Méd. Intensive Réa (2017) 26:326-329
DOI 10.1007/s13546-017-1283-y

NOTE TECHNIQUE / *TECHNICAL NOTE*

Fiche CRT : les potentiels évoqués en réanimation

CRT Sheet: The Evoked Potentials in ICU

E. Azabou · S. Silva ·
pour la Commission de recherche translationnelle (CRT) de la Société de réanimation de langue française (SRLF)

Reçu le 16 mai 2017 ; accepté le 17 mai 2017
© SRLF et Lavoisier SAS 2017

Comment ça marche

Les potentiels évoqués (PE) sensoriels sont des tests neurophysiologiques utilisés pour l'évaluation fonctionnelle quantitative du système nerveux central [1,2]. En complément à l'électroencéphalographie (EEG) centrée sur l'enregistrement de l'activité électrique cérébrale à l'état basal, les PE dans leur ensemble sont fondés sur la mesure de cette activité électrique en condition de stimulations standardisées. En fonction de la modalité sensorielle testée, on distingue :

- les PE somesthésiques (PES) par stimulation d'un nerf sensitif ou mixte ;
- les PE auditifs (PEA) par stimulation de l'oreille interne ;
- les PE visuels (PEV) par stimulation de la rétine et du nerf optique.

Les PE présentent l'avantage d'être réalisables au lit du patient, non invasifs, peu coûteux et en général robustes et reproductibles. En réanimation, les PE offrent la possibilité de tester la fonctionnalité des voies sensorielles centrales tant au niveau du tronc cérébral qu'au niveau sous-cortical et cortical, y compris dans les situations où l'examen clinique est faiblement informatif (e.g. patients présentant un coma ou différentes formes d'altération de la conscience), fournissant ainsi des informations utiles au diagnostic et contribuant à l'évaluation du pronostic et au monitorage multimodal des patients cérébrolésés graves. Parmi les caractéristiques des PE, deux principales sont à retenir afin de permettre leur interprétation en clinique : l'amplitude et la latence. Le premier paramètre permet la détection autour d'un seuil du processus étudié et permet l'identification des phénomènes hiérarchiquement organisés, i.e., plus les latences sont grandes, plus le processus mesuré est en rapport avec un traitement tardif complexe des informations. En pratique, les potentiels sont nommés en fonction de leur polarité : les pics vers le bas sont des positivités (P) et les pics vers le haut sont des négativités (N). La lettre N ou P est suivie d'un chiffre qui symbolise grossièrement la latence moyenne normale habituelle de culmination de ladite réponse chez le sujet sain.

E. Azabou (✉)
Service de physiologie-exploration fonctionnelle,
CHU Raymond-Poincaré,
Assistance publique–Hôpitaux de Paris (AP–HP),
Inserm U1173,
université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ),
104, boulevard Raymond-Poincaré, F-92380 Garches, France
e-mail : eric.azabou@aphp.fr

S. Silva
Service de réanimation, CHU Purpan,
F-31300 Toulouse, France

Indications cliniques validées

Potentiels évoqués somesthésiques

Les PES permettent d'explorer la fonctionnalité des voies somesthésiques depuis le nerf périphérique stimulé jusqu'au cortex sensitif primaire (l'aire S1), en passant par les cordons postérieurs de la moelle et le tronc cérébral (la voie lemniscale) [3]. Ils sont générés par la stimulation électrique d'un nerf sensitif ou mixte à une intensité située au voisinage du seuil moteur (10 à 20 mA). La Figure 1 représente un exemple de PES normaux obtenus après stimulation du nerf médian gauche au poignet.

Lorsqu'on stimule le nerf médian au poignet, on obtient successivement les réponses N9, N13, P14 et N20 qui correspondent chacune aux différentes structures et niveaux neuroanatomiques suivants : la réponse N9 est une réponse périphérique, elle est enregistrée au niveau du point d'Erb, c'est la réponse du plexus brachial. L'activité postsynaptique des neurones de la corne postérieure de la moelle cervicale est représentée par la réponse N13. Le potentiel cervicobulbaire P14 prend origine dans la partie basse du tronc cérébral et reflète essentiellement l'activité du neurone bulbothalamique de la voie lemniscale. Ce potentiel P14 renseigne sur l'état fonctionnel de la partie basse du tronc cérébral.

