

Les explorations neurophysiologiques chez l'enfant cérébrolésé : quand, comment ?*

Neurophysiological tests in children brain injured: when, how?

E. Javouhey · V. Manel · N. André-Obadia

Reçu le 21 novembre 2011 ; accepté le 25 novembre 2011
© SRLF et Springer-Verlag France 2011

Résumé Les explorations neurophysiologiques complètent l'évaluation clinique et radiologique d'un enfant cérébrolésé. Leur intérêt est à la fois diagnostique, quand il s'agit de mettre en évidence des crises convulsives ou une mort encéphalique pour l'électroencéphalogramme (EEG) ou d'évaluer une dysfonction du tronc cérébral pour les potentiels évoqués (PE) auditifs précoces, et pronostique pour prédire un mauvais devenir neurologique dans les comas anoxiques. À la phase aiguë d'un traumatisme crânien grave (TCG) et d'une méningite, il est utile de reconnaître et de traiter des convulsions ; néanmoins, la fréquence des états épileptiques non convulsifs est importante et variable selon les études (de 7 à 48 %). Bien que lourdes et coûteuses, les techniques d'EEG continues pourraient en améliorer la détection. D'où le développement de techniques d'EEG d'amplitude, dont l'intérêt reste encore à préciser en pédiatrie. Concernant le pronostic, certains tracés EEG comme des *burst-suppression*, un tracé nul ou un état de mal convulsif sont considérés comme mauvais. La valeur prédictive des EEG reste limitée et inférieure à celle des PE somesthésiques (PES). Les PES ont une excellente valeur prédictive dans les

comas anoxiques de l'adulte et de l'enfant (de 94 à 100 %, selon les études), surtout en combinaison avec l'évaluation des réflexes pupillaires et des réponses motrices après 48 heures. En revanche, la prédiction d'un devenir neurologique favorable est moins performante. Pour les TCG et les méningites, la performance des PES est moins bonne. L'étude des PE cognitifs ou négativité de discordance (MMN) pourrait améliorer la prédiction du réveil. **Pour citer cette revue : Réanimation 21 (2012).**

Mots clés Explorations neurophysiologiques · Potentiels évoqués · Electroencéphalogramme · Enfant cérébrolésé · Pronostic

Abstract Neurophysiological tests complete clinical and radiological assessments in brain-injured children. Electroencephalogram (EEG) is clearly helpful to diagnose seizures and brain death while auditory evoked potentials (EP) to assess brainstem dysfunction and predict poor neurological outcome in post-anoxic coma. During the acute phase of severe traumatic brain injury (TBI) and bacterial meningitis, early recognition and treatment of convulsive seizures is essential. The incidence of non-convulsive seizures remains, however, high, varying between 7 and 48%. Although costly and time consuming, continuous EEG monitoring techniques may allow improving seizure detection. Therefore, amplitude integrated EEG techniques have been developed; however, they still require assessment in paediatrics. Some EEG patterns are indicative of a final bad outcome, including burst suppression, isoelectric pattern, and status epilepticus. EEG predictive value remains limited and less useful than somatosensory EP (SEP). SEP have excellent predictive value in post-anoxic coma in adults as well as in children (94 to 100%), especially in combination to pupillary reflexes and motor responses assessed after 48 h. In contrast, their predictive value of a good outcome is less reliable. In severe TBI and bacterial meningitis, this performance is also limited. Investigation of cognitive EP or mismatch

E. Javouhey (✉)
Service de réanimation pédiatrique, hôpital Femme-Mère-Enfant,
hospices civils de Lyon, 59, boulevard Pinel, F-69677 Bron
cedex, France
e-mail : etienne.javouhey@chu-lyon.fr

V. Manel
Service d'exploration fonctionnelle neurologique, hôpital
Femme-Mère-Enfant, hospices civils de Lyon, 59, boulevard
Pinel, F-69677 Bron cedex, France

N. André-Obadia
Service d'exploration fonctionnelle neurologique, hôpital Pierre-
Wertheimer, hospices civils de Lyon, 59, boulevard Pinel, F-
69677 Bron cedex, France

