

# 脑死亡判定标准与技术规范(成人质控版)

国家卫生和计划生育委员会脑损伤质控评价中心

【关键词】 脑死亡; 参考标准; 规范; 成年人

【Key words】 Brain death; Reference standards; Benchmarking; Adult

## Criteria and practical guidance for determination of brain death in adults (BQCC version)

Brain Injury Evaluation Quality Control Centre of National Health and Family Planning Commission

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

### 第一部分 脑死亡判定标准

#### 一、判定的先决条件

(一)昏迷原因明确

(二)排除了各种原因的可逆性昏迷

#### 二、临床判定

(一)深昏迷

(二)脑干反射消失

(三)无自主呼吸

靠呼吸机维持通气,自主呼吸激发试验证实无自主呼吸。

以上3项临床判定必须全部具备。

#### 三、确认试验

(一)短潜伏期体感诱发电位

正中神经短潜伏期体感诱发电位(SLSEP)显示双侧N9和(或)N13存在,P14、N18和N20消失。

(二)脑电图

脑电图显示电静息。

(三)经颅多普勒超声

经颅多普勒超声(TCD)显示颅内前循环和后循环血流呈振荡波、尖小收缩波或血流信号消失。

以上3项确认试验至少具备2项。

#### 四、判定时间

临床判定和确认试验结果均符合脑死亡判定

标准者可首次判定为脑死亡。首次判定12 h后再次复查,结果仍符合脑死亡判定标准者,方可最终确认为脑死亡。

### 第二部分 脑死亡判定技术规范

脑死亡是包括脑干在内的全脑功能不可逆转的丧失,即死亡。脑死亡判定如下。

#### 一、先决条件

(一)昏迷原因明确

原发性脑损伤引起的昏迷包括颅脑外伤、脑血管疾病等;继发性脑损伤引起的昏迷主要为心跳骤停、麻醉意外、溺水、窒息等所致的缺氧性脑病。昏迷原因不明确者不能实施脑死亡判定。

(二)排除各种原因的可逆性昏迷

可逆性昏迷包括急性中毒,如一氧化碳中毒、乙醇中毒、镇静催眠药物中毒、麻醉药物中毒、抗精神病药物中毒、肌肉松弛药物中毒等;低温(膀胱温度或肛温 $\leq 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ );严重电解质及酸碱平衡紊乱;严重代谢及内分泌功能障碍,如肝性脑病、尿毒症性脑病、低血糖或高血糖性脑病等。

#### 二、临床判定

(一)深昏迷

1. 检查方法及结果判定 拇指分别强力压迫患者两侧眶上切迹或针刺面部,不应有任何面部肌肉活动。格拉斯哥昏迷评分(GCS)为3分。

2. 注意事项 (1)任何刺激必须局限于头面部。(2)三叉神经或面神经病变时,不应轻率判定为深昏迷。(3)颈部以下刺激时可引起脊髓反射。脑死亡时枕骨大孔以下的脊髓可能存活,仍有脊髓反

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2015.12.002

通讯作者:宿英英,100053 北京,首都医科大学宣武医院神经内科,Email:tangsuyingying@sina.com

本文首次发表于《中华神经科杂志》,2013,46(9):637-640.

射和(或)脊髓自动反射。脊髓反射包括各种深反射和病理反射。脊髓自动反射大多与刺激部位相关,刺激颈部可引起头部转动;刺激上肢可引起上肢屈曲、伸展、上举、旋前和旋后;刺激腹部可引起腹壁肌肉收缩;刺激下肢可引起下肢屈曲和伸展。脊髓自动反射必须与肢体自发运动区别,脊髓自动反射固定出现于特定刺激相关部位,而自发运动通常在没有刺激时发生,多数为一侧性。脑死亡时不应有肢体自发运动。(4)脑死亡时不应有去大脑强直、去皮质强直和痉挛发作。

