

Évaluation de l'audition chez le nouveau-né par méthode des potentiels évoqués auditifs stationnaires après dépistage auditif

Evaluation of hearing in newborns using the stationary auditory evoked potentials method after hearing screening

Nasrine Siham MEHTARI^{1,2}, Mohammed Chems-Eddine SMAHI^{3,4}, Fouad HADJ ALLAL¹, Isma BRAHAMI¹

¹Service ORL / CHU et faculté de médecine de Tlemcen

²Laboratoire Toxicomed / Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen.

³Service de Néonatalogie / EHS Mère-Enfant et faculté de Médecine - Tlemcen.

⁴Laboratoire de biologie moléculaire appliquée et d'immunologie / Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen.

Correspondance à :

Nasrine Siham MEHTARI
nasrineorl@yahoo.fr

DOI : <https://doi.org/10.48087/BJMSoA.2022.9106>

Historique de l'article :

Reçu le 14 février 2022

Accepté le 13 mai 2022

Publié le 05 juin 2022

Il s'agit d'un article en libre accès distribué selon les termes de la licence Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0), qui autorise une utilisation, une distribution et une reproduction sans restriction sur tout support ou format, à condition que l'auteur original et la revue soient dûment crédités.

Pour citer l'article :

Lamar M. Prévalence des événements indésirables liés à l'anesthésie dans les blocs opératoires de l'Est Algérien. *Batna J Med Sci* 2022;9(1):28-32.
<https://doi.org/10.48087/BJMSoA.2022.9106>

RÉSUMÉ

Introduction. Si les potentiels évoqués auditifs (PEA) du tronc cérébral représentent le Gold Standard de l'évaluation objective auditive néonatale, la récente méthode des potentiels évoqués auditifs stationnaires ou auditory *steady state responses* (ASSR) permet une analyse plus large du spectre fréquentiel chez le nouveau-né. Nous décrivons dans cette étude les résultats de l'usage des ASSR après dépistage auditif néonatal et évaluons leur fiabilité par rapport au test classique des PEA du tronc cérébral. **Matériels et méthodes.** Le dépistage néonatal concernait 1000 nouveau-nés hospitalisés par otoémissions acoustiques automatisées. Pour les cas suspects, nous avons comparé le seuil auditif obtenu par PEA, à la moyenne des seuils auditifs obtenus à 2 et 4 Kilo Hertz aux ASSR avec calcul de l'indice de corrélation de Pearson. **Résultats.** Après dépistage néonatal par otoémissions acoustiques automatisées, 33 nouveau-nés étaient testés par les deux méthodes (PEA et ASSR) entre 1 et 4 mois de vie. Le seuil auditif moyen aux PEA était de $62,08 \pm 29,13$ decibels Hearing Level. Celui obtenu aux ASSR était de $65,15 \pm 31,63$ decibels Hearing Level. L'indice de corrélation de Pearson était de 0.98 ($p < 10^{-3}$). **Conclusion.** L'excellente corrélation retrouvée ($R=0.98$) atteste de la fiabilité des ASSR qui permettent d'obtenir une courbe audiométrique objective au profit de meilleures indications thérapeutiques.

Mots clefs : Surdité néonatale neurosensorielle, Potentiels  voqu s auditifs du tronc cérébral, Potentiels  voqu s auditifs stationnaires.

ABSTRACT

Introduction. While brainstem auditory evoked potentials (AEPs) represent the gold standard for objective neonatal auditory assessment, the recent method of auditory steady state responses (ASSRs) allows for a broader analysis of the frequency spectrum in the newborn. We describe in this study the results of the use of ASSR after neonatal hearing screening and evaluate their reliability compared to the classical brainstem ABR test. **Materials and methods.** Neonatal screening involved 1000 hospitalized newborns by automated acoustic otoemissions. For suspected cases, we compared the hearing threshold obtained by ABR with the average of the hearing thresholds obtained at 2 and 4 Kilo Hertz at the ASSR with calculation of the Pearson correlation index. **Results.** After neonatal screening by automated acoustic otoemissions, 33 newborns were tested by both methods (PEA and ASSR) between 1 and 4 months of life. The mean hearing threshold for ABR was 62.08 ± 29.13 decibels Hearing Level. The mean threshold for ASSR was 65.15 ± 31.63 decibels Hearing Level. The Pearson correlation index was 0.98 ($p < 10^{-3}$). **Conclusion.** The excellent correlation found ($R=0.98$) attests to the reliability of the ASSR which allows to obtain an objective audiometric curve for better therapeutic indications.

