

## • 专家指南（前言） •

# 临床脑电图技术操作指南

中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会

脑电图 (Electroencephalography, EEG) 是通过记录大脑皮质电信号动态反映脑功能状态的技术, 对于癫痫的诊断和定位具有不可替代的重要作用, 在各种脑疾病、重症医学和新生儿领域的脑功能监测和预后评估方面也有广泛应用, 同时也是脑科学研究的重要方法。制定脑电图在临床各领域的技术操作指南, 目的在于指导临床正确应用脑电图技术, 提高脑电图记录质量, 为临床提供尽可能准确的脑电图诊断结果, 并推动诊断标准规范化及统一专业术语, 以利于在专业内的交流与合作。

本指南系列由中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会组织神经内科、神经外科、儿童神经科、重症医学科和新生儿科的脑电图专家共同制定。在对当前国内外临床脑电图专业发展信息荟萃和分析的基础上, 指南提出了脑电图在各领域的基本技术操作要求, 并推荐达到更高标准。在具体实践方面, 指南不排除根据临床需要适当采取合理范围的变动方法, 但不应降低脑电图检查的基本要求和临床所应达到的目的。

本指南系列包含 9 个部分, 分别为: 指南一. 脑电图基本技术标准; 指南二. 脑电图诱发试验技术标准; 指南三. 儿童脑电图基本技术标准; 指南四. 视频脑电图基本技术标准; 指南五. 癫痫监测单元建设标准; 指南六. 癫痫外科脑电图和神经电生理技术标准; 指南七. 危重症持续脑电图监测技术标准; 指南八. 新生儿脑电图技术标准; 指南九. 临床脑电图报告规范。其中指南一和指南二是

对临床脑电图技术操作最基本的要求, 指南三~八是在指南一的基础上, 对不同领域的脑电图技术操作提出的特殊要求。指南九是对临床脑电图报告的规范化要求。因此本指南系列既是一个整体, 各部分又具有相对独立性, 适用于所有开展临床常规脑电图 (Routine EEG, REEG) 和视频脑电图 (Video EEG, VEEG) 的科室和专业。但本指南不包括对便携式脑电图 (Ambulatory EEG, AEEG) 监测的技术操作要求, 这是因为现在对门诊或家庭长程 AEEG 的全程管理尚缺乏统一标准, 而且从移动医疗的角度考虑, 某些 AEEG 的方法可能超出了诊断范畴。

由于当前数字化脑电图已全面取代了以往的模拟 (走纸) 脑电图, 因此本指南的所有内容均基于数字化脑电图的特点, 不再包含仅在模拟脑电图操作中使用的术语和要求, 如增益、纸速、阻尼、对导联变化和参数调整随时进行标记等内容。

## 编写及审稿成员 (排名不分先后)

蔡立新 陈佳 陈佳妮 陈静 陈述花 陈彦  
丁晶 高在芬 管巧 韩洁 侯晓华 胡湘蜀  
胡越 黄远桂 贾晨露 江军 江文 金丽日  
李丽君 李莉萍 刘晓蓉 刘晓燕 刘永红 卢强  
门丽娜 牛仁山 彭镜 乔慧 任连坤 邵晓秋  
宋施委 王海祥 王江涛 王梦阳 王群 王爽 (F)  
王爽 吴立文 吴逊 杨方 杨露 杨志仙  
张冰清 周文静 周渊峰 朱国行



# 临床脑电图基本技术标准

中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会

以下推荐的临床脑电图基本技术标准是各种不同情况下临床脑电图技术操作的基础。本指南系列的以后各部分,包括儿童脑电图记录、视频脑电图监测(Video EEG, VEEG)、癫痫外科和癫痫监测单元的VEEG监测、重症监护病房(ICU)和新生儿的床旁VEEG监测,首先均应符合以下技术操作的基本标准,除非有特殊要求。

## 1 临床脑电图检查的设备和环境要求

### 1.1 脑电图仪

现在均使用数字化脑电图仪,仪器各项指标应符合国际标准并通过国内上市标准。考虑到常规10-20系统需要19~21个记录电极,以及额外的脑电记录电极(如下颞区电极)、心电图、肌电图、眼动图等多导生理记录的需要,常规头皮脑电图使用的仪器至少需要32个或更多通道的放大器。10-10电极系统和颅内脑电记录需要128通道或更多通道的放大器。放大器的主要参数要求见表1-1。

### 1.2 电极

**1.2.1 头皮脑电图电极** 推荐使用银-氯化银或不锈钢材质的盘状电极,以导电膏、医用胶纸和弹力帽固定。仅在成人短时间清醒期记录可使用桥式电极。颅内脑电图一般使用不锈钢电极。银电极因有组织毒性,不适用于颅内电极记录。如同时需要进行磁共振检查,需要使用无磁性的铂铱电极。实践证明增加下颞区表面电极记录与深部蝶骨电极记录效果相似,且可避免对患者造成不适,因此目前针刺蝶骨电极的应用趋于减少。头皮针电极仅在昏迷或脑死亡患者非常紧急且非常必要进行脑电图记录时可短时应用,其他情况下均不推荐应用。电极须保持清洁,对疑诊或确诊为传染性疾病(如病毒性肝炎、克雅氏病、获得性免疫缺陷综合征等)患者,记录后应对电极进行有效消毒,或选择一次性电极,以避免医源性感染。

**1.2.2 多导生理记录电极** 多导生理记录的电极

(传感器)及默认参数设置见表1-2,可根据需要选择使用。

### 1.3 闪光刺激器

用于头皮脑电图记录的设备均应配备闪光刺激器,具体要求见指南二。

### 1.4 检查环境和电路系统

脑电图室应尽量远离影像科、理疗科、电梯间等有大功率电源干扰的环境,否则需要做特殊屏蔽。脑电图机应有专用电源,避免与其他电路共用电源,以减少电源干扰。脑电图室应有深埋于地下3米的专用地线,周围用木炭或石灰填埋。如患者身体同时连接多种医疗电子设备,应共用地线单点接地,这在ICU或手术室内记录时尤其要注意,以保证患者安全并减少记录干扰。

### 1.5 网络系统和数据库

推荐建立脑电图检查资料的数据库,这在有一定规模的脑电图室或癫痫中心非常必要。在有多台脑电图仪时推荐建立局域网并配备足够存储容量的服务器,实现检查资料的共存共享。要确保数据库存储介质使用的长期性、安全性和读取检索的方便性。在存储介质方面,磁带或光盘储存不利于读取和检索,推荐更新升级。脑电图数据库可接入医院的医疗内网系统,便于医生在门诊、病房等多处终端调阅。

## 2 常规脑电图操作技术要求

### 2.1 常规脑电图的定义

常规脑电图的定义是短程脑电图检查(不论有或没有同步视频监测),记录时间不少于30 min,可根据需要适当延长记录时间。患者无需住院观察。

### 2.2 患者准备

进行常规清醒脑电图记录前,应嘱咐患者睡眠充足(避免记录中困倦),避免空腹(防止血糖降低对脑电活动的影响),洗头(不用发蜡等影响电极阻抗的油质护发用品)。技术人员应了解患者的相关病情和检查目的,并应了解是否有过度换气等诱发试验的禁忌症(见指南二)。如果需要记录睡眠期脑电图,患者应在检查当日凌晨3~5时起床,必

要时服用水合氯醛诱导睡眠。正在服用抗癫痫发作药物 (Anti-seizure medication, ASM) 的癫痫患者在检查前不应停药。如果出于特殊诊断目的 (如鉴别发作类型或了解发作起源) 需要减停 ASM, 或需要进行某种有风险的诱发试验, 则应安排患者住院进行长程 VEEG 监测 (见指南四和指南五)。

### 2.3 患者基本信息

应记录与脑电图检查相关的各项患者信息, 包括患者的人口学信息、医疗代码、诊断和治疗信息、脑电图检查项目及患者意识状态等。癫痫患者应记录最后一次发作的时间 (见指南九)。

### 2.4 记录时间

不论是什么检查目的, 常规清醒期脑电图检查至少需要有 20 min 的无伪差记录 (包括睁-闭眼试验)。在没有禁忌证的患者, 过度换气和闪光刺激是常规的诱发试验 (见指南二), 而且需要额外增加记录时间。如果需要记录睡眠期脑电图, 应在清醒期记录后额外延长睡眠记录时间。仅有睡眠期脑电图不能取代对清醒期脑电图检查的目的以及对背景活动的判断。对于癫痫的诊断和鉴别诊断, 仅记录短程清醒期脑电图通常是不够的, 因此推荐进行长程 VEEG 监测 (见指南四)。

### 2.5 仪器校准

每次脑电图记录前应应对所有通道进行校准测试, 包括仪器校准 (方波校准) 和生物校准 (所有放大器通道连接同一导联组合, 最好是参考导联), 以确认所有通道对校准信号做出同等而准确的响应。

### 2.6 阻抗测试

安放电极后应测试每个电极与头皮之间的阻抗, 要求在 100 ~ 5000 Ω 之间。阻抗过高可产生各种干扰, 阻抗过低则应注意“盐桥”效应。同时需要特别注意各电极间的阻抗平衡, 阻抗差别过大会

因电极间的电压差而产生微弱电流, 造成干扰伪差。在记录过程中应随时注意记录质量, 如出现由电极因素引起的伪差, 应及时进行检查和修理。其他原因的伪差应找出来源并尽可能消除。

### 2.7 仪器参数调整

在脑电图记录过程中和回放分析时, 应根据情况对以下参数进行适当调整, 以期获得最佳记录效果和更准确的分析结果。在阅图时是否能有针对性地进行参数调整反映了阅图者对脑电图的理解和操作水平。

**2.7.1 灵敏度调整** 数字化脑电图的灵敏度 (sensitivity) 为输入电压 (μV) 与输出波形垂直距离 (mm) 的比值, 以 μV/mm 表示, 在不同尺寸的显示屏上则根据时间和高度标尺反映其缩放比例。成人因背景活动波幅较低, 一般用 7 μV/mm 或 10 μV/mm; 儿童波幅较高, 可选用 10 μV/mm 或 20 μV/mm。灵敏度降低可使低幅活动无法显示, 过高则不利于准确识别波形和部位, 阅图时应根据情况随时对灵敏度适当调整。

**2.7.2 带宽滤波调整** 数字化脑电图放大器的滤波分为两级。一级滤波由放大器本身的带宽特性决定 (硬件滤波)。在放大器最高采样率 (如 2 000 Hz) 的限度内, 可以根据需要设定适当的采样率, 所设

表 1-1 临床脑电图仪放大器的主要参数要求

低频滤波	≤ 0.53 Hz
高频滤波	≥ 70 Hz
噪声水平	< 1 μVrms
输入阻抗	≥ 1 MΩ
共模抑制比	≥ 60 dB
采样频率	≥ 500 Hz (颅内记录 ≥ 1 000 Hz)
动态范围	≥ 40 dB

表 1-2 脑电图及多导生理记录的电极和默认参数设置

生理记录	电极或传感器	灵敏度** (μV/mm)	高频滤波** (Hz)	低频滤波** (Hz)
脑电图 (EEG)	盘状电极	7 ~ 10	70	0.5
心电图 (ECG)	盘状电极	200 ~ 300	70	0.5
肌电图 (EMG)*	盘状电极	7	120	15
眼动图 (EOG)*	盘状电极	7	35	0.5
呼吸 (Res)*	压力型: 压电晶体形变传感器 (胸部)	可调	15	0.1
	气流型: 电热耦或热敏电阻 (鼻或口)	可调	15	0.1
体动*	压电晶体形变传感器 (肢体)	可调	70	1.5
经皮 O <sub>2</sub> 饱和度 (SaO <sub>2</sub> )*	专用传感器	直流 (DC) 放大器同步记录		

\*可根据需要增加的项目; \*\*可根据需要调整参数。

采样率决定了高频滤波 (High-frequency filters, HF) 的上限。高频滤波也称低通滤波 (low-pass filters), 其最高值不超过采样率的 1/4, 如采样率设定为 500 Hz, 则 HF 最高为 120Hz。低频滤波 (Low-frequency filters, LF) 也称高通滤波 (high-pass filters), 也可用时间常数 (Time constant, TC) 表示。TC (s) 和 LF (Hz) 的换算数值见表 1-3。二级滤波是用户可以调整的软件滤波, 一般头皮脑电图默认的带宽是 0.5 Hz ~ 70 Hz。在分析脑电图时可根据不同情况或不同目的临时调整带宽滤波。例如降低 HF 可减少高频干扰信号, 提高 HF 可观察  $\gamma$  频段或更高频率的脑电活动; 提高 LF 可衰减呼吸或出汗导致的缓慢基线漂移, 降低 LF 便于观察癫痫发作起始期的缓慢去极化漂移。但要注意过度滤波会导致脑波失真, 因此在分析特定频段脑波后要及时恢复默认带宽阅图。

**2.7.3 陷波滤波 (notch filters)** 也称为交流滤波 (AC filter), 目的是选择性衰减交流电干扰。国内一般使用 50 Hz 交流电, 因此陷波滤波应设定为 50 Hz。由于陷波滤波会使高频部分的快波 (包括棘波) 失真或衰减, 因此只有在交流电干扰不能通过其他方法消除时才开启陷波滤波。

**2.7.4 时间分辨率调整** 数字化脑电图仪的时间分辨率可通过改变每屏 (或每页) 显示的时间长度来设定。常规脑电图记录建议使用 A4 纸 10 s/页打印; 显示器屏幕为 4 : 3 时每屏显示 10 s (如为 16 : 9 的宽屏显示器每屏可显示 15 s)。如降低至每屏显示 5 s、2 s 或 1 s 可提高时间分辨率, 用于分析测量高频快波节律; 而每屏显示 20 s、30 s 及至 60 s 可降低 (压缩) 时间分辨率, 用于分析较长时段内脑电活动的变化趋势 (如暴发-抑制或长周期性波)。由于显示器有不同的大小和长宽比, 脑波应以实际测量的结果为准。在屏幕显示和打印图上应显示软件自带的标尺。

**2.8 记录中的观察和操作**

在常规脑电图记录中, 技术人员应在旁随时注意患者的意识水平 (清醒、思睡、睡眠等) 及其他任何变化, 并在记录或分析过程中予以标注。标注的术语应明确, 使其他阅图者在理解上不产生歧义 (如仅标注 “S”, 其他人可能理解为 “sleep” 或 “seizure”)。常用术语应在分析软件中统一设定。如患者在记录过程中出现发作, 应在充分保护患者安全的前提下, 继续进行脑电图记录直至发作结束后, 并注意观察患者的发作症状 (意识状态、对外界的反应、异常运动症状等), 以便获得重要

表 1-3 时间常数与低频滤波的换算

时间常数 (s)	低频率波 (Hz)
0.001	160
0.003	53
0.03	5.3
0.1	1.6
0.3	0.53
0.6	0.27
1.0	0.16
2.0	0.08
5.0	0.032
10	0.016

的诊断信息。出现癫痫持续状态或其他严重情况时, 应及时通知相关医生到场进行处置。

**2.9 数据分析和储存**

脑电图记录完成后, 应由脑电图专业技师进行阅图分析和书写报告, 并由有资质的脑电图医师复核签发报告。对于记录期间出现的癫痫发作、癫痫持续状态, 以及其他重要的临床事件, 脑电图医师应分析原始记录资料以确定诊断。分析后的脑电图数据应进行存储归档。

**3 电极位置及命名**

**3.1 国际脑电图电极系统**

脑电图记录电极标准化位置的基本原则是左右对称, 距离等比例, 覆盖大脑半球凸面的主要解剖部位, 建立普遍一致并可重复对比的电极位置系统。国际临床神经生理学联合会 (International federation of clinical neurophysiology, IFCN) 于 1958 年制定的国际 10-20 电极系统至今仍然是应用最为广泛的标准电极位置 (图 1-1)。随着数字化多通道脑电图仪器的出现, 高密度电极记录可以提高脑电图的空间分辨率, 并可对头皮脑电信号进行溯源分析。在此基础上, 又出现了 10-10 系统 (图 1-2) 和一些附加电极位置的改良方案 (图 1-3)。

**3.2 电极位置的基本命名原则**

每个电极位置均由字母和数字组成, 字母是该电极所对应脑叶或脑区英文单词的首字母大写 (Fp-额极、F-额、T-颞、C-中央、P-顶、O-枕), 中线电极在大写字母后加 z (如 Fz、Cz、Pz、Oz)。如并列两个大写字母则表示涉及两个脑区的交界, 如 FC (额中央)、CP (中央顶)、TP (颞顶) 等。

除颞区 (T) 外, 每一条冠状线上电极 (相当于

横联)的字母相同,即基本位于同一解剖区域,如10-20系统的C3-Cz-C4(中央区),或10-10系统的F9-F7-F5-F3-F1-Fz-F2-F4-F6-F8-F10(额区)。

除颞区(T)外,每一条矢状线上电极(相当于纵联)的数字相同,左侧单数,右侧双数。如10-20系统的F3-C3-P3,或10-10系统的Fp2-F2-FC2-C2-CP2-P2-O2等。

### 3.3 电极系统

**3.3.1 国际10-20系统** 10-20系统中的T3/T4和T5/T6在10-10系统中分别改为T7/T8和P7/P8,使之符合上述电极命名规则。但在10-20系统中仍可以继续使用T3/T4和T5/T6的命名。

**3.3.2 国际10-10系统** 10-10系统中的某些电极(FT7/FT8, FT9/FT10, T9/T10)对诊断颞叶内侧和底部癫痫特别有帮助,其中FT9/FT10电极位置非常接近T1/T2的位置。同时有研究表明,对于颞叶内侧癫痫,无创性下颞电极可以和蝶骨电极(Pg1/Pg2)一样有效检测到发作间期和发作期癫痫样放电,而且操作简单无创,可以取代蝶骨电极记录。在使用10-10电极系统时,应注意当P与6或更小的数字组合代表顶叶,如果P与7或更大的数字组合则代表后颞区。

**3.3.3 改良的10-20系统** 有些癫痫样活动来自颞叶前部或底部(如伴海马硬化的颞叶内侧癫痫等),但标准10-20系统的电极并不覆盖这些部位。为此IFCN于2017年提出改良的电极安放方法,即在10-20系统基础上,左右下颞区各增加3个电极,即F9/F10(T9/T10之前20%,比F7/F8低10%),T9/T10(比T7/T8低10%),和P9/P10(T9/T10之后20%,比P7/P8低10%),统称为下颞电极。改良的10-20系统共计有25个脑电记录电极(图1-3)。电极命名原则与10-10系统一致。