## (二)脑干反射消失

1. 瞳孔对光反射 (1)检查方法:用强光照射瞳孔,观察有无缩瞳反应。光线从侧面照射一侧瞳孔,观察同侧瞳孔有缩小(直接对光反射),检查一侧后再检查另一侧。光线照射一侧瞳孔,观察对侧瞳孔有无缩小(间接对光反射),检查一侧后再检查另一侧。上述检查应重复进行。(2)结果判定:双侧直接和间接对光反射检查均无缩瞳反应即可判定为瞳孔对光反射消失。(3)注意事项:脑死亡者多数双侧瞳孔散大( $> 5 \text{ mm}$ ),少数瞳孔可缩小或双侧不等大。因此,不应将瞳孔大小作为脑死亡判定的必要条件。眼部疾病或外伤可影响瞳孔对光反射的判定,判定结果应慎重。

2. 角膜反射 (1)检查方法:抬起一侧上眼睑,露出角膜,用棉花丝触及角膜周边部,观察双眼有无眨眼动作。检查一侧后再检查另一侧。(2)结果判定:双眼均无眨眼动作即可判定为角膜反射消失。(3)注意事项:即使未见明确眨眼动作,但上下眼睑和眼周肌肉有微弱收缩时,不应判定为角膜反射消失。眼部疾病或外伤、三叉神经或面神经病变均可影响角膜反射判定,判定结果应慎重。

3. 头眼反射 (1)检查方法:用手托起头部,撑开双侧眼睑,将头从一侧快速转向对侧,观察眼球是否向反方向转动,先检查一侧后再检查另一侧。(2)结果判定:当头部向左侧或向右侧转动时,眼球无相反方向转动,即可判定为头眼反射消失。(3)注意事项:眼外肌疾病可以影响头眼反射判定,判定结果应慎重。颈椎外伤时禁止此项检查,以免损伤脊髓。

4. 前庭眼反射 (1)检查方法:用弯盘贴近外耳道,以备注水流出。注射器抽吸  $0 \sim 4 \text{ }^\circ\text{C}$  水 20 ml,注入一侧外耳道,注入时间 20 ~ 30 s,同时撑开两侧眼睑,观察有无眼球震颤。检查一侧后再检查另一

侧。(2)结果判定:注水后观察 1 ~ 3 min,若无眼球震颤即可判定为前庭眼反射消失。(3)注意事项:检查前须用耳镜检查两侧鼓膜有无损伤,若有破损则不做此项检查。外耳道内有血块或堵塞物时,清除后再行检查。即使没有明显的眼球震颤,但可见微弱眼球运动时,不应判定前庭眼反射消失。头面部或眼部外伤、出血、水肿可影响前庭眼反射判定,判定结果应慎重。本检查方法与耳鼻喉科使用的温度试验不同,后者采用  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  的冷水或体温  $\pm 7 \text{ }^\circ\text{C}$  的冷热水交替刺激,不能用于脑死亡判定。

5. 咳嗽反射 (1)检查方法:用长度超过人工呼吸道的吸引管刺激受检者气管黏膜,引起咳嗽反射。(2)结果判定:刺激气管黏膜无咳嗽动作,判定为咳嗽反射消失。(3)注意事项:刺激气管黏膜时,出现胸、腹部运动,不能判定为咳嗽反射消失。

上述 5 项脑干反射全部消失,即可判定为脑干反射消失。若 5 项脑干反射中有不能判定的项目时,应增加确认试验项目。

## (三)无自主呼吸

无自主呼吸,必须依靠呼吸机维持通气。判定无自主呼吸,除根据肉眼观察胸、腹部有无呼吸运动外,还须通过自主呼吸激发试验验证,并严格按照以下步骤和方法进行。

1. 先决条件 (1)膀胱温度或肛温  $\geq 36.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 。如体温低于这一标准,应予以升温。(2)收缩压  $\geq 90 \text{ mm Hg}$  ( $1 \text{ mm Hg} = 0.133 \text{ kPa}$ ) 或平均动脉压  $\geq 60 \text{ mm Hg}$ 。如血压低于这一标准,应予升压药物。(3)动脉氧分压( $\text{PaO}_2$ )  $\geq 200 \text{ mm Hg}$ 。如  $\text{PaO}_2$  低于这一标准,可吸入 100% 氧气 10 ~ 15 min。(4)动脉二氧化碳分压( $\text{PaCO}_2$ ) 35 ~ 45 mm Hg。如  $\text{PaCO}_2$  低于这一标准,可减少每分钟通气量。慢性二氧化碳潴留者  $\text{PaCO}_2$  可大于 45 mm Hg。

