

UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH

FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

FES



**MISE EN PLACE ET ÉLABORATION DES VALEURS
NORMATIVES DES POTENTIELS ÉVOQUÉS SENSITIFS AU
LABORATOIRE DE NEUROPHYSIOLOGIE CLINIQUE DU
SERVICE DE NEUROLOGIE CHU HASSAN II À FÈS**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE PRESENTE PAR

Docteur TRAIBI Iman

Née le 23/06/1975 à Tétouan

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE

Option : Neurologie

Sous la direction de : PROFESSEUR BELAHSEN Mohammed Faouzi

Juin 2013

SOMMAIRE

RESUME :	2
Introduction	4
Matériel et méthode	5
A.Choix de la population :.....	5
B.Installation du sujet :.....	5
C.Matériels utilisés :.....	6
E.Procédure d'enregistrement.....	8
1. Stimulation des nerfs des membres supérieurs :.....	8
2. Stimulation des membres inférieurs :.....	11
3. Bruit de fond	12
F. Recueil des résultats :	14
G.Calcul des moyennes:	16
Résultats :	17
A. Caractéristiques sociodémographiques de l'échantillon étudié:	17
B. Valeurs obtenues chez les sujets moins de 40 ans : (Tableau 1).....	17
C.Valeurs obtenues chez les sujets de 40 à 65 ans : (Tableau 2).....	20
DISCUSSION :.....	22
B. Choix de la stimulation	26
C.Facteurs de variations non pathologiques :.....	27
D. Tableaux comparatifs des résultats avec les données de la littérature .	30
E. Principales Indications :.....	32
CONCLUSION :.....	37
Références bibliographiques :	38

RESUME :

Introduction

La Fonction sensitive périphérique et centrale peut être évaluée au moyen d'un ensemble de tests utilisés en routine dans les laboratoires de Neurophysiologie. Les potentiels électriques enregistrés en différents points du trajet suivi par la volée afférente jusqu'au cortex sensitif, appelé potentiel évoqué sensitif (PES), sont évoqués par un stimulus électrique transcutané des nerfs périphériques superficiels sensitifs ou mixtes.

Objectif

L'objectif de notre travail est d'établir les normes des valeurs recherchées au potentiel évoqué sensitif, au laboratoire de Neurophysiologie clinique du service de Neurologie au CHU Hassan II de Fès.

Matériels et méthodes

Le choix des caractéristiques d'enregistrement à adopter au laboratoire est judicieux, car La validité des tests cliniques utilisant les potentiels évoqués somesthésiques (PES) dépend des montages utilisés.

Les montages avec électrode de référence non-céphalique permettent une étude correcte des générateurs nerveux.

L'étude se fera sur un nombre suffisant de patients ne présentant pas de signes neurologiques et dont l'examen neurologique est normal.

Nous allons étudier l'ensemble des données relatives aussi bien au PES pour les membres supérieurs (**N9, N13, N18, N20**) et les PES pour les

membres inférieurs (N7, N22, P30, P39, N50) chez un groupe homogène d'adultes normaux. Les deux sexes doivent être représentés de façon équivalente.

Discussion

Les valeurs des conceptions sensibles obtenues doivent être interprétées en fonction de l'âge du patient, de sa taille, de la température du corps et comparées aux données normatives des autres centres.

Il est recommandé que chaque laboratoire établisse ses propres normes car elles dépendent de façon importante des conditions de réalisation de l'examen à savoir les paramètres de stimulation et d'enregistrement adoptés par le laboratoire.

Conclusion

Ce travail va nous permettre d'obtenir les valeurs normatives des potentiels évoqués somesthésiques propres au laboratoire du service de Neurophysiologie clinique du service de Neurologie au CHU Hassan II de Fès.

Introduction

La Fonction sensitive périphérique et centrale peut être évaluée au moyen d'un ensemble de tests utilisés en routine dans les laboratoires de Neurophysiologie. Les potentiels électriques enregistrés en différents points du trajet suivi par la volée afférente jusqu'au cortex sensitif, appelé potentiel évoqué sensitif (PES), sont évoqués par un stimulus électrique transcutané des nerfs périphériques superficiels sensitifs ou mixtes.