Key words: Neonatal sensorineural hearing loss, Auditory brainstem responses, Stationary auditory evoked potentials.

INTRODUCTION

L'évaluation audiolgique précise de l'audition chez les nouveau-nés, après dépistage auditif, reste un challenge en otorhinolaryngologie et nécessite une technologie appropriée. Elle repose essentiellement sur une batterie de tests électrophysiologiques objectifs. Bien qu'ayant vu le jour en 1950, les potentiels évoqués auditifs (PEA) du tronc cérébral restent une référence en matière de confirmation du diagnostic de la surdité chez l'enfant et représente le Gold Standard de l'évaluation objective du seuil auditif chez les nouveau-nés après dépistage [3]. Pour cette technique, la stimulation auditive explore de manière non sélective une bande de fréquence allant de 2 et 4 Kilo Hertz (KHz).

Toutefois cette évaluation objective repose sur la reconnaissance visuelle d'ondes et sur l'interprétation du clinicien [13].

Depuis quelques années, la récente méthode des potentiels évoqués auditifs stationnaires ou auditory *steady state response* (ASSR) a permis une estimation objective et automatisée de l'audition sur un large spectre fréquentiel (0.5, 1, 2 et 4 KHz), elle a été initialement appliquée à une catégorie d'enfants ayant un âge plus grand et ne figurait pas systématiquement parmi les examens réalisés chez le nouveau-né après dépistage [2,11]. Le but de notre étude était d'évaluer la fiabilité des ASSR comparés aux seuils obtenus par PEA chez les nouveaux après un premier niveau de dépistage par otoémissions acoustiques automatisées (OEAA).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Nous avons mené une étude de dépistage de la surdité néonatale neurosensorielle utilisant les OEAA en deux phases et portant sur des nouveau-nés hospitalisés au service de néonatalogie. Cette étude prospective de dépistage a concerné 1000 nouveau-nés à risque durant une période d'un an allant de janvier à décembre 2019, avec confirmation diagnostique par PEA et ASSR.

Pour étudier la corrélation entre les résultats des seuils auditifs obtenus par ces deux méthodes chez les nouveau-nés, nous avons comparé le seuil auditif obtenu par PEA à la moyenne des seuils obtenus sur la fréquence 2 et 4 KHz aux ASSR avec calcul de l'indice de corrélation de Pearson. Les ASSR ont été réalisés au même moment ou dans le mois qui a suivi la réalisation des PEA.

RÉSULTATS

Après dépistage néonatale, 33 nouveau-nés étaient suspects de surdité. Au total, nous avons testé 66 oreilles par les deux méthodes (PEA et ASSR) entre 1 et 4 mois de vie avec une moyenne de 3 ± 1 mois. Parmi ces nouveau-nés, 27 ont présenté une surdité neurosensorielle dont 3 associés à une agénésie du pavillon (3 cas de surdité mixte), 4 autres une surdité de transmission par otite sécrétoire et deux avaient une audition normale. L'atteinte neurosensorielle était unilatérale dans 26 %, bilatérale dans 74%, sévère bilatérale dans 22,22% et profonde bilatérale dans 22,22% des cas.

