

# Nouvelles techniques de monitoring en réanimation pédiatrique — Monitoring cérébral par l'électroencéphalogramme d'amplitude (aEEG)

New monitoring techniques in the paediatric intensive care unit — Brain monitoring using an amplitude-integrated electroencephalogram (aEEG)

G. Loron · C. Marizy · O. Noizet-Yverneau · P. Morville · N. Bednarek

© SRLF et Springer-Verlag France 2011

## Objectifs

Comprendre le fonctionnement de l'électroencéphalogramme d'amplitude (aEEG).

Connaître les techniques de pose et de surveillance de ce monitoring.

Connaître les indications et les principes de l'interprétation de l'aEEG.

Connaître les pièges et écueils de ce monitoring.

## Introduction

L'évaluation de la fonction cérébrale s'avère indispensable et évidente dans des situations de détresse neurologique en soins intensifs pédiatriques : coma, état de mal épileptique, traumatisme crânien sévère... Monitorer l'activité corticale permet d'aider à poser les indications thérapeutiques adaptées. Par ailleurs, les autres pathologies motivant une hospitalisation en réanimation peuvent avoir des répercussions corticales suite à des agressions inflammatoires, métaboliques et anoxo-ischémiques. Là aussi, le monitoring cérébral a une place évidente dans le dépistage de ces complications chez des enfants intubés et sédatisés, pour lesquelles l'évaluation neurologique clinique reste restreinte à l'examen des réflexes du tronc cérébral.

Depuis plus de 50 ans, l'électroencéphalogramme standard (EEG) reste un outil de référence pour l'analyse de la fonction cérébrale mais avec un manque de disponibilité 24 heures sur 24 et une nécessité d'expertise (pose des électrodes et interprétation). L'intérêt de l'EEG d'amplitude

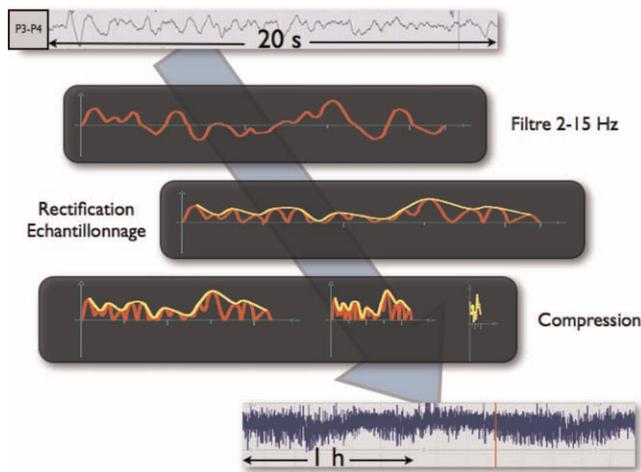
(aEEG), méthode directement dérivée de l'EEG avec un nombre d'électrodes restreint à deux ou quatre, est son accessibilité à toute heure et la lecture simplifiée du tracé, rendant possible un monitoring cérébral de longue durée [1].

## Comprendre le fonctionnement de l'aEEG

L'EEG standard enregistre l'activité corticale superficielle entre deux dérivation (couple d'électrodes) placées sur le scalp à des positions standardisées. Cette activité cérébrale peut être analysée comme une courbe, avec en abscisse, le temps en secondes et l'amplitude en microvolts, en ordonnée. Cette activité est représentée par des figures caractérisées par leurs formes, leur fréquence, leur amplitude, leur localisation et leur variation temporelle. Dix à 20 dérivation sont analysées en routine en fonction de l'âge. L'aEEG a été utilisé pour la première fois à la fin des années 1960, en anesthésiologie adulte pour le monitoring cérébral de patients ayant subi un arrêt cardiorespiratoire [2,3]. Il est utilisé depuis les années 1980 pour le monitoring cérébral chez les nouveau-nés à terme ou prématurés, dans le nord de l'Europe [4–7].

L'aEEG dérive de l'EEG standard avec un traitement du signal particulier (Fig. 1). L'activité électrique est enregistrée entre une ou deux dérivation, puis amplifiée, filtrée spécifiquement entre 2 et 20 Hz, éliminant en théorie les artéfacts

G. Loron (✉) · C. Marizy · O. Noizet-Yverneau · P. Morville · N. Bednarek  
Service de médecine néonatale et de réanimation polyvalente, institut Mère-enfant Alix-de-Champagne, American Memorial Hospital, CHU de Reims, 49, rue Cognacq-Jay, F-51092, Reims, France  
e-mail : gloron@chu-reims.fr



**Fig. 1** Étapes du calcul du signal aEEG

de mouvement de très basse fréquence (bercement, succion) et de très haute fréquence (courant alternatif, ventilateur, seringues électriques). Le signal est ensuite rectifié (seule la valeur absolue de l'amplitude du signal est prise en compte) et échantillonné. La restitution de ce signal sur écran permet l'analyse de l'amplitude en fonction du temps avec :

- en abscisse, une échelle de temps d'enregistrement plus lente que l'EEG standard (une largeur d'écran affiche 20 secondes d'EEG standard pour 3 à 3,5 heures pour l'aEEG) ;
- en ordonnée, une échelle d'amplitude semi-logarithmique : linéaire pour des amplitudes comprises entre 0 et 10  $\mu\text{V}$ , logarithmique au-delà.