* Cet article correspond à la conférence faite par l'auteur au congrès de la SRLF 2012 dans la session : *Surveillance paraclinique de l'enfant cérébrolésé.*

negativity (MMN) could improve awakening prediction. *To cite this journal: Réanimation 21 (2012).*

Keywords Neurophysiological tests · Evoked potentials · Electroencephalogram · Brain injured children · Prognosis

Introduction

Les maladies neurologiques acquises graves représentent la deuxième cause d'admission en réanimation pédiatrique et peuvent mettre en jeu le pronostic vital de l'enfant [1,2]. L'évaluation clinique des enfants et des nourrissons est difficile et doit tenir compte du stade de développement de l'enfant. L'appréciation de l'état de conscience en particulier est délicate puisqu'il n'est pas toujours possible de savoir si l'enfant a compris l'ordre simple et il est parfois impossible de distinguer un état délirant ou confusionnel d'un état de conscience préservé devant un tableau d'agitation par exemple. Les explorations neurophysiologiques sont la prolongation de l'examen clinique et peuvent contribuer à établir un diagnostic comme à établir un pronostic, en complément des techniques d'imagerie. Certaines maladies peuvent être diagnostiquées par ces explorations fonctionnelles comme par exemple l'électromyogramme (EMG) pour le syndrome de Guillain-Barré ou le botulisme ou encore l'électroencéphalogramme (EEG) pour un état de mal épileptique. En réanimation, les substances sédatives, les troubles métaboliques (hyperurémie, hyperammoniémie, choc...) ou thermiques (hypothermie surtout) peuvent perturber l'examen clinique diminuant les performances des signes cliniques comme facteurs prédictifs de mauvais ou de bon devenir neurologique. Dans les comas persistants, les explorations neurophysiologiques et en particulier les potentiels évoqués (PE) permettent d'améliorer ces performances pronostiques. La neurophysiologie permet ainsi d'évaluer quantitativement et fonctionnellement le système nerveux. Certains examens neurophysiologiques restent performants malgré une sédation forte, une curarisation ou des troubles métaboliques, d'où leur intérêt en réanimation. L'objectif de ce travail est de faire le point sur l'apport des techniques neurophysiologiques dans le diagnostic, le pronostic et le suivi des enfants cérébrolésés, de manière à préciser les indications et le bon moment pour prescrire ces examens. Cet article ne traitera pas des nouveau-nés.

EEG

L'EEG est l'examen le plus fréquemment prescrit, car il permet d'évaluer la profondeur d'un coma et la réactivité cérébrale du patient même sédaté ou curarisé. Il permet en outre l'identification d'activités anormales telles que des décharges épileptiques, des bouffées de dépression d'activité

(*burst-suppression*) ou des ondes lentes périodiques dans les encéphalites par exemple.

Chez l'adulte, la classification de Synek permet de différencier des niveaux de gravité des tracés EEG en fonction des rythmes obtenus [1] : un tracé avec des ondes alpha et thêta dominantes est considéré comme bénin ; si des ondes lentes thêta dominant, le tracé est dit incertain ; le tracé étant considéré comme malin s'il comporte soit des *burst-suppression*, soit des ondes delta ou alpha ou des complexes périodiques, soit un tracé plat. Chez l'enfant et surtout le jeune nourrisson, il convient de tenir compte de la maturation cérébrale qui est incomplète et qui modifie fortement le tracé EEG de base [2]. Jusqu'à cinq ans mais surtout dans la première année, les variations importantes des tracés EEG sont liées à la maturation cérébrale. Chez l'enfant, il est recommandé d'enregistrer simultanément la respiration, l'ECG, les mouvements oculaires et le tonus musculaire et il est préférable de réaliser un enregistrement sur une plus longue période [3]. La réactivité sur l'EEG est l'autre élément important de l'évaluation qui doit être distinguée des myoclonies postanoxiques et du tracé de coma-alpha (alpha frontal non réactif aux stimuli externes) [1].