Dans la population de nouveau-nés présentant une surdité néonatale neurosensorielle, le pourcentage de l'atteinte masculine et féminine était respectivement de 67 et 33 %. Le seuil auditif moyen aux PEA était de $62,08 \pm 29,13$ décibels Hearing Level (dBHL). Celui obtenu aux ASSR était de $65,15 \pm 31,63$ dBHL. La différence entre le seuil obtenu par PEA et le seuil moyen obtenu sur les fréquences 2 et 4 KHz par les ASSR était en moyenne de $3,07 \text{ dB} \pm 2,5$ avec des extrêmes allant de 0 à 20 dB (IC à 95% : 1.3 – 4.9).

L'indice de corrélation de Pearson était de 0.98 ($p < 10^{-3}$). La figure 1 illustre la corrélation PEA /ASSR du seuil auditif. L'axe des X représente les seuils PEA et l'axe des Y la moyenne des seuils 2 et 4 KHz aux ASSR.

DISCUSSION

Les ASSR et les PEA constituent des méthodes objectives de l'exploration du seuil auditif. Les PEA précoces (recueillis dans les dix premières millisecondes) sont les plus couramment utilisés. L'activation des voies auditives engendre l'apparition de potentiels électriques résultant de la sommation des potentiels d'action des différents neurones allant du neurone auditif primaire situé dans le modiolus de la cochlée, jusqu'aux neurones des aires associatives du cortex pariéto-temporal [3,13]. Les PEA utilisent une stimulation auditive appliquée à l'aide d'un casque par des clics le plus souvent, ou des bouffées tonales qui explorent de manière non sélective une bande de fréquence allant de 2 à 4 KHz avec recueil de l'activité électrique du tronc cérébral.