### 3.4 电极安放

首先应使用软尺测量重要坐标点连线(眉弓中点-枕骨粗隆连线、双侧外耳道连线、颅顶正中交叉点)的距离参数,并根据这些坐标点准确测量每个电极的位置。如不测量,仅能称之为近似10-20系统。

### 3.5 不同电极系统的临床应用

**3.5.1 常规脑电图** 对于常规脑电图,10-20电极系统对大多数患者已经足够,同时也兼顾了操作时间、精力和成本方面。对于癫痫的诊断和鉴别诊断,在多数情况下10-20系统的VEEG监测也能满足诊断要求。

**3.5.2 癫痫外科或癫痫监测单元** 对于开展癫痫外科的癫痫中心或癫痫监测单元,推荐所有患者均使

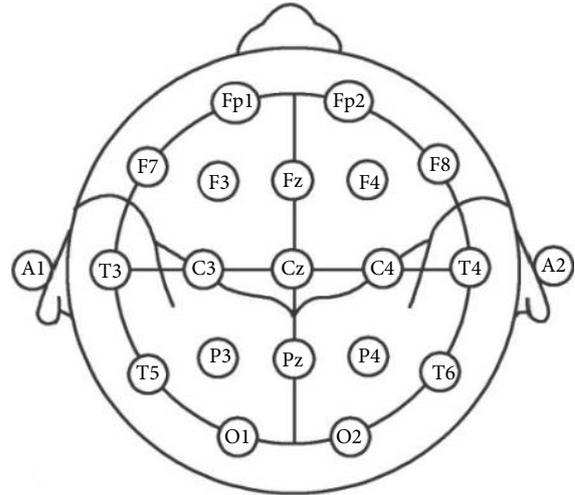


图 1-1 国际 10-20 系统电极位置

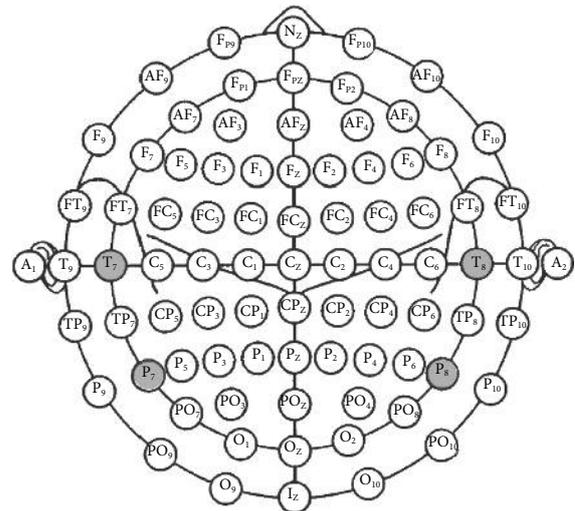


图 1-2 国际 10-10 系统电极位置

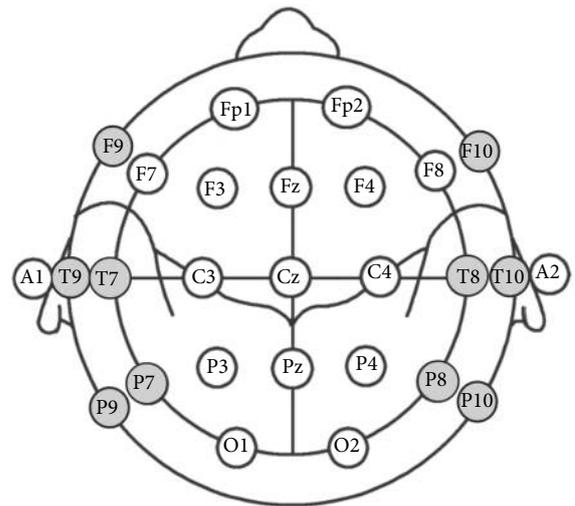


图 1-3 IFCN 推荐的改良 10-20 系统 (双侧各增加 3 个下颞电极,一共 25 个记录电极)

用改良的 10-20 系统,即增加下颞电极(或增加蝶骨电极和 T1/T2 电极),提高局部放电的检出率,协助局灶性癫痫的定位诊断。

**3.5.3 高密度 10-10 电极系统** 高密度的 10-10 电极系统具有更高的空间分辨率,可提供更精确的定位信息。但 10-10 系统共有 80 多个电极位点,需要高通道的脑电图仪。高密度电极通常用于溯源定位或电源成像研究。局灶性癫痫的术前评估也可使用 10-10 电极系统,但通常并不需要放置所有的位点,可根据怀疑的致痫区选择局部加密电极,例如在怀疑为额叶内侧面癫痫时可增加 10-10 系统中的某些电极(FC1/FC2、FCz、C1/C2、CP1/CP2 和 CPz),怀疑为颞叶癫痫时可增加下颞电极(FT7/FT8, FT9/FT10, T9/T10)。

## 4 导联组合 (montage)

数字化脑电图理论上可以任意形成各种导联组合方式,但实际上并不需要如此繁多的导联组合,同时有必要制定常规脑电图检查的标准导联组合,以便更好的反映脑电活动的特征,并有助于不同脑电图室之间的交流。本指南推荐的是以 10-20 系统和改良 10-20 系统为基础的基本导联组合方式,在临床实际工作中可根据患者的具体情况增加必要的导联组合。此处推荐的导联组合不适用新生儿脑电图、全夜多导睡眠图、脑死亡评估等特殊情况。

### 4.1 导联组合的设计和使用的原则

使用国际 10-20 系统中的全部 21 个电极(包括耳电极),必要时增加下颞电极。导联组合设计应尽可能简单,易于理解记忆和方便定位分析。数字化脑电图记录时采用耳电极为参考。阅图时每一份脑电图分析至少应使用参考导联和纵向双极导联显示,并可根据需要使用更多样的导联方式。阅图时参考电极一般选择平均参考(AV),也可根据情况选择耳电极(A1/A2)参考、SD 导联或 Cz 参考。

### 4.2 多导生理记录

应有单独的通道同步记录心电图,以帮助识别心电伪差、脉搏伪差以及观察心率变化。并根据需要设置其他非脑记录通道(如肌电图、眼动图等)。肌电图应将一对盘状电极放置在所要记录的肌肉表面互为参考,而不能以脑电图的参考点作为参考,否则会引起心电伪差。对于癫痫外科或癫痫监测单元,同步心电图和肌电图记录是必须的;对于 ICU 和新生儿患者,还应增加其他生理记录(见指南七和指南八)。

### 4.3 参考导联法

又称单极导联,记录电极连接放大器的 G1 输入端,参考电极连接 G2 输入端。理论上参考电极应接近零电位,可显示每个记录电极的实际波形、波幅和位相。但参考电极活化是普遍存在的现象,这是在选择参考方式时需要时刻注意的问题。

**4.3.1 耳电极参考** 耳电极(A1/A2, 或 A1+A2)在过去是最常用的参考位点,有时也可用乳突(M1/M2)取代耳电极参考。其优点是波形易于识别,但最大的问题是耳电极普遍受颞区脑波活化而导致波形失真。所以数字化脑电图尽管推荐以耳电极为参考进行记录,但在回放分析脑电图时建议采用其他适当的参考方式。在可能存在颞区异常电活动时(如颞叶癫痫)尤其不推荐耳电极参考。耳电极参考仅在判断标志性睡眠波(如顶尖波、K-综合波)时比其他参考方式更准确。

**4.3.2 平均参考(AV)** 是数字化脑电图分析常用的参考方式,但也存在被活化的问题。因为 Fp1/Fp2 经常有瞬目伪差, Cz 在睡眠期有高波幅顶尖波,所以不推荐这些位点参与平均参考,以避免受到局部超高电位的活化。

**4.3.3 源推导法(Source derivation, SD)** 也称 Laplacian 导联法,是每个记录电极以其周边所有记录电极的加权平均电位做参考,可以避免受到远隔电位的影响,从而使局部异常电位更突出,特别适用于显示局灶性异常。但不是所有的商用脑电图仪都设有 SD 导联法。

**4.3.4 Cz 参考** Cz 本身是位于颅顶的记录电极,大多数情况下不适合作为参考电极,因为其本身的电位必然会导致其他各部位脑波的严重畸变。只有下颞区电极或蝶骨电极可以用 Cz 作为参考电极,因为 Cz 很少被下颞区脑波活化,但这种导联组合本质上应属于双极导联。

### 4.4 双极导联法

双极导联所显示的是两个记录电极之间的电位差,其波形、波幅和位相由两点电位之间的距离和相互作用所决定。在双极导联法中,当一对位相倒置的波形具有一个公共电极且该电极进入两个相邻放大器的不同输入端时,则可作为波形定位的依据。双极导联对分析有明显极性改变的波形(如棘波、尖波)特别有用。双极导联的电极最好采用连续链式连接(如纵联、横联或环联),电极间距应均等。

### 4.5 导联排列

导联组合应遵循从前向后,先左后右的顺序排



列。以下所列的 14 种导联组合和排列方式基本涵盖了各种情况下的需求(粗体字可作为导联命名),推荐各脑电图室将所有这些导联方式均编排在所使用的仪器内,这样既可以根据所分析的脑电图特点灵活选用适当的导联方式,又方便在不同脑电图室之间相互交流。阅图时应采用多种参考导联和双极导联显示以互相验证,避免从始至终仅使用一种导联组合阅图。表中的参考电位包括同侧耳电极、AV 和 SD(有些仪器没有 SD),这 2~3 种参考导联组合应分别编排。Cz 仅作为下颞区电极的参考。在怀疑颞叶癫痫、额叶癫痫及癫痫外科手术前评估的 VEEG 时,应常规增加下颞区电极,也可

表 1-4 局部参考(分别为耳电极、AV、SD)

导联序号	导联组合	脑区
1	Fp1-参考	旁中线区
2	Fp2-参考	
3	F3-参考	
4	F4-参考	
5	C3-参考	
6	C4-参考	
7	P3-参考	
8	P4-参考	
9	O1-参考	
10	O2-参考	
11	F7-参考	颞区
12	F8-参考	
13	T3-参考	
14	T4-参考	
15	T5-参考	
16	T6-参考	
17	F9-参考	下颞区
18	F10-参考	
19	T9-参考	
20	T10-参考	
21	P9-参考	
22	P10-参考	
23	Fz-参考	中线区
24	Cz-参考	
25	Pz-参考	
26	ECG	其他生理记录
27	EMG-L	
28	EMG-R	

使用蝶骨电极和 T1/T2 作为下颞区电极,其他情况下可酌情省略。

**4.5.1 对比左右局部变化** 推荐使用**局部参考**导联组合(表 1-4)和**局部双极**导联组合(表 1-5)。由于在排列上左右镜像部位的导联相邻,适用于显示局限于 1~2 个电极的异常波,便于与对侧镜像部位的对比,如 T3 与 T4 相邻,两点更容易对比。

**4.5.2 对比左右脑区变化** 推荐使用**脑区参考**导联组合(表 1-6)和**脑区双极**导联组合(表 1-7),适用于显示一侧较大范围的异常电活动,如左右侧旁中线区对比,或左右颞区对比。

**4.5.3 对比左右半球变化** 推荐使用**半球参考**导联组合(表 1-8)和**半球双极**导联组合(表 1-9),适用于显示一侧大范围或一侧半球的广泛异常活动。

**4.5.4 双极横联** 见表 1-10,适用于显示前头部、

表 1-5 局部双极

导联序号	导联组合	脑区
1	Fp1-F3	旁中线区
2	Fp2-F4	
3	F3-C3	
4	F4-C4	
5	C3-P3	
6	C4-P4	
7	P3-O1	
8	P4-O2	
9	Fp1-F7	颞区
10	Fp2-F8	
11	F7-T3	
12	F8-T4	
13	T3-T5	
14	T4-T6	
15	T5-O1	
16	T6-O2	
17	F9-T9	下颞区
18	F10-T10	
19	T9-P9	
20	T10-P10	
21	Fz-Cz	中线区
22	Cz-Pz	
23	ECG	其他生理记录
24	EMG-L	
25	EMG-R	

中央-中颞区或后头部异常。

4.5.5 双极环联 见表 1-11, 适用于显示额极

(Fp1-Fp2) 或枕区 (O1-O2) 棘波的位相倒置。

表 1-6 脑区参考 (分别为耳电极、AV、SD)

导联序号	导联组合	脑区
1	Fp1-参考	左旁中线区
2	F3-参考	
3	C3-参考	
4	P3-参考	
5	O1-参考	
6	Fp2-参考	右旁中线区
7	F4-参考	
8	C4-参考	
9	P4-参考	
10	O2-参考	
11	F7-参考	左颞区
12	T3-参考	
13	T5-参考	
14	F8-参考	右颞区
15	T4-参考	
16	T6-参考	
17	F9-参考	
18	T9-参考	左下颞区
19	P9-参考	
20	F10-参考	
21	T10-参考	右下颞区
22	P10-参考	
23	Fz-参考	
24	Cz-参考	中线区
25	Pz-参考	
26	ECG	
27	EMG-L	其他生理记录
28	EMG-R	

表 1-7 脑区双极

导联序号	导联组合	脑区
1	Fp1-F3	左旁中线区
2	F3-C3	
3	C3-P3	
4	P3-O1	
5	Fp2-F4	右旁中线区
6	F4-C4	
7	C4-P4	
8	P4-O2	
9	Fp1-F7	左颞区
10	F7-T3	
11	T3-T5	
12	T5-O1	
13	Fp2-F8	右颞区
14	F8-T4	
15	T4-T6	
16	T6-O2	
17	F9-T9	左下颞区
18	T9-P9	
19	F10-T10	右下颞区
20	T10-P10	
21	Fz-Cz	中线区
22	Cz-Pz	
23	ECG	其他生理记录
24	EMG-L	
25	EMG-R	

表 1-8 半球参考 (分别为耳电极、AV、SD)

导联序号	导联组合	脑区
1	F9-参考	左下颞区
2	T9-参考	
3	P9-参考	
4	F7-参考	左颞区
5	T3-参考	
6	T5-参考	
7	Fp1-参考	左旁中线区
8	F3-参考	
9	C3-参考	
10	P3-参考	
11	O1-参考	中线区
12	Fz-参考	
13	Cz-参考	
14	Pz-参考	
15	Fp2-参考	右旁中线区
16	F4-参考	
17	C4-参考	
18	P4-参考	
19	O2-参考	右颞区
20	F8-参考	
21	T4-参考	
22	T6-参考	右下颞区
23	F10-参考	
24	T10-参考	
25	P10-参考	其他生理记录
26	ECG	
27	EMG-L	
28	EMG-R	

表 1-9 半球双极

导联编号	导联组合	脑区
1	F9-T9	左下颞区
2	T9-P9	
3	Fp1-F7	左颞区
4	F7-T3	
5	T3-T5	
6	T5-O1	左旁中线区
7	Fp1-F3	
8	F3-C3	
9	C3-P3	
10	P3-O1	中线区
11	Fz-Cz	
12	Cz-Pz	右旁中线区
13	Fp2-F4	
14	F4-C4	
15	C4-P4	
16	P4-O2	右颞区
17	Fp2-F8	
18	F8-T4	
19	T4-T6	右下颞区
20	T6-O2	
21	F10-T10	其他生理记录
22	T10-P10	
23	ECG	其他生理记录
24	EMG-L	
25	EMG-R	

表 1-10 横联

导联序号	导联组合	脑区
1	F7-Fp1	前颞-额极
2	Fp1-Fp2	
3	Fp2-F8	
4	F7-F3	前颞-额
5	F3-Fz	
6	Fz-F4	
7	F4-F8	
8	T3-C3	中颞-中央
9	C3-Cz	
10	Cz-C4	
11	C4-T4	后颞-顶
12	T5-P3	
13	P3-Pz	
14	Pz-P4	
15	P4-T6	后颞-枕
16	T5-O1	
17	O1-O2	
18	O2-T6	其他生理记录
19	ECG	
20	EMG-L	
21	EMG-R	

表 1-11 环联

导联序号	导联组合	脑区
1	F7-Fp1	外环
2	Fp1-Fp2	
3	Fp2-F8	
4	F8-T4	
5	T4-T6	
6	T6-O2	
7	O2-O1	
8	O1-T5	
9	T5-T3	
10	T3-F7	
11	F3-Fz	内环
12	Fz-F4	
13	F4-C4	
14	C4-P4	
15	P4-Pz	
16	Pz-P3	
17	P3-C3	
18	C3-F3	
19	ECG	其他生理记录
20	EMG-L	
21	EMG-R	

注：以上表 1-4 至表 1-11 中的斜体字均为下颞区电极，在常规脑电图或普通视频脑电图记录时可关闭这些导联，但在怀疑颞叶癫痫或在癫痫外科手术前评估时应增加下颞区记录

## • 专家指南 (二) •

# 脑电图诱发试验技术标准

中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会

脑电图诱发试验的目的是诱发异常脑电活动,尤其是癫痫样异常,以提高脑电图检出阳性率。对于有合作能力且无禁忌症的成人和儿童,睁-闭眼试验、过度换气和间断闪光刺激是各类头皮脑电图检查的常规项目,每次检查时均不应省略。其它诱发试验包括直立伸臂试验、惊吓刺激、躯体感觉或本体感觉刺激等诱发试验,则根据患者具体情况选择性使用。

## 1 睁-闭眼试验 (Open-close eyes test)

### 1.1 操作方法

试验在清醒状态下进行,令患者闭眼放松保持 10 s,然后睁眼 3~5 s,然后再闭眼 10 s,如此重复 2~3 次,观察枕区节律的反应。对于不能合作的婴幼儿,可由家长用手捂住患儿眼睛,达到闭眼的效果。

### 1.2 眼状态敏感的测试

某些癫痫样放电与眼状态相关,可通过睁-闭眼试验确认。

**1.2.1 合眼敏感 (Eye closure sensitivity)** 如果在闭眼后 5 s 内出现持续 < 3 s 的阵发性癫痫样放电 (多为广泛性放电),经反复数次测试确定放电与闭眼相关,但在持续闭眼状态下放电不能长时间维持,称为合眼敏感,有时短暂的瞬目也可诱发阵发性放电。合眼敏感常见于特发性全面性癫痫。