La réponse N20 reflète l'activité postsynaptique la plus précoce des neurones du cortex somatosensitif primaire [3].

Potentiels évoqués auditifs précoces

Les PEA précoces (PEAP) sont encore appelés PEA du tronc cérébral. Ils sont obtenus dans un délai de dix millisecondes après une stimulation auditive. Dans cette technique, la stimulation sonore par clics brefs est délivrée par un écouteur et produit une activation séquentielle des voies auditives périphériques et centrales. D'un point de vue anatomique, les PEAP représentent le cheminement de l'influx le long des voies auditives à partir de l'oreille interne puis dans le tronc cérébral via la jonction bulboprotubérantielle et la protubérance [4]. Les réponses obtenues et les interlatences entre les potentiels donnent des informations sur la huitième paire crânienne, le noyau cochléaire, le complexe olivaire supérieur, la partie médiane et supérieure du pont et le noyau genouillé médian. La Figure 2 représente un exemple de PEAP normaux. Le pic I correspond à l'activité électrique de la cochlée et de la partie distale du nerf auditif. Le pic II reflète l'activité de la partie proximale du nerf cochléaire. Le pic III est généré à la jonction bulboprotubérantielle. Les pics IV et V, pouvant être groupés en un complexe IV/V ou dissociés, reflètent l'activité électrique liée à la propagation

