

TCD联合体感诱发电位在脑死亡临床诊断中的应用价值及影像优化方案

李蕊，何蔼婷，吴梅

重庆大学附属肿瘤医院/重庆市肿瘤研究所 重症医学科，重庆 400030

[摘要] 目的 研究经颅多普勒超声（Transcranial Doppler Sonography, TCD）联合体感诱发电位（Somatosensory Evoked Potential, SEP）在脑死亡临床诊断中的应用价值及影像优化方案。方法 选取2015年4月至2017年4月我院ICU病房的脑死亡患者120例，随机分为TCD组、SEP组和联合组三组，每组各40例。对TCD组患者进行经颅多普勒超声诊断仪检测，SEP组患者进行肌电诱发电位仪检测。联合组患者采用TCD联合SEP检测。结果 TCD组对脑死亡的诊断准确率为57.50%，SEP组对脑死亡的诊断准确率为65.00%，联合组对脑死亡的诊断准确率为82.50%，联合组对脑死亡的诊断准确率显著高于单一脑死亡的诊断准确率和SEP组，具有统计学差异 ($P<0.05$)。三个组在误诊率方面不具有统计学差异 ($P>0.05$)。TCD组、SEP组的敏感性、特异性、准确性无统计学差异 ($P>0.05$)。两项联合检测的敏感性、特异性、准确性显著高于两项单独检测 ($P<0.05$)。结论 在脑死亡患者中，采用TCD联合SEP检测，可以对脑死亡做出更好、更准确的诊断，为临床医师综合评估脑死亡患者的病情和预后提供理论依据，临床意义重大。

[关键词] 经颅多普勒超声；体感诱发电位；脑死亡

Application Value of TCD Combined with Somatosensory Evoked Potential in the Clinical Diagnosis of Brain Death and Its Image Optimization Scheme

LI Rui, HE Aiting, WU Mei

Intensive Care Unit, Chongqing University Cancer Hospital/Chongqing Cancer Institute, Chongqing 400030, China

Abstract: Objective To study the application value of transcranial Doppler ultrasound (TCD) combined with somatosensory evoked potential (SEP) in the clinical diagnosis of brain death and the method of image optimization. Methods A total of 120 cases of brain death in ICU ward of our hospital from April 2015 to April 2017 were selected. All the patients were randomly divided into three groups: TCD group, SEP group and combined group, each group with 40 cases. Transcranial Doppler ultrasonography was performed separately on patients of TCD group. Somatosensory evoked potential (SEP) test was performed on patients in the SEP group. Patients in the combined group were tested with TCD combined with SEP. Results The diagnostic accuracy of brain death in TCD group was 57.50%, that in SEP group was 65.00%, and that in combination group was 82.50%. The diagnostic accuracy of combined group was significantly higher than that of single brain death group and SEP group ($P<0.05$). There was no significant difference in misdiagnosis rate among the three groups ($P>0.05$). There were no statistically significant differences in sensitivity, specificity and accuracy between the TCD group and SEP group ($P>0.05$). The sensitivity, specificity and accuracy of the combined test were significantly higher than those of the separate tests ($P<0.05$). Conclusion In patients with brain death, TCD combined with SEP test can make a better and more accurate diagnosis of brain death, providing theoretical basis for clinicians to comprehensively evaluate the condition and prognosis of patients with brain death, which is of great clinical significance.

Key words: transcranial doppler sonography; somatosensory evoked potential; brain death

[中图分类号] R741; R445.1

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2019.08.022

[文献标识码] A

[文章编号] 1674-1633(2019)08-0097-04

引言

脑死亡主要是指脑干在内全部功能丧失并且不可逆转，其标准主要为病人不存在自主呼吸；所有反射消失；患者脑电和心电均显示静止。脑死亡患者体内的血液流动仍然良好，通过血液灌输能够移植使用，患者的生命维持主要通过支持系统，这对一般家庭来说经济负担较重^[1]。

收稿日期：2018-08-22
作者邮箱：lirui8010@126.com

修回日期：2018-09-14

临幊上对脑死亡进行检查的途径有很多，经颅多普勒超声（Transcranial Doppler Sonography, TCD）检查脑梗死患者可以分析出患者脑部血流动力的发生改变的状况，为患者病情研究提供理论依据^[2]。体感诱发电位（Somatosensory Evoked Potential, SEP）是通过对肢体末端粗大感觉纤维进行刺激，躯体感觉会进行通路不同部位记录的电位，主要是反应脑干的功能^[3]。临幊上常见的检查方法是短潜伏期