Les potentiels évoqués somesthésiques permettent une évaluation fonctionnelle des voies somesthésiques sur l'ensemble de leur trajet.

C'est une méthode non invasive, reproductible et peu coûteuse qui permet d'étudier le fonctionnement des voies sensibles dans le nerf périphérique, les cordons postérieurs de la moelle, le tronc cérébral, les radiations thalamo corticales et le cortex sensorimoteur.

L'application des techniques d'enregistrement des potentiels évoqués somesthésiques est bien connue en pratique neurologique. Initialement utilisées pour détecter le site lésionnel d'un trouble de conduction, elles sont devenues la méthode de choix de l'évaluation des conséquences fonctionnelles d'une lésion connue.

Des normes pour chaque laboratoire doivent être établies. L'intérêt de ce travail est de définir les normes des PES du Laboratoire de Neurophysiologie Clinique du CHU Hassan II de Fès avec choix et mise en place des caractéristiques de stimulation et de recueil qui y seront adoptés.

Matériel et méthode

C'est une étude transversale, menée au Laboratoire de Neurophysiologie Clinique du service de Neurologie du CHU Hassan II de Fès, au cours de l'année 2013.

A. Choix de la population :

Les PES sont effectués chez un groupe homogène d'une vingtaine d'adultes normaux n'ayant aucune plainte sensitive dont l'examen neurologique est sans particularités. L'échantillon comportait des volontaires sains âgés de 20 à 40 ans et d'autres de 40 à 65 ans.

Les deux sexes sont représentés de façon égale.

B. Installation du sujet :

Après avoir expliqué le déroulement de l'examen, le volontaire est installé en position semi allongée sur le lit d'examen.

Il est prié de :

- se détendre,
- ôter ses bijoux
- éteindre son téléphone pour éviter toute interférence.

Ses extrémités sont réchauffées.

La salle est maintenue à une température ambiante optimale.

C. Matériels utilisés :

L'appareil utilisé est un appareil « Neuro soft» (Figure1).



Figure 1 : Appareil PES

Il est relié à un stimulateur (Figure 2) qui génère des courants électriques permettant des stimulations transcutanées selon un mode unique ou répétitif avec possibilité de moyennage.



Figure 2

Stimulateur



Figure 3

Electrode de stimulation bipolaire

L'électrode utilisée pour la stimulation est une électrode bipolaire (Figure 3), appliquée directement sur la peau en regard de la zone où le nerf est le plus superficiel à savoir au niveau du poignet pour les membres supérieurs et au niveau de la cheville pour les membres inférieurs.

Les électrodes utilisées pour le recueil sont des électrodes à cupules (Figure 4) appliquées sur la peau à l'aide d'une pate adhésive après un bon décapage pour réduire l'atténuation du signal par la couche cornée superficielle.

Ces électrodes sont reliées à un amplificateur (Figure 5) permettant des enregistrements multicanaux.

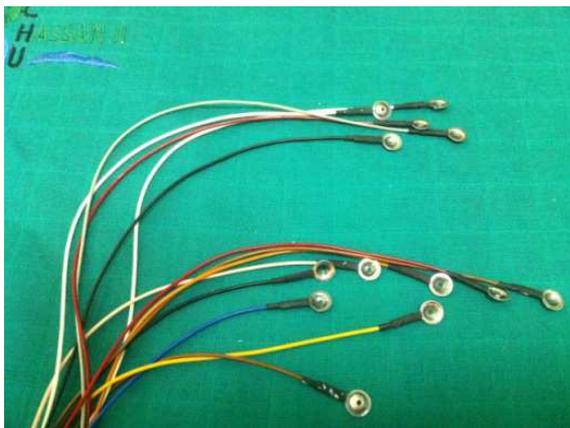


Figure 4

Les électrodes à cupules



Figure 5

Amplificateur multicanaux

D. Méthode de stimulation :

1) Stimulation :

La stimulation utilisée pour l'étude est une stimulation électrique transcutanée par des chocs de **durée brève** (0.1 à 0.3 ms), dans des endroits où le nerf sensitif ou mixte est le plus superficiel.