2. 试验方法与步骤 (1)脱离呼吸机,时间 8 ~ 10 min。(2)脱离呼吸机后应立即将输氧导管通过人工呼吸道置于隆突水平,输入 100% 氧气 6 L/min。(3)密切观察胸、腹部有无呼吸运动。(4)脱离呼吸机,时间为 8 ~ 10 min,抽取动脉血检测  $\text{PaCO}_2$ ,恢复机械通气。

3. 结果判定  $\text{PaCO}_2 \geq 60 \text{ mm Hg}$  或  $\text{PaCO}_2$  超过原有水平 20 mm Hg,仍无呼吸运动,即可判定无自主呼吸。

4. 注意事项 (1)自主呼吸激发试验过程中可能出现明显的血氧饱和度下降、血压下降、心率减

慢以及心律失常等,此时须即刻终止试验,并宣告本次试验失败。为了避免自主呼吸激发试验对下一步确认试验的影响,须将该试验放在脑死亡判定的最后一步。(2)自主呼吸激发试验至少需由 2 名医师(1 名医师监测呼吸、血氧饱和度、心率、心律和血压,1 名医师管理呼吸机)以及 1 名护士(管理输氧导管和抽取动脉血)完成。

### 三、确认试验

#### (一)短潜伏期体感诱发电位

1. 环境条件 (1)环境温度应控制在 20~25℃。(2)使用独立电源,必要时使用稳压器。(3)必要时暂停其他可能干扰诱发电位记录的医疗仪器设备。

2. 记录技术 (1)电极安放:参考脑电图国际 10-20 系统,安放盘状电极或一次性针电极。C<sub>3</sub>'和 C<sub>4</sub>'<sub>o</sub>:分别置国际 10-20 系统的 C<sub>3</sub>和 C<sub>4</sub>后 2 cm,刺激对侧时 C<sub>3</sub>'或 C<sub>4</sub>'称 C<sub>3</sub>'<sub>o</sub>。F<sub>z</sub>和 FP<sub>z</sub>:F<sub>z</sub>位于国际 10-20 系统的额正中点,FP<sub>z</sub>位于国际 10-20 系统的额极中点。C<sub>6</sub>:位于第 6 颈椎棘突。CL<sub>i</sub>和 CL<sub>o</sub>:分别位于同侧或对侧锁骨中点上方 1 cm。(2)电极导联组合(记录电极-参考电极):至少有 4 通道。第 1 通道:CL<sub>i</sub>-CL<sub>o</sub>(N9)。第 2 通道:C<sub>6</sub>-F<sub>z</sub>, C<sub>6</sub>-FP<sub>z</sub>或 C<sub>6</sub>-CL<sub>o</sub>(N13)。第 3 通道:C<sub>3</sub>'<sub>o</sub>-CL<sub>o</sub>(P14、N18)。第 4 通道:C<sub>3</sub>'<sub>o</sub>-F<sub>z</sub>或 C<sub>3</sub>'<sub>o</sub>-FP<sub>z</sub>(N20)。(3)电极阻抗:记录电极、参考电极阻抗均 ≤ 5 kΩ。(4)地线放置与阻抗:刺激点上方 5 cm,阻抗 ≤ 7 kΩ。(5)分析时间:50 ms,必要时 100 ms。(6)带通:10~2000 Hz。(7)平均次数:500~1000 次。

