



Disponible en ligne sur

**ScienceDirect**  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

**EM|consulte**  
www.em-consulte.com



ARTICLE ORIGINAL

# Modification de la structuration des potentiels évoqués cérébraux sensoriels par stimulation périnéale lors d'une focalisation attentionnelle sur le besoin d'uriner



*Effects of attention and desire to void on sensory evoked cortical potentials following perineal stimulation*

G. Amarenco\*, J. Kerdraon, C. Chesnel,  
F. Le Breton, S. Sheikh Ismaël, N. Turmel,  
C. Hentzen

GRC 001, GREEN groupe de recherche clinique en neuro-urologie, hôpital Tenon, Sorbonne université, AP-HP, 75020 Paris, France

Reçu le 20 avril 2020 ; accepté le 27 avril 2020  
Disponible sur Internet le 17 mai 2020

## MOTS CLÉS

Potentiels corticaux  
évoqués sensoriels ;  
Réponses en champ  
lointain ;  
Processus  
attentionnel ;  
Besoin d'uriner

## Résumé

**Objectifs.** – Les potentiels évoqués somesthésiques corticaux (PES) sont habituellement utilisés pour tester l'intégrité des voies lemniscales et donner ainsi des arguments en faveur de l'étiologie neurogène de symptômes sensoriels. Ainsi, les PES par stimulation périnéale (PES-P), ont été démontrés altérés dans l'incontinence ou les troubles sexuels neurogènes. Nous avons voulu vérifier l'intégrité, structuration et amplitude des réponses en champ lointain des PES-P dans deux conditions, la première sans sensation de besoin d'uriner (B0), la seconde avec besoin impérieux (B1).

**Méthodes.** – Les PES-P ont été enregistrés chez dix patients sans pathologie neurologique dans les deux conditions B0 et B1 après stimulation du nerf dorsal du pénis/clitoris. Trois réponses consécutives moyennées chacune sur 1000 passages à une fréquence 3 Hz ont été enregistrées.

**Résultats.** – Sept hommes, 3 femmes, d'âge moyen 53,8, (sd 16,8) ont été inclus. Tous les patients avaient des PES-P normaux en termes d'amplitude et de latence du complexe P40 et

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [gerard.amarenco@tnn.aphp.fr](mailto:gerard.amarenco@tnn.aphp.fr) (G. Amarenco).

totalement reproductibles notamment pour les réponses tardives. Ces réponses précoces P40 étaient identiques dans les deux états BO et BI. Inversement, les potentiels de champ lointain, c'est-à-dire, les réponses tardives, étaient différentes dans les deux états, avec une importante diminution des amplitudes moyennes et maximales des réponses corticales dans l'état BI ( $p < 0,008$  au T-test).

**Conclusion.** — Nous avons observé que les composantes tardives des PES-P sont altérées lors du besoin urgent d'uriner accompagné d'une attention soutenue et sélective sur ce besoin. Ces composantes tardives du PES-P pourraient être utiles pour mieux spécifier les mécanismes attentionnels impliqués dans le cycle continence-miction et pour préciser les dysfonctionnements sensoriels pathologiques (urgence, vessie douloureuse, fréquence...).

**Niveau de preuve.** — 4.

© 2020 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## KEYWORDS

Sensory evoked cortical potentials;  
Far-field responses;  
Attentional process;  
Need to urinate

## Summary

**Objective.** — Cortical somatosensory evoked potentials (SEP) are usually used to test the integrity of lemniscal pathways and thus provide arguments for the neurogenic etiology of sensory symptoms. For example, PES by perineal stimulation (SEP-P) has been shown to be altered in incontinence or neurogenic sexual dysfunction. We wanted to verify the integrity, structure and amplitude of far-field responses of PES-P in two conditions, the first without feeling the need to urinate (S0), the second with urgency (US).

**Methods.** — SEP-P were recorded in ten patients without neurological pathology in both conditions S0 and US after stimulation of the dorsal nerve of the penis/clitoris. Three consecutive responses each averaged over 1000 passages at a frequency of 3 Hz were recorded.

**Results.** — Seven men and 3 women were included. All patients had normal SEP-P in terms of amplitude and latency of the P40 complex and fully reproducible especially for late responses. These early P40 responses were identical in both S0 and US states. Conversely, the far-field potentials, i.e. the late responses, were different in the two states, with a significant decrease ( $P < 0.008$  paired T-test) in the amplitude of cortical responses in the US state.