### 1.2.2 失对焦敏感 (Fixation-off sensitivity, FOS)

在视野范围内没有可以聚焦的物象称为失对焦状态,例如在完全黑暗的房间内,或睁眼近距离全视野注视一张白纸等,闭眼状态也是失对焦状态。保持闭眼是造成失对焦状态最简单的方法。如闭眼后出现持续癫痫样放电或放电明显增多 (多为枕区放电),直至睁眼后放电才减少或消失,则为失对焦敏感,此时可延长闭眼时间并反复进行睁-闭眼测试,确认放电与持续闭眼相关。失对焦敏感多见于枕叶癫痫。

## 2 过度换气试验 (Hyperventilation test, HV)

### 2.1 禁忌证

在进行过度换气试验前,应询问患者相关病史。有急性脑卒中、大血管严重狭窄、TIA、已确诊的烟雾病 (Moyamoya 病)、严重心肺疾病、镰状细胞病、高血压及临床情况危重患者禁忌进行过度换气试验。

### 2.2 操作方法

过度换气试验应在完成睁-闭眼试验后,睡眠脑电图记录前进行。患者应保持坐位或站立位,尽量避免采取卧位,否则难以观察到诱发的轻微失张力发作。试验前应向患者说明过度换气的方法以取得配合。首先进行至少 1 min 的平稳基础脑电图记录,测试时嘱患者保持闭目状态连续进行 3 min 深度呼吸,呼吸频率在 20~25 次/min,换气量为正常呼吸的 5~6 倍。如患者不能很好掌握呼吸节奏,可令其跟随节拍器做深呼吸。对配合程度较差的患儿,可通过引导其吹纸风车或纸条达到过度换气目的。

对于高度怀疑典型失神发作的患者,如过度换气 3 min 未获得阳性结果,可将时间延长至 5 min,或休息 10 min 后再重复一次 3 min 的过度换气。

在过度换气结束后应继续记录至少 3 min 闭目状态脑电图,以观察恢复情况,如在 3 min 后异常脑电活动 (包括背景活动) 仍未恢复,应继续记录至恢复到过度换气前的基础水平为止。脑电图恢复后才能再实施其它诱发试验。

如在过度换气过程中出现癫痫发作,应在保证患者安全的前提下继续进行脑电图记录,之后不再继续诱发试验。

## 3 间断闪光刺激试验 (Intermittent photic stimulation, IPS)

间断闪光刺激 (IPS) 程序在各脑电图室不尽相同,本指南参考欧洲神经电生理协会的方案,推荐以下刺激方法和程序。

### 3.1 测试前准备

测试前应了解患者的相关信息,包括年龄(青少年为光敏感的高发年龄),癫痫类型(特发性全面性癫痫、进行性肌阵挛癫痫或 Dravet 综合征等容易发生光敏感),患者或家族成员是否有光敏感或癫痫病史等。如果患者既往有可疑或明确的光敏感发作,测试需征得患者或家属的同意和理解。脑电图室应备有癫痫持续状态的急救药品,以便在出现严重发作时应用。由于光敏感现象可能仅在某些特定的年龄段出现,因此每次脑电图检查均应常规进行 IPS,即使以前的检查是阳性或阴性结果。

### 3.2 测试方法

闪光刺激试验应在较暗的环境下进行,房间背景光以可以观察到患者情况的亮度为宜。应在过度换气试验结束至少 3 min 以后开始。如需记录睡眠脑电图,最好在睡醒后再进行测试。被试者应在清醒状态下接受测试,最好取坐位。闪光刺激器推荐为圆形闪光灯,弥散性白炽光,闪光灯前罩没有图形或格栅(避免产生图形诱发效果),闪光强度为 1 焦耳,闪光灯与患者鼻根的距离为 30cm。与长方形闪光灯相比,圆形闪光灯可对整个视网膜产生更均匀的刺激。

### 3.3 刺激程序

首先进行刺激频率递增序列:1、2、4、6、8、10、12、14、16、18、20 Hz; 然后进行递减序列:60、50、40、30、25 Hz。每个频率刺激持续 10 s,间隔至少 7 s。如在递增序列的某一刺激频率(如 14 Hz)诱发出癫痫样放电,则停止递增刺激,转而开始递减刺激。如在递减刺激的某一频率(如 30 Hz)诱发出癫痫样放电,则终止试验,并判断其光敏感的频率范围在 14~30 Hz 之间。如诱发出癫痫发作,则停止所有刺激程序。

### 3.4 不同眼状态下的刺激

推荐在 3 种不同眼状态下(睁眼、闭眼、合眼)分别进行以上序列的间断闪光刺激,以提高阳性率并避免假阴性结果。如难以完成 3 种状态的刺激试验,可只进行闭眼刺激。对于不太合作的低龄儿童,可以只进行睁眼刺激。

**3.4.1 睁眼刺激** 睁眼 5 s 后开始刺激,令被试者在刺激全程中保持睁眼状态并注视刺激器的中心点。

**3.4.2 闭眼刺激** 在闭眼 5 s 后开始刺激,令被试者全程保持闭眼状态。

**3.4.3 合眼刺激** 被试者在每次刺激开始的同时闭眼,至刺激结束后即刻睁眼,直至下一次刺激开始时再闭眼,刺激结束后睁眼,如此反复。

### 3.5 其他视觉刺激

对电视或游戏敏感,或对特殊图形敏感的患者可以选择黑白条纹、棋盘格或红色滤片等进行刺激,以提高检查阳性率。

## 4 直立伸臂试验

### 4.1 适应证

直立伸臂试验的主要目的是发现和诊断癫痫性负性肌阵挛,该发作类型主要见于学龄前至学龄早期的癫痫儿童,脑电图记录有大量中央-中颞区(Rolandic 区)棘慢复合波,特别是在清醒期也有较多放电,伴或不伴肢体抖动或跌倒,睡眠期常表现为 ESES。负性肌阵挛有时会被患儿或家长忽略,同时其发作期放电与发作间期放电模式相似,单纯脑电图记录难以发现这种发作症状。因此推荐对这类患儿在脑电图记录时均应进行直立伸臂试验,以免遗漏诊断。此外,对怀疑为进行性肌阵挛癫痫(Progressive myoclonic epilepsies, PME)的患者,也应进行直立伸臂试验,以鉴别癫痫性肌阵挛和非癫痫性肌阵挛或震颤。

### 4.2 测试方法

应在 VEEG 监测下进行测试。要确保双侧三角肌和股四头肌的表面肌电图记录质量良好,肌电图的带宽设置为 53 Hz~120 Hz。测试时令患者站立位(便于观察轻微短暂的下肢失张力),双上肢前伸平举,手心向下(使肌电图保持维持张力的稳定肌电活动,并易于发现负性肌阵挛的短暂肌电静息,临床则易于观察到上肢轻微短暂的失张力下垂)。每次直立伸臂姿势保持数分钟直至患者不能坚持,休息数分钟后重复测试,反复至少 5 次。癫痫性负性肌阵挛在肌电图上表现为 50~400 ms 左右的短暂电静息,与脑电图的高波幅棘波有锁时关系。

## 5 惊吓刺激和其他刺激诱发

### 5.1 惊吓刺激

某些癫痫患者的发作可由突然的惊吓刺激诱发,临床常表现为肌阵挛或强直发作,少数继发双侧强直-阵挛发作。触发因素多为各种突然的意外刺激,如患者对刺激有心理准备时则不能诱发出发作。刺激类型多数为听觉刺激,少数为触觉或视觉刺激。

### 5.2 测试方法

推荐在 VEEG 监测下进行测试。清醒期在患者不注意的情况下给予突然的声音刺激(如敲打床栏杆),或触觉刺激(如拍打背部或头顶),或视觉刺激(将某种物品突然呈现在患者眼前),观察患



者的反应及脑电图改变,立位或坐位状态下更便于充分观察。由于惊吓性发作非常突然,动作幅度有时较大,应注意对患者的安全保护,并注意记录导线的长度是否满足检查需要。

### 5.3 其他诱发试验

少数患者由特殊的因素诱发癫痫发作,如看电

视、进食、阅读、弈棋等,而且多数并非在刺激后即刻诱发,可能需要较长时间的刺激状态才能诱发出放电或发作。应详细了解病史和诱发因素,进而在 VEEG 监测期间给予相应的较长时间的刺激,以观察临床和脑电图的改变。

# 儿童脑电图基本技术标准

中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会

儿科脑电图检查面对不同年龄段的儿童,包括小婴儿期(足月出生后4~8周)、婴幼儿期(~3岁)、学龄前期(~6岁)、学龄期(~12岁)和青少年期(~18岁)。指南一中的临床脑电图基本技术标准也适用于儿童脑电图检查,此处主要提出对小婴儿期和低龄儿童(婴幼儿期至学龄前期)脑电图检查的技术要求,但不包括新生儿。由于新生儿脑电图的特殊性,需要有特殊的技术要求。

## 1 低龄儿童(亦包括智力障碍的年长儿童)

### 1.1 检查准备

除重症患儿外,建议在检查期间有家长陪伴安抚,以最大限度获得患儿的合作。对必须进行床旁脑电图记录的重症患儿,技术人员在检查前应首先了解患儿的相关病情和记录过程中需注意的问题。

### 1.2 电极设置

国际10-20系统的21个电极能满足大多数临床需要,成人的标准导联设置同样适用于低龄儿童,不应减少电极数目。

### 1.3 电极安放

低龄儿童或智障患儿在脑电图记录过程中容易产生各种伪差,要特别注意电极的固定。推荐使用盘状电极,以导电膏、医用胶纸及弹力帽妥善固定电极。不推荐使用桥式电极,不应使用针电极。在整个检查过程中应注意观察电极位置和测试阻抗,随时对出现问题的电极进行调整,特别是对于非常不合作的儿童。

### 1.4 记录参数调整

低龄儿童的脑电活动电压大多高于年长儿和成人,可根据需要适当降低灵敏度(降至 $10\mu\text{V}/\text{mm}$ ,甚至 $20\mu\text{V}/\text{mm}$ ),但对低波幅快波活动仍应使用较高灵敏度显示(如 $7\mu\text{V}/\text{mm}$ )。在同一脑电图室或癫痫监测单元,儿童脑电图和其他生理参数的设置与成人相同。

### 1.5 睁-闭眼试验

应尽可能记录到足够的睁眼和闭眼时间。对3个月以上的婴儿,可采用被动闭眼方式(技术员或家长用手捂住患儿的眼睛),如同玩“躲猫猫”游戏一样,通常能够成功记录到后头部优势节律。

### 1.6 诱发试验

对于有合作能力且无禁忌症的儿童,推荐在记录开始时进行过度换气试验,记录结束前进行间断闪光刺激(IPS)试验,这样可以最大限度保证足够的自然睡眠。对高度怀疑典型失神发作或其他特发性全面性癫痫的患儿,如果过度换气未能诱发出阳性结果,进行第二次过度换气可能会提高阳性率,但需要充分考虑到患儿的耐受能力,且两次诱发试验应至少间隔10 min。1岁以上的儿童应常规进行IPS试验,至少应完成睁眼状态下的IPS。对于能够充分合作的儿童,推荐完成所有IPS程序(见指南二)。

### 1.7 记录时间

应尽可能获得从清醒期、困倦期、入睡到觉醒的连续记录,必要时可增加记录时间。应尽可能记录自然睡眠状态,必要时可进行睡眠剥夺。对于非常不合作或有行为异常的患儿可应用药物诱导睡眠。是否使用药物诱导睡眠由脑电图医师决定,但须考虑诱导睡眠的药物对脑电图记录的影响。

### 1.8 刺激试验

对于有意识障碍或脑电图模式恒定不变的患儿,应在监测结束前给以视觉、听觉或躯体感觉刺激,并在记录中予以实时标注,以观察脑电活动对刺激的反应。过早给予刺激可能中断正常睡眠周期,或因意外觉醒过程产生大量伪差影响阅图。

### 1.9 临床观察

在整个记录过程中,技术人员应持续观察患儿的状况,并在记录中标注。如出现疑似癫痫发作的事件或行为,进行VEEG监测更有助于明确诊断。

## 2 小婴儿(足月产后4~8周)

### 2.1 基本临床信息

小婴儿脑电图监测需获得患儿出生时胎龄



(Gestational age, GA)、出生后年龄和受孕龄 (Gestational age, CA), 以上各项均精确到周(见指南八)。这些信息对脑电图的判读非常重要, 因为一个胎龄 30 周的早产儿, 即使出生后年龄已到 2 月龄 (8 周), 其矫正胎龄也仅为 CA38 周, 刚刚达到足月新生儿出生时的水平。在脑电图检查前还应了解患儿的相关临床信息和当前用药情况。如患儿体温过低或处于低温治疗期, 应同时记录体温。

## 2.2 记录时间

小婴儿的脑电图检查应尽量安排在喂奶时, 安装电极后在开始记录前喂奶更容易入睡。避免使用镇静药物诱导睡眠。由于清醒期常有大量运动和其他生理性伪差, 导致脑电图判读困难, 因此对小婴儿主要是评估睡眠期脑电图。为此需要延长记录时间, 至少包括一个完整的睡眠周期, 20 ~ 30 min 的记录时间通常是不够的。如果未记录到明显的清醒-睡眠周期, 需要至少 60 min 的记录来证实脑电图模式始终无明显变化。长程 VEEG 监测能获得更完整的信息。

## 2.3 电极安放

这一年龄段的小婴儿接近新生儿, 头围小, 可使用国际 10-20 系统的全部 21 个脑电记录电极, 也可使用新生儿的电极方案, 即 9 个或 11 个脑电记录电极。9 个记录电极为 10-20 系统的 Fp1/Fp2、C3/C4、T3/T4、O1/O2 和 Cz, 其中 Fp1/Fp2 也可改为 Fp3/Fp4 (位于 Fp1/Fp2 和 F3/F4 中间的位置)。11 个记录电极是在上述 9 个电极的基础上增加 Fz 和 Pz。参考电极位于 A1 和 A2 (详见指南八)。应尽可能通过测量确定电极的准确位置。电极位置需要避开静脉输液、头皮血肿等部位, 同时相应

调整对侧电极位置, 使其左右对称。技术人员应将电极位置的调整标记在记录中, 并在脑电图报告中予以说明。电极类型和固定方式同儿童脑电图操作。不应使用针电极, 盘状电极不推荐使用火棉胶固定, 以避免对皮肤造成刺激或损伤。为防止在娇嫩皮肤上过度操作或磨损皮肤, 电极阻抗可控制在 10 k $\Omega$  以内, 但要特别注意电极之间的阻抗平衡, 避免过大的阻抗差。

## 2.4 多导生理记录

需要同步记录心电图、肌电图 (下颌)、眼动图、呼吸等多导生理参数 (见指南八)。因为在这一年龄段的脑电图模式与觉醒-睡眠状态相关性仍然比较差, 需要结合多导生理参数才能准确评估婴儿的状态。多导参数记录也有助于识别生理性伪差 (如心电伪差或呼吸机伪差)。此外, 非脑参数的变化可能与患儿的疾病状态直接相关, 如呼吸和心率的变化对有呼吸暂停发作的婴儿非常重要。

## 2.5 导联组合

如使用 10-20 系统的全部 19 个记录电极, 可按照指南一的推荐。如使用新生儿的电极方案, 可参照指南八的新生儿导联组合, 包括多导生理监测。不论是在新生儿或小婴儿, 中线电极 (Cz) 都是不能省略的, 该部位对记录到病理性的 Rolandic 区正相尖波是必不可少的。

## 2.6 临床观察

技术人员在记录全程中应持续观察患儿的行为状态, 并在记录中标注。如疑似癫痫发作或需要对其他特殊事件进行鉴别, 推荐进行长程 VEEG 监测。

# 视频脑电图基本技术标准

中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会

视频脑电图 (Video EEG, VEEG) 是在数字化脑电图的基础上, 增加 1~2 个摄像机与脑电图同步记录, 用以观察临床事件与脑电图变化的关系。指南一、二、三的内容基本适用于 VEEG 监测, 但在此基础上 VEEG 监测有更多的要求。

## 1 VEEG 监测适应证

VEEG 监测的主要适应证包括: ① 癫痫发作与非癫痫性发作的鉴别诊断; ② 癫痫发作类型和癫痫综合征的诊断; ③ 癫痫持续状态的诊断和治疗监测; ④ 药物难治性癫痫的术前评估; ⑤ ICU 脑损伤或脑病患者的脑功能评估; ⑥ 新生儿发作的诊断和鉴别诊断及高危新生儿的脑功能评估。

## 2 设备和环境要求

### 2.1 设备要求

考虑到 VEEG 经常需要在 10-20 系统的基础上增加额外的脑电记录电极和其他多导生理参数记录, 脑电图仪器至少需要 32 个或更多的通道数。摄像机应配有红外夜视装置和音频系统, 应与脑电图记录严格同步。每台视频脑电图仪应常规配备闪光刺激器和事件打标按钮。如有多台视频脑电图仪, 应建立局域网和中心服务器, 对数据进行统一存储和管理, 并实现多个终端的远程访问。由于视频脑电图记录的数据量很大, 需要有足够容量的存储介质。更高标准的设备要求见指南五。

### 2.2 监测环境要求

VEEG 比常规脑电图记录时间长, 从数小时到数天不等, 在监测期间可能出现癫痫发作等临床情况, 因此建议长程 VEEG 监测 ( $\geq 4$  h) 应在住院环境下接受检查。病房内应有护士值守和医生备班, 应备有吸氧、吸痰等急救设备和必要的急救药品, 病床应有软包床档, 避免在出现癫痫发作时发生坠床、碰伤等意外伤害。推荐使用深蓝色或深绿色床单、被套和枕套, 以便摄像机的光圈能自动调整到

最佳显影状态。

## 3 VEEG 监测的操作流程

### 3.1 患者信息采集和检查前准备

除常规脑电图检查采集的患者基本信息外, 需要了解更详细的检查目的, 脑电图医师和技师应尽可能了解主要病史和主要检查结果 (如影像学和其他实验室检查)。对于不超过 24 h 的 VEEG 监测, 可书写简化的“一日病历” (根据各医院的情况而定); 对于超过 24 h 的 VEEG 监测应书写正式的住院病历。