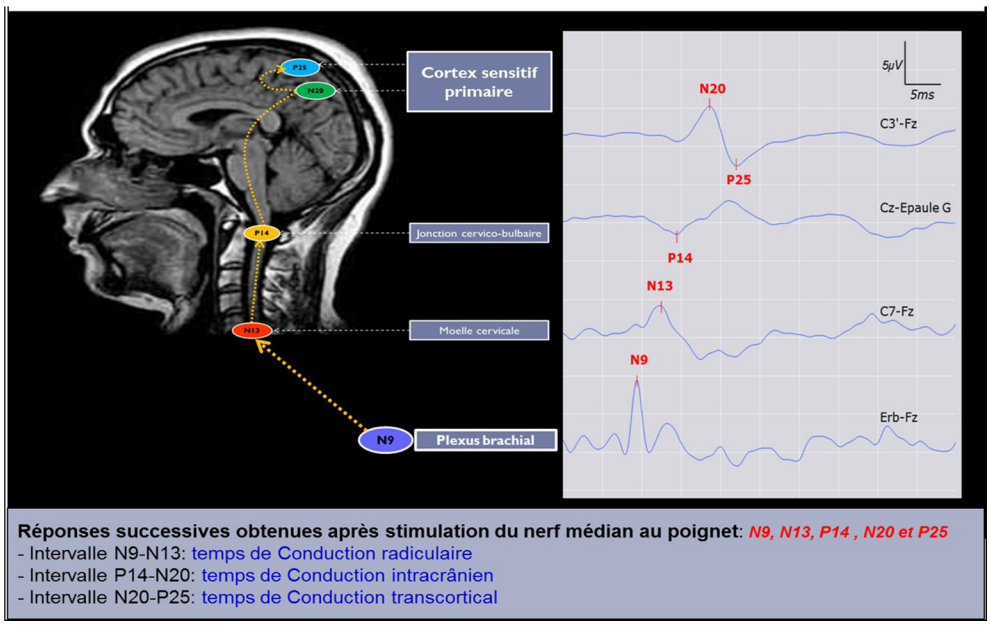


Fig. 1 PES du nerf médian

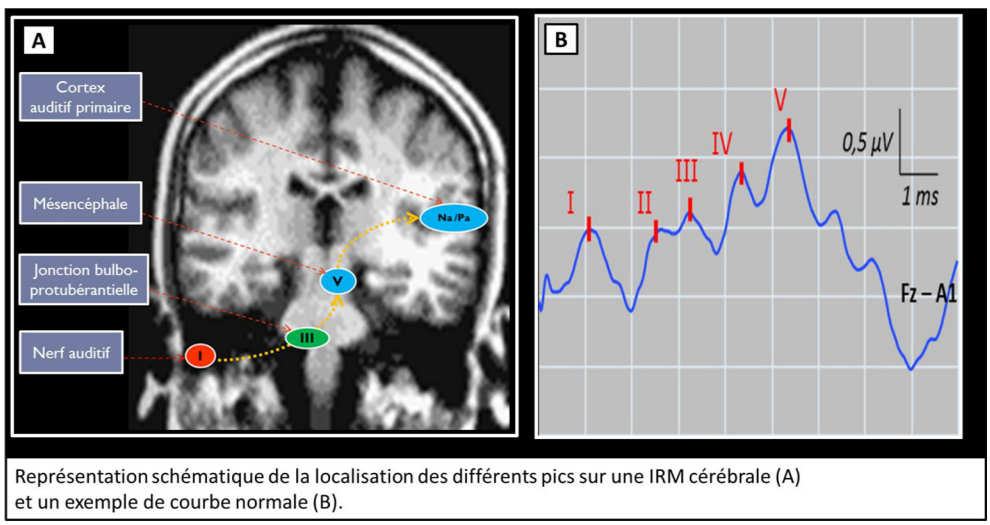


Fig. 2 Potentiels évoqués auditifs précoces (PEAP)

de la volée afférente le long du lemniscus latéral jusqu'au tubercule quadrijumeau postérieur (colliculus inférieur).

Potentiels évoqués auditifs de latences moyennes

Les PEA de latences moyennes (PEALM) sont obtenus dans l'intervalle de 10 à 60 ms après la stimulation auditive [5]. La Figure 3 représente un exemple de PEALM normaux obtenus après stimulation de l'oreille gauche à 70 dB. La réponse Na représente l'activité postsynaptique du relais auditif mésodiencéphalique. L'onde Pa est la réponse du cortex auditif primaire (temporal : gyrus transverse de Heschl) ; à ce titre, cette réponse représente l'équivalent de la réponse N20 des PES de la modalité somesthésique.

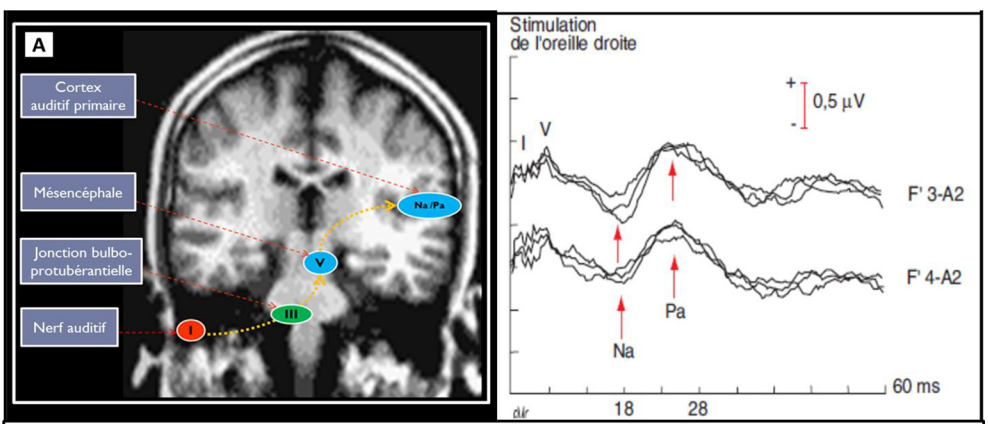
Potentiels évoqués auditifs de longues latences