3. 操作步骤 (1)准备好诱发电位仪、盘状电极或一次性针电极、棉签、95%乙醇、安尔碘、磨砂膏和导电膏。(2)开机并输入被判定者一般资料,进入记录状态。(3)安放记录电极和参考电极。安放盘状电极前,先用 95%乙醇棉球脱脂,必要时用专业脱脂膏(磨砂膏)脱脂,然后涂抹适量导电膏,使电阻达到最小。插入针电极前,先用安尔碘消毒皮肤。(4)安放刺激电极。刺激部位在腕横纹中点上方 2 cm 正中神经走行的部位。95%乙醇去脂,降低刺激电极与皮肤之间的阻抗。刺激电流一般控制在 5~25 mA 之间,当某些受检者肢端水肿或合并周围神经疾病时,电流强度可适当增大。刺激强度以诱发出该神经支配肌肉轻度收缩为宜,即引起拇指

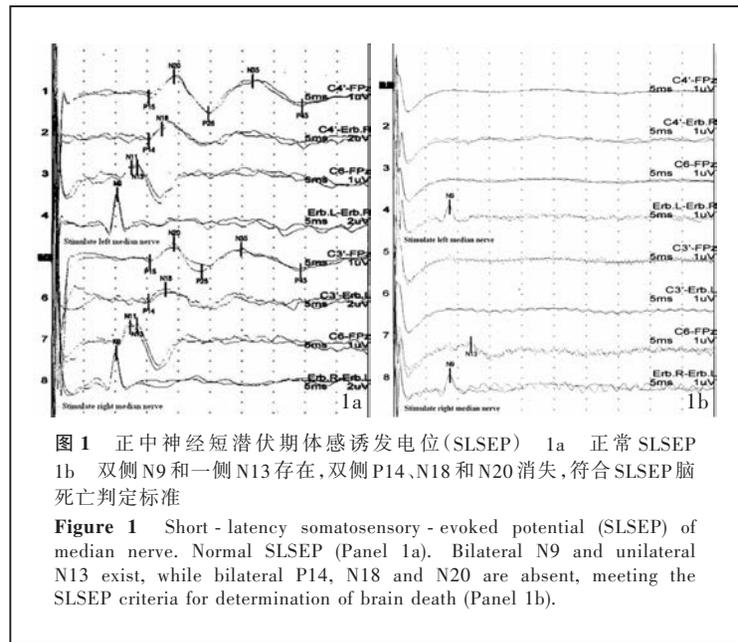


图 1 正中神经短潜伏期体感诱发电位(SLSEP) 1a 正常 SLSEP 1b 双侧 N9 和一侧 N13 存在,双侧 P14、N18 和 N20 消失,符合 SLSEP 脑死亡判定标准

Figure 1 Short - latency somatosensory - evoked potential (SLSEP) of median nerve. Normal SLSEP (Panel 1a). Bilateral N9 and unilateral N13 exist, while bilateral P14, N18 and N20 are absent, meeting the SLSEP criteria for determination of brain death (Panel 1b).

屈曲约 1 cm,每次检测过程中强度指标均应保持一致。刺激方波时程:0.1~0.2 ms,必要时达 0.5 ms。刺激频率 1~5 Hz,分侧刺激。(5)记录时,平均每次叠加 500~1000 次,直到波形稳定光滑,每侧至少重复测试 2 次。