2) L'intensité de la stimulation :

L'intensité de la stimulation est recherchée progressivement par paliers de 0,1 mA jusqu'à l'obtention d'une réponse motrice (dite **seuil moteur**) des muscles innervés par le nerf stimulé, lorsqu'il s'agit d'un nerf mixte ; ou à **quatre fois le seuil sensitif** lorsque le nerf ne comporte pas de contingent moteur.

E. Procédure d'enregistrement

1. Stimulation des nerfs des membres supérieurs :

En pratique, la stimulation du nerf médian au poignet étant la plus utilisée, nous la prendrons comme type de description pour notre étude (Figure 6).



Figure 6 : illustrant stimulation du nerf médian au poignet :

- Placement de l'électrode de stimulation
- Placement de la terre du côté du membre stimulé

Les PES du nerf médian sont enregistrés à un temps d'analyse de 30 à 50 ms.

Pour obtenir l'ensemble des réponses de façon optimale, nous avons procédé à une amplification du signal de 1 à 3000 Hz.

Les potentiels périphériques sont obtenus sur une moyenne de 500 réponses.

Les électrodes d'enregistrement, dont l'impédance électrique doit être inférieure à 5 K Ω , sont placées comme suit:

- **Au point d'Erb**, électrode identifiée **Ei** ipsilatérale à la stimulation. C'est le point de stimulation électrique situé dans le creux-sus-claviculaire, environ 2 à 3 cm au-dessus de la clavicule.
- **En regard de l'apophyse épineuse de la sixième vertèbre cervicale Cv6** repérée à une apophyse épineuse au dessus de celle de la septième vertèbre cervicale (Cv7 : la plus proéminente des apophyses épineuses cervicales lors de l'antéflexion du cou)
- **Au niveau cervical antérieur** à la surface cutanée de la région supra laryngée, sur la ligne médiane, c'est l'électrode cervicale antérieure **CA**

- La localisation des électrodes du scalp est définie en référence au système international 10-20 de l'enregistrement EEG (Figure 5).

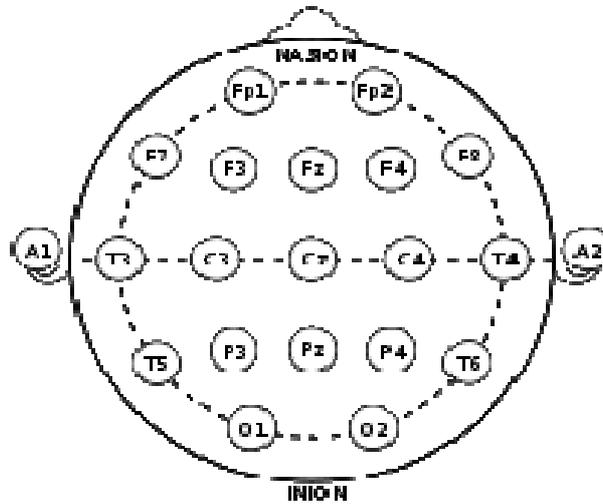


Figure 5: système 10-20

- **Au niveau pariétal**, les électrodes pariétales sont placées 5 cm en arrière de Cz et 7cm latéralement par rapport à la ligne médiane, elles sont identifiées Pi pour l'électrode ipsilatérale à la stimulation et Pc pour l'électrode controlatérale.
- **L'électrode frontale** du scalp est placée au site Fz du système international 10-20.

Placement des électrodes illustrant le placement des électrodes pour les PES des membres supérieurs (figures 6 et 7) :



Figure 6: Pc, Pz, Pi, Cv6



Figure 7 : CA, Ei, Ec, lobe d'oreille

2. Stimulation des membres inférieurs :

Nous avons stimulé le nerf sciatique poplitée interne (SPI) au niveau de la cheville (Figure 8).



Figure 8 : illustrant la stimulation du nerf SPI à la cheville avec :

- mise à terre du côté du membre stimulé
- placement des électrodes de la dérivation poplitée.