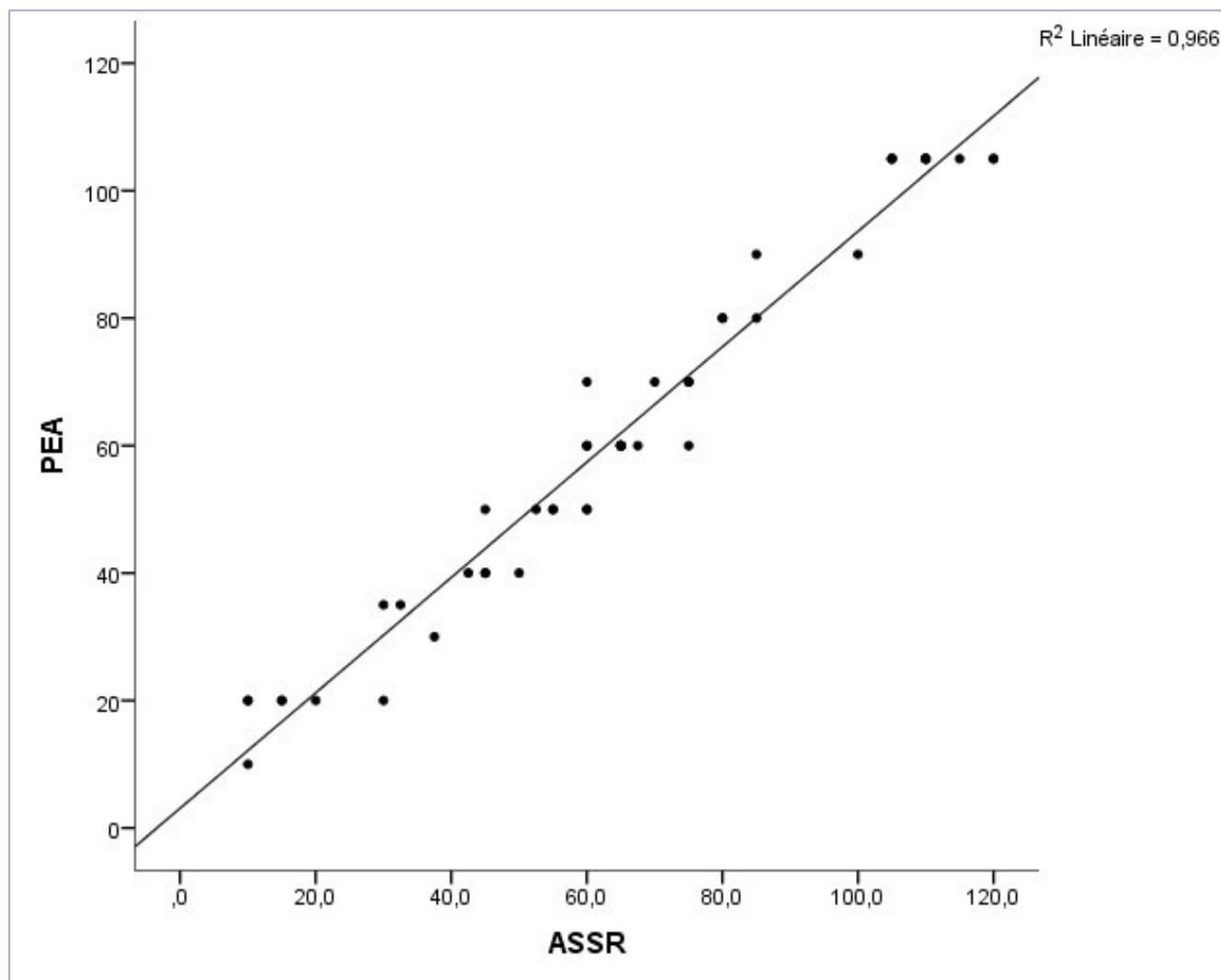


Figure 1. Corrélation PEA /ASSR (L'axe des X représente les seuils PEA et l'axe des Y la moyenne des seuils 2 et 4 KHz aux ASSR).

Les ASSR quant à eux, stimulent de façon continue une zone précise de la cochlée à une fréquence particulière (0,5, 1, 2 et 4 KHz) avec un enregistrement EEG des réponses du cortex auditif et du tronc cérébral [16]. Pour les PEA, la détermination du seuil nécessite l'expertise du clinicien (identification de l'onde V), alors que pour les ASSR la détection du seuil est automatisée (**figure 2**). Ces derniers, testent en plus l'audition sur les fréquences graves non explorées par les PEA et permettent d'obtenir une courbe audiométrique objective chez les nouveau-nés [3, 5, 12, 13]. Pour étudier la corrélation entre ces deux examens pratiqués sur les 33 nouveau-nés dépistés, nous avons analysé les résultats auditifs de 66 oreilles ayant subi les tests à un intervalle de temps inférieur à un mois. En effet, pour palier au biais lié au temps écoulé entre les PEA et les ASSR, un délai maximum d'un mois entre eux était acceptable car un intervalle plus long rend ces examens non comparables. La survenue d'autres circonstances pouvaient modifier les résultats telle que la maturation progressive des voies nerveuses auditives et la résorption d'épanchement rétrotympanique physiologique présent à la naissance notamment chez le prématuré [1,3, 5, 10,12, 13].

Le **tableau 1** illustre la moyenne des différences des seuils auditifs obtenus par ASSR et par PEA rapportés dans la littérature, qui reste non significative dans la plupart des études.

