

· 讲 座 ·

## 脑电图与脑死亡

上海第二医科大学附属瑞金医院\* 陈俊宁

脑死亡是一种不可逆性脑的广泛性损害。有关脑死亡判断标准不但要依靠临床标志, 还需依靠实验室的标志, 并密切地将两者结合起来。医务人员必须在确立脑死亡之前, 抓紧时机采取积极有效的复苏手段; 同时, 亦必须在脑死亡之判断之后, 避免徒劳无效的治疗措施, 或者按照脏器移植的实际需要与可能, 在法律允许的条件下谨慎从事。

在众多脑死亡的实验室技术指标中, 脑电图在判断脑死亡上是一项十分重要的客观指标, 它不仅简便可行, 而且其正确性、可靠性、和实用价值已被临床所证实。我们综合国内外资料和有限的实践经验, 对脑电图与脑死亡的关系作下列论述:

### 一、脑死亡脑电图描记的基本要求:

1. 最少要用 8 个头皮电极和 2 个耳部参考电极;
2. 电极的电阻在 10, 000 欧姆以下;
3. 需故意产生伪迹, 以检验脑电图描记器及其连接的性能;
4. 可同时描记心电图、呼吸图及其他监护设备以测定有无脑外电位;
5. 部分描记采用的时间常数为 0.3 或 0.4 秒;
6. 部分描记需把增益从 7 微伏/毫米增至 3.5~2.5 微伏/毫米, 纸速可以减慢, 并可用各种滤波器以控制伪差;
7. 需测试病人对掐压皮肤、强烈声音、强烈灯光、压迫眼球、冷水灌耳有无反应;
8. 电极导联需包括头皮—头皮电极间

和头皮—耳部电极间的联系, 两个电极距离须在 6 厘米以上;

9. 脑电图描记的总时间为 30 分钟, 尽量多次或连续描记, 24 小时后必须重复描记;

10. 脑电图描记中需仔细观察平坦脑电图的电位情况, 并测量其波幅水平;

11. 脑电图仪性能必须良好;

12. 脑电图仪的操作人员需要有熟练的技能。

### 二、脑死亡脑电图记录的判断标准

脑死亡脑电图称为等电位脑电图, 亦称为静息脑电图或平坦直线脑电图, 其脑电活动应不超过 2 微伏/毫米或完全消失。

关于脑死亡脑电图记录的判断标准, 必须做到,

1. 按照上述标准加以判定, 明确系等电位脑电图;
2. 验证脑死亡脑电图描记的实施情况, 符合基本要求;
3. 需排除低温和麻醉药物的影响;
4. 要结合临床征象, 脑死亡者深度昏迷, 对任何刺激无反应, 自主呼吸停止, 脑干反射全部或大部消失;
5. 阿托品试验阴性, 脑死亡者延髓循环中枢机能丧失, 阿托品不引起心率增快;
6. 眼球震颤电图, 脑死亡者脑干内前庭通路完全破坏, 前庭对强烈变温刺激无眼震反应出现;
7. 头颅超声波检查显示中线搏动消失;

8. 头颅 CT/MRI/SPECT 检查脑底部大血管不显影;

9. 脑血管造影系脑内无血流或停滞在颅底;

10. 颈动—静脉氧分压差消失或明显减小。

注:第 5~10 项需要时或有条件时可以施行,以进一步辅助诊断。

### 三、脑死亡脑电图记录的主要特点

脑死亡脑电图记录中的等电位表现,是诊断脑死亡的关键性条件之一,等电位脑电图的持续时间一般认为以 24 小时为合理,当然,必要时也可对监测时间加以延长。然而,近年来陆续发现符合临床诊断标准的部分患者仍存在脑电活动,Grigg 等 (1987) 报告为 19.0%,表现为三种类型

1. 低幅脑电活动 有 8 例呈 4~20 微伏  $\theta$  或  $\beta$  活动。病因为颅脑外伤、呼吸、心跳骤停和脑出血。于临床诊断脑死亡后 2~72 小时进行脑电图描记,其中 1/2 病例在间隔 17~28 小时复查脑电图已演变为电静息。尸检见大脑、小脑和脑干组织呈弥漫性缺氧性损害。

2. 类睡眠脑电活动 呈同步的 30~40 微伏  $\theta$  和  $\delta$  活动,混有 60~80 微伏  $\theta$  和  $\delta$  活动,混有 60~80 微伏 10~20 赫芝类睡眠纺锤电活动。病因为脑干梗塞。有 1 例在脑死亡后 8~168 小时内描记三次的脑电图均为类似结果;另 1 例在间隔 22 小时后复查脑电图则演变为电静息。CT 系脑干两侧和小脑呈大灶性低密度影,其中 1 例波及丘脑和部分枕叶。尸检整个脑干和小脑缺血性坏死,大脑半球相对完好。

3.  $\alpha$  波样脑电活动 有 1 例在临床诊断脑死亡后 3 小时作脑电图描记,呈弥漫性 25~40 微伏 9~12 赫芝  $\alpha$  波样活动,对刺激无反应,22 小时后复查演变为低幅脑电活动。