**Conclusion.** — We observe that the late components of SEP-P were altered by the need to urinate urgently with sustained and selective attention to this need. These late components of SEP-P could be useful to better specify the attentional mechanisms involved in the continence-voiding cycle and to specify pathological sensory dysfunctions (urgency, painful bladder, frequency...).

**Level of evidence.** — 4.

© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Les potentiels évoqués somesthésiques (PES) sont habituellement utilisés en clinique pour apprécier les voies lemniscales. Ils permettent ainsi de contribuer au diagnostic positif d'une atteinte neurologique, d'en préciser le niveau lésionnel et parfois d'en fixer le pronostic.

Ils sont ainsi retrouvés altérés au cours d'une lésion à quelque niveau que ce soit des voies somesthésiques, qu'il s'agisse d'une atteinte centrale ou périphérique [1–4].

On les retrouve perturbés au cours des lésions corticales, médullaires ou purement périphériques [1].

Ils ont été ainsi largement utilisés pour préciser l'atteinte sensitive au cours des scléroses en plaques et apporter ainsi des arguments en faveur du caractère multifocal des lésions et de leur dissémination spatiale, mais aussi pour apporter des éléments en faveur d'une atteinte sensorielle au cours des neuropathies périphériques.

Ils ont aussi été étudiés au cours des atteintes pelvi-périnéales dans le but de démontrer une atteinte

neurologique au cours d'un trouble urinaire (incontinence, rétention), ano-rectal (incontinence fécale) ou génito-sexuel (dysérection) [5–11].

L'augmentation des latences des ondes précoces (onde P40) voire la disparition de celles-ci, témoignent de l'atteinte lemniscale. Les potentiels de champ lointain sont décrits et analysés au cours de différentes situations pathologiques ou expérimentales lors de stimulation d'afférences sensitives des membres, de stimulations visuelles (potentiels évoqués visuels) ou encore de stimulations auditives (potentiels évoqués auditifs) [12–15]. Des modifications spécifiques de ces potentiels évoqués cognitifs (onde P 300) ont pu être démontrées notamment au cours de pathologies psychiatriques ou en conditions expérimentales par modifications de l'environnement cognitif et attentionnel [15]. Ces réponses tardives (supérieures à 100 millisecondes) n'ont jamais été étudiées lors d'une stimulation sensitive périnéale.

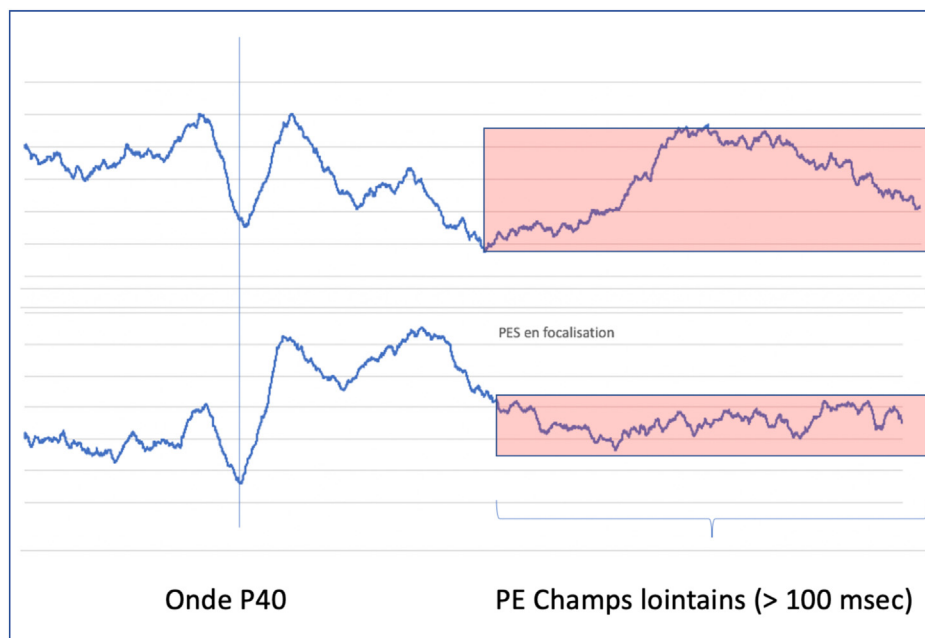
Nous avons voulu vérifier si la présence ou l'absence d'une sensation de besoin d'uriner avec focalisation d'attention sur ce besoin, pouvait modifier la structuration des potentiels évoqués somesthésiques obtenus par stimulation périnéale et constituer ainsi d'une part un moyen d'analyse de cette attention sélective et d'autre part un outil d'étude de l'intervention des processus cognitifs dans la sensibilité vésicale et plus généralement sur le cycle continence-miction en conditions physiologiques et pathologiques.