## Connaître les techniques de pose et de surveillance de ce monitoring

La pose des électrodes nécessite, tout comme pour l'EEG standard, une attention particulière :

- la position doit se faire symétriquement en pariétal, en central ou frontal (sites P3–P4, C3–C4 ou F3–F4 de la nomenclature internationale 10–20) en respectant scrupuleusement une distance interélectrodes minimale donnée par le constructeur (électrodes accolées = pas de signal enregistré donc tracé plat ; électrodes trop écartées = fausse majoration de l'amplitude) ;
- l'impédance (résistance au passage du courant) qui doit être inférieure à 10 kOhms pour une interprétation fiable du tracé. Trois étapes doivent se faire rigoureusement : dégraissage de la peau, dermatabrasion douce, puis application de pâte contact. L'impédance est affichée en continu

sur les moniteurs, par une courbe ou par code couleur. Elle doit faire l'objet d'une attention continue. L'humidification des électrodes gélifiées par du sérum physiologique ou le repositionnement de celles-ci peuvent s'avérer nécessaires au cours du monitoring. Dans notre expérience, ni le rasage des cheveux ni l'utilisation d'aiguilles sous-dermiques ne sont utiles.

## Connaître les indications et les principes de l'interprétation de l'aEEG

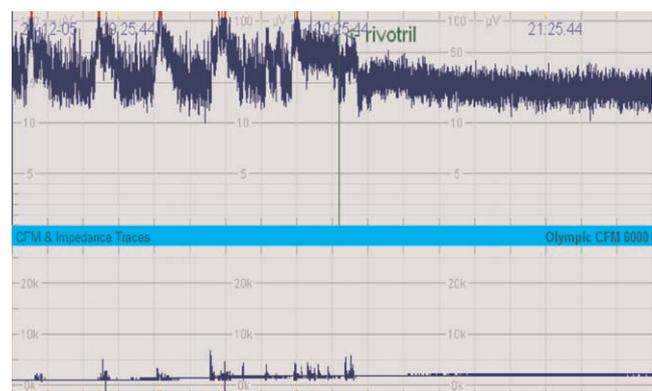
### Indications

Les indications de ce monitoring sont celles de l'EEG standard. Son intérêt est de renseigner sur la fonctionnalité corticale et d'être donc complémentaire des autres techniques disponibles (IRM, échographie-doppler). Il permet de détecter un tracé isoélectrique dans les suspicions de mort encéphalique et d'orienter rapidement vers les méthodes de diagnostic reconnues : EEG standard ou artériographie [8].

Ses indications sont très larges en réanimation pédiatrique : comas, hypertension intracrânienne, état de mal convulsif et situations à risque fréquentes (défaillance multi-viscérale, bas débit, circulation extracorporelle...). Même si la sensibilité n'est pas optimale, il permet le dépistage de crises convulsives infracliniques ou frustres, ainsi que leur réponse au traitement.

### Interprétation

L'interprétation repose sur l'appréciation de la valeur absolue des marges supérieures et inférieures du tracé, la présence de crises convulsives (Fig. 2) et la modulation de la bande d'amplitude. Comme pour l'EEG standard, la



**Fig. 2** Tracé en dents de scie révélant un état de mal épileptique, réponse favorable à l'injection de clonazépam

normalité du tracé chez l'enfant varie en fonction de l'âge. Des études sont en cours pour établir des normes pour chaque âge. À l'heure actuelle, seules les classifications pour le nouveau-né à terme sont validées : la classification d'Hellström-Westas, précise et fidèle au vocabulaire de l'EEG standard, et celle d'Al Naqeeb, plus simple d'accès [9,10]. Elles sont largement utilisées pour l'établissement du pronostic de l'encéphalopathie anoxo-ischémique du nouveau-né à terme.

La classification d'Al Naqeeb est la plus simple, reposant sur l'analyse des valeurs des marges inférieures et supérieures.

Le tracé continu ou de type 1 est une bande étroite dont les marges inférieure et supérieure sont supérieures à 5 et 10  $\mu\text{V}$ , respectivement.

Un tracé discontinu ou de type 2 est représenté par une bande plus large, dont la valeur de la marge inférieure est inférieure à 5  $\mu\text{V}$  et celle de la marge supérieure est supérieure à 10  $\mu\text{V}$  respectivement.

Un tracé déprimé ou de type 3 est représenté par une bande, dont la valeur de la marge inférieure est inférieure à 5  $\mu\text{V}$  et celle de la marge supérieure est inférieure à 10  $\mu\text{V}$ .