- ✓ **La dérivation bipolaire au creux poplité** permet une réponse triphasique, c'est la réponse périphérique **N7**
- ✓ **La dérivation lombaire** entre l'apophyse épineuse de la première vertèbre lombaire **L1** et la région ombilicale correspond à la réponse spinale **N22**
- ✓ **La dérivation cervicobulbaire** entre la région médio frontale **Fz** et l'apophyse épineuse de la sixième vertèbre cervicale **Cv6** pour la réponse cervico bulbaire **P30**
- ✓ **La dérivation corticale** entre la région pariétale médiane **Pz** plus ou moins 2 ou 3 cm du côté ipsilatéral à la stimulation et le lobule de l'oreille du côté stimulé donne la réponse corticale précoce **P39**.

Placement des électrodes illustrant le placement des électrodes pour les PES des membres inférieurs (figures 9 et 10)



Figure 9



Figure 10

3. Bruit de fond

Un monitoring de l'électroencéphalogramme sommé dit « bruit de fond » est réalisé avec tous les enregistrements PES (Figure 9). Il correspond à la sommation-moyennage de 50 différences de potentiel recueillies sur le cuir chevelu.

En l'absence de stimulation électrique, le bruit de fond est normalement très proche d'une ligne isoélectrique sans onde discernable

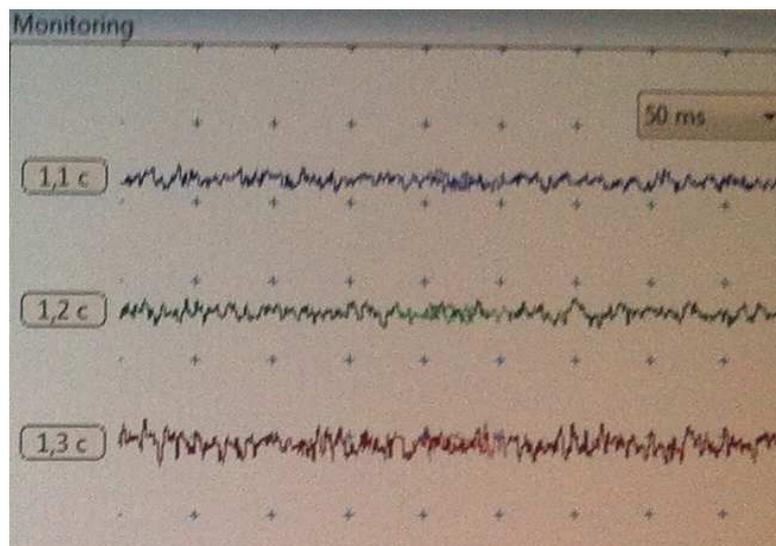
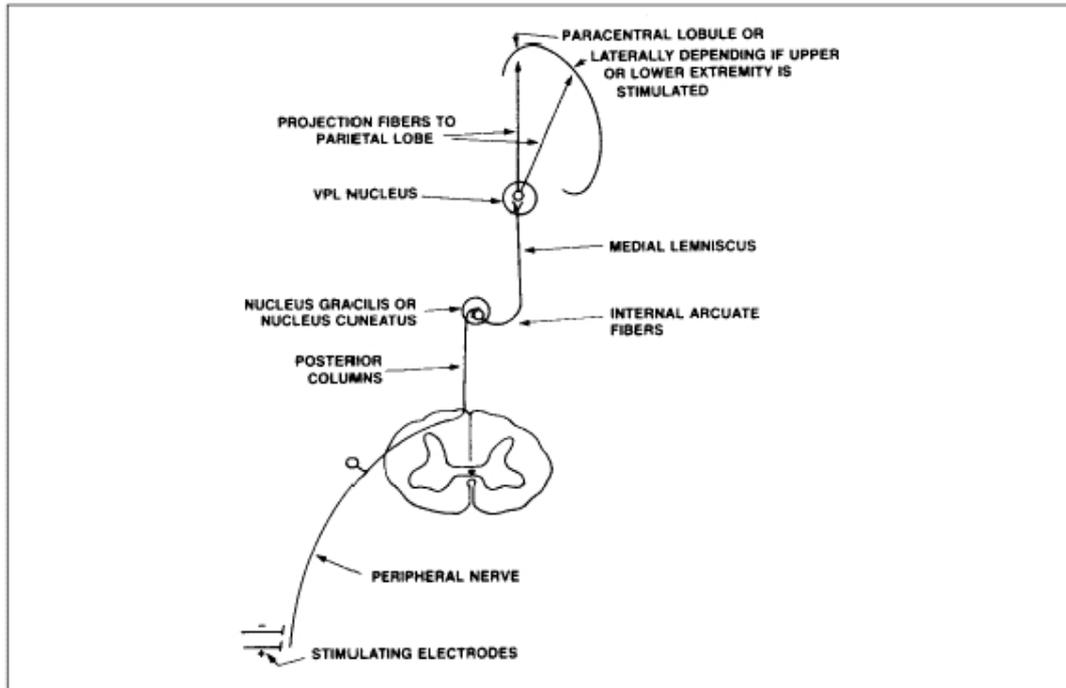