Dans son étude en 2006, Rance G a rapporté un seuil similaire

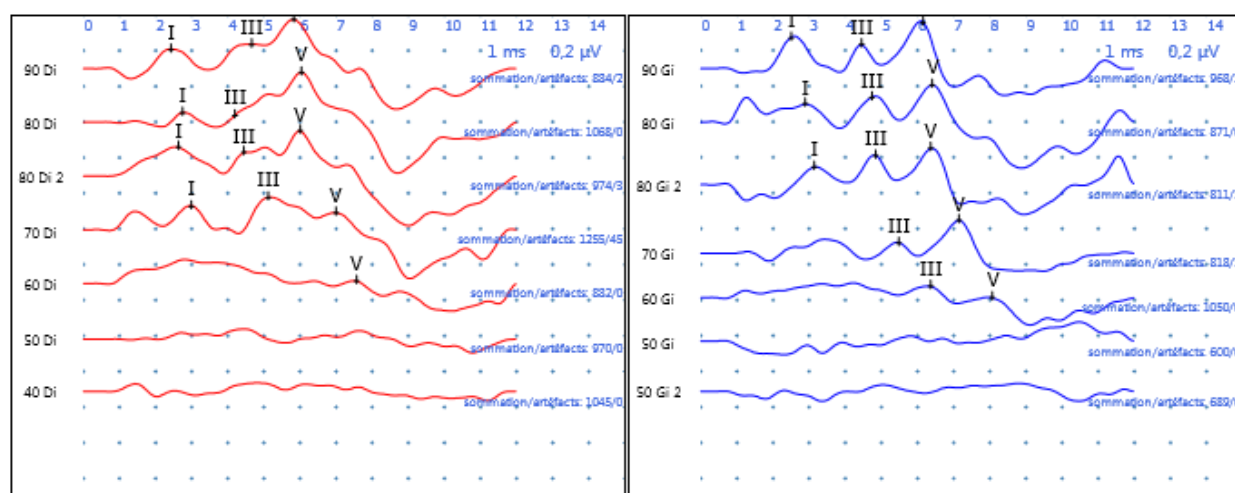
sans préciser la différence de seuil auditif obtenu par ASSR et par PEA [14]. Alors que, Swanepoel D en 2009, a retrouvé une différence de seuil plus importante sur les fréquences 4 KHz par rapport aux 2 KHz [17]. Ces deux auteurs sus cités ont réalisé leurs études sur une population d'enfant tout âge confondu. Quant à Thibult C en 2012, la différence de seuil n'excédait pas les 5 dB entre les PEA et les ASSR [18]. Sa série comprenait à la fois des adultes et des enfants.

Núñez-Batalla F en 2016, a réalisé cette comparaison chez des jeunes nourrissons adressés après dépistage néonatal de la surdité. Cet auteur a objectivé une différence de seuil auditif entre PEA et ASSR plus importante que celles illustrées sur le tableau 1 [11].

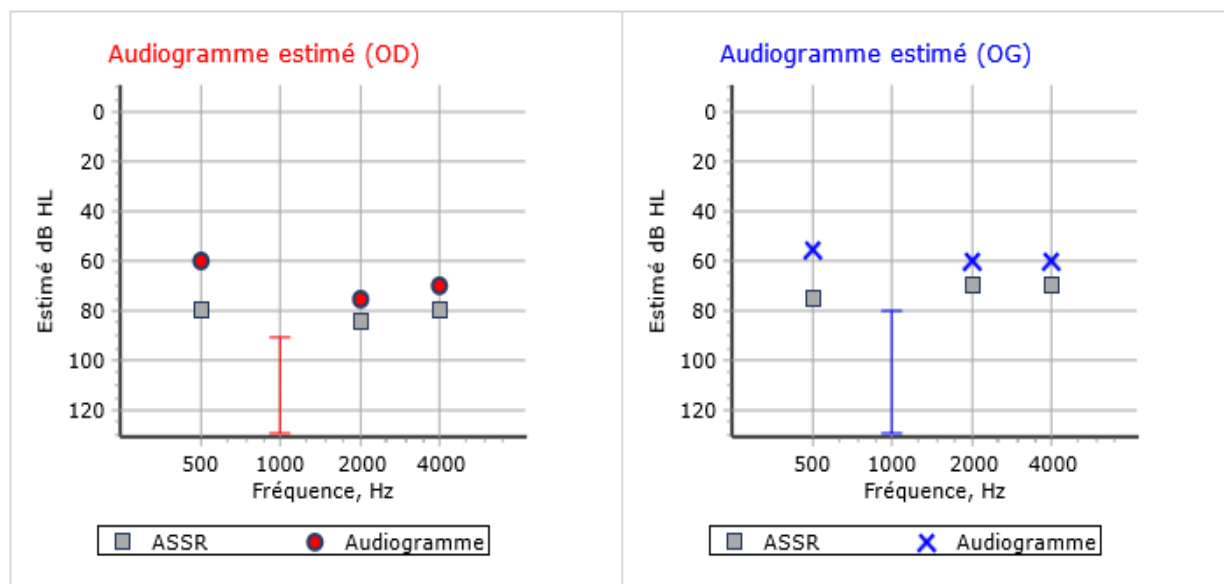
Dans notre étude, la différence entre le seuil obtenu par PEA et le seuil moyen obtenu sur les fréquences 2 et 4 KHz par les ASSR était en moyenne de 3.07 dB avec des extrêmes allant de 0 à 20 dB (IC à 95% : 1.3 – 4.9).