4. 结果判定 双侧 N9 和(或)N13 存在,P14、N18、N20 消失,符合 SLSEP 脑死亡判定标准(图 1)。

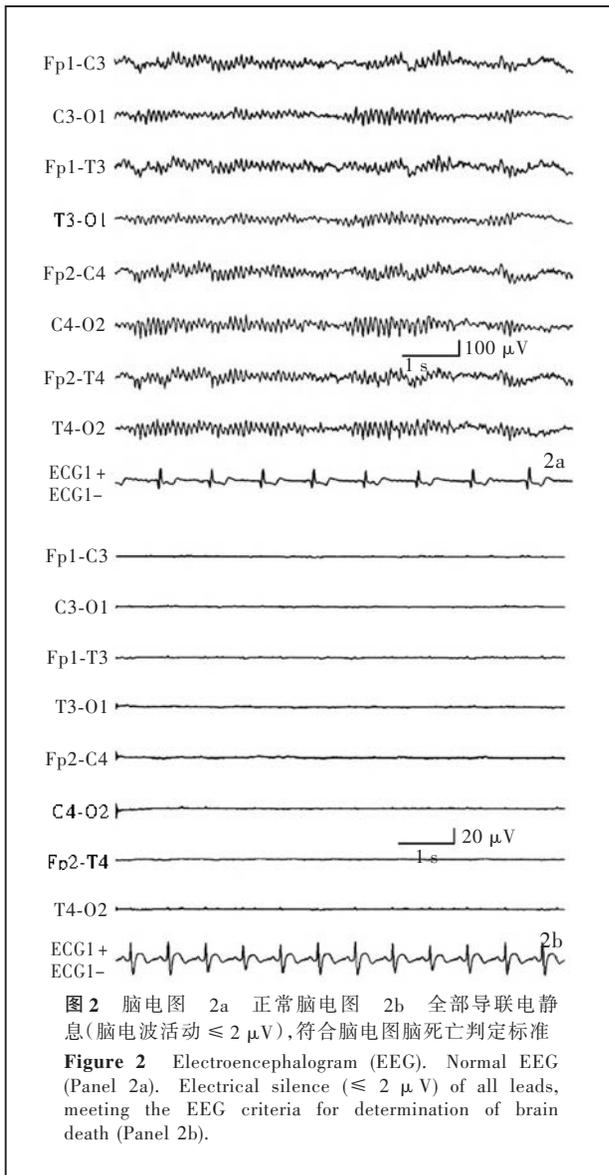
5. 注意事项 (1)保持被检测肢体皮肤温度正常(低温可使诱发电位潜伏期延长)。(2)电极安放部位外伤或水肿、锁骨下静脉置管、正中神经病变、颈髓病变以及周围环境电磁场干扰等均可影响结果判定,此时 SLSEP 结果仅供参考,脑死亡判定应以其他确认试验为据。

#### (二)脑电图

1. 环境条件 (1)使用独立电源,必要时使用稳压器。(2)必要时暂停其他可能干扰脑电图记录的医疗仪器设备。

2. 参数设置 (1)按照国际 10-20 系统应安放至少 8 个记录电极:额极 Fp1、Fp2,中央 C3、C4,枕 O1、O2,中颞 T3、T4。参考电极位于双耳垂或双乳突。接地电极置额极中点(FPz)。公共参考电极置中央中线点(Cz)。(2)电极头皮间阻抗:< 10 kΩ,> 100 Ω,两侧各电极的阻抗应该基本匹配。(3)高频滤波 30~75 Hz,低频滤波 0.5 Hz 或时间常数 0.3 s。(4)敏感度 2 μV/mm。

3. 操作步骤 (1)准备好脑电图仪、盘状电极或一次性针电极、棉签、95%乙醇、安尔碘、磨砂膏和



导电膏。(2)开机并输入被判定者一般资料。检查脑电图仪参数设定。走纸机描记前先做 10 s 仪器校准,将  $10 \mu\text{V}$  方形波输入放大器,各放大器敏感度一致。(3)安放电极。盘状电极安放前,先用 95% 乙醇棉球脱脂,必要时使用专业脱脂膏(磨砂膏)脱脂,然后涂抹适量导电膏,使电阻达到最小。插入针电极前,先用安尔碘消毒皮肤。(4)脑电图描记时间至少 30 min。(5)描记中分别予以双上肢疼痛刺激、耳旁声音呼唤和亮光照射双侧瞳孔,观察脑电图变化(脑电图反应性检查)。(6)描记中任何来自外界、仪器和患者的干扰或变化均应实时记录。(7)描记脑电图的同时描记心电图。

4. 结果判定 脑电图呈电静息(脑电波活动  $\leq 2 \mu\text{V}$ )时,符合脑电图脑死亡判定标准(图 2)。

5. 注意事项 (1)脑电图仪必须符合上述参数设置要求。(2)使用镇静麻醉药物可影响脑电图判定,此时脑电图结果仅供参考,脑死亡判定应以其他确认试验为依据。(3)电极安放部位外伤或水肿可能影响脑电图记录,脑死亡判定应以其他确认试验为依据。