Figure 11 : monitoring du « bruit de fond »

Les réponses obtenues après stimulation électrique traduisent l'activité des fibres myélinisées de gros calibre qui empruntent les cordons postérieurs et le lemnisque médian dans leur trajet ascendant vers le cortex pariétal controlatéral (Figure 11).



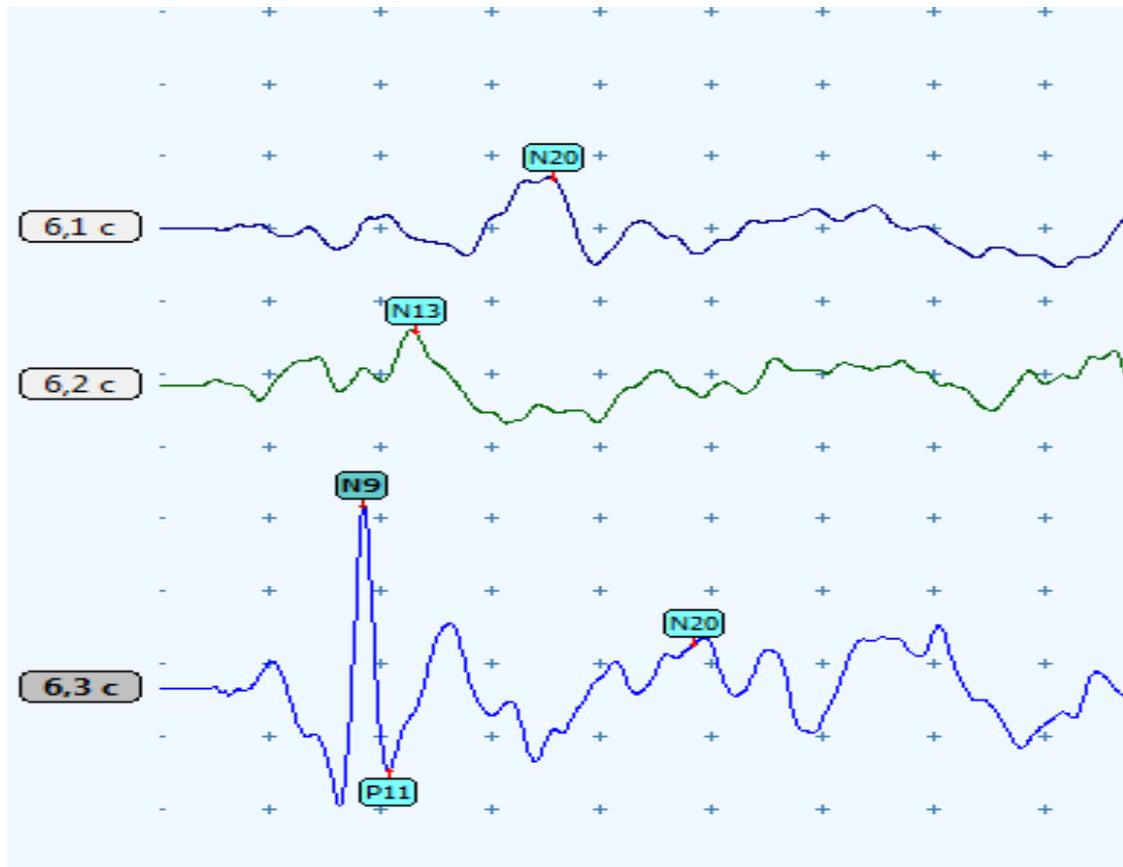