Ces résultats sont en adéquation avec ceux des études menées par Rance, Swanepoel et Thibult et s'éloignent de ceux obtenus par Núñez-Batalla F (**Tableau 1**).

Pour étudier la fiabilité des ASSR dans l'évaluation du seuil auditif chez les nouveau-nés dépistés nous avons calculé l'indice de corrélation de Pearson entre les seuils obtenus par ASSR et par PEA.



A



B

Figure 2. Résultat d'exploration d'un nouveau-né PEA (A) et ASSR (B).

Tableau 1. Comparaison des seuils auditifs obtenus par ASSR *versus* PEA dans diverses séries de la littérature.

Étude	Année	Pays	Effectif	Catégorie d'âge	MDSA ASSR/PEA
Rance G [14]	2006	Australie	211	Enfant	Seuil similaire
Swanepoel D [17]	2009	Afrique du sud	48	Enfant	3,6 dB à 2 KHz 10,5 dB à 4 KHz
Thibult C [18]	2012	France	229	Adulte et enfant	< 5 dB sur la moyenne 2-4 KHz
Núñez-Batalla F [11]	2016	Espagne	35	Nouveau-nés dépistés	11.2 dB à 2 KHz 10.2 dB à 4 KHz
Notre étude	2019	Algérie	33	Nouveau-nés dépistés	3,07 dB (IC à 95% : 1.3 – 4.9) sur la moyenne 2-4 KHz

MDSA : Moyenne de la différence du seuil auditif

Tableau 2. Indice de corrélation de Pearson entre les seuils obtenus par ASSR et par PEA de notre étude comparée à une revue de la littérature.

Études	Année	Pays	N	R 2 kHz	R 4 kHz	R 2-4 kHz
Linares A E [9]	2010	Brésil	23	0,83	0,89	-
Vitoux H [19]	2014	France	50	-	-	0,95
Swanepoel D [17]	2008	Afrique du sud	48	-	-	0,92
Firszt JB [4]	2004	Etats-Unis	42	0,95	0,95	0,95
Kathy R [8]	2002	Etats-Unis	32	0,96	-	0,97
Hyo Sook L [6]	2008	Corée	76	-	-	0,94
Núñez-Batalla F [11]	2016	Espagne	35	0,85	0,84	-
Song CI [15]	2015	Corée	156	-	-	0,94
Notre étude	2019	Algérie	33	-	-	0,98

N : Nombre de sujet ; R : Indice de corrélation de Pearson ; KHz : Kilo Hertz

Le tableau 2 illustre les différents indices de corrélation de Pearson entre les seuils obtenus par ASSR et par PEA rapportés dans la littérature.

Nous remarquons que sur les fréquences 2-4 kHz, cet indice varie entre 0,92 et 0,97. Dans notre étude, il était de 0,98, ce résultat corrobore les données de Vitoux, de Swanepoel, de Firszt, de Kathy, de Hyo Sook et de Song (**Tableau 2**). Cependant, Linares et Núñez-Batalla F ont objectivé des indices de corrélation plus bas.