La valeur pronostique des tracés EEG a été étudiée surtout chez l'adulte. Dans la revue systématique de Zandbergen et al., un EEG isoélectrique ou un tracé de *burst-suppression* durant la première semaine suivant un coma avaient 100 % de spécificité pour prédire un mauvais pronostic [4]. Chez certains enfants, il a été rapporté une évolution de ces tracés sur une période pouvant varier de plusieurs jours ou semaines, ce qui limiterait la valeur pronostique de l'EEG durant la phase précoce. Il semble alors important de répéter les EEG dans le temps [5,6]. Dans l'étude réalisée par Mandel et al. chez 42 enfants avec coma anoxo-ischémique, la présence de *burst-suppression* ou de décharges épileptiformes avait une spécificité de 100 % (intervalle de confiance, IC 95 % : [76–100] pour les *burst-suppression* et [76–100] pour les ondes lentes), mais une sensibilité respectivement de 27 (IC 95 % : [12–48]) et 54 % (IC 95 % : [34–73]) pour prédire le mauvais devenir neurologique défini par un décès, un état végétatif persistant ou des séquelles lourdes avec haut niveau de dépendance à trois ans [7]. L'absence de réactivité ou d'un tracé d'ondes lentes delta amples avait une sensibilité de 85 % (IC 95 % : [64–95]) et une spécificité de 94 % (IC 95 % : [68–100]) [7].

L'EEG est enfin utilisé en France pour confirmer une mort encéphalique même si on sait qu'il existe de nombreuses limites à l'évaluation d'un tracé nul en particulier chez le nourrisson [8,9].

Dans les situations de coma, une étude prospective australienne portant sur 100 enfants dans le coma a montré, par un enregistrement EEG continu durant la première journée, que le taux de crises électriques sans manifestations cliniques (*non convulsive seizures*) était de 7 % [10]. Dans les

séries adultes et pédiatriques rétrospectives, c'est-à-dire dans des populations avec biais de sélection certain, les taux de crises purement électriques variaient de 16 à 48 % [11–13]. L'étude australienne montrait également que la plupart des suspicions cliniques de crises n'étaient en réalité pas des crises convulsives (22 % seulement). L'EEG continu pourrait ainsi permettre d'éviter des prescriptions excessives d'anti-épileptique mais aussi de faire un diagnostic de crise électrique mais de manière moins fréquente. La détection des crises précoces est également un enjeu important, en particulier chez les polytraumatisés avec traumatisme crânien grave (TCG) qui sont souvent curarisés. Une étude rétrospective récente a montré que 12 % des TCG avaient des crises précoces, et que l'âge de moins de deux ans, un score sur l'échelle du coma de Glasgow (GCS) inférieur ou égal à 8 et une étiologie non accidentelle étaient des facteurs de risque indépendants de convulsion précoce [14]. Une étude réalisée chez des nourrissons avec TCG non accidentel rapportait une incidence de 32/44 [15]. La majorité de ces crises survenaient dans les deux premiers jours, et la gravité des crises était corrélée au mauvais pronostic. Certains auteurs recommandent donc de monitorer en continu l'EEG de ces enfants à risque durant les 24–48 premières heures. Cependant, les techniques d'EEG continu sont très coûteuses et consommatrices de temps, il est donc nécessaire d'avoir des preuves de son intérêt en termes de morbidité avant de le recommander en pratique clinique courante. L'EEG d'amplitude pourrait représenter une solution alternative plus simple et moins coûteuse au prix d'une formation nécessaire. Quelques données préliminaires suggèrent que la sensibilité de cette technique reste correcte (81,5 %) avec un taux de faux-positif assez faible [16].

PE

Pour interpréter correctement les PE, il convient d'éliminer une atteinte périphérique et d'analyser de manière rigoureuse les pics traduisant l'intégrité des voies périphériques : pics I et III des PE auditifs (PEA), pic I ou ERG des PE somesthésiques (PES) par exemple.

Les PES précoces et PEA de latence moyenne explorent les voies nerveuses du pont jusqu'au cortex primaire sensitivomoteur ou auditif. Une augmentation de la latence interpic sans distorsion de pic traduit une dysfonction souvent transitoire du tronc cérébral en rapport avec des substances, des troubles métaboliques ou une hypothermie. En revanche, une augmentation du ratio V/I traduit une lésion quasi certaine du tronc cérébral.

Les PE tardifs dits cognitifs ne sont pas trop altérés par une atteinte modérée du tronc. Les pics spécifiques (N100 auditifs, Mismatch Negativity ou MMN, P300) peuvent être traités comme absent ou présent (Fig. 1).