体感诱发电位，但是其具有一定的局限性，只有病变对躯体感觉通路产生影响时，才会表现异常。本文主要研究经颅多普勒联合体感诱发电位对脑死亡的诊断以及联合检测，并进行了影像优化。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2015 年 4 月至 2017 年 4 月在我院 ICU 病房的脑死亡患者 120 例，其中男 57 例，女 63 例，年龄 35~65 岁，平均年龄 (50.5 ± 15.5) 岁。其中颅脑损伤 30 例，脑出血 30 例，脑梗死 30 例，蛛网膜下腔出血 30 例。所有患者随机分为 TCD 组、SEP 组和联合组三组，各 40 例。TCD 组患者男 20 例，女 20 例，平均年龄 (55.6 ± 11.3) 岁，SEP 组患者男 18 例，女 22 例，平均年龄为 (52.5 ± 12.5) 岁。联合组男 19 例，女 21 例，平均年龄 (51.3 ± 11.6) 岁。选取 20 例非脑死亡患者，男 10 例，女 10 例，年龄 38~68 岁，平均年龄 (53.5 ± 14.5) 岁。所有患者在性别、年龄上均无统计学意义，具有可比性 ($P>0.05$)。纳入标准：脑死亡患者均不能自主呼吸，脑电图静息表现；均是首次进行 TCD 和 SEP 检查。排除标准：排除其他原因导致昏迷者；排除肾功能损伤或者对造影剂过敏无法进行检查的患者；排除家属不愿意参加本次诊断研究的患者。所有患者及家属对本次研究过程均已知情，并签署知情同意书。

主要仪器包括经颅多普勒超声诊断仪（德国 EME 公司的 Companion TC2021- III型仪器）和肌电诱发电位仪（丹麦 Medtronic 公司的 Keypoint 4 型仪器）。

1.2 方法

1.2.1 分组检测方式

给予 TCD 组患者单独进行 TCD 检测，SEP 组患者进行 SEP 检测。联合组患者采用 TCD 联合 SEP 检测。

1.2.2 TCD 检查

采用经颅多普勒超声诊断仪进行 TCD 检查。所有患者要在入院 5 d 后完成。所有患者进行采取仰卧位或者侧卧位，采用 2.0 MHz 探头，在双侧颞窗位置，深度为 40~60 mm，对患者大脑中动脉、前动脉、后动脉检查；在眶窗位置，深度为 60~90 mm，对患者颈内动脉虹吸部检查；在枕窗位置，深度为 70~110 mm，对患者椎动脉、椎动脉检查。观察记录患者指标，主要包括动脉舒张期血流速度、收缩期血流速度、平均血流速度以及脉动指数等，记录频谱的形态，进行频声监听，TCD 动态检查 1 次 / 天，连续 1 周进行检测，达到脑死亡后，按照患者循环系统出现的状况，2~6 h 进行 1 次检查。检查标准：TCD 频谱检测正常脑血管血流动力学表现是低阻力和高流速的频谱；TCD 频谱检测颅内压增高表现是高尖频谱表示收缩期，低平频谱表示舒张期。患者颅内压持续增高时，频谱振幅会显示下降，血流的平

均速度也会显示下降。脑死亡患者 TCD 频谱临床表现是舒张期表现为逆行血流图以及钉子波。

1.2.3 SEP 检查

采用肌电诱发电位仪对患者进行 SEP 检查。室内具有电磁屏蔽和空调，室温维持在 20℃~24℃，并保持安静。患者采取平卧位或者半卧位，使肌肉放松，采用肌电诱发电位仪，带通 100~2000 Hz，短潜伏期 SEP 分析时间为 50 ms，平均叠加 500 次，按照脑电图国际 10-20 系统电极安放法安放电极位置。在正中神经位置进行刺激，记录 Erb's 点、Cv7，并对对侧的顶部头皮进行刺激，记录 C3/C4 点。刺激的电极采用鞍形电极，远侧是正极，近侧为负极，前臂内侧放置地线，皮肤电阻为 $<5\text{ k}\Omega$ ，电刺激采取直流方波，频率设置为 4.7 Hz，上肢腕部正中神经进行分侧刺激，适宜强度标准是正好能够引起拇指外展肌轻微收缩 (4~12 mA)。记录患者测量期间的波潜伏期、波幅及峰间潜伏期等，每项测量 2~3 次。脑死亡患者 SEP 临床表现是 N13 以上电位消失。