Fig

ure 12 : voies empruntées lors de la stimulation électrique par les PES

F. Recueil des résultats :

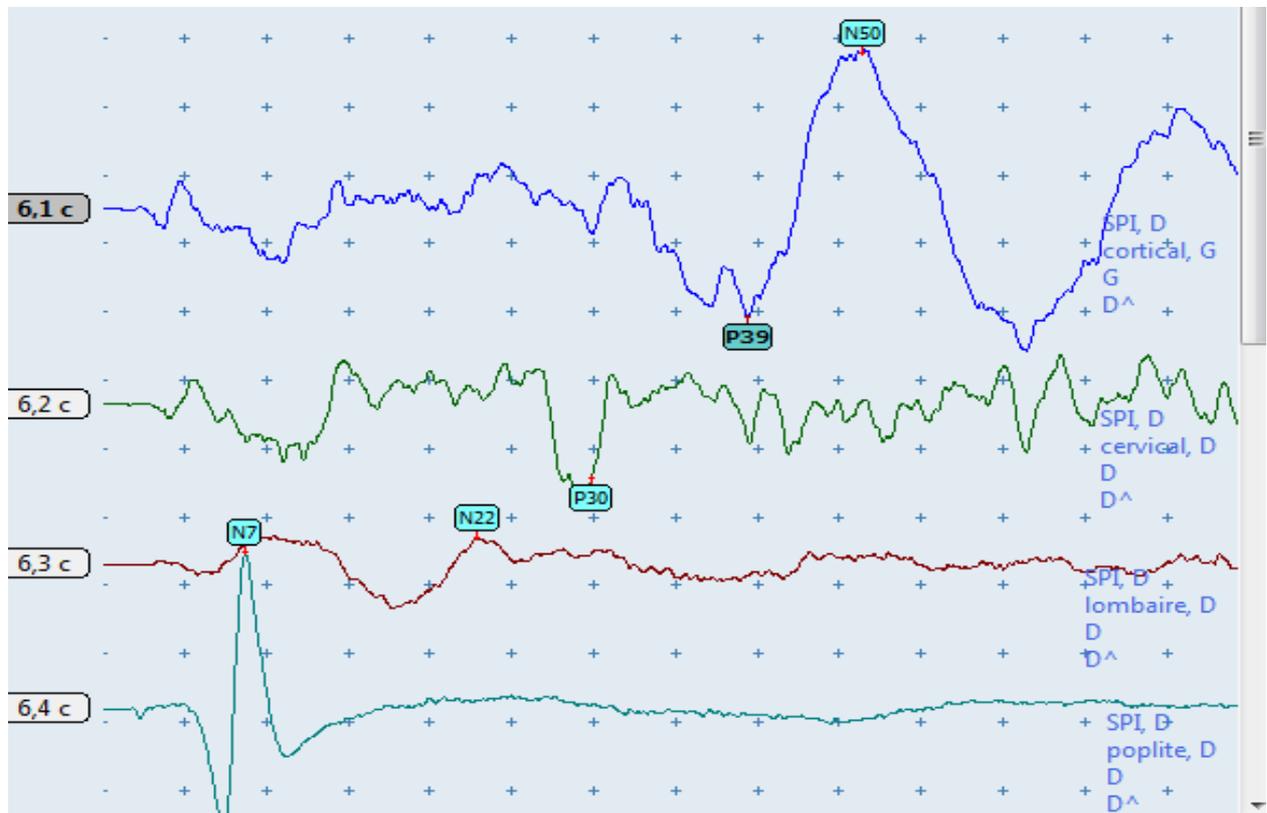
Nous avons procédé à la mesure des latences des ondes N9, N13, N20 des nerfs médians droit et gauche avec mesure des temps de conduction périphérique N9–N13 et centrale N13–N20 .