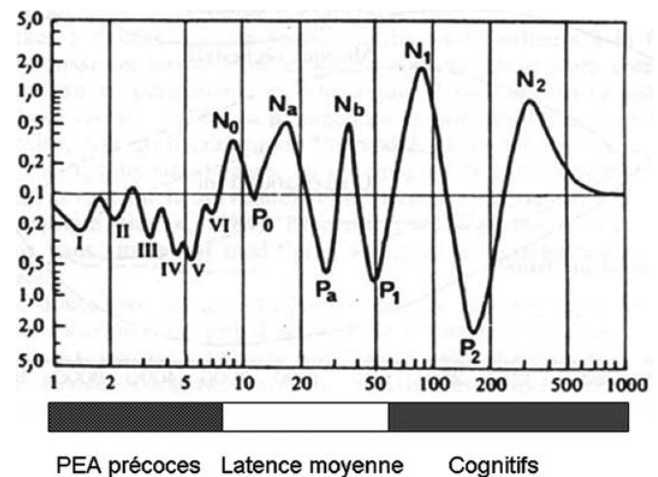


Fig. 1 Les potentiels auditifs (PEA) avec leur subdivision en précoce, de latence moyenne et tardifs ou cognitifs

Effets des substances sédatives sur les PE et l'EEG

Tous les sédatifs agonistes GABAergiques tels que le propofol ou l'éthomidate entraînent une augmentation des rythmes rapides initialement puis créent un ralentissement progressif, des *burst-suppression* et un tracé comparable à celui d'une encéphalopathie hépatique [1]. Il est possible d'avoir un EEG nul sous l'effet d'une sédation trop forte ou en cas de troubles métaboliques majeurs. Les gaz anesthésiques et les barbituriques créent des modifications similaires mais aussi des ondes épileptiformes. La kétamine peut donner un tracé thêta dominant, le monoxyde d'azote (NO) un rythme bêta frontal.

Tous les agents anesthésiques qui interfèrent avec les membranes neuronales (halogénés, propofol, barbituriques) peuvent perturber la voie de conduction sous-corticale entraînant une augmentation des latences des pics. Ce n'est pas le cas des benzodiazépines ni des opiacés. Tous les agents interférant avec l'EEG interfèrent avec les PE. Cependant, les PE précoces (onde N20 y compris) restent présents même en cas de sédation profonde induisant un silence EEG. Le propofol présente l'avantage d'avoir une élimination rapide permettant de faire des enregistrements immédiatement après son interruption sans qu'il y ait trop d'effets. Quoi qu'il en soit, la perte de l'onde N20 signifie une dysfonction du cortex primaire du cerveau.

Intérêt pronostique des PE dans le coma en réanimation pédiatrique

Dans le coma anoxique, les PES ont la meilleure valeur prédictive et spécificité [5,17]. Dans l'étude de Mandel et al., les 12 enfants parmi les 42 évalués qui avaient eu une abolition

bilatérale des ondes N20 avaient tous évolué vers un mauvais devenir neurologique (valeur prédictive positive [VPP] et spécificité de 100 %) [7]. Les autres études ayant évalué la valeur prédictive des PE portaient le plus souvent sur des populations hétérogènes avec à la fois des TCG, des comas anoxiques et des méningites [18–22]. Or, il est aujourd'hui bien montré que le pronostic des enfants comateux après un TCG est meilleur avec un réel potentiel de récupération neurologique, même quand les ondes N20 sont abolies de manière bilatérale (5 % de réveil chez l'adulte avec TCG). Dans l'étude de Carter et Butt sur le devenir à cinq ans de 102 enfants avec lésions cérébrales acquises de toutes étiologies confondues, la spécificité et la VPP de l'abolition des ondes N20 étaient respectivement de 94,1 % (IC 95 % : [71,3–99,9]) et 83,3 % (IC 95 % : [35,9–99,6]) [19]. Les cas de faux-positifs identifiés dans ces études concernaient des TCG (deux cas) et une méningite avec collections sous-durales, mais aucun ne concernait des comas anoxiques, si bien que la spécificité dans le groupe anoxique était de 100 % et la sensibilité de 90 %. La combinaison des PES avec les signes cliniques améliorait la performance de la prédiction et augmentait la spécificité à 100 % (Tableau 1). La prédiction du bon devenir est plus difficile avec les PES, comme avec les données cliniques, en particulier en termes de spécificité. Les réponses motrices sont fortement influencées par les substances sédatives même plusieurs jours après leur arrêt.