## Matériel et méthodes

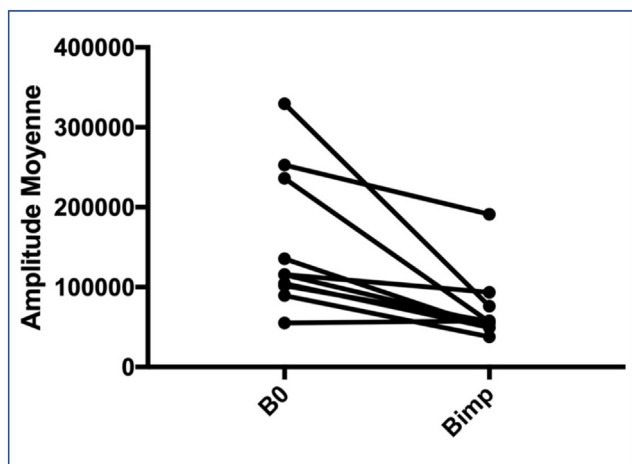
Dix patients consultant dans un service universitaire de neuro-urologie pour la réalisation de potentiels évoqués corticaux à point de départ périnéal, ont été recrutés. Tous ont donné leur accord pour le traitement de leurs données et le protocole a obtenu l'accord du Comité de Protection des Personnes. Ils consultaient pour des douleurs périnéales qui en définitive ont démontré par les autres investigations, leur caractère non neurogénique, que l'étiologie soit proctologie, gynécologique ou urologique.

Tous ont été soumis à la même procédure avec analyse des potentiels évoqués corticaux suivis d'un enregistrement de l'activité électromyographique (EMG) de détection des muscles périnéaux, une analyse des latences réflexes sacrées et une mesure des latences terminales des nerfs pudendaux par stimulation endorectale du nerf près de l'épine ischiatique. L'EMG de détection, les latences sacrées et les latences terminales devaient pour tous les patients être normales.

L'enregistrement du potentiel évoqué somesthésique était effectué sur le scalp par microélectrodes aiguilles implantées en sous cutané, l'électrode de référence positive positionnée en frontal (repère Fz), l'électrode active négative en Cz -2, c'est-à-dire, sur la ligne médiane, 2 cm en arrière de la ligne bi-auriculaire, l'électrode de terre (bracelet) au poignet droit. L'ensemble des examens a été réalisé par le même opérateur sur un appareillage d'électromyographie -potentiels évoqués Key-Point™ Natus. La stimulation était effectuée par électrodes de contact supra-clitoridiennes chez la femme, par électrodes annulaires à la racine du pénis chez l'homme par stimulation du nerf dorsal de la verge. La fréquence de stimulation était de 3 Hz, le moyennage des réponses corticales effectué sur 1000 passages pour chaque potentiel cérébral enregistré. Les paramètres de filtrage et d'amplification du signal étaient ceux habituellement utilisés lors de la réalisation de PES (balayage 10ms/Div, sensibilité 5  $\mu$ V/Div, filtre 10 Hz et 3 KHz, fenêtre d'analyse 200ms). La stimulation était effectuée à 3 fois le seuil sensitif soit entre 20 et 25 mA. Trois enregistrements successifs étaient effectués pour chacune des deux conditions suivantes : vessie pleine avec fort besoin d'uriner en demandant au patient de se focaliser sur cette sensation urgente d'uriner ; puis après miction (avec vérification sonographique d'un éventuel résidu), sans besoin d'uriner, en demandant au patient de s'astreindre à la plus grande relaxation et le laissant libre de toute divagation intellectuelle, sans se focaliser sur un tâche, un objet ou une pensée unique. Les amplitudes moyennes et les amplitudes maximales des réponses corticales étaient comparées en fonction des deux états par un T-test avec une significativité considérée à  $p < 0,05$ .



**Figure 1.** Potentiels évoqués somesthésiques obtenus par stimulation du nerf dorsal de la verge sur 1000 passages, chez un homme de 35 ans, sans lésion neurologique. Courbe du haut, potentiel cortical obtenu en « divagation » ; courbe du bas, potentiel cortical obtenu lors de la focalisation d'attention sur le besoin d'uriner. Notez sur la courbe B, la nette réduction d'amplitude des potentiels de champs lointains obtenus après plus de 100 msec.