En ce qui concerne l'âge de réalisation des ASSR, John et al. ainsi que Luts et al. ont montré en 2004, que les ASSR pouvaient donner une très bonne évaluation des seuils chez l'enfant avec une détection plus facile des réponses chez les enfants entre 3 et 15 semaines comparés aux premiers jours après la naissance. Tous les ASSR que nous avons réalisés ont été faits chez des nourrissons entre 1 et 4 mois [7, 10].

Le seuil objectif obtenu par PEA est plus élevé de 10 à 15 dB par rapport au seuil réel (subjectif) d'un individu [16]. Savio et al., en 2006 ont réalisé une étude portant sur le suivi de plus de 500 enfants à risques, testés objectivement à l'aide des ASSR et de PEA.

Ils ont été rappelés 3 ou 4 ans après afin d'évaluer leur audition réelle en audiométrie tonale. Cette étude a montré que le seuil objectif ASSR est plus proche du seuil réel que ne l'est le seuil obtenu avec les PEA [10].

En revanche, si les PEA permettent d'établir un diagnostic topographique de la surdité chez les nourrissons, les ASSR ne traitent pas cette approche et renseignent uniquement sur le seuil auditif [1, 3, 5, 10, 12, 13].

Présentement, cette méthode tend à être utilisée chez les nouveau-nés adressés pour évaluation auditive après dépistage comme le confirment les études menées par Song CI et Núñez-Batalla F [11, 15].

CONCLUSION

Les résultats de notre étude montrent une excellente corrélation entre les seuils auditifs obtenus par PEA et par ASSR et attestent la fiabilité de ces derniers dans la confirmation diagnostique de la surdité néonatale. Les ASSR permettent surtout d'obtenir une courbe audiométrique objective, indépendante de toute expertise du clinicien, chez de très jeunes enfants au profit de meilleures indications thérapeutiques.

Déclaration d'intérêts : les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt en rapport avec cet article.

RÉFÉRENCES

1. Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé. Évaluation clinique et économique : dépistage néonatal de la surdité permanente par les otoémissions acoustiques. 1999. Paris. Anaes.
2. Aimoni C, Crema L, Savini S et al. Hearing threshold estimation by auditory steady state responses (ASSR) in children. Acta Otorhinolaryngol Ital. 2018 Aug; 38(4): 361–368. DOI: 10.14639/0392-100X-1463
3. Burkard R. Human brain-stem auditory evoked responses obtained by cross correlation to trains of clicks, noise bursts, and tone bursts. J Acoust Soc Am. 1991 Sep;90 (3):1398-404.