原则上 VEEG 监测均应有完整的清醒-睡眠期记录。短程监测 ( $< 4$  h) 可根据需要适当剥夺睡眠。除非有特殊的检查目的, 正在服用抗癫痫发作药物 (ASM) 的癫痫患者在检查前不应停药或减少药量。如果需要减停 ASM 记录发作期脑电图, 需在医师指导下进行, 并应获得患者及 (或) 家属的知情同意 (详见指南五)。由于 VEEG 监测时间比较长且患者活动受限, 建议有家属陪护 (ICU 内重症患者和新生儿除外), 以便为患者提供方便和保证安全。工作人员应向患者家属充分交待相关注意事项, 以获得患者和家属的配合。要特别强调在患者出现发作时, 陪护人员应及时按下报警按钮打标, 并避免遮挡镜头和进行不必要的操作。

### 3.2 监测时间

VEEG 监测分为短程监测和长程监测: ① 短程监测在 4 h 以内, 但不应短于 2 h, 且应包含至少 1 个完整的睡眠周期。② 长程监测  $\geq 4$  h, 可选择固定时长, 如 4、6、12 或 24 h 监测。超过 24 h 的 VEEG 一般用于术前评估 (需要记录到发作期脑电图), 或对癫痫持续状态的监测等, 时长根据患者的情况而定, 以达到检查目的为准, 有时可能长达数天或数周。

### 3.3 仪器准备

记录前的仪器校准、阻抗测试、仪器参数调整与常规脑电图相同 (见指南一)。

### 3.4 电极安放

均使用盘状电极。放置 10-20 系统的全部电

极,使用导电膏、医用胶纸和外科弹力帽妥善固定。可根据需要增加下颞电极。应常规安放一个通道的心电图和至少两个通道的表面肌电图(左右三角肌)。可根据需要增加其他部位的肌电图或其他生理记录。超过24h的VEEG监测,应注意避免电极长时间压迫引起局部皮肤损伤,应每日检查头皮并微调电极位置。

### 3.5 诱发试验

记录开始后应首先常规完成睁-闭眼试验和过度换气诱发试验,记录结束前完成间断闪光刺激等试验(见指南二)。

### 3.6 监测中的观察和记录

**3.6.1 维护记录质量** VEEG监测期间工作人员应现场或通过视频注意观察患者情况和VEEG记录质量,随时修理电极、调整镜头,根据需要调节仪器参数,确保良好的记录质量。

**3.6.2 发作性事件的处置** 如在VEEG监测期间患者出现癫痫发作或其他发作性事件,医生、护士或技师应及时到达床旁,对各种情况做出现场判断和及时处置(详见指南五)。现场人员不要遮挡镜头,并避免对患者进行不必要的操作,以免影响VEEG记录质量。记录人员应注意调整好镜头,并在记录中对发作事件进行适当标注,以供事后分析。如出现长时间发作或癫痫持续状态,应在预定的监测时间之后继续进行监测,主管医生应到达现场进行适当处置,并准确记录用药时间、药物种类和剂量等现场处置措施,直至发作结束恢复至基础状态,或主管医生要求结束监测另做处置。

## 4 VEEG分析和数据整理

### 4.1 状态和事件标记

在阅图分析过程中,应根据需要随时标记患者的状态(如清醒、睡眠、过度换气、意识障碍等)以及监测到的事件(如癫痫发作、头痛、异常感觉、肢体抖动等)。每个脑电图室应在仪器内设置统一的标注术语,标注的术语应明确,使其他阅图者在理解上不产生歧义。此外也可对特殊情况做额外的标注。

### 4.2 VEEG分析

通常是在VEEG监测结束后对记录进行回放分析。脑电图记录需要从始至终进行完整浏览和重点分析,但视频记录则不可能全部浏览。以下情况需要打开视频,与脑电图记录同步分析,以明确事件性质或发作类型:①脑电图显示为发作期模式;②肌电图显示可疑的发作模式(如肌阵挛、失

张力、痉挛等);③工作人员打标的发作性事件;④患者或家属打标的事件;⑤确定可疑伪差的来源(如拍打等);⑥其他特殊图形或特殊事件。对于在监测中出现癫痫持续状态的患者应即时对脑电图记录做出分析判断,包括对药物治疗的反应,并及时与主管医生进行沟通。

### 4.3 脑电图的截图和打印

每例VEEG监测应建立一个独立的PDF格式或PPT格式的电子版文件,并以统一格式命名,归入脑电图室的数据库,以方便检索查阅。推荐使用CAAE的“临床脑电图电子报告系统”。PDF或PPT文件应包括脑电图报告页和一系列脑电记录截图。截图内容应能反映该次VEEG监测的全貌和重点,包括背景活动、诱发试验反应、基本睡眠各期模式、各种异常图形、各种发作间期癫痫样放电及发作期模式等。发作期截图应从发作前10s左右的基础状态开始连续截图,直至发作终止恢复基础状态为止。如发作持续时间较长或为癫痫持续状态,发作的中间部分可间断截图。打印图的内容与截图相同,但可以适当简化。每一页截图及打印图都应有标尺和状态或事件标注,如睡眠、清醒、腹部不适等,作为读图时的基本参考。建议脑电图室存留电子版VEEG文件,而打印的纸版报告及脑电图交给患者。

### 4.4 VEEG数据的剪辑

VEEG原始数据量非常大,全部长期保存不太现实。推荐剪辑重点内容储存归档,但原始数据应保留一段时间再删除,以备不时之需。癫痫外科手术患者和儿科患者的VEEG剪辑资料建议保留10年左右。

**4.4.1 发作间期和发作期脑电图数据剪辑** 不包含视频资料,脑电图剪辑内容与上述脑电图截图内容基本相同,但推荐对各项内容进行更长时段的完整剪辑,避免碎片化剪辑。对含有发作期的脑电图数据(不包含视频),应至少保留发作前15min至发作后15min的连续脑电图记录。

**4.4.2 发作期VEEG数据剪辑** 剪辑的数据包含同步脑电图和视频资料。应对每次发作的同步VEEG进行完整的剪辑,要包含足够长的发作前和发作后时间(推荐从发作前10~30s的背景活动开始,至发作后恢复背景活动10~30s结束)。保留发作前后过长的视频记录会占据过多的存储空间。对于性质不确定或诊断不明确的发作性事件,建议也予以剪辑保留,以备之后可能需要再次回顾分析。

# 癫痫监测单元建设标准

中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会

癫痫监测单元 (Epilepsy monitoring unit, EMU) 是承担癫痫患者长程视频脑电图 (VEEG) 监测的独立病区, 需要有专门的人员配备及设备和环境的要求。其主要功能是癫痫的诊断和鉴别诊断, 以及癫痫外科的术前评估。本指南综合国际上有关 EMU 现状和国内癫痫中心的需求, 推荐以下 EMU 建设标准。

## 1 EMU 团队人员配置和职责

各 EMU 的医技护分工略有不同, 但均应做到既职责明确又分工合作, 建立规范化的工作流程。为保证 EMU 的工作质量和工作效率, 推荐 EMU 专业人员配置和职责如下。

### 1.1 EMU 主任或负责人

一般由神经内科或小儿神经科的癫痫专科医师担任, 并应符合以下标准: ① 接受过系统的脑电图和癫痫专业培训, 对长程 VEEG 的操作、阅图和症状学分析有丰富经验, 通过脑电图高级水平考试; ② 具备 EMU 的工作经验 (包括对癫痫持续状态等临床情况的处置能力) 和管理能力; ③ 掌握和癫痫外科相关的脑电图 (包括颅内脑电图) 和神经电生理技术, 具有术前评估经验。

### 1.2 脑电图医师

具有执业医师资格, 经过系统的脑电图和癫痫专业培训, 通过脑电图中级及以上水平考试; 能独立进行长程 VEEG 的操作、阅图和症状学分析; 掌握和癫痫外科相关的脑电图 (包括颅内记录) 和神经电生理技术; 掌握对癫痫发作的观察和处置方法。脑电图医师的职责是在 EMU 负责人的领导及指导下, 独立进行脑电图的阅图分析和书写签发报告。

### 1.3 脑电图技师

具有医学教育背景, 经过系统的脑电图和癫痫专业培训, 熟练掌握脑电图仪器的调试、电极安放、参数调整等操作, 能及时识别和排除记录中的伪差, 识别发作间期脑电图和发作期放电模式及症

状学特征, 掌握对癫痫发作的观察和处置方法。通过脑电图初级及以上水平考试或神经电生理专业 (脑电图) 技术职称考试。脑电图技师的职责是: ① 负责 VEEG 监测中的各种技术性操作, 包括患者准备、设备调试和记录全过程; ② 在脑电图医师的指导下进行初步阅图分析和进行标注; ③ 书写初步的脑电图报告; ④ 脑电图数据整理, 包括截图、打印、数据剪辑、存储归档和数据库管理等。

### 1.4 脑电图护士

具有执业护士资质, 经过初步的脑电图和癫痫专业培训, 具有基本临床护理经验, 并具有对癫痫患者的护理经验, 基本掌握脑电图仪器的调试、电极安放、参数调整等操作, 能及时识别和排除记录中的伪差, 掌握对癫痫发作的观察和处置方法。脑电图护士的职责是: ① 对住院患者的接待、宣教和护理工作; ② 协助脑电图技师进行有关操作, 如安放、维护和拆卸电极, 排除伪差等; ③ 观察病情, 保证患者安全, 及时发现和记录癫痫发作等临床情况, 并及时与医技人员联系, 协助医技人员进行相关处置。

## 2 设备要求

### 2.1 床位和脑电图仪器配置

EMU 作为一个配备有专业团队的独立病区, 至少应有 8 张床位, 每床均配备至少 32 通道的视频脑电图仪器。在开展癫痫外科的 EMU, 考虑到术前评估的 VEEG 监测占机时间较长, 可能需要有更多的床位和仪器。癫痫外科的 EMU 还需要配备 128 通道或更高通道的视频脑电图仪和电刺激仪, 用于颅内脑电图长程监测。EMU 应设有专用机房, 专用电源和铺设专用地线。

### 2.2 视频和音频要求

**2.2.1 视频记录** 配备高分辨率的彩色摄像机, 光照度达到 25 Lux (便于展示面部潮红、苍白等自主神经改变), 并应配备内置红外线照明器用于夜间记录。要求摄像机具有“虹膜功能”, 即可根据环境光线的变化自动调节光圈, 同时可以手动调节。摄像机镜头可以远程变焦, 能对感兴趣区域近距离

视图。视频记录应与脑电记录严格同步。在 EMU 内推荐固定式摄像机,摄像机应位于监测床前上方距床面 3 m 左右,摄像机镜头与床面的角度应  $\geq 45^\circ$ ,若  $< 45^\circ$  会使录像失真。有条件的 EMU 可在床头上方另附一摄像机,便于观察面部特写。不推荐可移动式或便携式摄像机,但建议在病区的走廊、患者与家属休息区等区域额外安放独立的摄像机,以观察患者在其他场合的发作。

**2.2.2 音频记录** 在视频记录的同时应有同步音频记录,以了解监测期间的现场情况,特别是患者在癫痫发作期伴随的发声症状和语言功能,以及医务人员在现场口述所观察到的症状。应选择全向型可远距离拾音的麦克风,以满足对现场声音的全方位记录。

### 2.3 急救设备

EMU 应配备必要的急救设备,包括吸氧装置、吸痰器、监护仪、除颤器及急救车等。急救车配备的急救药品包括各种静脉用抗惊厥药物和心脏复苏药物等,应定期对药品进行检查更新。

### 2.4 建立局域网和数据库

EMU 需建立局域网,配备有足够存储容量的服务器,建立数据库,对各台仪器的数据进行统一存储和管理,实现数据的共存共享。要确保数据库存储介质使用的长期性、安全性和读取检索的方便性。应在脑电记录工作站、技师阅图室和医生办公室等多处配置终端阅图设备(计算机、打印机等)。脑电图数据库可接入医院的医疗内网系统,便于医师在门诊或医生办公室等多处终端阅图。护士站应有对全部 EMU 床位的监视屏幕,便于随时观察掌握所有患者的情况。

## 3 质量控制和安全管理

### 3.1 建立工作流程

EMU 应制定严谨规范和可操作的工作流程,包括严格执行指南四中 VEEG 监测操作流程的所有环节,确保 VEEG 记录质量。

### 3.2 记录监测中的事件

对监测中的时间有 3 种记录方法,可同时使用:① VEEG 监测报警按钮;② 发作记录单(由患者或其他观察者填写);③ 发作期的床旁观察测试。这些记录对 VEEG 监测中事件记录的准确性非常重要。

**3.2.1 VEEG 监测报警** 在床边设置报警按钮,发作期由患者本人或家属在第一时间报警,报警脉冲同步自动标记在 VEEG 记录中。也可通过 VEEG

记录发现患者、家属或看护人未发现的发作症状。但视频监测可能受拍摄角度、体位等影响而观察不到某些细节,也无法确定先兆,因此发作记录单和床旁观察是对 VEEG 视频记录的重要补充。

**3.2.2 发作记录单** 由患者本人、陪护家属或医护人员在发作记录单上记录各种事件的表现及其出现时间(见附件 1),以供阅图时参考。患者的记录及陪护人员的观察有助于确定先兆、轻微发作或其他发作症状的起始。但患者也可能受表达能力或智力水平的限制而难以描述先兆。

**3.2.3 发作期的床旁观察测试** 在出现癫痫发作时,由 EMU 医生、护士或技师在床旁即刻快速测试患者的意识、记忆、语言和粗大运动功能。标准化测试方法可参考国际抗癫痫联盟(International League Against Epilepsy, ILAE)欧洲委员会提出的方案(见附件 2)。

### 3.3 EMU 的安全管理

由于 EMU 内的 VEEG 监测时间长,而癫痫发作具有随机性和突发性,同时 VEEG 监测中经常需要以各种方式诱发患者的发作,因此在 EMU 中存在一系列潜在的安全隐患,包括:① 癫痫发作可能导致坠床、跌伤、头部外伤、骨折、误吸等伤害;② 长时间电极压迫可引起局部皮肤损伤;③ 长时间监测和限制活动可能引发患者身心不耐受,或出现精神行为问题甚至假性发作;④ 剧烈发作可导致电极脱落、颅内电极被拔出或仪器损坏;⑤ 减停 ASM 可能引起癫痫持续状态;⑥ SUDEP 或近似 SUDEP 的发生率高于一般癫痫人群;等等。因此应在 EMU 内制订和落实详细的安全措施,预防不良事件的发生。推荐采取以下措施:① 应在入院时对患者及其陪护者进行系统的安全教育,详细介绍 EMU 环境和病房内的设备(如报警按钮)、VEEG 监测的目的、各种诱发试验的必要性和潜在风险、癫痫发作可能引起的伤害及应该采取的预防措施等。建议向患者提供规范的安全教育手册(或在每间病房张贴安全教育提示),并签署相关的知情同意书;② EMU 病区应有医生和护士 24 h 值守,随时了解和处置患者的各种情况,并保证设备的正常运行;③ 了解患者近期的发作类型、发作频率和服药情况,由主管医生制定合理的减药方案,防止出现癫痫持续状态;④ 病床应保持全天候加立床挡保护,防止发作时坠床;床挡需全软包,且床旁去除其他硬物或危险品(如热水瓶、电源插座等),以防止发作时发生碰伤、烫伤等意外事故。整个监测期间均应有家属或其他陪护人员在旁观

察照护,任何时间均不能将患者置于独处状态,儿童患者应格外加以看护。对于非常躁动不合作的患者,可适当进行约束或镇静,避免造成自伤或电极脱落;⑤ 医护人员应通过巡视病房和屏幕监测随时观察患者情况。应适当限制患者在监测期间的活动范围,不使其脱离视频镜头和(或)医护人员的监护范围。如患者需要短暂停止监测(如去洗手间),必须有家属或医护人员陪同;⑥ 每日定期检查电极,长时间监测时应适时松解电极,清洁头皮,避免皮肤压伤感染。对于颅内电极记录的患者,每日定期检查有无局部渗出、出血、感染或电极移位等情况,随时予以适当处理;⑦ EMU 应具备有吸痰、吸氧设备,配备必要的抢救药品和器材,并保证处于随时可用的状态;⑧ 指导家属在患者发作时及时报警、正确操作处理(掀开被子或其他遮盖物,全身充分暴露,不要按压肢体,不要遮挡镜头等),做好安全保护和协助观察病情。在患者出现发作时医护人员应在第一时间到达床旁,按程序进行观察测试和处理各种事件(见附件2)。

## 4 抗癫痫发作药物(ASM)的减停

### 4.1 总体原则

药物难治性癫痫在术前评估时,需要在有限的VEEG监测时间内记录到至少2次习惯性癫痫发作。在发作不太频繁的患者,有时需要通过减停ASM而达到目的。但减停ASM可能诱发癫痫发作加重或出现持续状态,也可能诱发出非习惯性发作。因此首先应详细了解患者的发作类型、发作频率,当前用药的种类、剂量和相对疗效,了解每种药物的药代动力学和药物相互作用特点,制定个体化的减停药物方案,避免出现以上不良情况。减药前应充分解释减药方案的必要性和可能带来的风险,征得患者和家属的理解同意,并签署知情同意书。在诊断性减停ASM方面,当前并没有可供借鉴的共识或指南,以下原则和方案仅供参考,并再次强调应针对不同病情和不同药物特性制定个体化方案。

### 4.2 一般方案

在入院后先进行24hVEEG监测,如未记录到发作,可启动减药方案。只有在少数发作不太频繁且服用长半衰期药物的情况下,才考虑在监测前1~2天就开始减药,因为院外减药存在更大风险。减药方案在各癫痫中心或EMU不尽相同,一般是第1天每种ASM剂量减少1/3,第2天再减少1/3,如仍无发作,之后完全停药继续监测,直至监测到发作。在多药联合治疗时,也可采用每次减停1种药物。完成VEEG监测后,恢复之前所用的药物和剂量,或根据医嘱调整药物和剂量。