Les PEA précoces n'ont que peu de valeur pronostique. Une altération profonde des PEA précoces dans le cadre d'un TCG témoigne d'une lésion du tronc cérébral, en général de mauvais pronostic neurologique. Cette altération précoce peut se voir en cas d'engagement ou en cas d'hémorragie du tronc. Il est alors important de contrôler les PEA à distance.

Dans la revue systématique de la littérature de Carrai et al., la haute valeur prédictive des PES pour un mauvais devenir neurologique était soulignée mais les auteurs recommandaient d'être prudent dans la prédiction du mauvais devenir en l'absence d'ondes N20 [17]. Pourtant, dans leur travail, il était rappelé qu'il n'y a quasiment aucun cas de réveil après

des PES abolies dans les comas anoxiques. Les seuls cas décrits étaient soit des TCG, soit des méningites avec collection sous-durale, soit des problèmes de classification en termes de mauvais devenir puisque dans l'étude de Lutschg et al., les six faux-positifs étaient en fait des états végétatifs, qui sont considérés par tous les auteurs comme un mauvais devenir neurologique [23].

La plupart des études utilisaient la Glasgow Outcome Scale (GOS, en cinq stades) ou le Pediatric Overall Performance Category (POPC, en six stades) et définissaient un devenir non favorable comme l'évolution vers un décès, un état végétatif ou des séquelles neurologiques lourdes avec handicap grave. Dans ce dernier groupe, il est difficile de distinguer ceux qui ont un éveil de ceux qui n'ont aucune capacité de vie de relation. Ainsi, coexistent dans ce groupe des patients en état pauci-relationnel et d'autres ayant un handicap lourd mais avec des capacités relationnelles ou de communication relativement préservées. Il est difficile de prendre des décisions de limitation de traitement s'il n'est pas possible de discriminer ceux qui auront des capacités d'éveil ou de communication de ceux qui resteront dans un état végétatif ou pauci-relationnel.

C'est pourquoi, des travaux ont été réalisés chez l'adulte testant des outils d'évaluation neurophysiologique capables de prédire un réveil, quel que soit son degré. C'est le cas des études utilisant les PE cognitifs (Fig. 1), réalisés le plus souvent par stimulation auditive avec analyse des réponses de longue latence (N100, P200) et recherche de la négativité de discordance (MMN) [24,25]. La MMN est une réponse de polarité négative qui apparaît entre 100 et 200 millisecondes après un stimulus auditif rare dans une séquence de stimuli auditifs monotones. Le cortex d'un sujet normal ou d'un patient en éveil est capable de différencier de façon automatique les deux types de sons, et la différence entre la réponse corticale aux sons rares et celle aux sons fréquents constitue la MMN. Cette réponse traduit un processus de mémoire sensorielle préattentionnelle.

Fischer et al. ont montré chez l'adulte l'utilité de ces potentiels cognitifs pour prédire un réveil ou l'absence d'éveil [26]. En évaluant 62 adultes en coma, un an après

Tableau 1 Sensibilité et spécificité de la combinaison des signes cliniques (absence de réponse motrice ou de réponse pupillaire) avec l'abolition des ondes N20 de manière bilatérale aux potentiels évoqués somesthésiques (PES) pour l'évolution vers un mauvais devenir neurologique défini par un décès, un état végétatif ou des séquelles lourdes avec haut niveau de dépendance. D'après étude de Carter et Butt portant sur 102 enfants lésés cérébraux [19]