4. Firszt JB, Gaggli W, Runge-Samuelson Clet al. Auditory sensitivity in children using the auditory steady-state response. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2004 May;130(5):536-40 DOI: [10.1001/archotol.130.5.536](https://doi.org/10.1001/archotol.130.5.536)
5. Huis in't Veld F, Osterhammel P, Terkildsen K. Frequency following auditory brain stem responses in man. Scand Audiol. 1977;6(1):27-34 DOI: [10.3109/01050397709044995](https://doi.org/10.3109/01050397709044995)
6. [Hyo Sook L](#) and al. Clinical Comparison of the Auditory Steady-State Response with the Click Auditory Brainstem Response in Infants. Clin Exp Otorhinolaryngol. 2008 Dec; 1(4): 184–188. doi: [10.3342/ceo.2008.1.4.184](https://doi.org/10.3342/ceo.2008.1.4.184).
7. John MS, Brown DK, Muir PJ et al. Recording auditory steady-state responses in young infants. Ear Hearing. 2004; 25(6) 539-53. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0003-y>.
8. Kathy R, Vander Werff Carolyn J, Brown Barbara A et al. Schmidt Clay Comparison of Auditory Steady-State Response and Auditory Brainstem Response Thresholds in Children. Am Acad Audiol. 2002;13:227-235.
9. Linares AE, Costa Filho OA, Martinez MA. Auditory steady state response in pediatric audiology. Braz J Otorhinolaryngol. 2010 Nov-Dec;76(6):723-8.
10. Menard M. Exploration objective de l'audition à partir des auditory steady-state responses et adaptation à l'implant cochléaire. Micro et nanotechnologies / Micro-électronique. Université Claude Bernard - Lyon I. 2008. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00413409>.
11. [Núñez-Batalla F](#), [Noriega-Iglesias S](#), [Guntín-García M](#) et al. Auditory-steady-state response reliability in the audiological diagnosis after neonatal hearing screening. Acta Otorrinolaringol Esp. 2016 Jul-Aug;67(4):193-200. doi: [10.1016/j.otorri.2015.06.003](https://doi.org/10.1016/j.otorri.2015.06.003).
12. Olphen AF, Rodenburg M, Verwey C. Distribution of brain stem responses to acoustic stimuli over the human scalp. Audiology. 1978 Nov-Dec;17(6):511-8. DOI: [10.3109/00206097809072611](https://doi.org/10.3109/00206097809072611)
13. Owen GA, Burkard R. Ipsilateral, contralateral, and binaural masking effects on the human brain-stem auditory-evoked responses to click stimuli. J Acoust Soc Am. 1991 Apr;89 (4 Pt 1):1760-7. DOI: [10.1121/1.401010](https://doi.org/10.1121/1.401010)
14. Rance G, Rickards F. Prediction of hearing threshold in infants using auditory steady-state evoked potentials. J Am Acad Audiol. 2002 May;13(5):236-45.
15. Song CI, Kang HS, Ahn JH. Analysis of audiological results of patients referred from newborn hearing screening program. Acta Otolaryngol. 2015;135(11):1113-8. DOI: [10.3109/00016489.2015.1063785](https://doi.org/10.3109/00016489.2015.1063785)
16. Sterkers F, Vincent C. Audiometrie de l'enfant et de l'adulte. 2014. Paris. Elsevier, Masson.
17. Swanepoel D, Ebrahim S. Auditory steady-state response and auditory brainstem response thresholds in children. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2009 Feb;266(2):213-9. doi: [10.1007/s00405-008-0738-1](https://doi.org/10.1007/s00405-008-0738-1).
18. Thibault C, Gavilan I, Darrouzet V et al. Faisabilité et fiabilité de l'Auditory Steady State Response (ASSR) dans l'évaluation auditive de l'enfant et de l'adulte. Annales Françaises d'Oto-Rhino-Laryngologie et de pathologie cervico-faciale. Octobre 2012;126 (4S) :A26 Doi : [10.1016/j.aforl.2012.07.066](https://doi.org/10.1016/j.aforl.2012.07.066)
19. Vitaux H, Boyer J, Calais C et al. Fiabilité des ASSR (Auditory Steady-State Responses) dans l'évaluation de l'audition chez l'enfant : étude rétrospective comparative avec l'audiométrie comportementale et les potentiels évoqués auditifs. Annales Françaises d'Oto-Rhino-Laryngologie et de pathologie cervico-faciale. Octobre 2014;131(4S) :181. Doi : [10.1016/j.aforl.2014.07.034](https://doi.org/10.1016/j.aforl.2014.07.034)

Cet article a été publié dans le « Batna Journal of Medical Sciences » **BJMS**, l'organe officiel de « l'association de la Recherche Pharmaceutique – Batna »

Le contenu de la Revue est ouvert « Open Access » et permet au lecteur de télécharger, d'utiliser le contenu dans un but personnel ou d'enseignement, sans demander l'autorisation de l'éditeur/auteur.

Avantages à publier dans **BJMS** :

- Open access : une fois publié, votre article est disponible gratuitement au téléchargement
- Soumission gratuite : pas de frais de soumission, contrairement à la plupart des revues « Open Access »
- Possibilité de publier dans 3 langues : français, anglais, arabe
- Qualité de la relecture : des relecteurs/reviewers indépendants géographiquement, respectant l'anonymat, pour garantir la neutralité et la qualité des manuscrits.

Pour plus d'informations, contacter BatnaJMS@gmail.com ou connectez-vous sur le site de la revue : www.batnajms.net