1.2.4 诊断效能

所有患者均符合美国对脑死亡的诊断标准：①患者对外部带来的刺激，身体无任何知觉和反应；②所有患者均不能自主运动和自发呼吸停止；③反射和诱导反射完全消失；④患者脑电波平坦。TCD 组检查脑死亡假阳性人数 12 例，真阴性人数 8 例；SEP 组检查脑死亡假阳性人数 13 例，真阴性人数 7 例；联合组检查脑死亡假阳性人数 3 例，真阴性人数 17 例。对 TCD 和 SEP 检测单独检测和联合检测的敏感度、特异度和准确性进行统计，方法采用诊断效能公式计算。灵敏性 = 真阳性例数 / (真阳性例数 + 假阴性例数) × 100%。特异性 = 真阴性例数 / (真阴性例数 + 假阳性例数) × 100%。准确性 = (真阳性例数 + 假阳性例数) / 总例数 × 100%。

1.3 统计学分析

使用 SPSS 20.0 统计软件进行数据处理。计数资料比较采用百分率描述。两组间比较采用 χ^2 检验， $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 TCD 组、SEP 组和联合组三组患者对脑死亡的诊断准确率比较

如表 1 所示，TCD 组对脑死亡的诊断准确率为 57.50%，SEP 组对脑死亡的诊断准确率为 65.00%，联合组对脑死亡的诊断准确率为 82.50%，联合组对脑死亡的诊断准确率显著高于单一脑死亡的诊断准确率和 SEP 组，具有统计学差异 ($P<0.05$)。

2.2 单独检测和联合检测对脑死亡的诊断价值比较

如表 2 所示，TCD 组、SEP 组的敏感性、特异性、准

准确性、假阳性率无统计学差异 ($P<0.05$)，两项联合检测的敏感性、特异性、准确性、假阳性率显高于两项单独检测，有统计学意义 ($P<0.05$)。

表1 三组患者对脑死亡的诊断准确率比较

组别	例数 (例)	脑死亡类型				准确率 [n (%)]
		颅脑损伤(n=10)	脑出血(n=10)	脑梗死(n=10)	蛛网膜下腔出血(n=10)	
TCD组	40	6	6	5	7	23(57.50)
SEP组	40	5	5	6	5	21(52.50)
联合组	40	8	8	8	9	33(82.50)
P						<0.05

表2 单独检测和联合检测对脑死亡的诊断价值比较 (%)

组别	敏感性	特异性	准确性
TCD	57.50 (23/40)	40.00 (8/20)	77.50 (31/40)
SEP	52.50 (21/40)	35.00 (7/20)	70.00 (28/40)
联合组	82.50 (33/40)	85.00 (17/20)	90.00 (36/40)

2.3 TCD和SEP检测

在TCD检查中，血流频谱振荡波出现后3~5 d转变为钉子波患者12例，振荡波出现后出现钉子波13例，钉子波出现后，血流信号消失15例。经过24 h之后复查，血流频谱振荡波出现后3~5 d转变为钉子波患者10例，振荡波出现后出现钉子波8例，钉子波出现后，血流信号消失7例。如图1所示，患者女性，TCD检测为脑出血性脑死亡，年龄65岁。左侧MCA检测深度为56 mm，显示为振荡波；右侧ICA检测深度为66 mm，显示为钉子波。患者颅内出现2条以上的振荡波后1~7 d，患者会发生心跳不可逆的停止。

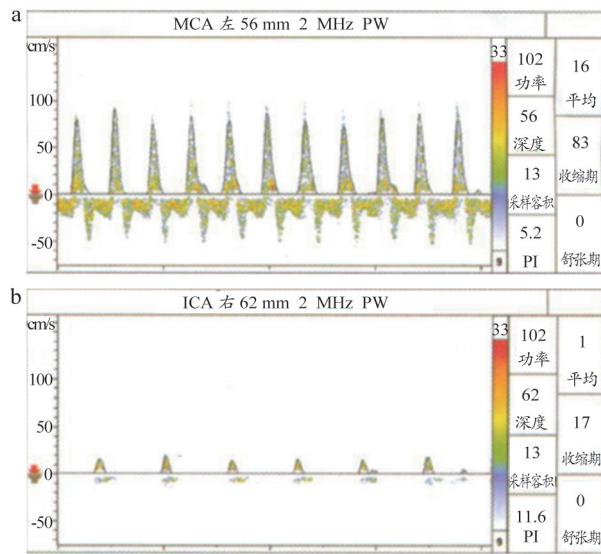


图1 脑死亡患者TCD频谱图

注：a. TCD频谱图左侧MCA检测；b. TCD频谱图右侧ICA检测。

在SEP检测中，N9电位正常患者13例，N13到N20电位消失患者12例，N9电位潜伏期延长或者波幅降低患者15例，经过24 h之后复查，N9电位正常患者7例，N13和N20电位消失患者8例，N9电位潜伏期延长或者波幅降低患者2例。如图2所示，患者女性，SEP检测为