Brierley 等 (1971)、Ashwal 等 (1979)、

沈氏等 (1986) 的一些学者均有类似的报道,而且呈  $\alpha$  波样脑电活动脑死亡患者的病因多为脑干病损。

### 四、脑死亡脑电图诊断与鉴别诊断

当临床诊断脑死亡但脑电图记录并非呈现等电位表现,并且有一些脑电活动时,这就需要对脑死亡脑电图的发生、发展和演变的规律进行探索,这就要对脑死亡脑电图的诊断与鉴别诊断加以讨论。

脑死亡脑电图属意识障碍的脑电改变,是昏迷脑电图后期的表现, Hockaday (1965) 对急性脑缺氧症的脑电图予以分类 (表 1), 并对其脑电图异常等级与预后关系 (表 2) 作了分析,我们以为有助于对脑死亡脑电图的诊断与鉴别诊断,迄今仍有参考价值。

表 1 急性缺氧症的脑电图分类 (Hockaday 1965)

I 级	正常范围	(1) $\alpha$ 节律 (2) $\alpha$ 波占优势伴少量 $\theta$ 波
II 级	轻度异常	(1) $\theta$ 波占优势伴少量 $\alpha$ 波 (2) $\theta$ 波占优势伴少量 $\delta$ 波
III 级	中度异常	(1) $\delta$ 波间以 $\theta$ 波和少量 $\alpha$ 波 (2) 弥漫性 $\delta$ 波
IV 级	重度异常	(1) 弥漫性 $\delta$ 波伴短暂等电位活动 (2) 某些导联有散在 $\delta$ 波,其余导联无脑电活动
V 级	极重度异常	(1) 近乎平波型 (2) 无脑电活动

Hockaday 等 (1965) 将心跳或呼吸停止所致急性脑缺氧症的脑电图异常加以分类,可见 I~III 级脑电图是急性缺氧致昏迷脑电图的早、中期模式,与睡眠脑电图非常相似,但这类脑电图一般见不到正常睡眠时出现的睡眠纺锤波和顶心波,即使有睡眠纺锤波,其

波形多不规则且不对称；此外，不具备完整的正常睡眠时相和演变规律。至于Ⅳ～Ⅴ级脑电图系急性脑缺氧所致昏迷脑电图的后期和末期模式，Ⅳ级脑电图已提示向脑死亡脑电图过度，Ⅴ级脑电图则提示已进入脑死亡脑电图。

表2 意识障碍时脑电图异常等级  
与预后的关系 (Hockaday 1965)

脑电图异常等级	病例数	生存者数
I级	2	2
Ⅱ级	3	1 I, Ⅱ
Ⅲ级	9	2 Ⅱ
Ⅳ级	11	1 Ⅱ
Ⅴ级	14	0

表2说明在6例生存者中，有2例属Ⅰ级脑电图者仍在正常范围，有4例Ⅱ～Ⅳ级脑电图者有所改善（罗马数字代表异常后改善的等级），而脑电图恶化（Ⅴ级）的病例，则全部死亡。

## 五、脑死亡脑电图表现的机理探讨

Silveman等(1969)报道美国脑电图学会分析1655例伴脑电静息的昏迷患者，发现11例被抢救成功。经反复校对，证明4例系脑电图判断上有误差，而另7例于综合分析后认为系药物中毒、低温所致伴脑电静息者。该组织提出单凭临床判断的不可逆昏迷，或单凭脑电静息本身，均不能诊断为脑死亡，只有两者并存，又无镇静药或麻醉药中毒时，才有诊断意义。

脑死亡脑电图的确立依据是建立在全脑

功能丧失，并呈现不可逆性恢复状态，它必然存在全脑循环的障碍以至终断，必然导致脑缺血、脑缺氧所涉及的一系生化学、细胞学改变的机理。所以，我们认为脑死亡脑电图表现除了反映全脑功能的衰竭，同时，亦必然有脑组织解剖结构破坏的基础。

至于临床诊断脑死亡后，部分病例存在脑电活动的机制，Glooddman等(1977)认为出现符合脑死亡临床标准后的很短时间内，颅内仍可能存在一些脑循环，但通常1～2天后消失。Korein等(1977)指出当脑血流量低于正常灌注量24%时，放射性核素扫描示脑循环停止，但这些少量的血流尚足够灌注那些能记录到脑电活动的皮质区域。至于出现类睡眠活动或 $\alpha$ 昏迷，Fung(1984)报道的病例，提示桥脑—中脑的头端未损害部分（被盖及至皮质的上行通路）似足以产生 $\alpha$ 波型，但这些结构的功能不足以维持完整的意识。这说明脑死亡脑电图有着一个随着脑细胞部分到全部衰竭的演变过程。

近十余年来，Goldie等(1981)、Drury等(1987)、Kaymori等(1989)、Schiogal(1989)、Buchner等(1990)、Binick等(1990)、Wagner(1991)、Firching等(1992)均报道在常规脑死亡脑电图研究的基础上，应用听觉诱发电位(AEP)、体感诱发电位(SEP)、压缩阵谱(CSA)等脑电生理技术对脑死亡的诊断研究进行了深入探索，并认为开展脑死亡多样性脑电生理指标的研究，更利于辅助临床达到早期确诊脑死亡的目标。我们认为今后对脑死亡的电生理研究，应该不仅继续深入脑电图研究，而且要将脑电图与其他脑电生理指标的研究结合起来，力求提高脑死亡的诊断水平。