Figure illustrant les résultats N9, P11, N13 et N20 trouvé aux PES du membre supérieur après stimulation électrique du nerf médian gauche au poignet.



De la même manière, les latences des ondes N7, N22, P30, P39 des nerfs sciatiques poplités internes (SPI) droit et gauche sont mesurées ainsi que les temps de conduction centrale N22-P39 des deux cotés.

Figure illustrant les résultats N7, N22, P30, P39 et N50 trouvés aux PES du membre inférieur après stimulation du SPI droit à la cheville.



G. Calcul des moyennes:

Une étude statistique des latences obtenues est effectuée pour tout l'échantillon puis pour chaque groupe.

Les latences et les intervalles sont intégrés dans un programme « Excel ».

Les moyennes des latences et les écarts types (DS) sont calculés pour chaque valeur grâce au logiciel « Epi info7 » ainsi et les intervalles de confiance (Ic95%) et les latences maximales (limite supérieure) afin de pouvoir comparer nos résultats avec celles de la littérature.

Résultats :

A. Caractéristiques sociodémographiques de l'échantillon étudié:

L'échantillon étudié comporte 20 personnes, 10 femmes et 10 hommes, tous âgés de 20 à 65ans, leur taille varie entre 1m50 et 1m80 et leur poids entre 48 Kg et 80 Kg, avec des niveaux socioculturels différents.

L'âge moyen de l'échantillon est de 34,72 ans.

L'échantillon comporte :

- ✓ Dix volontaires de 20 à 40 ans.
- ✓ Dix volontaires de 40 à 65 ans.

L'étude a intéressé 40 nerfs médians et 40 nerfs SPI, soit 80 nerfs explorés.

B. Valeurs obtenues chez les sujets moins de 40 ans : (Tableau 1)

1. Membres supérieurs :

➤ pour La réponse N9 :

La latence moyenne est à 9,14 ms avec un écart type à 0,53, un intervalle de confiance (Ic95%) entre 8,91ms et 9,38 ms .

➤ Pour la réponse N13 :

La latence moyenne est à 12,86 ms avec un écart type à 0,51 et un intervalle de confiance Ic95% entre 12,65 ms et 13,09 ms.

➤ Pour la réponse N20 :

La latence moyenne est à 18,82 ms avec un écart type à 1,40 et un intervalle de confiance Ic95% entre 18,22 et 19,43 ms.

➤ **Pour le temps de conduction centrale N13–N20 :**

Sa valeur moyenne est de 5,79 ms avec un écart type 0,38 et un intervalle de confiance Ic95% entre 5,55 ms et 6,03 ms

2. Membres inférieurs :

➤ **Pour la réponse N7 :**

La latence moyenne est à 8,10 ms avec un écart type à 1,02 et un intervalle de confiance Ic95% entre 7,56 ms et 8,65 ms.

➤ **Pour la réponse N22 :**

La latence moyenne est à 21,78 ms avec un écart type à 1,30 et un intervalle de confiance Ic95% entre 21,09 ms et 22,48 ms.

➤ **Pour la réponse P30 :**

La latence moyenne est à 31,10 ms avec un écart type à 1,26 et un intervalle de confiance Ic95% entre 30,42 ms et 31,78 ms.

➤ **Pour la réponse P39 :**

La latence moyenne est à 39,92 ms avec un écart type à 1,55 et un intervalle de confiance Ic95% entre 39,10 ms et 40,75 ms.

➤ **Pour la réponse P50 :**

La latence moyenne est à 48,56 ms avec un écart type à 2,85 et un intervalle de confiance Ic95% entre 47,05 ms et 50,09 ms.