### (三)TCD

1. 环境条件 无特殊要求。

2. 仪器要求 经颅多普勒超声仪配备 2.0 MHz 脉冲波多普勒超声探头。

3. 参数设置 (1)设定适宜输出功率。(2)设定取样容积:10~15 mm。(3)调整增益:根据频谱显示清晰度调整增益强度。(4)调整速度标尺:使频谱以适当大小完整显示在屏幕上。(5)调整基线:上下频谱完整显示在屏幕上。(6)调整信噪比:清晰显示频谱,尽量减少噪声。(7)屏幕扫描速度:每屏 6~8 s。(8)设定多普勒频率滤波:低滤波状态( $\leq 50 \text{ Hz}$ )。

4. 检查部位 (1)颞窗:仰卧体位,于眉弓与耳缘上方水平连线区域内,检测双侧大脑中动脉(MCA)。(2)枕窗或枕旁窗:仰卧体位(抬高头部)或侧卧体位,于枕骨粗隆下方枕骨大孔或枕骨大孔旁,检测椎动脉和基底动脉。(3)眼窗:仰卧体位,于闭上眼睑处,检测对侧 MCA 和同侧颈内动脉虹吸部(internal carotid artery siphon)各段。

5. 血管识别 (1)MCA:经过颞窗,深度为 40~65 mm,收缩期血流方向朝向探头;或经对侧眼窗,深度 70 mm 以上,收缩期血流方向背离探头。必要时通过颈总动脉压迫试验予以确认。(2)颈内动脉虹吸部:经眼窗,深度为 60~70 mm,血流方向朝向或背离探头。(3)椎动脉:经枕窗或枕旁窗,深度为 55~80 mm,收缩期血流方向背离探头。(4)基底动脉:经枕窗或枕旁窗,深度 80~120 mm,收缩期血流方向背离探头。

6. 结果判定 (1)判定血管:前循环以双侧 MCA 为主要判定血管;后循环以基底动脉为主要判定血管。(2)判定血流频谱:①振荡波(reverberating flow)。在 1 个心动周期内出现收缩期正向和舒张期反向血流信号,脑死亡血流指数(DFI)  $< 0.8$ ,  $\text{DFI} = 1 - R/F$  (R:反向血流速度, F:正向血流速度)。②收缩早期尖小收缩波(small systolic peaks in early systole)。收缩早期出现单向性正向血流信号,持续时间  $< 200 \text{ ms}$ ,流速  $< 50 \text{ cm/s}$ 。③血流信号消失。(3)判定次数:间隔 30 min,检测 2 次。