脑出血性脑死亡，年龄65岁。左侧中央区N9电位以上电位消失，N13以上电位消失；右侧中层神经N13到N20为震荡波。SEP皮层电位N13以上电位消失标志着脑干功能的丧失。其缺点是对脑死亡不具有特异性。

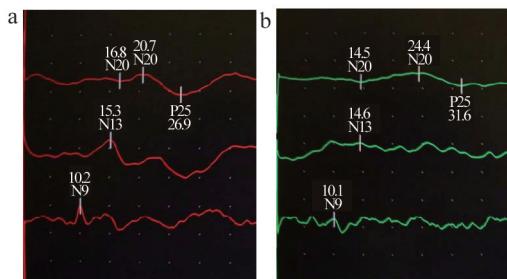


图2 脑死亡患者SEP刺激图

注：a. SEP刺激左侧中央区；b. SEP刺激右侧中层神经。

3 讨论

脑干中存在着人体的呼吸中枢，如果脑干受到损伤，会导致呼吸功能停止，神经细胞也遭到损伤，且不能再生。人体中脑干发生损伤，脑干功能会永久性的丧失，同时其他器官也因为缺氧，功能逐渐丧失。脑死亡患者不能自主呼吸，没有反应以及肌肉张力，脑电图进行测试，患者脑电图显示平直，没有变化^[4]。对于脑死亡患者来说，需要大量的财力和人力来进行照顾，需要依靠外界的支持系统维持生命，一直延续到心脏停止跳动，给家庭和社会造成严重的经济负担。临床上的脑死亡主要分为原发性和继发性脑死亡，原发性脑死亡主要产生的原因是原发性脑疾病造成的损伤；而继发性脑死亡产生原因是心、肺等脑外器宫因原发性疾病造成脑缺氧^[5]。脑死亡患者组织出现了严重的损伤以及出血，最终会造成心肺功能出现障碍。临幊上对脑死亡的判定主要包括：患者的脑干反射消失，伴随瞳孔放大；患者呼吸和昏迷已经停止；这两种在12 h之后没有变化^[6]。

经颅多普勒超声主要是用来反应脑血管的功能。通过以下几点反应：血流的速度，可以反应脑动脉管腔大小与血流量之间存在的联系；脉冲的指数，主要表现血管外周阻力的大小；音频信号和频谱图波形，主要反映脑血管局部的血流状况^[7-8]。经颅多普勒超声对脑死亡患者进行脑部扫描主要是通过无创，其特点是操作较为简单，具有较好的重复性，有助于对患者长时间进行动态观察，对脑死亡患者的脑血管评估方面具有重要作用^[9-10]。初次的TCD记录显示脑动脉如果发生血流信号消失，对脑死亡的判断也不能做出判断，具有一定的局限性^[10]。常规的TCD检测血流速度产生的误差有15%，但是采用多普勒超声TCD计算PI值可以减小误差。脑死亡患者中存在特征性PI值^[11]。当血流频谱出现振荡波或钉子波，PI值>4.0时，患者脑血流降至正常人的10%以下，说明脑细胞呈不可逆性死亡^[12]。

本文研究显示，单独对脑死亡患者进行 TCD 检测，准确率较低。分析原因是 TCD 在临床应用中存在一定的局限性，对声窗透声具有较高的要求，进行过开颅手术、脑室引流颅骨损伤患者，容易出现假阴性偏差，影响结果的准确性^[13]。研究指出，TCD 在对脑死亡患者进行诊断时，也具有一定 的优势，依靠脑电图、脑血管造影等判断，有助于 TCD 的操作方便，无创且可以观察到动态变化，提高脑死亡的诊断^[12]。