Combinaison	Sensibilité en % et (IC 95 %)	Spécificité en % et (IC 95 %)
PES et réponse motrice initiale	67,9 (47,6–84,1)	100 (78,2–100)
PES et réponse pupillaire initiale	41,5 (26,3–57,9)	100 (92,3–100)
PES et dernière réponse motrice	63,6 (45,1–79,6)	100 (83,2–100)
PES et dernière réponse pupillaire	46,3 (30,7–62,6)	100 (92,6–100)

arrêt cardiaque, ils ont montré qu'en présence d'une abolition bilatérale des ondes N20 ou des PEA semi-précoces, aucun réveil ne survenait (spécificité de 100 %). En revanche, tous les patients qui avaient des MMN positifs s'étaient réveillés. Tous les patients qui se sont réveillés avaient des PES, PEA précoces et des PEA de latence moyenne positifs. L'absence de MMN était associée à une probabilité de ne pas se réveiller de 84 % (IC 95 % : [71–93]). Cette probabilité était de 100 % (IC 95 % : [90–100]) si cette absence de MMN était associée à une absence de réflexe pupillaire. Les mêmes auteurs ont proposé un algorithme décisionnel concernant la probabilité de réveil prenant en compte, les ondes N20 abolies aux PES, le réflexe pupillaire et la MMN. À ce jour, il n'a pas été rapporté de travaux portant sur les PE cognitifs chez des enfants en coma. Cependant, des études réalisées chez des enfants sains montrent que la MMN est détectable dans les aires frontales et temporales, et est reproductible à partir de l'âge de six mois [27,28]. Il serait donc intéressant de tester la valeur prédictive de la MMN sur le réveil chez les enfants en coma persistant avec ondes N20 présentes.

Limites des explorations neurophysiologiques en réanimation pédiatrique

La plupart des études ont analysé la valeur prédictive des PES d'un mauvais devenir neurologique. Il est important de souligner que cette notion de mauvais devenir est un concept variable selon les familles et les individus et que la notion de qualité de vie est, elle aussi, variable et fortement subjective. Les perceptions familiales changent au cours du temps, en particulier quand elles sont amenées à vivre avec un enfant handicapé. La notion de temporalité est cruciale. Chez les victimes d'un TCG, les études ont montré qu'il fallait accorder beaucoup de temps au patient, car des réveillés très tardifs, plus d'un ou deux ans après le traumatisme, ont été rapportés. Les capacités des familles à faire face ou à vivre avec un enfant ayant des séquelles neurocognitives (« stratégies de *coping* ») sont variables et évoluent avec le temps. La notion de probabilité et la manière globale de raisonner ne sont pas acquises pour toutes les familles. Il est donc important d'avoir des tests fiables et spécifiques permettant aux médecins d'être plus affirmatifs dans leur discours auprès des parents.

Les études souffrent également d'autres biais comme le fait que nombre d'entre elles n'ont pas été réalisées en aveugle [1,17]. Théoriquement, chaque enfant devrait bénéficier pendant une certaine période d'évaluation d'un traitement maximaliste systématique et standardisé quel que soit l'état de l'enfant, ce qui n'est jamais le cas dans les études cliniques réalisées. Il est important également d'intégrer l'impact

des nouvelles thérapeutiques de protection neuronales telles que l'hypothermie.

Les autres limites des explorations sont leurs disponibilités et les compétences des médecins pour réaliser ces explorations difficiles d'interprétation chez l'enfant. De plus, il existe en réanimation des contraintes techniques d'enregistrement qui peuvent interférer avec l'analyse des résultats.

Choix du moment de l'évaluation neurophysiologique

Il n'est pas toujours facile de savoir quand prescrire ces examens. Le moment de réalisation dépend à la fois des objectifs (diagnostic ou pronostic), de la prise en compte des facteurs de confusion que sont les substances sédatives, les troubles métaboliques et thermiques, mais également de l'étiologie (Tableau 2). En effet, dans le coma anoxique, les substances sédatives ne sont pas systématiquement prescrites et les travaux ont montré que le meilleur moment pour évaluer ces patients était après 48 heures de réanimation, et idéalement après quelques jours de surveillance clinique. Pour confronter les données électrophysiologiques aux données cliniques et radiologiques (imagerie par résonance nucléaire, IRM), il convient au mieux de combiner ces examens entre j2 et j5 et parfois de les contrôler une semaine après.

Dans le coma post-traumatique, le premier moment d'évaluation est variable et se situe au mieux 48 heures après l'arrêt des substances sédatives. Comme nous l'avons déjà dit, dans cette indication il est important d'envisager de contrôler les examens à distance.