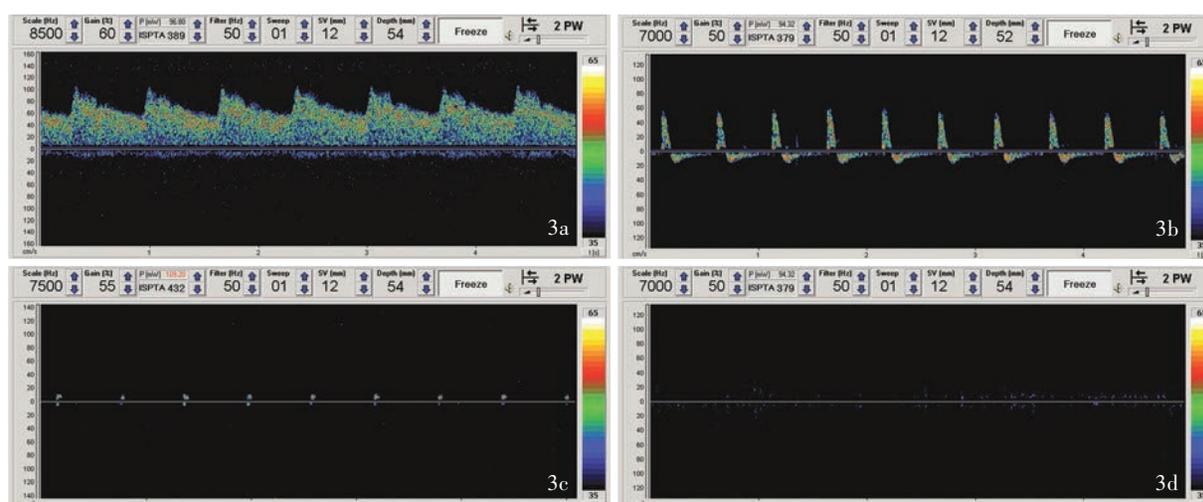


图3 经颅多普勒超声 3a 血流信号正常 3b 振荡波,符合TCD脑死亡判定标准 3c 收缩早期尖小收缩波,符合TCD脑死亡判定标准 3d 血流信号消失,符合TCD脑死亡判定标准

Figure 3 Transcranial Doppler (TCD). Normal blood flow signal (Panel 3a). Oscillatory activity, meeting the TCD criteria for determination of brain death (Panel 3b). Small systolic spike, meeting the TCD criteria for determination of brain death (Panel 3c). Absence of blood flow signal, meeting the TCD criteria for determination of brain death (Panel 3d).

2次检测颅内前循环和后循环均为上述任一血流频谱(图3),符合TCD脑死亡判定标准。

7. 注意事项 (1) 颞窗透声不良时,可选择眼眶检测对侧MCA和同侧颈内动脉虹吸部。(2)首次经颞窗检测不到血流信号时,必须排除因颞窗穿透性不佳或操作技术造成的假象,此时TCD结果仅供参考,判定脑死亡应以其他确认试验为据。(3)某些因素,如脑室引流、开颅减压术可能影响结果判定,此时TCD结果仅供参考,判定脑死亡应以其他确认试验为据。(4)外周动脉收缩压<90 mm Hg时,应提高高血压后再行检测。

#### (四) 确认试验顺序

确认试验的优选顺序依次为SLSEP、脑电图、TCD。确认试验应至少2项符合脑死亡判定标准。

#### 四、判定步骤

脑死亡判定分为以下3个步骤:第1步进行脑死亡临床判定,符合判定标准(深昏迷、脑干反射消

失、无自主呼吸)的进入下一步。第2步进行脑死亡确认试验,至少2项符合脑死亡判定标准的进入下一步。第3步进行脑死亡自主呼吸激发试验,验证无自主呼吸。上述3个步骤均符合脑死亡判定标准时,确认为脑死亡。

#### 五、判定人员

实施脑死亡判定的医师至少2名,并要求为从事临床工作5年以上的执业医师。

执笔:宿英英、张艳、叶红、高岱俊、陈卫碧

志谢 感谢神经内科、神经外科、重症医学科、急诊科、麻醉科、心脏科和外科专家对《脑死亡判定标准与技术规范(成人质控版)》的修改与完善。专家姓名按姓氏拼音顺序排序:鲍圣德、陈德昌、崔丽英、高润霖、黄旭升、贾建平、江基尧、黎介寿、李春盛、李舜伟、李新钢、凌锋、刘晖、牛小媛、潘速跃、宋青、宿英英、王东信、王天龙、王振宇、吴江、吴逊、席修明、游潮、张建、张澍、赵钢、赵国光、赵继宗、赵雅度、周东、周建新

(收稿日期:2015-10-08)

下期内容预告 本刊2016年第1和2期报道专题为Meta分析,重点内容包括:脑血管病循证研究现状与挑战;超时间窗溶栓治疗急性缺血性卒中的Meta分析;重组组织型纤溶酶原激活物治疗合并大脑中动脉致密征的急性缺血性卒中有效性和安全性评价;脑出血后强化血压控制有效性和安全性的Meta分析;夹闭术和栓塞术治疗破裂颅内动脉瘤术后分流依赖性脑积水的系统评价;拉莫三嗪添加治疗癫痫合并抑郁患者抑郁障碍的Meta分析;非静脉途径咪达唑仑治疗儿童癫痫持续状态的Meta分析;脑蛋白水解物治疗阿尔茨海默病的Meta分析;中国人群ApoE基因多态性与迟发性阿尔茨海默病关系的Meta分析