### 4.3 参考不同ASM特点制定减药原则

制定减药方案时应考虑每种药物的药代动力学特点,以及多药联合治疗时药物间的相互作用。肝酶诱导性药物(如卡马西平、苯妥英)减停后可能增加其他药物浓度,而肝酶抑制性药物(如丙戊酸)减停后可能降低其他药物的浓度。

**4.3.1 与戒断发作有关的药物** 如苯二氮草类或巴比妥类,减量应非常谨慎。

**4.3.2 长半衰期药物** 如吡仑帕奈或唑尼沙胺,因为停药后短期内对血清浓度影响很小,可在监测前1~2天开始减量。

**4.3.3 中长半衰期药物** 如乙琥胺、拉莫三嗪或托吡酯,可在监测后较快减停,以便在有限的监测时间内有效降低血清浓度。

**4.3.4 短半衰期药物** 如奥卡西平、卡马西平、拉考沙胺、左乙拉西坦、非氨酯、加巴喷丁、普瑞巴林、扑米酮、卢非酰胺、乙酰唑胺、噻加宾等,建议逐步减量,以防止血清浓度急剧下降。

**4.3.5 抗发作作用与血清水平相关性差的药物** 如丙戊酸或氨己烯酸,生物学半衰期长,即使血清浓度下降,在一定时间内仍存在抗发作效果,可在监测前提前减停。

**4.3.6 非线性动力学药物** 如苯妥英或司替戊醇,由于代谢率接近分解酶的最大能力,药物剂量的微小调整即可导致血清浓度的较大变化,需逐步减量。



### 测试前操作

1. 检查患者安全性!
2. 检查摄像头和光线, 画面充分显示患者
3. 如有以下情况, 请大声说出: 面色苍白、潮红、出汗、竖毛、流涎、轻微抽搐或斜视

### 发作期测试

1. 呼唤患者姓名  
如有反应: 问“你有什么感觉?”  
如无反应: 触摸 (或轻掐) 患者手臂
2. 说: “抬起手臂”。仅口头指令, 不要动作演示  
如无反应: 给予动作演示  
如不能遵照执行: 试着摇动患者手臂, 说“抓住我的手”
3. “重复并记住我说的话: 马、桌子”(或“狗、红色”)  
如患者无反应: 重复测试 1, 否则继续测试 4
4. 定向力检查:  
“你叫什么名字”  
“你现在在哪里?(爸爸妈妈在哪里)”  
“今天是几月几号? 今天是星期几? 现在是什么时间?(你的玩具在哪里)”
5. “还记得刚才我说的话吗?”
6. 给患者展示一件测试物品 (如牙刷或钥匙), 并问“这是什么”  
如不能命名, 问“这个东西是干什么用的/这个东西会发出什么声音”  
如无反应, 问“伸出你的舌头”, 必要时可示范该动作  
出示一件测试物品 (如梳子), 说“记住这件东西”
7. “从 1 数到 10”, 患者 > 6 岁时, 也可以要求患者读和写
8. “你还记得刚才拿给你看的東西吗”, 若不能回答, 就展示 3 件测试物品 (包括先前展示过的), 让患者找出哪一件是先前展示过的
9. 检查患者肌张力
10. 询问感觉和视觉先兆

### 发作后测试

1. “你刚才犯病了吗?”
2. “你还记得我说过的那些词吗”, 或“还记得我让你干什么了吗”, 或“还记得我给你看过的东西吗”
3. “请举起胳膊, 抬起腿”  
如不能遵从语言指令, 示范一下动作  
如不能遵从示范动作, 被动抬起患者双臂
4. 使用测试物品按第 6 条测试
5. 定向力检查按第 4 条测试
6. 请患者描述发作时的所有感觉及首先注意到的东西。可要求其画出视觉先兆的内容
7. 全身强直-阵挛发作后, 检查病理征 (如 Babinski 征)
8. 重复测试, 直到患者恢复正常

### 发作间期测试

在不受发作影响并且在发作结束至少 1 h 后重复上述测试, 以便比较

## • 专家指南 (六) •

# 癫痫外科脑电图和神经电生理技术标准

中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会

癫痫外科术前评估和术中监测包括一系列多学科合作项目,长程视频脑电图(VEEG)监测是术前评估中最重要的内容之一,有些患者还需要进一步颅内放置电极后进行长程VEEG监测。术中皮质脑电图(ECoG)也常用于癫痫外科。在涉及到运动功能区时,术中诱发电位监测可有效保护运动功能。在接受癫痫外科手术后的数年内,需要定期复查VEEG。以下各项均为术前评估或术中监测时的脑电图和神经电生理技术标准,也包括对术后脑电图复查的特殊要求。

## 1 颅外视频脑电图监测(VEEG)

### 1.1 适应证

各种药物难治性癫痫,不论是考虑根治性手术(如致痫区切除、离断或激光间质热疗)还是姑息性手术(如胼胝体离断或神经调控手术),术前评估均应进行长程VEEG监测。VEEG监测以头皮电极记录为主。VEEG监测应在癫痫中心或EMU内住院进行,以保证监测质量和患者安全。

### 1.2 VEEG监测的基本要求

在设备和人员配置、监测环境要求、操作流程、减停抗癫痫发作药物(ASM)方案、VEEG记录和分析、数据整理、质量控制和安全管理等方面可参照指南四和指南五的标准。

### 1.3 特殊要求

在指南四和指南五的基础上,术前评估的长程VEEG监测有以下特殊要求:

**1.3.1 设备要求** 由于监测癫痫发作有时需要10-20系统以外的附加脑电记录电极和更多通道的肌电图记录,32通道仪器有时不能满足需要,必要时采用64通道的视频脑电图仪。如果采用10-10系统高密度电极记录,则需要多通道视频脑电图仪。

**1.3.2 电极安放** 均使用盘状电极。强烈推荐使用改良的10-20系统,即常规增加下颞电极。均应安放一个通道的心电图和至少2个通道的表面肌电

图(常规为左右三角肌)。如果患者表现为下肢抽搐,或肢体远端、眼睑、口角等部位抽搐,应额外安放股四头肌或其他相应部位的肌电图。

**1.3.3 监测时间** 推荐术前评估的VEEG监测时间 $\geq 24$ h,并至少记录到2次(最好3~5次)习惯性发作。如果患者在当前阶段有多种发作类型,每种类型都应记录到至少2次发作。必要时通过减停ASM诱发临床发作(见指南五)。即使在24h内已经记录到多次发作,监测时间也不应短于24h,以便评估发作频率。如果连续监测1周仍未记录到发作,由主管医生决定并与患者或家属协商是否终止监测。

## 2 颅内视频脑电图监测(intracranial video EEG, iEEG)

### 2.1 适应证

颅内视频脑电图监测是指在手术置入颅内电极后,进行非术中的长程监测,属于有创性(硬膜下电极)或微创性(立体定向深部电极,SEEG)的术前评估方法。药物难治性局灶性癫痫如经无创性术前评估不能确定致痫区和(或)切除范围,或手术可能涉及重要功能表达区,可以考虑进行iEEG监测定位。iEEG方案应根据多学科术前评估的综合结果进行规划。

### 2.2 设备要求

iEEG监测系统包括多通道视频脑电图记录仪和皮质电刺激器。脑电记录至少需要128个放大器通道,SEEG有时需要更多通道放大器。放大器采样率应 $\geq 1000$ Hz,以便分析颅内高频脑电信号。其他设备和参数要求与视频脑电图监测相同。

### 2.3 颅内电极置入

目前应用的iEEG颅内电极包括硬膜下电极和SEEG置入。iEEG监测也应同步记录心电图和多导肌电图,必要时需增加其他生理记录。iEEG的接地电极可选择位于头皮、耳垂、颅骨或脑内白质,但低龄儿童颅骨较薄,不建议作为接地电极。

**2.3.1 硬膜下电极** 麻醉后在铺单前拍照患者的头位和切口标记线。开颅后确定局部皮质的解剖结

构,根据术前规划放置格栅电极及条状电极。电生理技术人员现场拍照(拍照角度与术前头位照片一致),并现场及时在照片上注明手术窗口的空间位置、主要解剖标志和电极编号。术后将电极位置还原至患者的三维重建 MRI 表面,以供脑电图分析定位和皮质电刺激时参考。

**2.3.2 SEEG 电极** 每根 SEEG 电极的触点数从 8~16 个不等。根据术前规划标注电极代码(英文大写字母)及每根电极的触点编号(阿拉伯数字)。通常 SEEG 的电极触点数比硬膜下电极更多,如果触点数超过脑电图仪器通道数,可删除位于白质内或皮质外的电极触点,但每个触点的编号不变。SEEG 的参考电极推荐选择与癫痫发作最无关的白质触点,以尽量减少皮质电活动或心电、肌电信号的干扰。术后行常规脑 CT 扫描,并与 MRI 融合和三维重建,精确定位电极轨迹和每个触点的解剖部位,以供脑电图分析定位和皮质电刺激时参考。

**2.3.3 启动 iEEG 记录** 电极置入术后,一旦患者从麻醉中清醒,即可开始 iEEG 记录,并观察记录质量。硬膜下电极记录早期可能因局部水肿而慢波增多。SEEG 记录早期如出现局灶性慢波或电静息,应注意是否出现局部血肿,并及时进行头颅 CT 扫描。

## 2.4 数据采集和分析

**2.4.1 采样频率设置** 采样率至少为 500 Hz,推荐 1 000 Hz 或更高,以便显示 80 Hz 以上的高频脑电信号。在记录和分析过程中均不推荐使用高频滤波、低频滤波和陷波滤波,以免衰减高频脑电活动和发作起始期的低频去极化漂移。

**2.4.2 iEEG 分析** 推荐常规采用双极链式导联,仅在必要时使用参考导联。由于通道数很多,既需要对全部导联的“全景式”浏览,也需要对感兴趣的部位或时段选择性分析,包括显示局部导联并增加灵敏度,和(或)调节每屏显示的时长,如展开到 5 s/屏、2 s/屏(分析高频信号)或压缩至 20~30 s/屏(分析缓慢去极化漂移),以达到准确分析和定位。避免从始至终一成不变的浏览分析。可根据所要分析的频段临时调整带宽,如分析高频振荡时可提高 HF 和 LF 的起止点(峰右移)。过度换气、间断闪光刺激在术前头皮 VEEG 监测是常规检测项目,在 iEEG 则为选择项目,可根据患者实际病情选择适当的诱发试验,包括惊吓刺激等。

## 2.5 皮质电刺激

皮质电刺激是 iEEG 的常规检测项目,主要目的是确定皮质功能区范围,和通过诱发习惯性发作

确定发作起始区。皮质电刺激操作应由 2 位负责 iEEG 监测的脑电图医生和神经科医生(或脑电图技师)合作完成,一人负责电刺激操作,另一人负责观察和记录刺激的反应。操作人员应熟悉患者习惯性发作的形式、电极位置、发作间期和发作期的电活动情况及药物减停情况。推荐在记录到自发性惯常发作之后再行皮质电刺激。在准备进行电刺激前应尽量先恢复之前减停的 ASM。若停用 ASM 数天后仍未记录到自发性癫痫发作,也可先行皮质电刺激。电刺激诱发的癫痫发作应与自发性癫痫发作进行比较,以便确定是否为真正的发作起始区。

**2.5.1 刺激参数** 通常选择 2 个相邻触点作为正负极,施加双相方波脉冲刺激。硬膜下电极与 SEEG 的刺激参数不同,表 6-1 为推荐的刺激参数。允许在安全的前提下适当调整刺激参数,但都应从低刺激量开始逐渐增加刺激电流,直至产生主观或客观的功能表达、发作症状、后放电或达到最高刺激量。2 次刺激的间隔时间不短于 15 s,且 iEEG 活动应恢复到基础状态。间隔时间过短可能产生可塑性效应或累积效应,导致假阳性结果。对位于白质内的 SEEG 触点不进行刺激。

**2.5.2 中央区电刺激** 中央区的兴奋性阈值较低,上述刺激参数可能诱发非习惯性癫痫发作,因此推荐优先选择短时间的高频刺激或低频刺激,避免出现假阳性结果。

**2.5.3 儿童电刺激** 癫痫患儿有时需要使用更大的刺激电流或更宽的脉冲宽度才能获得反应,可在上述刺激参数的基础上适当调整,提高检测敏感性。对于不合作的患儿,可在睡眠期使用高频刺激测试运动功能。

**2.5.4 皮质功能区定位** 首先要明确刺激电极的解剖位置,刺激位置偏差或解剖功能变异可能产生假阴性结果。建议首先从远离发作起始区的部位开始刺激,最后对起始区进行刺激,以避免因刺激引起发作而影响进一步功能定位。刺激时要求患者描述对刺激的感觉,同时观察刺激引起的局部运动症状。某些脑区应在任务状态下进行皮质电刺激,以确定皮质功能区分布。通常电刺激颞叶内侧结构时进行图像命名和朗读,刺激颞后皮质时进行单词重复,刺激运动前区时进行自动语言系列(大声计数),刺激优势侧额下回时进行命名或大声朗读。低龄或智障儿童难以完成任务态下的皮质电刺激,可适当省略。

**2.5.5 电刺激结果记录** 所有电刺激结果均应记录

表 6-1 推荐 iEEG 皮质电刺激的主要参数

主要刺激参数	硬膜下电极	SEEG 电极	
		低频刺激	高频刺激
脉冲波形	双相方波	双相方波	双相方波
脉宽 (ms)	0.3	0.5 ~ 3	0.5 ~ 1
频率 (Hz)	50	1	50
刺激持续时间 (s)	5	20 ~ 60	3 ~ 8
起始电流 (mA)	0.5 ~ 1	0.5	0.5
最大电流 (mA)	15	4	5

在专用的皮质电刺激记录表内,包括刺激部位、刺激电流强度和刺激反应等。全部刺激完成后应对刺激结果进行分析,在三维重建 MRI 上标记出表达功能区分布图,以及后放电或发作起始部位。

### 3 术中皮质脑电图 (electrocorticography, ECoG)

#### 3.1 适应证

术中 ECoG 是在术中应用条状、栅状电极或深部电极直接记录大脑皮质的电活动。推荐对所有接受开颅癫痫手术的患者在致痫区切除(或离断)前后进行 ECoG 记录,为精确定位致痫区和切除范围提供补充信息。由于患者处于麻醉状态及术中采集时间受限,术中 ECoG 主要记录的是发作间期癫痫样放电。

#### 3.2 仪器设备

使用至少 32 通道的数字化脑电图仪,采样频率至少 500 Hz (最好  $\geq 1\ 000$  Hz,以记录局部皮质高频电活动)。推荐使用术中脑电图监测仪,兼有 ECoG 记录和术中诱发电位监测的功能。

#### 3.3 操作方法

**3.3.1 术中 ECoG 记录** 需要术者和电生理人员在手术台上和台下相互密切配合。操作者应掌握患者术前评估的各种资料,包括发作间期放电部位、发作起始部位及影像学结果等,以指导术中记录电极的选择及电极覆盖范围。麻醉后在铺单前拍照患者的头位和切口标记线。

**3.3.2 地线及参考电极** 推荐采用针电极,记录前将电极插入手术切口边缘或其他合适部位并妥善固定。如采用皮肤表面盘状电极,需在手术消毒前将电极安放在与手术无关的部位,一般是固定在对侧头皮,但皮肤表面电极存在因术中变换体位、出汗等因素可能导致电极脱落或接触不良的问题,且在手术过程中难以修理维护。

**3.3.3 记录方法** 根据计划的记录范围,可选择硬膜下条状电极、栅状电极及深部电极的各种组合。推荐带宽为 0.5 Hz ~ 200 Hz,以尽可能记录到高频振荡电位。但为避免手术室内各种医疗电器的干扰,HF 也可设置为 70 Hz。如果 50 Hz 交流电干扰难以去除,必要时可暂停电刀、电凝、电动床、电热毯、吸引器等设备。术中记录电极的位置可根据需要随时调整,推荐每一部位的记录时间不短于 5 min。每一次电极位置变动都应拍照(每次拍照角度与术前头位照片一致。)并即时在照片中标记出电极触点的编号,对应于该电极位置的 ECoG 记录数据段,并存档留证和用于后期分析。一般术中 ECoG 总记录时间 30 ~ 60 min。

**3.3.4 麻醉方案** 癫痫外科应与麻醉科协同制定癫痫手术的麻醉方案,并在术中相互配合,完成手术过程和各项术中监测项目。不同麻醉剂对术中 ECoG 和诱发电位有不同影响,并与剂量及其他因素(如 CO<sub>2</sub> 浓度)有关。通常中等剂量麻醉剂增加皮质放电频率,剂量进一步增加时全脑抑制增强,放电频率减少。推荐的麻醉方案为芬太尼、低剂量吸入麻醉剂及间断异丙酚辅助维持麻醉。在 ECoG 记录前 15 min 停用异丙酚,吸入麻醉剂维持在 1.5 MAC 以下。开始感觉和运动诱发电位监测前停用吸入性麻醉剂和肌松剂。

## 4 术中运动功能监测

#### 4.1 适应证

当癫痫手术切除(或离断)范围邻近初级运动区(如中央沟前后)或邻近皮质下的皮质脊髓束(如岛叶后部皮质下)时,术中运动功能监测(简称术中监测)用于对运动功能的保护。应在术前评估时根据病情和手术方案确定术中监测方案。推荐术前根据患者情况尽可能进行无创性功能评估,如神经系统查体(是否有轻偏瘫)、功能磁共振

(fMRI)、磁共振弥散张量成像(Diffusive tensor imaging, DTI)、或经颅磁刺激运动诱发电位(Motor evoked potential, MEP)等,了解运动功能分布及其与手术范围的大致关系,以便术中在有限的记录范围和监测时间内准确定位运动功能区。对于难以进行无创性功能评估的低龄儿童,术中监测是保护运动功能最可靠的方法。

## 4.2 术中运动功能监测的操作

整个操作过程需要手术医生、电生理人员和麻醉医生密切配合共同完成。在麻醉之后,消毒开颅之前,预置躯体感觉诱发电位(SEP)的表面刺激电极(上肢为对侧正中神经,下肢为对侧踝部胫后神经),并预置记录运动诱发电位(MEP)的针电极(上肢包括大、小鱼际肌、伸指总肌、肱二头肌、肱三头肌及三角肌,下肢包括股四头肌、胫前肌、腓肠肌及足底肌)。运动功能监测一般在 ECoG 记录后开始。监测分为以下三步:

### 4.2.1 躯体感觉诱发电位(SEP)

用于确定中央沟的位置。SEP测试前停用吸入性麻醉剂。使用1×6或1×8的硬膜下条状电极作为记录电极,由手术医生将其放置在与中央沟“反Ω”走形弯曲处垂直的位置,并根据测试结果对位置和角度进行微调。不建议用栅状电极,因为很难保证电极位置的准确性,且不同触点之间的电位关系混乱,影响对SEP电位的识别确认。刺激电极位于手术对侧的正中神经。给予连续的单个电刺激,脉宽0.2~0.5 ms,刺激强度为15~25 mA。如在条状电极两个相邻触点叠加出位相倒置的皮质电位(中央前回电位N20和中央前回电位P22),这两个电极所跨越的脑沟即为中央沟。由此整个中央沟的走形和中央前回的其他部分(下肢或头面部代表区)多数能够准确判断,除非有明显解剖变异。仅诱发出N20或仅出现P22也可以提供足够的定位信息。3岁以下儿童髓鞘发育不成熟,位于中央区或邻近区域的先天性皮质发育不良常有解剖结构紊乱和功能分布异常,可能诱发不出正常SEP波形。

### 4.2.2 皮质电刺激运动诱发电位(MEP)

确定中央沟后,进行MEP测试。测试前应停用吸入性麻醉剂和肌松剂,并监测TOF(Train of four twitch test)以了解肌松剂代谢情况,肌松剂代谢不完全将导致MEP失败。将条状电极放置在中央前回,一般应用第一个触点作为刺激电极的阳极进行电刺激。使用阳极串刺激,每串包含5~7个刺激,每个刺激脉宽0.2~0.7 ms,频率250~500 Hz。刺激量从1 mA开始逐步增加,直到在目标肌肉引出复合

肌肉动作电位(CMAP),成人刺激量一般不超过15 mA。儿童所需刺激量常比成人大,最大刺激量一般不超过30 mA。婴幼儿(3岁以下)常需要较大的刺激量,因此低龄儿童可直接从较大起始刺激量(15 mA~20 mA)开始尝试,以节省术中时间。测试过程中需要手术医生配合,不断调整刺激电极的位置,根据所诱发的CMAP肌群来确定皮质主要运动功能区的位置。如果在局部及周围脑区没有诱发出CMAP,需要判断是操作及刺激参数的问题或仪器故障,还是患者的功能区已经转移。

### 4.2.3 术中持续运动功能监测

一旦根据CMAP确定了主要肌群在皮质的投射位置,则将刺激电极固定放置在该部位,并尽可能放置在引出最佳CMAP的位置。在手术切除全过程中对CMAP进行持续监测,每隔1~5 s给予一次串刺激,形成连续的CMAP“瀑布图”。手术操作距离功能区越近,刺激的间隔应越短,以便及时发现CMAP波幅的变化。一旦出现CMAP波幅降低甚至消失,表明手术操作影响或损伤到运动区皮质或皮质脊髓束,此时应及时提醒手术医生暂停操作,避免损伤运动功能。

## 5 术后VEEG复查

应建立癫痫外科术后的长期随访和管理流程,确定随访时间、随访项目和随访方式(门诊随访或电话随访),并与患者及家属充分沟通获得配合。

### 5.1 VEEG复查时间

首次VEEG复查推荐在头皮缝合口拆线后或出院前进行,如果术后仍有发作或可疑事件,应根据情况提前安排复查时间。出院后应定期复查VEEG,在保持无发作的状态下,推荐复查的时间点为术后3、6、12、24和36个月。在随访期间如果癫痫复发或有其他特殊需要,应及时复查VEEG,以便临床作出正确诊断和治疗调整。

### 5.2 术后VEEG复查的特殊要求

复查的技术指标参照指南四,并补充以下额外要求。

### 5.2.1 患者信息的补充采集

除指南四所采集的患者术前病史资料外,术后复查需补充如下资料:手术时间、术式(切除、离断、SEEG热凝、激光间质热疗、神经调控等)、手术部位和范围(根据术后MRI)、位于切口附近的电极编号(用于识别缺口节律)、术后用药及癫痫控制情况等。其中需要特别注意脑叶离断或半球离断手术,因为离断手术后对脑电图的解释与其他术式有很大不同。

### 5.2.2 迷走神经刺激术后

对接受迷走神经刺激

(Vagus nerve stimulation, VNS)治疗的患者术后复查脑电图时应额外增加 2 个互为参考的盘状电极,分别放置在左侧颈部手术瘢痕附近和左侧腋下瘢痕附近,用于记录 VNS 的刺激脉冲。其作用一方面是识别脑电图记录中的刺激伪差,更重要的是可分析刺激期和非刺激期对脑电图和心率的影响,特

别是对癫痫样放电的影响。

### 5.3 术后随访资料

建议在每次复查 VEEG 前做好预约安排,对必要的影像学、神经心理学或神经发育评估等项目一并进行随访复查,并将包括 VEEG 复查在内的所有随访结果及时录入癫痫外科数据库。

# 危重症持续脑电图监测技术标准

中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会

重症监护病房 (Intensive care unit, ICU) 患者常存在昏迷、谵妄、癫痫发作、颅内压增高、脑缺血、脑水肿、颅内感染等神经系统急危重症, 病情进展迅速, 潜在风险高。危重症持续脑电图 (Critical care continuous EEG, CCEEG) 监测可早期、实时评估脑功能变化趋势, 协助临床早期诊断和及时处置。本指南是根据 ICU 特点制定的 CCEEG 技术要求, 并不涉及对脑电图结果的诊断和解读, 也不涉及脑死亡的其他判定标准。

## 1 ICU 脑电图团队人员及职责

ICU 的脑电图团队应包括具有脑电图专业基础的脑电图医师、ICU 医师、脑电图技师和 ICU 护士。团队人员的工作职责可根据各 ICU 情况有所调整, 但强调应建立规范化的工作流程, 以利于脑电图医技人员与 ICU 医护人员之间密切的沟通合作。

### 1.1 脑电图医师

要求具有执业医师资格, 经过系统的脑电图和癫痫专业培训, 能独立进行长程 VEEG 和 CCEEG 监测的操作、阅图和症状学分析, 具有对 ICU 相关脑电图和神经电生理监测的诊断能力, 掌握对癫痫发作的观察和处置方法, 通过脑电图中级及以上水平考试。脑电图医师的职责是对 CCEEG 结果进行阅图分析和书写签发报告。

### 1.2 ICU 医师

建议 ICU 配备重点负责 CCEEG 监测的临床医师, 应为中级或以上技术职称, 具有 ICU 工作经验, 经过系统的脑电图专业培训, 并具有至少 3 个月的 CCEEG 学习经历。具备对定量脑电图 (quantitative EEG, qEEG) 进行实时分析的能力和原始脑电图的初步阅图能力。通过脑电图初级或以上水平考试。ICU 医师负责确定 CCEEG 监测适应证及启动和结束时间, 决定监测过程中的医疗干预, 负责与脑电图医师的及时沟通, 以及对 CCEEG 所有记录结果的临床解释。

### 1.3 脑电图技师

要求具有医学教育背景, 经过系统的脑电图和癫痫专业培训, 熟练掌握脑电图仪器操作、能及时识别和排除 ICU 环境中的各种伪差, 能够识别危重症患者脑电图常见模式, 具备对 qEEG 进行实时分析的能力。通过脑电图初级及以上水平考试或神经电生理专业 (脑电图) 技术职称考试。脑电图技师的职责包括: ① 负责 CCEEG 监测中的各种技术性操作, 包括患者准备、电极安放、设备调试、参数调整及记录全过程; ② 在脑电图医师的指导下进行初步阅图分析及标注; ③ 发现 CCEEG 监测中的特殊情况 (如癫痫发作、周期性放电、低电压或电静息), 并及时向脑电图医师或 ICU 医师报告这些情况; ④ 发现电极伪差等技术问题, 并及时与 ICU 护士沟通进行电极维护。⑤ 书写初步的脑电图报告; ⑥ 脑电图数据整理, 包括截图、打印、数据剪辑、存储归档和数据库管理等。

### 1.4 ICU 护士

要求具有 ICU 的护理工作经验, 经过初步的振幅整合脑电图 (amplitude integrated electroencephalogram, aEEG) 专业培训, 基本掌握脑电图仪器的调试、电极安放、参数调整等操作, 能及时识别和排除常见伪差。ICU 护士的职责包括: ① 协助脑电图技师完成 CCEEG 监测中的各种技术性操作, 包括患者准备, 设备调试, 电极安放、维护和拆卸等; ② 负责随时观察记录过程中的脑电图质量, 排除记录中出现的常见伪差; ③ 负责在记录全程中观察患者的临床情况及完成护理工作, 及时发现病情变化及 aEEG 的变化, 并及时与医技人员联系, 协助医技人员进行相关处置。

## 2 设备要求

推荐 CCEEG 监测设备使用至少 32 通道视频脑电图仪, 放大器性能与指南一的要求相同, VEEG 仪器与指南四的要求相同。根据 ICU 的特点, 另有如下特殊要求。

### 2.1 硬件要求

可移动式或固定式 VEEG 设备均可使用, 但可

移动式 VEEG 更适合 ICU 重症患者的床旁监测。脑电图仪需要同时配备多导生理记录传感器,用于同步记录心电、肌电、呼吸、血氧饱和度等参数。闪光刺激器不作为必需的附属设备。

## 2.2 软件要求

除 VEEG 的记录和分析系统外,要求有同步 qEEG (包括 aEEG、功率谱、时频图及暴发-抑制定量分析等项目)处理和分析软件。

## 2.3 网络系统

推荐接入脑电图专用局域网的中央服务器系统,以便实现大容量数据存储和多终端远程访问。如床旁移动式设备无法进行有线网络连接,可使用无线连接。推荐 ICU 的 VEEG 数据与院内脑电图室实现远程连接,以实现数据共享并方便双方及时沟通合作。

## 3 记录方法

### 3.1 电极安放

推荐使用国际 10-20 系统的全部 19 个记录电极和 2 个耳电极。并有如下特殊要求:

**3.1.1 电极数目** 如果病情较重操作不方便,可以减少为 16 或 8 个记录电极,但对可能有癫痫发作或电发作的患者不建议减少记录电极数目。

**3.1.2 电极种类** 应常规使用盘状电极,不推荐使用针电极。如果需要紧急记录脑电图,对于无头皮伤口、无颅骨缺损的患者,可使用电极帽短期记录;亦允许使用一次性针电极短暂记录观察,随后应改为盘状电极。

**3.1.3 电极维护** 使用磨砂膏减少头皮阻抗 ( $\leq 10\text{k}\Omega$ ),导电膏、医用胶纸和弹力帽固定电极。在整个记录过程中,应随时进行电极维护,防止电极脱落、阻抗增加或接触不良。长时间记录时应每天至少检查 2 次 EEG 记录质量(即每 12 h 左右检查 1 次),以识别和纠正电极伪差和其他伪差;每日检查患者头皮,防止电极压伤皮肤或引起感染。如头皮有破损、血肿、引流管或螺钉等,应避免损伤部位,但应注意左右电极位置对称。如局部有颅骨缺损,应记录缺损部位的位置、范围及电极编号,以便在分析脑电图时识别缺口节律。

**3.1.4 多导生理记录** 应常规同步记录心电图和双侧三角肌表面肌电图,必要时增加呼吸、血氧饱和度等其他同步生理记录。

**3.1.5 记录后处理** 记录结束拆除电极后,应清洁患者的头发和头皮,检查是否有皮肤破损或感染,并给予相应处理。使用后的所有电极均应进行适

当清洁消毒处理。

## 3.2 监测中的操作

**3.2.1 记录初期评估** 医技人员应在记录开始后的 20 分钟内留在患者床边,确保记录质量良好,评估需要紧急处理的脑电图模式。

**3.2.2 脑电图刺激反应性** 对于昏迷患者,在记录一段基线期脑电图后,应常规给予刺激试验测试脑电图反应性,以辅助判断昏迷患者预后。推荐进行下述类型的测试:①视觉刺激(光照试验);②听觉刺激(耳旁拍手或声音呼唤);③触觉刺激(轻触肢体、鼻孔搔痒);④疼痛刺激(胸骨柄按压、眶上压痛、甲床压痛试验),应至少给予一种疼痛刺激。但目前对刺激强度和刺激持续时间尚无统一的共识。

**3.2.3 每日评估** 对于连续多日的 CEEG 监测,应每日评估患者的临床(意识水平变化)和脑电图反应性。记录镇静药物的给药时间和剂量。

## 4 CEEG 监测适应证和记录时间

由 ICU 医生根据病情决定开始及终止记录的时间,但至少应监测 4 h。所有 CEEG 监测均应包括原始脑电图记录和同步 qEEG 记录。

### 4.1 癫痫持续状态

对于癫痫持续状态患者,已给予抗惊厥药物后 60 min 内仍没有恢复基线状态者,应进行 CEEG 监测;对于难治性癫痫持续状态患者,应及时启动 CEEG 监测。建议在发作终止后或静脉抗惊厥药物撤药后继续监测 24 h。记录过程中,应即刻标记发作时间和静脉抗惊厥药物的给药时间、种类和剂量,以便观察脑电图对药物的反应。

### 4.2 创伤性脑损伤

如患者持续存在不能解释的意识状态改变,应进行 CEEG 监测。当患者 Glasgow 昏迷评分(Glasgow coma score, GCS)  $\leq 8$  分时(特别是皮质挫伤/血肿较大、凹陷性颅骨骨折或穿透性脑损伤),应行 CEEG 监测以排除非惊厥性发作(Non-convulsive seizure, NCS)或非惊厥性癫痫持续状态(Non convulsive status epilepticus, NCSE)。

### 4.3 脑血管病

对于急性脑梗死、脑出血患者,如伴有持续不明原因意识状态改变,应进行 CEEG 监测,以排除 NCSE。但对于急性脑梗死患者,不建议将 CEEG 作为脑缺血、脑疝或颅内灌注压的常规检查手段。若监测 24 ~ 48 h 无癫痫发作,或抗惊厥药物撤药后 48 h 无发作可停止监测。对于伴有不明

原因意识状态改变的蛛网膜下腔出血患者,应进行 CCEEG 监测以排除 NCSE;对于昏迷的蛛网膜下腔出血患者,由于其神经系统查体不可靠,应启动 CCEEG 监测以早期发现脑血管痉挛相关的迟发性脑缺血,但 CCEEG 记录的持续时间尚无一致意见,建议监测至病情稳定(或脑血管痉挛风险降低)。对于有血流动力学损害、临界血流或急性缺血性卒中高风险的患者,在神经血管外科手术和介入手术中,可考虑应用 CCEEG 和 qEEG 识别脑缺血的发生。

#### 4.4 心肺复苏后昏迷

对心肺复苏后昏迷患者均应进行 CCEEG 监测,用以评估脑功能状态及预后。在接受低温治疗的患者,低温治疗期和复温后 24 h 内均应进行 CCEEG 监测以发现 NCS 或 NCSE。

#### 4.5 脑炎

患者如出现昏迷或存在不能解释的神经功能缺损,应进行 CCEEG 监测以除外 NCSE;并建议使用 CCEEG 监测判断患者的脑功能及预后。

#### 4.6 代谢及中毒性脑病

对于代谢性脑病或中毒性脑病患者,如出现精神状态恶化或昏迷时,应进行 CCEEG 监测以排除 NCSE。

#### 4.7 低温治疗

对于接受低温脑保护治疗的患者,推荐在低温治疗期 CCEEG 监测 24 h,复温期监测 12~24 h,体温恢复正常后监测 24 h,以发现低温和复温过程中的 NCSE,并评估低温治疗的效果和预后。

### 5 脑死亡的脑电图判断

脑死亡是指包括脑干在内的全脑功能不可逆转的丧失。脑电图是脑死亡判定中一项重要的确认试验,其判断标准是全部导联脑波活动 $\leq 2 \mu\text{V}$ (电静息)。实施脑死亡的脑电图确认试验需要由获得相关资质的脑电图或 ICU 医生负责操作过程的监督和记录结果的判断。操作要求如下:

#### 5.1 电极安放

应用盘状电极或针电极,电极间距离 $\geq 10\text{cm}$ ,按 10-20 系统放置至少 8 个记录电极: Fp1、Fp2、C3、C4、O1、O2、T3、T4,以及单通道心电图。接地电极(G)放置在额极中点(Fpz),系统参考电极放置在颞顶区(Cz)。

#### 5.2 参数设置

头皮电极间阻抗应在  $100 \Omega \sim 5 \text{K}\Omega$  之间,两侧对应电极的阻抗应基本匹配。高频滤波 35~70 Hz、

低频滤波 0.5 Hz 或时间常数 0.3 s,灵敏度  $2 \mu\text{V}/\text{mm}$ ,陷波滤波 50 Hz。

#### 5.3 记录方案

采用参考导联和双极两种导联方式描记(同时描记心电图),应确保无明显干扰的脑电图记录时间 $\geq 30 \text{min}$ 。应在记录中行脑电图反应性检查,即分别重复双手甲床压痛试验和耳旁声音呼唤,观察脑电图波幅和频率改变。

#### 5.4 结果判定

当脑电图长时间( $\geq 30 \text{min}$ )显示电静息状态(波幅 $\leq 2 \mu\text{V}$ )时,符合脑电图的脑死亡判定标准。

#### 5.5 注意事项

① 出生后 7 日内新生儿不能做脑死亡判断;婴幼儿应同时进行心电图、肌电图、眼动图及呼吸等多导生理监测;② 镇静麻醉药物、低体温(核心体温 $< 34^\circ\text{C}$ )、低血压(平均动脉压 $< 50 \text{mmHg}$ )、心肺复苏 $< 12 \text{h}$ 、代谢异常、电极安放部位皮肤外伤或皮下水肿等因素均可能影响对脑电图的判断,此时脑电图结果仅供参考。

### 6 CCEEG 分析和报告

#### 6.1 qEEG 分析

ICU 内的 CCEEG 监测常要求具有时效性,即需要快速评估脑功能状态或治疗干预效果,此时首先应由 ICU 医生对正在记录中的 qEEG 进行分析,包括 aEEG、时频图或暴发-抑制定量分析等。对于可疑 NCSE 或癫痫持续状态进行药物干预时,应同时分析原始脑电图,必要时与脑电图医生及时沟通共同分析。