Les PEA de longues latences ou tardifs évaluent le fonctionnement des aires associatives corticales et des structures corticales impliquées dans les processus cognitifs [6,7]. Ils sont encore appelés PE cognitifs ou liés à l'événement (*event related potentials* : ERP). Ils sont évalués entre 70 et 1 000 ms après une stimulation auditive paramétrée de façon un peu complexe, appelée paradigme oddball auditif utilisant un stimulus standard ou fréquent et un stimulus rare ou déviant aléatoire. Plusieurs types de paradigmes oddball sont actuellement disponibles, certains sont dits passifs (i.e., ils ne demandent pas une participation active du sujet), d'autres sont dits actifs, car sollicitant la participation active du patient via une tâche cognitive ou manuelle. La Figure 4 représente un exemple de PEA tardifs normaux. Les ondes tardives N1 (N100), culminant entre 75 et 200 ms après la stimulation, représentent le traitement de l'influx auditif au niveau du cortex auditif supratentoriel. La MMN (*mismatch negativity* ou la négativité de discordance) reflète le fonctionnement des processus cognitifs automatiques préattentionnels. L'onde P300 est en rapport avec les processus cognitifs mettant en jeu les ressources préattentionnelles, puis attentionnelles du sujet. On peut dire que la présence de la composante P300 témoigne de l'éveil cortical et de la conscience.

Utilisation en recherche

Le monitorage neurophysiologique peut fournir des informations utiles dans le traitement des lésions neurologiques aiguës, le diagnostic et le pronostic des complications neurologiques en réanimation. Le monitorage des PE en complément de l'EEG élargit le champ de l'exploration aux structures du tronc cérébral et de la région sous-corticale offrant ainsi une meilleure évaluation neurophysiologique en réanimation. Une intégration du monitorage continu de l'EEG et des PE dans un monitorage neurophysiologique multimodal est de plus en plus recommandée et reste une voie d'avenir.

À titre indicatif, lorsque les réponses corticales aux PES (N20) sont préservées, dans les comas post-traumatiques et les comas postanoxiques, l'évolution se fait vers un réveil dans 78 et 60 % des cas respectivement [2]. En revanche, en cas d'abolition bilatérale des réponses corticales (N20) avec préservation de la réponse N13, l'évolution se fait vers une absence de réveil ou un état végétatif dans 90 % des comas post-traumatiques et 100 % des comas postanoxiques [2]. Le monitorage des PEAP en réanimation permet la détection précoce de la défaillance des structures du tronc cérébral. Chez les patients comateux, sédatés ou non, des PEAP anormaux ont une valeur pronostique défavorable



Représentation schématique de la localisation des réponses corticales Na/Pa sur une IRM cérébrale (A) et un exemple de courbes normales (B).