**Figure 2.** Évolution des amplitudes moyennes des réponses tardives des potentiels évoqués somesthésiques obtenus par stimulation périnéale depuis le status initial sans besoin et en « divagation » attentionnelle (B0) puis lors de la focalisation d'attention sur le besoin d'uriner (Bimp).

## Résultats

L'âge moyen des patients (3 femmes, 7 hommes) était de 53,8 ans. Pour tous les patients et pour les 6 réponses, un potentiel évoqué cortical parfaitement reproductible en termes de latence a été obtenu avec une onde P40 toujours parfaitement individualisée, sans variation de latence ni d'amplitude aux enregistrements successifs. Les courbes (au nombre de trois) dans chacune des conditions d'enregistrement (focalisation sur besoin impérieux d'uriner – BI ou relaxation générale et divagation psychique – B0) étaient strictement superposables.

En revanche, si les composantes précoces (P40) étaient strictement identiques en termes de latence et d'amplitude, les ondes tardives (P60 et autres composantes tardives jusqu'à 200 ms) différaient en termes de structuration, de latence et d'amplitude entre les conditions BI et B0. La réduction des amplitudes moyennes étaient de 53,8 %, avec un  $p < 0,008$  (paired T-test). De manière identique, la réduction moyenne de l'amplitude maximale des réponses tardives était de 39 % ( $p < 0,01$ ).

Les Fig. 1 et 2 illustrent ces modifications structurelles des potentiels évoqués somesthésiques dans les deux conditions expérimentales.

Ces modifications allaient toujours dans le même sens avec déstructuration et diminution d'amplitude en condition B0 des composantes tardives.

## Discussion

Les potentiels évoqués somesthésiques (PES) habituellement utilisés en clinique pour apprécier les voies lemniscales sont des potentiels exogènes provenant des aires sensorielles primaires, générés par le stimulus électrique externe et habituellement considérés comme peu modifiés par l'attention et le traitement cognitif de ce stimulus extéroceptif [1]. À l'inverse, les potentiels évoqués endogènes (potentiels cognitifs, potentiels de champ lointain,

potentiels liés à l'événement [*event-related potentials*]) sont des réponses dépendantes des circuits neuronaux mis en jeu lors des phénomènes attentionnels, du stockage mnésique ou d'une réponse comportementale [12–16]. Ils apparaissent dans le cadre d'une séquence de stimuli attendus car répétitifs et connus du sujet, lors de l'omission du stimulus attendu, le potentiel P300 étant le plus utilisé car le plus reproductible en condition expérimentale [12]. La plupart des études menées sur ces potentiels de champs lointains et les différentes modalités exploratoires (potentiels P300, Potentiels vertex liés à l'attention, négativité de concordance (*processing negativity*), variation de contingence négative), utilisent des stimulations auditives avec des paradigmes de stimulation et de recueil différents [17–21].

S'il est habituellement considéré que les PES ne sont pas modifiés par l'état cognitif, plusieurs travaux [14–17] ont néanmoins démontré la modulation par l'attention des réponses corticales des 100 premières millisecondes obtenues après stimulation sensorielle, fenêtre temporelle dans laquelle sont observés les ondes corticales suivant une stimulation sensorielle d'un nerf périphérique (onde P40). Cette modulation n'altère pas la topographie des réponses corticales sur le scalp, mais leur amplitude. Dans le même sens, notre étude démontre qu'une allocation focalisée des ressources attentionnelles sur le besoin d'uriner modifie la structuration et en particulier l'amplitude des réponses corticales lointaines générées par une stimulation sensorielle du périnée lors de chocs électriques répétés. Ces modifications ne portent pas sur les réponses précoces (P40), seules étudiées en pratique quotidienne. Sur le plan pratique, lors de la réalisation de PES à visée diagnostique, ces modulations attentionnelles peuvent être tenues pour négligeables au cours d'une série stéréotypée de stimulations identiques car dans ces conditions l'attention du sujet s'émeousse rapidement et ne se focalise probablement pas sur une sensation ou un stimulus spécifique [3]. Pour autant, ces composantes tardives, jamais prises en compte dans l'analyse des PES « diagnostiques » se modifient donc par une attention soutenue et sélective sur le besoin d'uriner, voire par le besoin d'uriner lui-même.