#### 6.2 原始 VEEG 分析

由脑电图技师或脑电图医生负责对原始 VEEG 和 qEEG 共同进行分析,每天至少阅图 2 次(每 12 h 左右 1 次)。一旦记录到临床事件,应在事件发生后尽快进行判读,以确定其发作性质。若发现频繁 NCS 或出现 NCSE,应增加读图频率,直到发作得到控制。

#### 6.3 CCEEG 口头报告

在 CCEEG 监测过程中的任何时间,如患者临床出现特殊情况(如意识状态恶化或惊厥发作),或脑电图明显恶化(如周期性放电、低电压或癫痫发作期模式),脑电图医技人员应及时告知 ICU 医生,并结合电-临床情况共同作出判断。口头报告仅面向 ICU 医生作为临床参考,CCEEG 监测的最终诊断以正式的脑电图书面报告为准。



#### 6.4 CCEEG 书面报告

脑电图技师负责全部脑电图记录的浏览分析、特殊症状学的视频分析、事件标注、截图、打印和初步报告书写。整个记录结束后出具 CCEEG 监测书面报告。脑电图医生负责复审和签署脑电图报告。推荐应用临床脑电图电子报告系统(见指南九),以建立 ICU 的脑电图数据库。在此基础上,CCEEG 报告需要特别注意增加以下内容:

**6.4.1 患者信息** 应注明患者年龄、临床诊断、意识状态、Glasgow 昏迷评分等。

**6.4.2 治疗信息** 应注明是否使用镇痛镇静药物、

抗惊厥药物、肌松药物、血管活性药物等特殊药物治疗,注明用药时间和剂量,以及临床和脑电图对治疗的反应。注明是否使用机械通气,低温治疗、体外膜肺氧合(ECMO)、血液透析等辅助治疗。

**6.4.3 CCEEG 动态变化** 如果在长时间监测过程中 CCEEG 有动态变化,推荐分阶段描述脑电活动的变化趋势,而不是混合描述或仅描述某一时间断面的特征。

**6.4.4 qEEG 分析** 脑电图报告中可根据需要对 aEEG、功率谱、时频图或暴发-抑制定量分析等模式进行简要描述,并应描述总体的动态变化趋势。

# 新生儿脑电图技术标准

中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会

新生儿期是指足月出生后 28 天内,或早产儿矫正胎龄后在同等年龄段内。新生儿脑电图主要用于对新生儿发作的诊断和鉴别诊断,以及对新生儿脑发育和脑损伤的功能评估。新生儿脑电图记录有不同于其他年龄段的特殊要求。首先新生儿脑电图监测应遵循常规脑电图和视频脑电图操作的基本要求,同时也需要建立符合新生儿特点的脑电图技术标准。本指南适用于新生儿病房和新生儿重症监护病房(NICU)的脑电图操作。

## 1 新生儿脑电图团队的人员配置和职责

新生儿脑电图团队应包括具有脑电图专业基础的脑电图医师、新生儿科医师、脑电图技师和新生儿科护士。团队人员的工作职责可根据各医院情况有所调整,但强调脑电图医技人员与新生儿科医护人员之间应建立密切的沟通合作通道和规范化的工作流程。

### 1.1 脑电图医师

要求具有执业医师资格,经过系统的脑电图和癫痫专业培训,能独立进行长程 VEEG 和新生儿脑电图的操作、阅图和症状学分析,具有对新生儿相关脑电图和神经电生理检测的诊断能力,具有对新生儿发作的诊断和鉴别诊断能力,通过脑电图中级或以上水平考试。脑电图医师的职责是对新生儿脑电图的所有记录结果进行阅图分析和书写签发报告。

### 1.2 新生儿科医师

新生儿科或 NICU 病房内负责新生儿脑电图的医师,应为中级或以上技术职称,具有新生儿临床工作经验,经过系统的脑电图专业培训,并具有至少 3 个月的 aEEG 学习经历,具备对定量脑电图(qEEG)的实时分析能力和对原始脑电图的初步阅图能力,通过脑电图初级或以上水平考试,负责确定新生儿脑电图监测适应证,决定监测过程中的医疗干预,负责与脑电图医师的及时沟通、以及对新生儿脑电图所有记录结果的临床解读。

### 1.3 脑电图技师

要求具有医学教育背景,经过系统的脑电图和癫痫专业培训,通过脑电图初级或以上水平考试,或通过神经电生理(脑电图)技术职称考试。能熟练掌握脑电图仪器的调试、电极安放、参数调整等操作,能及时识别和排除 NICU 环境中的各种伪差,掌握新生儿的脑电图特征,能识别新生儿发作间期脑电图和发作期放电模式及症状学特征,具备对 qEEG 的实时分析能力。脑电图技师的职责是:① 负责新生儿脑电图监测中的各种技术性操作,包括患者准备、设备调试和记录全过程;② 在脑电图医师的指导下进行初步阅图分析和进行标注;③ 发现新生儿脑电图记录中的特殊情况(如癫痫发作、周期性波、低电压或电静息),并及时向脑电图医师或新生儿医师报告;④ 发现电极伪差等技术问题,并及时与新生儿病房护士沟通进行电极维护。⑤ 书写初步的脑电图报告;⑥ 脑电图数据整理,包括截图、打印、数据剪辑、存储归档和数据库管理等。

### 1.4 新生儿科护士

要求具有新生儿的护理工作经验,经过初步的 aEEG 专业培训,基本掌握脑电图仪器的调试、电极安放、参数调整等操作,能及时识别和排除记录中的明显伪差。新生儿护士的职责是:① 负责或协助脑电图技师进行脑电图监测中的各种技术性操作,包括患者准备,设备调试,电极安放、维护和拆卸等;② 在记录过程中随时观察脑电图记录质量,及时排除伪差;③ 负责在记录全过程中对患儿的观察和护理工作,及时发现病情变化及 aEEG 的变化,并及时与医技人员联系,协助医技人员进行相关处置。

## 2 设备要求

推荐对新生儿均进行视频脑电图(VEEG)监测,使用至少 32 通道视频脑电图仪,放大器性能与指南一的要求相同,VEEG 仪器与指南四的要求基本相同。根据新生儿脑电图记录的特点,另有如下特殊要求。



### 2.1 硬件要求

推荐脑电图主机和摄像机均为可移动式, 便于进行床旁记录。需要配备适用于新生儿的多导生理记录传感器, 用于同步记录呼吸、血氧饱和度等参数。专用于新生儿的脑电图仪不需要配备闪光刺激器。

### 2.2 软件要求

除视频脑电图记录和分析系统外, 要求有同步 qEEG (包括 aEEG、功率谱、时频图及暴发-抑制定量分析等项目) 处理和分析软件。

### 2.3 网络系统

推荐接入脑电图局域网的中央服务器系统, 以实现大容量数据存储和多个终端的远程访问。如床旁移动式设备无法进行有线网络连接, 可使用无线连接。推荐新生儿病房或 NICU 的 VEEG 数据与院内脑电图室进行远程连接, 以实现数据共享和方便双方及时沟通合作。

## 3 记录方法和导联方式

### 3.1 患儿准备

常规脑电图室或 VEEG 监测病房的环境不适合新生儿脑电图监测, 推荐在新生儿病房或 NICU 进行床旁 VEEG 监测, 以减少对患儿的搬动。患儿应在婴儿床内, 脑电图放大器应尽可能靠近患儿头部, 而远离其他医疗电器 (包括输液泵、监护仪、呼吸机、ECMO 氧合泵、暖箱、红外线辐射抢救台、蓝光治疗仪等), 以减少干扰伪差。如因伪差难以排除而影响必要的脑电图记录, 可在病情允许情况下短暂关闭某些电器设备。避免家长怀抱患儿进行监测, 以减少干扰和方便录像观察。检查前应了解患儿病情和治疗情况, 避免因脑电图检查而影响更重要的检查和治疗。新生儿脑电图监测不使用镇静剂诱导睡眠, 通常在喂奶前安装电极, 开始记录后喂奶哄睡。

### 3.2 脑电图电极安放

**3.2.1 院感防护措施** 应严格执行新生儿病房医院感染管理制度。操作人员在安装电极或其他接触患儿的操作前应认真洗手或使用快速手消毒液, 并对患儿头皮进行清洁处理。应使用经过消毒的盘状电极, 用导电膏、医用胶纸及弹力帽妥善固定电极。不推荐使用桥式电极或针电极, 不推荐使用火棉胶固定。每次记录结束后, 应使用流动清水彻底清洗电极, 然后用 75% 酒精或消毒湿纸巾擦拭电极, 必要时使用紫外线消毒, 以备下一次使用。所有放置在新生儿病房内的脑电图仪器设备均应定

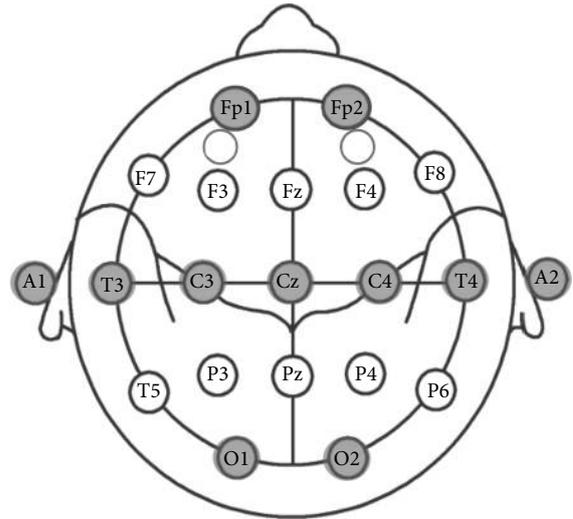


图 8-1 新生儿脑电图电极位置 (ANCS)

期清洁擦拭。

**3.2.2 电极位置** 新生儿头围小, 可适当减少记录电极数目, 推荐使用 9 个或 11 个脑电记录电极。9 个记录电极为 10-20 系统的 Fp1/Fp2、C3/C4、T3/T4、O1/O2 和 Cz, 其中 Fp1/Fp2 也可改为 Fp3/Fp4 (位于 Fp1/Fp2 和 F3/F4 中间的位置)。11 个记录电极是在上述 9 个电极的基础上增加 Fz 和 Pz (图 8-1)。参考电极位于 A1 和 A2。因新生儿耳垂小, 也可用乳突 (M1 和 M2) 部位代替。地线 (G) 位于前额中线或乳突。安放电极时应尽量避开颅骨未闭合部位 (如前囟或后囟)、头皮水肿、血肿或头皮破损处, 但要注意左右对称并在记录中注明电极位置的调整。常规放置 1 导心电图、1 导肌电图 (下颌)、双侧眼动图电极和呼吸传感器。

**3.2.3 头皮护理** 新生儿皮肤娇嫩, 如进行长程脑电图监测, 电极很容易压迫损伤局部头皮。护理人员应每 12 h 左右暂时中断记录, 将全部电极取下并适当清理头皮, 间隔 2 h 后再重新放置电极继续记录, 以防止皮肤压伤。如发生皮肤破损应给予适当处理, 必要时终止脑电图检查。建议每班有相对固定的护士负责。

### 3.3 导联方式

新生儿脑电图推荐以同侧耳电极为参考进行记录, 以双极导联为主进行脑电图回放分析。耳电极参考在新生儿记录中非常容易被心电伪差活化, 电极数量少且背景电压波动大则容易导致平均参考活化, 因此仅在必要时使用参考导联分析。

表 8-1 所列的导联组合方式基本涵盖了新生儿脑电图分析的基本需求, 推荐各脑电图室将所有这些导联方式均编排在所使用的仪器内, 这样既可以

根据所分析的脑电图特点灵活选用适当的导联方式,又方便在不同脑电图室之间相互交流。对比左右脑区时建议选择双极导联 1;评估半球间同步性、对称性及判断发作起始侧别时建议选择双极导联 2 或双极导联 3。

#### 4 记录时间

##### 4.1 短程 VEEG 监测

记录时间不超过 4 h, 但不应短于 2 h, 应至少包括一个完整的清醒-活动睡眠-安静睡眠周期。短程 VEEG 适用于对高危新生儿脑电图背景的评估。如背景活动为重度异常, 或监测到惊厥发作(包括电发作), 应延长 VEEG 监测时间(即进行长程 VEEG 监测), 或在短期内进行系列的短程 VEEG 复查, 以评估病情变化及转归。

##### 4.2 长程 VEEG 监测

记录时间 ≥ 4 h。推荐用于新生儿发作的诊断和鉴别诊断, 以及高危新生儿重度脑电图异常的持续监测。癫痫发作患儿应持续监测到发作消失后 12 ~ 24 h; 脑电图进行性恶化的患儿应监测到临床

和脑电图状态稳定后 12 ~ 24 h, 包括改善后的稳定, 或稳定在低电压-电静息状态 12 ~ 24 h。监测结束时间由 NICU 医生和脑电图医生根据病情和脑电图情况决定。

#### 5 VEEG 监测中的床旁观察和操作

##### 5.1 床旁观察

新生儿 VEEG 记录中的视频录像难以记录到临床行为的微小变化, 因此需要新生儿科护士或脑电图技师在床旁随时观察并实时标记于脑电图记录中, 包括患儿的体位变化、肢体运动、面部运动、睁闭眼、护理和治疗操作、喂奶及可疑发作等事件, 并记录各种相关治疗干预的时间和治疗的反应。

##### 5.2 床旁操作

监测中尽可能减少护理操作或相对集中进行必要的医疗护理操作, 以减少对脑电图记录的干扰。新生儿科护士及脑电图技师应及时发现和排除各种伪差。监测期间应在患儿平稳睡眠时(一般是在记录结束前)给予声音或触觉刺激, 标注刺激

表 8-1 新生儿脑电图导联组合

编号	双极导联 1		双极导联 2		双极导联 3		参考导联*	
1	Fp1-T3	左右颞区	Fp1-T3	左侧半球	Fp1-T3	左侧半球	FP1-参考	左侧半球
2	T3-O1		T3-O1		T3-O1		C3-参考	
3	Fp2-T4		Fp1-C3		Fp1-C3		T3-参考	
4	T4-O2		C3-O1		C3-O1		O1-参考	
5	Fp1-C3	左右旁中线区	Fz-Cz	中线	Fp2-C4	右侧半球	Cz-参考	右侧
6	C3-O1		Cz-Pz		C4-O2		FP2-参考	
7	Fp2-C4		Fp2-C4		Fp2-T4		C4-参考	
8	C4-O2		C4-O2		T4-O2		T4-参考	
9	T3-C3	横联	Fp2-T4	右侧半球	T3-C3	横联	O2-参考	其他生理监测
10	C3-Cz		T4-O2		C3-Cz		EOG-L	
11	Cz-C4		T3-C3		Cz-C4		EOG-R	
12	C4-T4		C3-Cz		C4-T4		EKG	
13	Fz-Cz	中线	Cz-C4	横联	EOG-L	其他生理监测	EMG	
14	Cz-Pz		C4-T4		EOG-R		Res	
15	EOG-L		EOG-L		EKG			
16	EOG-R		EOG-R		EMG			
17	EKG	其他生理监测	EKG	其他生理监测	Res			
18	EMG		EMG					
19	Res		Res					

\*在记录时参考导联选择同侧耳电极; 回放分析时可根据需要选择 AV, 但推荐选择各种双极导联进行回放分析

时间,观察脑电图对刺激的反应。

## 6 振幅整合脑电图 ( amplitude integrated EEG, aEEG )

### 6.1 记录方法

应在 VEEG 监测的基础上同步显示 aEEG 模式,以便根据原始脑电图对 aEEG 出现的可疑图形进行更准确的解读,不建议单独进行 aEEG 监测。理论上,所有电极位点都可在原始脑电图基础上转化为 aEEG 显示出来,推荐采用 C3-Cz 和 C4-Cz 导联显示左右侧的 aEEG,必要时可显示更多导联,但显示全部导联的 aEEG 并不能增加更多信息。

### 6.2 aEEG 的实时分析

在 VEEG-aEEG 监测期间,新生儿病房的医生和护士应随时关注 aEEG 的变化趋势,一旦发现 aEEG 的下界降至 5  $\mu\text{V}$  以下,或出现可疑发作期模式,应与脑电图室医技人员联系,及时回看原始脑电记录,以便发现问题及时处置。表 8-2 为新生儿 aEEG 的主要背景模式,其中 3、4、5 项为重度异常,需要及时发现和进行必要的处理。

## 7 新生儿脑电图报告

新生儿脑电图报告与儿童和成人脑电图报告一样,由患儿基本信息、脑电图描述和脑电图诊断三个部分组成,但报告内容有较大不同。在大数据时代,规范化的脑电图描述和诊断术语及脑电图报告的模块化结构是数据库检索、统计和大数据分析的基础,也是脑电图质量控制和数据评价标准统一的指标。因此推荐使用规范化的新生儿脑电图电子报告系统。

### 7.1 患儿基本信息

**7.1.1 人口学信息** 姓名(可使用母亲姓名+之子/之女)、性别、出生日期、出生时胎龄(Gestational age, GA,从末次月经第 1 天到分娩日)、出生后日龄和受孕龄(Conception age, CA)。CA 为矫正胎龄,即胎龄+出生后日龄,评估新生儿脑电图以 CA 为准,应精确到周+日。

**7.1.2 医疗代码** 病历号、脑电图号、床号、申请科室和申请医师等。

**7.1.3 临床诊断信息** 可参考脑电图申请单或病历信息,尽可能使用标准化的疾病诊断名称,以便于统计分析。重症新生儿诊断项目较多,电子报告数据库提供了大多数常见疾病,可选择与脑电图检查目的相关的诊断项目填写。

**7.1.4 临床治疗信息** 注明当前正在应用的治疗,

表 8-2 新生儿 aEEG 背景模式

背景图形	下界 (最低波幅)	上界 (最高波幅)	说明
1. 连续性	>5 $\mu\text{V}$	>10 ~ 25 $\mu\text{V}$	窄带
2. 不连续性	<5 $\mu\text{V}$	>10 $\mu\text{V}$	宽带 最低波幅可变
3. 暴发-抑制	<5 $\mu\text{V}$	>25 $\mu\text{V}$	最低波幅缺乏变化性 最高波幅较高
4. 低电压	<5 $\mu\text{V}$	<10 $\mu\text{V}$	有一定的变化
5. 电静息	<5 $\mu\text{V}$	<5 $\mu\text{V}$	等电位,无变化

