫缺陷病毒 human immunodeficiency virus (HIV)

日常生活活动能力 activities of daily living (ADL)

神经传导速度 nerve conduction velocity (NCV)

神经元特异性烯醇化酶 neuron-specific enolase (NSE)

神经重症监护病房 Neurocritical Care Unit (NCU)

失匹配负波 mismatch negativity (MMN)

事件相关电位 event-related potential (ERP)

手-口综合征 cheiro-oral syndrome (COS)

受试者工作特征曲线

receiver operating characteristic curve (ROC 曲线)

水通道蛋白 4 aquaporin 4 (AQP4)

糖类抗原 carbohydrate antigen (CA)

特发性炎性脱髓鞘疾病

idiopathic inflammatory demyelinating disease (IIDD)

体感诱发电位 somatosensory-evoked potential (SEP)

替莫唑胺 temozolomide (TMZ)

同型半胱氨酸 homocysteine (Hcy)

<sup>18</sup>F-脱氧葡萄糖 <sup>18</sup>F-fluoro-2-deoxy-D-glucose (<sup>18</sup>F-FDG)

无反应觉醒综合征/植物状态

unresponsive wakefulness syndrome/vegetative state (UWS/VS)

系统性红斑狼疮 systemic lupus erythematosus (SLE)

心肺复苏 cardiopulmonary resuscitation (CPR)

兴趣区 region of interest (ROI)

血浆置换 plasma exchange (PE)

血-脑屏障 blood-brain barrier (BBB)

N-乙酰天冬氨酸 N-acetyl-aspartate (NAA)

异染性脑白质营养不良

metachromatic leukodystrophy (MLD)

有序子集最大似然法

ordered subset expectation maximization (OSEM)

Glasgow 预后分级 Glasgow Outcome Scale (GOS)

Glasgow 预后分级-扩展版

Glasgow Outcome Scale-Extended (GOS-E)

原发性弥漫性脑膜胶质瘤病

primary diffuse leptomeningeal gliomatosis (PDLG)

原发性脑膜胶质瘤病

primary leptomeningeal gliomatosis (PLG)

远端潜伏期 distal latency (DL)

运动神经传导速度 motor nerve conduction velocity (MNCV)

正电子发射计算机断层显像术

positron emission tomography (PET)

中潜伏期体感诱发电位

middle-latency somatosensory-evoked potential (MLSEP)

蛛网膜下隙出血 subarachnoid hemorrhage (SAH)

Miller Fisher 综合征 Miller Fisher syndrome (MFS)

Wallenberg 综合征 Wallenberg syndrome (WS)

最低意识状态 minimally conscious state (MCS)