体感诱发电位（SEP）是一种用来检测神经冲动的传导及整合功能的神经生理学的方法。体感诱发电位是周围神经以及皮肤进行适当电刺激、磁刺激、以及生理刺激等，神经冲动通过神经通路传递到大脑感觉皮层区，并且记录电位发生的变化^[14]。SEP 绝对潜伏期和刺激点与记录点时间的距离，有一定的联系。温度可以显著影响 SEP，肢体温度在 28℃~30℃ 之间，温度每升高或者降低 1℃，周围神经传导速度会增加或者减少 5%，一些药物浓度如（苯妥英钠）也会对 SEP 产生影响^[15-16]。所以说单一根据 SEP 各波潜伏期、波幅等来判断 SEP 异常，具有局限性。本文研究中，采用左右侧对比形式，根据峰间潜伏期差和主要波形，对各种因素产生的影响可以有效地避免，存在的客观性和可靠性较强。N13~N20 主要表现颈髓到大脑皮层传导状况，其传导功能主要表现在躯体感觉通路中枢部分。SEP 波幅在正常人中也存在较大差异，并且具有非正态分布的特点，对于同一个体左右存在较大差别，因此本文研究主要选择 N13~N20 作为研究的对象，对各波波幅的变化未做研究。本文研究显示体感诱发电位单独对脑死亡患者检查，准确率较低。分析原因是，SEP 检测脑死亡时，N9 电位存在，还有一些脑死亡患者 N13 电位消失及以上各电位消失，SEP 皮层电位消失，对脑死亡不具有特异性^[17]。本文研究 TCD 联合 SEP 对脑死亡的诊断的敏感性、特异性、准确性以及阳性预测值均较高，说明其诊断价值高，准确性强，为脑死亡患者的诊断提供理论和数据的支持。TCD 联合 SEP 检测脑死亡，可以表现脑干功能丧失，SEP 有助于脑死亡患者脑电记录的最有效的补充。

综上所述，在脑死亡患者中，采用 TCD 联合 SEP 检测，可对脑死亡做出更好、更准确的诊断，为临床医师综合评估脑死亡患者的病情和预后提供理论依据，临床意义重大。

[参考文献]

- [1] 史梦婷,冯占辉.脑死亡判定方法研究进展[J].癫痫与神经电
 生物学杂志,2018,27(1):51-53.
- [2] 李跃群,宋国红,刘尚伟,等.经颅多普勒超声诊断重型颅脑
 损伤患者脑死亡的应用分析[J].中华行为医学与脑科学杂
 志,2016,25(5):442-445.
- [3] 段玉印,董秀华,郑军,等.体感诱发电位在主动脉外科的应用[J].
 中华胸心血管外科杂志,2015,31(4):201-204.
- [4] 范琳琳,叶红,张艳,等.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[J].中国现代神经疾病杂
 志,2015,15(12):969-973.
- [5] 张艳,刘祎菲,陈卫碧,等.脑死亡判定标准与技术规范培
 训分析：诱发电位确认试验[J].中国现代神经疾病杂
 志,2015,15(12):961-964.
- [6] 宿英英,张运周,高岱俊,等.脑死亡判定标准与技术规范培
 训分析：临床判定[J].中国现代神经疾病杂志,2015,15(12):956-
 960.
- [7] 姚静远,李占甫,张涛,等.经颅多普勒在脑死亡诊断中的价值[J].
 医学信息,2015,28(40):365-366.
- [8] 谢静怡.经颅多普勒超声在脑血管检查中的应用[J].中国乡村
 医药,2015,22(2):96-98.
- [9] 杨娟,魏振玲.经颅多普勒超声对诊断基底动脉狭窄作用的研
 究[J].中国实用神经疾病杂志,2018,21(4):396-398.
- [10] 王丽.经颅多普勒超声检查在重型颅脑损伤脑死亡诊断中的
 应用[J].黑龙江医学,2017,41(5):449-450.
- [11] Ren H,Wang W,Ge Z,*et al*.Clinical, brain electric earth map,
 endothelin and transcranial ultrasonic Doppler findings after
 hyperbaric oxygen treatment for severe brain injury[J].Chin
 Med J,2001,114(4):387-390.
- [12] 罗燕,莫志怀.经颅多普勒超声(TCD)对脑死亡的诊断价值分
 析[J].临床医药文献电子杂志,2017,4(34):6677.
- [13] 洪珊珊.经颅多普勒超声联合动态脑电图在脑死亡诊断中的
 价值[J].影像研究与医学应用,2017,1(8):179-180.
- [14] 王焱,刘祎菲,宿英英,等.体感诱发电位联合事件相关电位预
 测昏迷患者预后[J].中华神经科杂志,2015,48(3):197-202.
- [15] 曾小雁,贺婕,苏微微,等.不同潜伏期体感诱发电位在脑
 梗死患者预后评价中的价值比较[J].检验医学与临
 床,2016,13(1):120-122.
- [16] 宋婧源,元小冬,吕淑娟,等.体感诱发电位在脑卒中患者中应
 用价值的研究进展[J].实用心脑肺血管病杂志,2017,25(12):1-4.
- [17] 苏微微,饶世俊,曾小雁,等.脑梗死患者体感诱发电位分级与
 NIHSS 评分的关系[J].山东医药,2015,55(47):58-59. C