包括抗休克治疗、抗惊厥治疗、呼吸支持方式等。

**7.1.5 脑电图检查信息** 包括检查日期、脑电图检查类型(短程 VEEG、长程 VEEG 等)、记录时长、应用的脑电图电极方案和附加电极部位、多导生理记录项目和部位等。

**7.1.6 患儿状态信息** 注明记录过程中患儿的基本状态,包括清醒、睡眠、意识障碍等。

**7.1.7 其他可能影响脑电图结果的各种信息** 如头颅 B 超、头颅影像学异常、遗传学检测结果及遗传代谢病筛查结果等。

### 7.2 脑电图描述

对新生儿脑电图记录的描述应反映患儿的基本脑功能状态。应尽可能使用数据库提供的标准化新生儿脑电图术语,同时对特殊脑电图现象也需要做出个体化的描述。脑电图报告的描述部分应包括以下项目。

**7.2.1 清醒-睡眠周期** 分别描述清醒(W)、活动睡眠(AS)和安静睡眠(QS)状态下的脑电图波形、节律和模式特征。和发育相关的棘波或尖波样波形或慢波节律应在此处描述,而不应该放在癫痫样放电中描述。如没有正常清醒-睡眠周期,应在描述时予以说明。

**7.2.2 背景活动** 以 QS 期为背景,描述不连续图形及交替图形的暴发段特征、抑制段(IBI)的电压和长度(最短和最长 IBI)。

**7.2.3 发作间期癫痫样放电** 应描述放电出现的状态、触发因素、波形、频率、部位、数量、出现方式等。如果同一患儿在同一次记录中有多种形式的发作间期放电,应根据主次顺序描述。

**7.2.4 其他特殊异常脑电图** 包括广泛性或阵发性慢波、周期性波、暴发-抑制、低电压、电静息等。当存在这类脑电图异常时,应给予适当声音或触觉刺激,观察脑电图和临床有无反应性,并注意是否伴随轻微发作症状。

**7.2.5 发作事件** 对监测过程中出现癫痫性发作及其他可疑的发作性事件, 均应做出电-临床描述。

**7.2.6 发作症状学描述** 描述发作时患儿所处状态(清醒或睡眠)、发作起始症状及其演变过程(例如: 右手阵挛性抽动→左侧下肢强直→成串四肢短暂屈曲痉挛)。对癫痫性发作症状的描述应尽可能使用专业术语。如果同一患儿在同一次记录中有多种发作症状, 应根据主次顺序分别描述。

**7.2.7 发作期脑电图描述** 与症状学对应的同期脑电图变化, 包括变化的起始部位和演变过程。如果发作期脑电图没有特殊变化, 或被大量伪差掩盖, 也应据实描述。如果脑电图出现明确的癫痫发作期图形, 但不伴有临床可发现的行为改变(电发作), 报告中也需进行描述。

**7.2.8 对诊断性或治疗性干预的反应** 在监测中如对频繁癫痫发作静脉应用抗惊厥药物, 或监测中出于诊断或治疗目的给予其他干预措施(如静脉应用维生素 B6 等), 均应在报告中记录给药种类、时间和剂量, 并描述用药后的临床和脑电图反应。

**7.2.9 aEEG 监测描述** 可根据表 8-3 描述 aEEG 的主要模式和演变趋势, 如“背景不连续性, 无醒睡周期, 2 次癫痫发作”。

**7.3 脑电图诊断**

新生儿脑电图诊断是基于患儿的精确年龄和脑电图特征得出的结论。脑电图诊断应简单明了、主次分明, 重点突出。对于脑电图诊断应遵循以下

表 8-3 aEEG 的主要模式

背景活动	醒睡周期	癫痫发作
连续性	无	无
不连续性	有(不成熟)	单次
暴发-抑制	有(成熟)	多次
低电压		持续状态
电静息		

原则: ① 新生儿脑电图分为正常和轻度、中度或重度异常。在异常新生儿脑电图之下应列出主要异常特征。如“轻度异常新生儿脑电图, 背景成熟轻度延迟”, 或“重度异常新生儿脑电图, 周期性波, 暴发-抑制”; ② 新生儿脑电图诊断原则上不涉及临床诊断, 如“中度背景异常, 过度不连续图形”, 不应同时做出“符合 HIE 改变”的诊断; ③ 视频脑电图如监测到癫痫发作, 可以根据发作症状学和发作期脑电图, 做出发作类型诊断, 如“局部阵挛发作”、“癫痫性痉挛发作”等。对于发作期脑电图没有特殊变化的临床事件, 在诊断中可据实描述“发作性事件不伴脑电图改变”。除非有特别明确的证据, 诊断“非癫痫性发作”应当特别慎重; ④ 脑电图报告中不对脑电图诊断进行临床解读, 脑电图医生也不宜向患儿家长解读脑电图诊断的临床意义。必要时由脑电图医生与临床医生沟通, 结合全临床信息解读脑电图结果。

• 专家指南 (九) •

# 临床脑电图报告规范

中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会

脑电图报告是对本次脑电图检查进行全面、简要和有重点的描述,并做出脑电图诊断。在大数据的背景下,脑电图报告的基本条目、规范化术语和诊断标准是数据库检索、统计和大数据分析的基础,也是脑电图质量控制和数据评价标准统一的指标。因此本指南推荐由中国抗癫痫协会脑电图和神经电生理分会推出的“临床脑电图电子报告系统”,该系统以结构化模块和统一的专业术语为主架构,以自由文本模式作为补充,具有主题词检索、统计和数据分析功能。系统中附带了对所有专业术语的定义和脑电图诊断标准。这一报告系统可用于成人、儿童、ICU 和新生儿的临床脑电图报告。

脑电图报告应包括患者基本信息、脑电图描述和脑电图诊断三个部分。以下对脑电图报告的要求适用于成人、儿童、癫痫监测单元、ICU 以及癫痫外科手术术前评估的常规脑电图和视频脑电图监测。新生儿脑电图报告有其特殊要求(见指南八)。目前对颅内脑电图记录的报告模式尚缺乏共识。

## 1 患者基本信息

### 1.1 人口学信息

姓名、性别、出生日期、年龄(婴幼儿和学龄期儿童精确到月,年长儿及成人精确到岁)。

### 1.2 医疗代码

病历号、脑电图号、床号、申请科室和申请医师等。

### 1.3 临床诊断信息

可参考脑电图申请单或入院病历信息,尽可能使用标准化的疾病诊断名称,以便于统计分析。电子报告数据库提供了大多数常见疾病名称供选择使用。对于接受过癫痫手术或其他颅脑外科手术的,应注明手术部位和手术方式(切除、离断、热凝等),因为不同的术式对脑电图的影响是不同的。

## 1.4 临床治疗信息

注明当前正在应用的抗癫痫发作药物(Anti-seizure medication, ASM, 常用 ASM 可使用标准化缩写,见表 9-1)、精神科药物、糖皮质激素类药物、生酮饮食、神经调控治疗,如迷走神经刺激(VNS)、深部脑刺激(DBS)、闭环反应性神经刺激(RNS),以及其他相关的药物或非药物治疗。

表 9-1 常用抗癫痫发作药物(ASM)缩写

药物	缩写	药物	缩写
丙戊酸	VPA	氯巴占	CLB
卡马西平	CBZ	苯妥英钠	PHT
苯巴比妥	PB	唑尼沙胺	ZSM
托吡酯	TPM	吡仑帕奈	PER
拉莫三嗪	LTG	拉考沙胺	LCM
左乙拉西坦	LEV	加巴喷丁	GBP
地西泮	DZP	氨己烯酸	VGB
硝西泮	NZP	非氨酯	FPM
氯硝西泮	CZP	乙琥胺	ESM

## 1.5 脑电图检查信息

包括检查日期、脑电图检查类型(常规脑电图、视频脑电图等)、记录时长、最后一次癫痫发作时间(几月前、几日前或几小时前)、应用的脑电图电极方案和附加电极部位、多导生理记录项目和肌电图的电极放置部位等。

## 1.6 患者状态信息

注明记录过程中患者的基本状态,包括清醒、睡眠(自然睡眠、剥夺睡眠、药物诱导睡眠)、发作后状态(例如“记录前 2 小时有一次全面强直-阵挛发作”)、意识障碍、昏迷(Glasgow 昏迷评分)、机械辅助通气等。癫痫患者应记录末次发作时间。

## 1.7 其他可能影响脑电图结果的各种信息

如头颅影像学异常、遗传学检查结果及遗传代谢病筛查结果等。

## 2 脑电图记录描述

对脑电图记录的描述应使阅读报告的临床医

生能根据脑电图报告了解患者脑电图的基本特点。报告应客观而全面的描述各种状态下的脑电图特征(包括波形、波幅、频率、节律、分布、出现方式、对诱发试验、外界刺激或药物的反应等基本要素)。描述中避免含有主观结论。报告中应尽可能使用数据库提供的标准化脑电图术语,同时对特殊脑电图现象也需要做出个体化的描述。脑电图报告的描述部分应包括以下项目。

## 2.1 背景活动

**2.1.1 枕区优势节律** 闭目安静状态下双侧枕区的节律或活动。

**2.1.2 全图清醒期背景活动特点。**

## 2.2 诱发试验

包括常规的过度换气和间断闪光刺激,以及对其他特殊诱发试验或外界刺激的反应。

## 2.3 睡眠期

注明是否记录到睡眠期及睡眠深度,以及标志性的睡眠波(如顶尖波、睡眠纺锤、K-综合波等)是否正常出现。

## 2.4 发作间期癫痫样放电

应描述放电出现时的状态、触发因素、波形、频率、部位、数量、出现方式、对称性等。如果同一患者在同一次记录中有多种形式的发作间期放电,应根据主次顺序分别描述。

## 2.5 发作事件

对监测过程中出现癫痫性发作及其他发作性事件,包括家属指认的事件,均应做出电-临床描述。

**2.5.1 临床症状学描述** 发作时患者所处状态(清醒或睡眠)、发作起始症状及其演变过程(例如:右侧手指阵挛性抽动→扩散至右侧前臂→口角右斜及双上肢不对称强直)。对癫痫性发作症状的描述应尽可能使用专业术语。如果同一患者在同一次记录中有多种发作形式,应根据主次顺序分别描述。

**2.5.2 发作期脑电图描述** 与症状学对应的同期脑电图变化,包括变化的起始部位和演变过程。如果发作期脑电图没有特殊变化,或被大量伪差掩盖,也应据实描述。如果脑电图出现明确的癫痫发作期模式,但不伴有临床可见的行为改变(电发作),报告中也需进行描述。

**2.5.3 对诊断性或治疗性干预的反应** 在监测中如对癫痫持续状态患者静脉应用抗惊厥药物,或监测中出于诊断或治疗目的给予其他干预措施(如静脉应用维生素 B6 等),均应在报告中描述给药时间、种类、剂量及用药后的临床和脑电图反应。

## 2.6 其他特殊异常脑电图

包括持续性或阵发性的广泛性慢波、周期性波、暴发-抑制、低电压、电静息等。当存在这类脑电图异常时,应描述患者的意识状态。

## 3 脑电图诊断

脑电图诊断是基于患者年龄和脑电图特征得出的结论。脑电图诊断应简单明了、主次分明,重点突出,原则上不涉及临床诊断,如“中度背景异常,弥漫性 $\delta$ 慢波为主”,不应同时做出“符合病毒性脑炎改变”或“不符合局灶性癫痫”的肯定性或否定性诊断。对于脑电图诊断应遵循以下原则:

### 3.1 成年人脑电图

轻度、中度或重度异常仅用于对背景活动的诊断。对发作间期癫痫样放电和癫痫发作应另外做出诊断,没有异常程度的区分。

### 3.2 儿童脑电图

诊断分为正常、正常范围、界线性异常和异常。其中只有异常脑电图具有明确意义,并应描述主要异常特征,包括背景异常、癫痫样放电或其他异常特征。

### 3.3 视频脑电图

视频脑电图如监测到癫痫发作,可以根据发作症状学和发作期脑电图,做出发作类型诊断,如“不典型失神发作”、“全面性强直发作”、“癫痫性痉挛”等,但不应做出癫痫综合症的诊断,如“符合 Lennox-Gastaut 综合征”或“符合 West 综合征”。因为综合症的诊断需要更全面的临床信息。对于发作期脑电图没有特殊变化的临床事件,在诊断中可据实描述,如“家长指认的发作性事件不伴有脑电图改变”。鉴于头皮脑电图记录的局限性,除非有非常肯定的证据,诊断“非癫痫性发作”应当慎重。

### 3.4 脑电图报告解读

脑电图报告中不包含进一步的临床解读,脑电图医生也不需要向患者解读脑电图诊断结果的意义。应由临床医生结合全临床信息解读脑电图结果。但某些脑电图特征对病因学诊断有高度提示意义,如 Angelman 综合征、亚急性硬化性全脑炎(SSPE)、克雅氏病(CJD)等,可在脑电图报告的诊断后面适当提出某些建议,如“具有 Angelman 综合征的脑电图特征,请结合临床或进行遗传学检查”;或“请结合临床关注克雅氏病的可能”等,以便向临床医生做出提示。



# 临床脑电图技术操作指南

## 参考文献

- 1 Acharya JN, Hani AJ, Cheek J, *et al.* American Clinical Neurophysiology Society Guideline 2: Guidelines for Standard Electrode Position Nomenclature. *J Clin Neurophysiol*, 2016, 33: 308-311.
- 2 Acharya JN, Hani AJ, Thirumala PD, *et al.* American Clinical Neurophysiology Society Guideline 3: A Proposal for Standard Montages to Be Used in Clinical EEG. *J Clin Neurophysiol*, 2016, 33: 312-316.
- 3 André M, Lamblin MD, d'Allest AM, *et al.* Electroencephalography in premature and full-term infants. Developmental features and glossary. *Neurophysiol Clin*. 2010, 40: 59-124.
- 4 Beniczky S, Aurlien H, Brogger JC, *et al.* Standardized computer-based organized reporting of EEG: SCORE. *Epilepsia*, 2013, 54(6): 1112-1124.
- 5 Beniczky S, Neufeld M, Diehl B, *et al.* Testing patients during seizures: A European consensus procedure developed by a joint taskforce of the ILAE – Commission on European Affairs and the European Epilepsy Monitoring Unit Association. *Epilepsia*, 2016, 57: 1363-1368.
- 6 Brenner RP, Drislane FW, Ebersole JE, *et al.* Guideline Twelve: Guidelines for Long-Term Monitoring for Epilepsy. *J Clin Neurophysiol*, 2008, 25: 170-180.
- 7 Claassen, J, *et al.* , Recommendations on the use of EEG monitoring in critically ill patients: consensus statement from the neurointensive care section of the ESICM. *Intensive Care Med*, 2013, 39: 1337-1351.
- 8 Ebersole JS, Pedley TA. *Current Practice of Clinical Electroencephalography*. 3rd ed. Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins, 2003.
- 9 Fisher RS, Harding G, Erba G, *et al.* Photic and Pattern-induced seizures: a review for the epilepsy Foundation of America Working Group. *Epilepsia*. 2005, 46: 1426-1441.
- 10 Halford JJ, Sabau D, Drislane FW, *et al.* American Clinical Neurophysiology Society Guideline 4: Recording Clinical EEG on Digital Media. *J Clin Neurophysiol*, 2016, 33: 317-319.
- 11 Herman ST, Abend NS, Bleck TP, *et al.* Consensus Statement on Continuous EEG in Critically Ill Adults and Children, Part I: Indications. *J Clin Neurophysiol* 2015, 32: 87-95.
- 12 Herman ST, Abend NS, Bleck TP, *et al.* Consensus Statement on Continuous EEG in Critically Ill Adults and Children, Part II: Personnel, Technical Specifications, and Clinical Practice. *J Clin Neurophysiol* 2015, 32: 96-108.
- 13 Jack Kirby, Leach VM, Brockington A, *et al.* Drug withdrawal in the epilepsy monitoring unit – The patsalos table. *Seizure: European Journal of Epilepsy*. 2020, 75: 75-81.
- 14 Kuuratani J, Pearl. PL, Sullivan L, *et. al.* American Clinical Neurophysiology Society Guideline 5: Minimum Technical Standards for Pediatric Electroencephalography. *J Clin Neurophysiol*, 2016, 33: 320-323.
- 15 Sauro KM, Wiebe N, Macrodimitris S, *et al.* Quality and safety in adult epilepsy monitoring units: A systematic review and meta-analysis. *Epilepsia*, 2016, 57: 1754-1770.
- 16 Schomer DL, Lopes da Silva FH. *Niedermeyer's Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
- 17 Shellhaas RA, Chang T, Tsuchida T, *et al.* The American Clinical Neurophysiology Society's Guideline on Continuous Electroencephalography Monitoring in Neonates. *J Clin Neurophysiol* 2011, 28: 611-617.
- 18 Shih JJ, Fountain NB, Herman ST, *et al.* Indications and methodology for video-electroencephalographic studies in the epilepsy monitoring unit. *Epilepsia*. 2017, 72: 1-10.
- 19 Sinha SR, Sullivan L, Sabau D, *et al.* American Clinical Neurophysiology Society Guideline 1: Minimum Technical Requirements for Performing Clinical Electroencephalography. *J Clin Neurophysiol*, 2016, 33: 303-307.
- 20 Trenité DK, Rubboli G, Hirsch E, *et al.* Methodology of photic stimulation revisited: Updated European algorithm for visual stimulation in the EEG laboratory. *Epilepsia*, 2012, 53(1): 16-24.
- 21 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(儿童质控版). *中华儿科杂志* 2014, 52: 756-759.
- 22 国家卫生健康委员会脑损伤质控评价中心. 中国成人脑死亡判定标准与操作规范(第二版). *中华医学杂志*. 2019. 99: 1288-1292.
- 23 江文. *神经重症监护病房临床实用脑电图学*. 北京: 北京大学医学出版社, 2021.
- 24 刘晓燕. *临床脑电图学(第2版)*. 北京: 人民卫生出版社, 2017.