



ELSEVIER
MASSON

Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

www.em-consulte.com

IRBM

IRBM 31 (2010) 242–256

Article original

Approche empirique pour déterminer les générateurs neurophysiologiques sous-jacents des potentiels évoqués auditifs engendrés par des sons de parole (*Speech ABR*)

Empirical approach to find the neurophysiological generators of speech auditory brainstem response

I. Akhoun^{a,b,c}, C. Berger-Vachon^{b,c,d,e,*}, L. Collet^{b,c,d}

^a *Audiology and Deafness Group, Human Communication and Deafness, School of Psychology, Faculty of Medicine and Human Sciences, Ellen Wilkinson Building, university of Manchester, Manchester, M139PL, Royaume-Uni*

^b *CNRS-UMR 5020 « neurosciences sensorielles, comportement et cognition », équipe audiologie, université de Lyon, université Claude-Bernard Lyon-1, 69003 Lyon, France*

^c *IFR 19, institut fédératif des neurosciences de Lyon, 69677 Bron, France*

^d *Pavillon U, service audiologie et exploration orofaciale, hôpital Édouard-Herriot Lyon-3, 69003 Lyon, France*

^e *Filière génie-biomédical, institut des sciences et techniques de l'ingénieur de Lyon, université de Lyon, université Claude-Bernard Lyon-1, bâtiment Omega, avenue du 11 Novembre 1918, 69100 Villeurbanne, France*

Reçu le 31 octobre 2008 ; accepté le 15 décembre 2009

Disponible sur Internet le 6 février 2010

Résumé

Les potentiels évoqués auditifs en réponse à un son de parole (*Speech Auditory Brainstem Response [Speech ABR]*) sont une méthode de mesure objective non-invasive de l'activité neurophysiologique auditive au niveau du tronc cérébral. Les générateurs neurophysiologiques de cette réponse sont méconnus, mais les latences, ainsi que les caractéristiques spectrales du *Speech ABR* suggèrent que ceux-ci font partie du tronc cérébral supérieur (entre le noyau cochléaire et le colliculus inférieur). Au vu des caractéristiques fonctionnelles bien particulières des unités cellulaires des voies auditives, différents stimuli acoustiques ont été choisis, afin de mettre en évidence la sensibilité des *Speech ABR* aux caractéristiques acoustique de ces stimuli, et par suite, d'en déduire les probables sites neurophysiologiques pouvant avoir généré cette réponse. Ainsi, nous avons enregistré des *Speech ABR* en réponse à des sons purs, des sons complexes harmoniques, des syllabes */ba/*, */pa/*, ainsi que leurs homologues (somme de sinusoïdes à la fréquence des formants modulées par l'enveloppe temporelle des syllabes). Par ailleurs, le modèle *Auditory Image Model* (Patterson et al., 1995 [17]), qui simule l'activité neurale en entrée du colliculus inférieur, montre que les homologues comme les syllabes donnent lieu à une quantité d'activité comparable contrairement aux FFR, suggérant ainsi que le processus neurophysiologique engendrant la FFR se situe au-delà de la périphérie cochléaire. En effet, l'apparente synthèse des informations de toute la gamme fréquentielle acoustique aboutissant à une FFR oscillatoire et synchronisée sur la période fondamentale rappelle les caractéristiques fonctionnelles des cellules *disc-shape* du colliculus inférieur central, telles qu'elles ont été décrites dans le modèle de codage de la périodicité (Voutsas et al., 2005 [42]).

© 2010 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Audition ; Électrophysiologie ; Parole ; Potentiels évoqués auditifs ; *Frequency following response*

Abstract

Auditory evoked potentials to speech (*Speech auditory brainstem response [Speech ABR]*) are a non-invasive way to investigate neurophysiological activity, at the level of the brainstem. The *Speech ABR* precise neurophysiological generators remain poorly defined. However, latencies and low-pass spectrum both suggest that these generators might lie in the upper brainstem (roughly between the cochlear nucleus and the inferior colliculus). Having considered the particular functional pattern of cells along the auditory pathway, specific stimuli have been synthesized to make out the acoustic sensitivity of *Speech ABR* components. Accordingly, hypotheses have been made on the probable neurophysiological generators, most likely to have elicited both *Speech ABR* components: onset response and frequency following response. *Speech ABR* have been recorded to

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : Idrick.Akhoun@manchester.ac.uk (I. Akhoun), cbv@univ-lyon1.fr (C. Berger-Vachon).

pure tones, harmonic complex tones, /ba/ and /pa/ syllables, and their analogues (calculated as a sum of five weighted sine waves at the formant frequencies and amplitudes, and modulated by the syllables temporal envelopes). In addition, the Auditory Image Model (Patterson et al., 1995 [17]), simulating the neural activity at the auditory periphery, i.e. inferior colliculus input, suggests that both analogues and syllables elicit the same amount of energy, in contrast to the recorded FFR. This contradiction means that the neurophysiological signal processing leading to FFR is made beyond auditory periphery. Indeed, FFR synchronisation on F0 seems to be the result of an overall processing of the whole stimulus spectrum. This behaviour reminds the functional characteristics of disc-shape cells in the inferior colliculus, as described in a previous study of physiological periodicity coding (Periodicity analysis network, Voutsas et al., 2005 [42]).