Fig. 3 Potentiels évoqués auditifs de latences moyennes

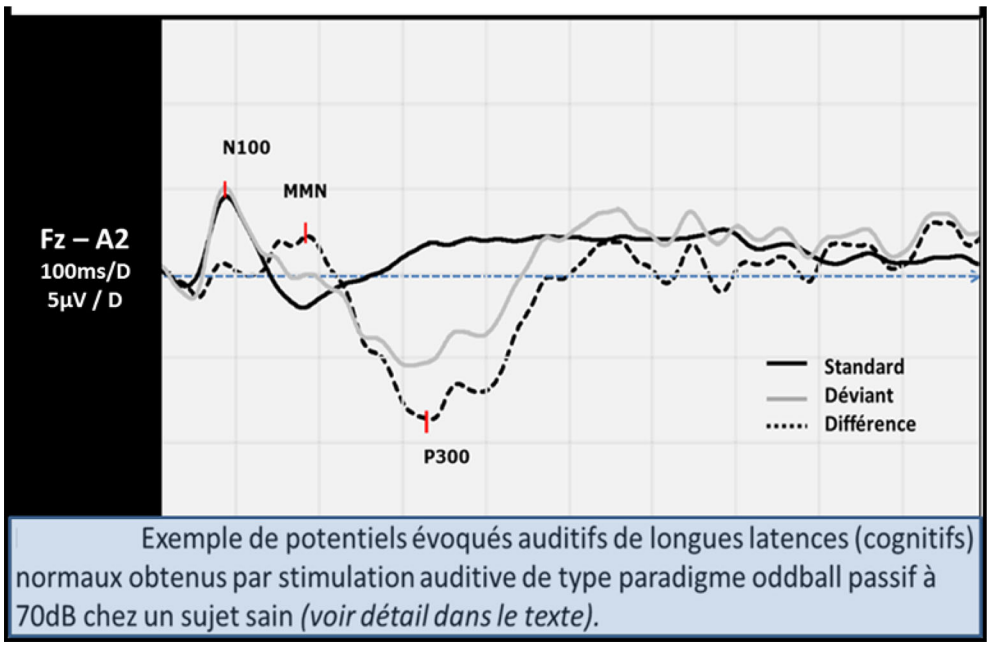


Fig. 4 Potentiels évoqués cognitifs

concernant la survie et l'éveil [2]. L'absence des composantes (Na–Pa) des PEALM est associée à un pronostic d'éveil assez réservé [2]. Concernant les potentiels tardifs, les premiers enregistrements de la MMN chez les patients comateux ont été réalisés par Kane et al. dans des comas post-traumatiques [8]. En réalisant des enregistrements itératifs tous les trois jours, Kane et al. ont mis en évidence que lorsque la MMN devenait présente, cela indiquait toujours une évolution vers l'éveil. Fischer et al. ont enregistré systématiquement tous les PE, dont la MMN, chez 62 patients comateux postanoxiques. La MMN a montré une spécificité et une valeur prédictive positive d'éveil de 100 % [9]. Des paradigmes cognitifs plus complexes sont testés à l'heure actuelle chez des patients cérébrolésés avec des troubles de la conscience, afin de mieux évaluer le traitement des informations auditives sémantiquement complexes ou hiérarchiquement organisées avec des résultats très prometteurs [10].

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt.

Références

1. (1994) American Electroencephalographic Society Guidelines in electroencephalography, evoked potentials, and polysomnography. J Clin Neurophysiol 11: 1–147
2. Guerit JM, Amantini A, Amodio P, Andersen KV, Butler S, de Weerd A, Facco E, Fischer C, Hantson P, Jantti V, Lamblin MD, Litscher G, Pereon Y, (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: 71–83
3. Yamada T, (1988) The anatomic and physiologic bases of median nerve somatosensory evoked potentials. Neurol Clin 6: 705–733
4. Hashimoto I, (1982) Auditory evoked potentials from the human midbrain: slow brain stem responses. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 53: 652–657
5. Kaseda Y, Tobimatsu S, Morioka T, Kato M, (1991) Auditory middle-latency responses in patients with localized and non-localized lesions of the central nervous system. J Neurol 238: 427–432
6. Luaute J, Fischer C, Adeleine P, Morlet D, Tell L, Boisson D, (2005) Late auditory and event-related potentials can be useful to predict good functional outcome after coma. Arch Phys Med Rehabil 86: 917–923
7. Fischer C, Morlet D, Bouchet P, Luaute J, Jourdan C, Salord F, (1999) Mismatch negativity and late auditory evoked potentials in comatose patients. Clin Neurophysiol 110: 1601–1610
8. Kane NM, Curry SH, Butler SR, Cummins BH, (1993) Electrophysiological indicator of awakening from coma. Lancet 341: 688
9. Fischer C, Luaute J, Nemoz C, Morlet D, Kirkorian G, Mauguiere F, (2006) Improved prediction of awakening or nonawakening from severe anoxic coma using tree-based classification analysis. Crit Care Med 34: 1520–1524
10. Sergent C, Faugeras F, Rohaut B, Perrin F, Valente M, Tallon-Baudry C, Cohen L, Naccache L, (2017) Multidimensional cognitive evaluation of patients with disorders of consciousness using EEG: a proof of concept study. Neuroimage Clin 13: 455–469