Dans les infections du système nerveux central, le parallèle peut être fait avec les enfants traumatisés. Dans les méningites, il est en revanche crucial de réaliser des PEA précoces le plus tôt possible après la sortie de réanimation de manière à ne pas retarder le diagnostic de surdité de perception séquelle. En effet, si ce diagnostic est réalisé trop tardivement, il devient parfois impossible de mettre en place des implants cochléaires du fait d'une calcification cochléaire postinflammation méningitique.

Conclusion

Les explorations neurophysiologiques occupent une place importante dans la prise en charge des enfants cérébrolésés. Même s'il peut avoir une place dans l'évaluation du pronostic des comas anoxiques, l'intérêt de l'EEG réside essentiellement dans le diagnostic des crises convulsives ou des crises électriques sans convulsion, dont l'impact sur le devenir des cérébrolésés reste à déterminer. Les PES en recherchant une abolition des ondes N20 corticales, et à l'avenir les PE

Tableau 2 Intérêt diagnostique et pronostique des explorations neurophysiologiques chez l'enfant cérébrolésé			
	Coma anoxique	Traumatisme crânien grave	Infection du SNC
EEG			
Diagnostic	Précoce dès H24 Mort cérébrale EMC myoclonique	H0 à H48 : crises infracliniques (CENC)	H0 à H48 : crises infracliniques (CENC)
Pronostic	Dès H48 et de j2–j5 : EEG nul EMC myoclonique <i>Burst-suppression</i>	Peu d'intérêt	EMC
PES			
Pronostic	Dès H48 et de j2–j5 : abolition des ondes N20 = absence de réveil Faible VP de bon devenir neurologique	Au moins 48 heures après arrêt des substances : faible VP de mauvais comme de bon devenir	Au moins 48 heures après arrêt des substances : VP inconnue
PEA précoces			
Diagnostic	Atteinte du tronc cérébral	Atteinte du tronc cérébral	À la sortie de réanimation : surdité de perception
Pronostic	Dès H48, j2–j5 : faible VP	Au moins 48 heures après arrêt des substances : pronostic globalement, moins bon si PEA altérés	Au moins 48 heures après arrêt des substances
PEA cognitifs			
Pronostic	MMN et P300, complément des PES chez l'adulte Pas de données chez l'enfant	Pas de données chez l'enfant	Pas de données chez l'enfant
CENC : crises électriques non convulsives ; EEG : électroencéphalogramme ; EMC : état de mal convulsif ; MMN : <i>mismatch negativity</i> ; PEA : potentiels évoqués auditifs ; PES : potentiels évoqués somesthésiques ; SNC : système nerveux central ; VP : valeur prédictive.			

cognitifs (MMN), sont les examens les plus performants pour prédire une mauvaise évolution neurologique. Cela est particulièrement vrai dans le coma anoxique où ils doivent être réalisés entre j2 et j5, en complément de l'examen clinique et de l'IRM, et beaucoup moins pour les TCG ou les infections du système nerveux central. Néanmoins, les études cliniques pédiatriques de bonne qualité sont rares et il convient de compléter ces travaux.

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

Références

- Guerit JM, Amantini A, Amodio P, et al (2009) Consensus on the use of neurophysiological tests in the intensive care unit (ICU): electroencephalogram (EEG), evoked potentials (EP), and electroneuromyography (ENMG). *Neurophysiol Clin* 39:71–8
- Wong CP, Forsyth RJ, Kelly TP, Eyre JA (2001) Incidence, aetiology, and outcome of non-traumatic coma: a population based study. *Arch Dis Child* 84:193–9
- Tasker RC, Boyd S, Harden A, Matthew DJ (1988) Monitoring in non-traumatic coma. Part II: Electroencephalography. *Arch Dis Child* 63:895–9
- Zandbergen EG, de Haan RJ, Stoutenbeek CP, et al (1998) Systematic review of early prediction of poor outcome in anoxic-ischaemic coma. *Lancet* 352:1808–12
- Abend NS, Licht DJ (2008) Predicting outcome in children with hypoxic ischemic encephalopathy. *Pediatr Crit Care Med* 9:32–9
- Trubel HK, Novotny E, Lister G (2003) Outcome of coma in children. *Curr Opin Pediatr* 15:283–7
- Mandel R, Martinot A, Delepoulle F, et al (2002) Prediction of outcome after hypoxic-ischemic encephalopathy: a prospective clinical and electrophysiologic study. *J Pediatr* 141:45–50
- Ruiz-Garcia M, Gonzalez-Astiazaran A, Collado-Corona MA, et al (2000) Brain death in children: clinical, neurophysiological and radioisotopic angiography findings in 125 patients. *Childs Nerv Syst* 16:40–5
- Boulard G, Guiot P, Pottecher T, Tenaillon A (2005) Prise en charge des sujets en état de mort encéphalique dans l'optique d'un prélèvement d'organe. Conférence d'experts SRLF, SFAR, Agence de Biomédecine. Elsevier, Paris