© 2010 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Audition; Electrophysiology; Speech; Auditory brainstem response; Frequency following response

Glossaire :

ABR (Speech ABR) : potentiel évoqué auditif provenant du tronc cérébral. Le *Speech ABR* est engendré par un stimulus de parole ; dans le cas d'une syllabe consonne-voyelle, il se compose d'une réponse *onset* suivie d'une réponse en fréquence (*frequency following response* [FFR]).

Homologue : Son non-signifiant synthétisé pour ressembler aux syllabes dans les basses fréquences (même enveloppe), avec une structure fine très dégradée. Il est important de se rappeler que ces homologues n'avaient pas pour but de ressembler perceptivement aux syllabes (vu l'appauvrissement spectral appliqué au-delà de 500 Hz et leur inharmonicité).

Bark : échelle de fréquences reproduisant la répartition de la sensibilité fréquentielle sélective de la membrane basilaire (tonotopie cochléaire, voire *code neural spatial*). Cette échelle est linéaire dans les fréquences en dessous de 1 kHz, logarithmique au-delà.

Pour passer de l'échelle linéaire (Hz) à l'échelle Bark :

$$Z(\text{Bark}) = 6,7 * \text{arcsinh}((f(\text{Hz})-20)/600)$$

Réciproquement :

$$f(\text{Hz}) = \sinh(Z(\text{Bark})/6,7) * 600 + 20$$

Code neural temporal (code neural spatial) : le code neural temporel est lié au *phase-locking*. Il utilise la synchronisation des neurones pour véhiculer des informations sur la périodicité du stimulus acoustique. Le code neural spatial découle de la tonotopie cochléaire (décomposition fréquentielle du plus aigu au plus grave des sons le long de la membrane basilaire, comme sur le clavier d'un piano) ; le long des voies auditives, les neurones ont souvent une fréquence caractéristique à laquelle ils déchargent le mieux, et ainsi, le son décomposé en fréquence dans la cochlée est véhiculé dans des canaux (filtres) auditifs passe-bandes. Notons que ces deux codes sont complémentaires, comme le montre la FFR dans cette étude (reflet du code neural temporel ne fonctionnant que dans des conditions précises de code spatial – afférences des différents filtres auditifs).

Enveloppe : contour d'un stimulus, estimé dans cette étude par la méthode valeur absolue – filtrage passe bas (500 Hz choisi ici par rapport à la fréquence de coupure du *speech ABR*). Notons que l'enveloppe peut également être estimée par transformée de Hilbert (Gilbert et Lorenzi, 2006 [47]).

Frequency following response : partie pseudopériodique de l'ABR, engendrée par une portion pseudopériodique du stimulus acoustique. Reflet de l'activité de *phase-locking composite*.

Grande moyenne : les ABR sont moyennés un grand nombre de fois (environ un millier) par sujet. La grande moyenne est la moyenne de cette moyenne, pour tous les sujets.

Hauteur tonale : sensation auditive liée à la fréquence (de grave à aiguë).

Insert earphones : équivalent du casque, mais le transducteur acoustique (transformant le signal audio en onde acoustique) est encastré dans des boîtiers, reliés à l'oreille du sujet par des tubes en caoutchouc et des *earplugs*. L'avantage est d'emprisonner les artefacts électromagnétiques [17]. Mais les tubes d'air peuvent distordre le signal (de façon marginale toutefois avec des tubes de 30 cm).

Mesures objectives : estimation de la perception du sujet, sans avoir à solliciter sa description perceptive (psycho-acoustique).

Réponse de latence moyenne : réponse d'origine thalamocorticale intervenant environ entre 20 et 80 ms après l'indice du stimulus qui lui a donné naissance.

Réponse onset : partie transitoire de l'ABR, engendrée par une impulsion acoustique. Couramment utilisé en routine clinique (dites ondes I, III, V).

Phase-locking : propriété de certains neurones de synchroniser leurs décharges de potentiels d'action sur la périodicité du stimulus acoustique.

Prémoyennage : la fenêtre d'acquisition commence l'enregistrement avant le début du stimulus, pendant la période de prémoyennage. Cette portion de l'ABR, où aucune réponse n'est attendue, permet de se faire une idée du bruit de recueil ambiant.

Structure fine acoustique : contrairement à l'enveloppe, il s'agit des composantes spectrales hautes-fréquence (habituellement au-delà de 500 Hz). Elle peut également être déduite de la transformée de Hilbert.

1. Introduction

1.1. Contexte

Les potentiels évoqués auditifs (PEA) permettent d'enregistrer l'activité électrique résultant de la propagation et du traitement du message nerveux auditif dans les noyaux successifs des voies auditives [1]. L'enregistrement des PEA est très simple à mettre en œuvre et implique une chaîne de stimulation auditive et une chaîne de recueil électrophysiologique provenant de trois électrodes de contact. Le signal issu des PEA dépend à la fois de la structure acoustique du stimulus, de la durée de l'acquisition ainsi que de la gamme fréquentielle des filtres d'acquisition et enfin (ce qui en fait son intérêt clinique), de l'état fonctionnel des voies auditives du sujet. L'exemple le plus simple est celui d'un normo-entendant stimulé par une

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/871206>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/871206>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)