La classification d'Hellström-Westas est superposable pour les deux premiers groupes à celle d'Al Naqeeb (tracé normal, tracé discontinu) mais est plus précise en subdivisant le tracé de type 3 d'Al Naqeeb en trois sous-classes différentes :

- *burst suppression*, en distinguant la densité des bouffées : plus ou moins de 100 bouffées par heure ;
- continu de bas voltage (tracé étroit, linéaire et de marges inférieure et supérieure respectivement inférieures à 5 et 10  $\mu\text{V}$ ) ;
- tracé inactif, isoélectrique ou plat.

La modulation, ondulation régulière de la bande d'amplitude, correspond aux différents stades de veille et de sommeil avec des variations parallèles des deux marges. Sa présence est un excellent indicateur pronostique dans l'encéphalopathie anoxo-ischémique chez le nouveau-né à terme [11].

Les crises convulsives dessinent le plus souvent une « encoche » dans la bande, liée à une augmentation brutale et transitoire de l'amplitude. Dans le cas d'un état de mal, la succession de ces décrochages dessine un tracé « en dents de scie ». Des artefacts de bercement ou de succion peuvent également dessiner un décrochage dans la bande d'amplitude. Le tracé d'EEG standard ou brut, présent sur l'ensemble des machines d'enregistrement, permet de distinguer les deux situations.

Dans le coma de l'adulte, l'amplitude du tracé est corrélée au pronostic : une amplitude inférieure à 3  $\mu\text{V}$  est corrélée au

décès, une marge d'amplitude supérieure à 10  $\mu\text{V}$  est très corrélée à la survie [12].

## Connaître les pièges et écueils de ce monitoring

Les substances sédatives, comme pour l'EEG standard, peuvent déprimer le tracé, et l'interprétation doit tenir compte de leur présence. L'annotation des soins, des événements, des mouvements et des positions de l'enfant doit être scrupuleuse, car elle permet d'aider à l'identification des artefacts. Concernant les crises convulsives, l'aEEG peut manquer de sensibilité pour leur détection du fait d'une résolution spatiale limitée, d'une durée trop brève de l'événement et d'une manifestation par une modification de fréquences non analysées par cette technique.

Le monitoring par aEEG nécessite une expérience qui reste facile à acquérir et une rigueur de pose des électrodes qui est la même que celle de l'EEG standard.

Pour l'ensemble de ces raisons, la corrélation systématique à un EEG standard nous semble raisonnable et utile [1].

## Conclusion

Ce monitoring offre une simplicité d'emploi et d'interprétation 24 heures sur 24, autorise un emploi sur plusieurs jours. Il peut être utilisé par tous dans l'unité, notamment par le personnel paramédical. Son utilisation requiert le même soin que l'EEG standard quant à la pose des électrodes, le maintien d'une bonne impédance, l'annotation du tracé. Des normes et des analyses pronostiques chez l'enfant de plus de 28 jours restent à établir. Les indications de ce monitoring en réanimation pédiatrique doivent être larges, idéalement généralisées à l'ensemble des enfants admis.

**Conflit d'intérêt :** les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

## Références

1. Bednarek N, Delebarre G, Saad S, et al (2008) Continuous two channel electroencephalography: description, applications, benefits and pitfalls. Arch Pediatr 15(8):1326–31
2. Maynard D, Prior PF, Scott DF (1969) A continuous monitoring device for cerebral activity. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 27(7):672–3
3. Maynard D, Prior PF, Scott DF (1969) Device for continuous monitoring of cerebral activity in resuscitated patients. Br Med J 4(5682):545–6

4. Hellström-Westas L, Rosén I, Svenningsen NW (1991) Cerebral function monitoring during the first week of life in extremely small low birthweight (ESLBW) infants. *Neuropediatrics* 22(1): 27–32
5. Hellström-Westas L, Rosén I, Svenningsen NW (1995) Predictive value of early continuous amplitude integrated EEG recordings on outcome after severe birth asphyxia in full term infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 72(1):F34–F8
6. de Vries LS, Hellström-Westas L (2005) Role of cerebral function monitoring in the newborn. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 90(3):F201–F7
7. Toet MC, Hellström-Westas L, Groenendaal F, et al (1999) Amplitude integrated EEG 3 and 6 hours after birth in full term neonates with hypoxic-ischaemic encephalopathy. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 81(1):F19–F23
8. McPeck M, Seriff NS, Wiener LM (1981) Comparison of the cerebral function monitor with the EEG in determining brain death. *Crit Care Med* 9(6):459–63
9. Hellström-Westas L, Rosén I (2006) Continuous brain-function monitoring: state of the art in clinical practice. *Semin Fetal Neonatal Med* 11(6):503–11
10. Al Naqeeb N, Edwards AD, Cowan FM, Azzopardi D (1999) Assessment of neonatal encephalopathy by amplitude-integrated electroencephalography. *Pediatrics* 103(6 Pt 1):1263–71
11. Osredkar D, Toet MC, van Rooij LG, et al (2005) Sleep-wake cycling on amplitude-integrated electroencephalography in term newborns with hypoxic-ischemic encephalopathy. *Pediatrics* 115(2):327–32
12. Wagner I, Greenbaum DM (1981) Cerebral function monitoring in deeply comatose patients. *Crit Care Med* 9(4):305–6