10. Shahwan A, Bailey C, Shekerdeman L, Harvey AS (2010) The prevalence of seizures in comatose children in the pediatric intensive care unit: a prospective video-EEG study. *Epilepsia* 51:1198–204
11. Abend NS, Topjian AA, Gutierrez-Colina AM, et al (2011) Impact of continuous EEG monitoring on clinical management in critically ill children. *Neurocrit Care* 15:70–5
12. Claassen J, Mayer SA, Kowalski RG, et al (2004) Detection of electrographic seizures with continuous EEG monitoring in critically ill patients. *Neurology* 62:1743–8
13. McCoy B, Sharma R, Ochi A, et al (2011) Predictors of nonconvulsive seizures among critically ill children. *Epilepsia* 52:1973–8
14. Liesemer K, Bratton SL, Zebrack CM, et al (2011) Early post-traumatic seizures in moderate to severe pediatric traumatic brain injury: rates, risk factors, and clinical features. *J Neurotrauma* 28:755–62
15. Barlow KM, Spowart JJ, Minns RA (2000) Early posttraumatic seizures in non-accidental head injury: relation to outcome. *Dev Med Child Neurol* 42:591–4
16. Stewart CP, Otsubo H, Ochi A, et al (2010) Seizure identification in the ICU using quantitative EEG displays. *Neurology* 75:1501–8
17. Carrai R, Grippo A, Lori S, et al (2010) Prognostic value of somatosensory evoked potentials in comatose children: a systematic literature review. *Intensive Care Med* 36:1112–26
18. Beca J, Cox PN, Taylor MJ, et al (1995) Somatosensory evoked potentials for prediction of outcome in acute severe brain injury. *J Pediatr* 126:44–9
19. Carter BG, Butt W (2005) A prospective study of outcome predictors after severe brain injury in children. *Intensive Care Med* 31:840–5
20. De Meirleir LJ, Taylor MJ (1987) Prognostic utility of SEPs in comatose children. *Pediatr Neurol* 3:78–82
21. Pohlmann-Eden B, Dingethal K, Bender HJ, Koelfen W (1997) How reliable is the predictive value of SEP (somatosensory evoked potentials) patterns in severe brain damage with special regard to the bilateral loss of cortical responses? *Intensive Care Med* 23:301–8
22. Wohlrab G, Boltshauser E, Schmitt B (2001) Neurological outcome in comatose children with bilateral loss of cortical somatosensory evoked potentials. *Neuropediatrics* 32:271–4
23. Lutschg J, Pfenninger J, Ludin HP, Vassella F (1983) Brain-stem auditory evoked potentials and early somatosensory evoked potentials in neurointensively treated comatose children. *Am J Dis Child* 137:421–6
24. Fischer C, Morlet D, Bouchet P, et al (1999) Mismatch negativity and late auditory evoked potentials in comatose patients. *Clin Neurophysiol* 110:1601–10
25. Fischer C, Luaute J, Adeleine P, Morlet D (2004) Predictive value of sensory and cognitive evoked potentials for awakening from coma. *Neurology* 63:669–73
26. Fischer C, Luaute J, Nemoz C, et al (2006) Improved prediction of awakening or nonawakening from severe anoxic coma using tree-based classification analysis. *Crit Care Med* 34:1520–4
27. Gomot M, Giard MH, Roux S, et al (2000) Maturation of frontal and temporal components of mismatch negativity (MMN) in children. *Neuroreport* 11:3109–12
28. Jing H, Benasich AA (2006) Brain responses to tonal changes in the first two years of life. *Brain Dev* 28:247–56