Les phénomènes attentionnels impactent le fonctionnement vésico-sphinctérien, même s'ils ont été longtemps méconnus. Ces mécanismes attentionnels jouent en effet un rôle majeur dans la perception, l'intégration et la modulation du besoin et donc de la réplétion vésicale, interférant ainsi avec le contrôle élémentaire cortico-protubérantielle du cycle continence-miction [22,23]. Le concept de miction cognitive permet d'explicitier un certain nombre de comportements mictionnels, où la miction n'est pas le fait de la nécessité manométrique et volumétrique de se réaliser, mais est en réalité dictée par d'autres considérations sociales ou environnementales (miction d'opportunité) [24]. La réplétion vésicale et plus exactement la (ou les) sensations de besoin d'uriner interviennent dans la modulation des mécanismes attentionnels qu'il s'agisse d'attention sélective ou focalisée (qui permet d'extraire une information pertinente d'un ensemble d'informations), d'attention visuo-spatiale, d'attention soutenue (qui amène le sujet à orienter intentionnellement son intérêt vers une source d'information et à maintenir cet intérêt pendant une

longue période), d'attention divisée (habileté requise pour effectuer simultanément 2 tâches d'attention sélective), de capacité d'attention (quantité d'information que le sujet peut retenir d'emblée, à travers toutes modalités sensorielle, sans mobilisation cognitive particulière) et de contrôle attentionnel et de flexibilité cognitive (déplacement de l'attention d'un objet à un autre). Un fort besoin d'uriner détourne l'attention et à l'inverse un détournement d'attention peut inhiber le besoin d'uriner [22]. Ceci a bien été démontré par la réalisation de tests attentionnels chez le sujet sain, réalisés en fonction de la réplétion vésicale et de la sensation de besoin (habituel ou urgent) [22]. L'existence d'un fort besoin d'uriner entraîne ainsi une augmentation du nombre d'erreurs aux tests, diminue le temps de réaction et induit un comportement de précipitation. Les mécanismes attentionnels jouent aussi sur la modulation des pressions urétrales [23] probablement par une action directe du locus coeruleus (qui fait partie du système noradrénergique) et qui est largement impliqué dans les mécanismes d'éveil, de vigilance, et qui facilite les décisions inhérentes aux stratégies comportementale et motrice à mettre en œuvre pour réaliser la tâche à accomplir.

Pour autant la normalité, ou l'altération, d'un PES (quel qu'en soit la modulation par l'état attentionnel) n'est pas le reflet du bon ou mauvais fonctionnement de l'appareil vésico-sphinctérien, mais simplement le reflet de l'intégrité des voies lemniscales à point de départ périnéal. Un PES obtenu par stimulation du nerf dorsal du pénis ne reflète pas la fonction sensitive vésicale dont le processing fait intervenir des récepteurs intra vésicaux (tenso et volo récepteurs), et des voies végétatives spécifiques distinctes des voies purement lemniscales. Un PES pudendal peut ainsi être strictement normal (en ce qui concerne structuration, amplitude et latence de l'onde P40) chez un patient sans besoin d'uriner après cystectomie complète. En revanche, la modulation des réponses tardives de ce PES par l'attention focalisée sur le besoin urgent d'uriner pourrait peut-être constituer une piste d'exploration de la « cognition sensitive » impliquée dans le fonctionnement vésical et partant dans le dérèglement de ces voies de contrôle et d'intégration tel que l'on peut l'observer au cours de différents symptômes, syndromes et maladies (troubles du besoin, pollakiurie, nycturie, urgenturie, etc.).

Certaines critiques à notre travail sont néanmoins à formuler avec d'une part la faible taille de l'échantillon et d'autre part l'absence de vérification d'autres paradigmes de focalisation d'attention sur le PES sacré (utilisation de focalisation dirigée sur un autre affect comme la soif, une douleur périphérique par exemple, voire sur la sphère vésico-pelvienne sans besoin d'uriner associé).

Des travaux complémentaires en conditions physiologiques et pathologiques restent à conduire.

## Conclusion

Nous démontrons que les composantes tardives des PES des nerfs pudendaux sont modifiées lors d'un besoin d'uriner associé à une attention soutenue et sélective sur ce besoin.

Ces analyses des réponses corticales de champ lointain peuvent être imaginées comme utilisables pour mieux préciser d'une part les mécanismes attentionnels impliqués

dans le cycle continence-miction, et d'autre part comme moyen d'étude des dysfonctionnements d'origine sensitive de diverses pathologies urinaires (urgenturie, douleurs vésicales, pollakiurie...).

## Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

## Références

- [1] Mauguière F. Somatosensory evoked potentials: normal responses, abnormal waveforms and clinical applications in neurological diseases. In: Niedermeyer E, Lopez da Silva F, editors. *Electroencephalography, basic principles, clinical applications and related fields*. New York: Williams and Wilkins; 2004.
- [2] Kimura J. Principles and pitfalls of nerve conduction studies. *Ann Neurol* 1984;16:415–29.
- [3] Halliday A. *Evoked potentials in clinical testing*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1993.
- [4] Turano G, Sindou M, Mauguière F. Spinal cord evoked potentials monitoring during spinal surgery for pain and spasticity. In: Dimitrijevic M, Halter J, editors. *Atlas of human cord evoked potentials*. Boston: Butterworth-Heinemann; 1995. p. 107–22.
- [5] Guerit JM, Opsomer RJ. Bit-mapped imaging of somatosensory evoked potentials after stimulation of the posterior tibial nerves and dorsal nerve of the penis/clitoris. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1991;80:228–37.
- [6] Haldeman S, Bradley WE, Bhatia NN, Johnson BK. Pudendal evoked responses. *Arch Neurol* 1982;39:280–3.
- [7] Haldeman S, Bradley WE, Johnson BK. Pudendal somatosensory evoked potential (PER). *Neurology* 1981;31:152.
- [8] Opsomer RJ, Guerit JM, Wese FX, van Cangh PJ. Pudendal cortical somatosensory evoked potentials. *J Urol* 1986;135:1216–8.
- [9] Opsomer RJ, Caramia MD, Zarola F, et al. Neurophysiological evaluation of central-peripheral sensory and motor pudendal fibres. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1989;74:260–70.
- [10] Vodusek DB. Pudendal SEP and bulbocavernosus reflex in women. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1990;77:134–6.
- [11] Yang CC, Kromm BG. New techniques in female pudendal somatosensory evoked potential testing. *Somatosens Mot Res* 2004;21:9–14.
- [12] Desmedt JE, Huy NT, Bourguet M. The cognitive P40, N60 and P100 components of somatosensory evoked potentials and the earliest electrical signs of sensory processing in man. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1983;56:272–82.
- [13] Desmedt JE, Tomberg C. Mapping early somatosensory evoked potentials in selective attention: critical evaluation of control conditions used for titrating by difference the cognitive P30, P40, P100 and N140. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1989;74:321–46.
- [14] Garcia-Larrea L, Bastuji H, Mauguière F. Mapping study of somatosensory evoked potentials during selective spatial attention. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1991;80:201–14.
- [15] Naatanen R, Michie PT. Early selective-attention effects on the evoked potential: a critical review and reinterpretation. *Biol Psychol* 1979;8:81–136.
- [16] Naatanen R, Picton T. The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: a review and an analysis of the component structure. *Psychophysiology* 1987;24:375–425.
- [17] Donchin E, Ritter W, McCallum W. Cognitive psychophysiology: the endogenous components of the event-related potentials. In: Callaway Y, Tueting P, Koslow S, editors. *Event related*

- brain potentials in man. New York: Academic Press; 1978, p. 349–411.
- [18] Bruyant P, Garcia-Larrea L, Mauguière F. Target side and scalp topography of the somatosensory P300. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993;88:468–77.
- [19] Goodin DS, Squires KC, Starr A. Long latency event-related components of the auditory evoked potential in dementia. *Brain* 1978;101:635–48.
- [20] Garcia-Larrea L, Lukaszewicz AC, Mauguière F. Revisiting the oddball paradigm. Non-target vs neutral stimuli and the evaluation of ERP attentional effects. *Neuropsychologia* 1992;30:723–41.
- [21] Naatanen R, Jacobsen T, Winkler I. Memory-based or afferent processes in mismatch negativity (MMN): a review of the evidence. *Psychophysiology* 2005;42:25–32.
- [22] Jousse M, Verollet D, Guinet-Lacoste A, Le Breton F, Auclair L, Sheikh Ismael S, Amarenco G. Need to void and attentional process interrelationships. *BJU Int* 2013;112(4):E351–7.
- [23] Aranda B, Ribinik P. Effect of voluntary attention on urethral pressure. *Neurourol Urodyn* 1991;10:571–8.
- [24] Harvey J, Finney S, Stewart L, Gillespie J. The relationship between cognition and sensation in determining when and where to void: the concept of cognitive voiding. *BJU Int* 2012;110(11):1756–61.