➤ **Pour le temps de conduction centrale N22–P39 :**

Sa valeur moyenne est de 19,30 ms avec un écart type 2,61 et un intervalle de confiance Ic95% entre 16,55 ms et 22,05 ms

Tableau1 : Valeurs des sujets de moins de 40 ans

Variable	Topographie	Moyenne (ms)	Ecart type (ms)	Intervalle de confiance
Membre supérieur				
N9	Erb	9,14	0,53	[8,91–9,38]
N13	cervical	12,86	0,51	[12,65–13,09]
N20	pariétal	18,82	1,40	[18,22–19,43]
N9–N13	TCP	3,68	0,28	[3,50–3,86]
N13–N20	TCC	5,79	0,38	[5,55–6,03]
Membre inférieur				
N7	Poplité	8,10	1,02	[7,56–8,65]
N22	lombaire	21,78	1,30	[21,09–22,48]
P30	cervical	31,10	1,26	[30,42–31,78]
P39	cortical	39,92	1,55	[39,10–40,75]
N50	cortical	48,56	2,85	[47,05–50,09]
N22–P39	TCC	19,30	2,61	[16,55–22,05]

C. Valeurs obtenues chez les sujets de 40 à 65 ans : (Tableau 2)

1. Membres supérieurs :

➤ Pour La réponse N9 :

La latence moyenne est à 9,57 ms avec un écart type à 0,46 et un intervalle de confiance Ic95% entre 9,34 ms et 9,80 ms.

➤ Pour la réponse N13 :

La latence moyenne est à 13,18 ms avec un écart type à 0,49 et un intervalle de confiance Ic95% entre 12,94 ms et 13,43 ms.

➤ Pour la réponse N20 :

La latence moyenne est à 19,37 ms avec un écart type à 0,93 et un intervalle de confiance Ic95% entre 18,91 et 19,84 ms.

➤ Pour l'intervalle N13–N20 :

Sa valeur moyenne est de 6,03 ms avec un écart type 0,18 et un intervalle de confiance Ic95% entre 5,95 ms et 6,13 ms

2. Membres inférieurs :

➤ Pour la réponse N7 :

La latence moyenne est à 8,73 ms avec un écart type à 1,42 et un intervalle de confiance Ic95% entre 7,94 ms et 9,52 ms.

➤ Pour la réponse N22 :

La latence moyenne est à 21,38 ms avec un écart type à 1,38 et un intervalle de confiance Ic95% entre 20,62 ms et 22,15 ms.

➤ Pour la réponse P30 :

La latence moyenne est à 29,88 ms avec un écart type à 1,76 et un intervalle de confiance Ic95% entre 28,90 ms et 30,86 ms.

➤ **Pour la réponse P39 :**

La latence moyenne est à 39,75 ms avec un écart type à 2,27 et un intervalle de confiance Ic95% entre 38,50 ms et 41,01 ms.

➤ **Pour la réponse P50 :**

La latence moyenne est à 46,84 ms avec un écart type à 2,44 et un intervalle de confiance Ic95% entre 45,48 ms et 48,20 ms.

➤ **Pour le temps de conduction centrale N22–P39 :**

Sa valeur moyenne est de 18, 52 ms avec un écart type 2,56 et un intervalle de confiance Ic95% entre 17, 05 ms et 20, 01 ms.

Tableau 2 : Valeurs des sujets de plus de 40 ans

Variable	Topographie	Moyenne (ms)	Ecart type (ms)	Intervalle de confiance
Membre supérieur				
N9	Erb	9,57	0,46	[9,34–9,80]
N13	cervical	13,38	0,49	[12,94–13,43]
N20	pariétal	19,37	0,93	[18,91–19,84]
N9–N13	TCP	3,57	0,19	[3,47–3,67]
N13–N20	TCC	6,03	0,18	[5,94–6,13]
Membre inférieur				
N7	poplité	8,73	1,42	[7,94–9,52]
N22	lombaire	21,38	1,38	[20,62–22,15]
P30	cervical	29,88	1,76	[28,90–30,86]
P39	cort.précoce	39,75	2,27	[38,50–41,01]
N50	cort. tardif	46,84	2,44	[45,48–48,20]
N22–P39	TCC	18,57	2,56	[17,05–20,01]

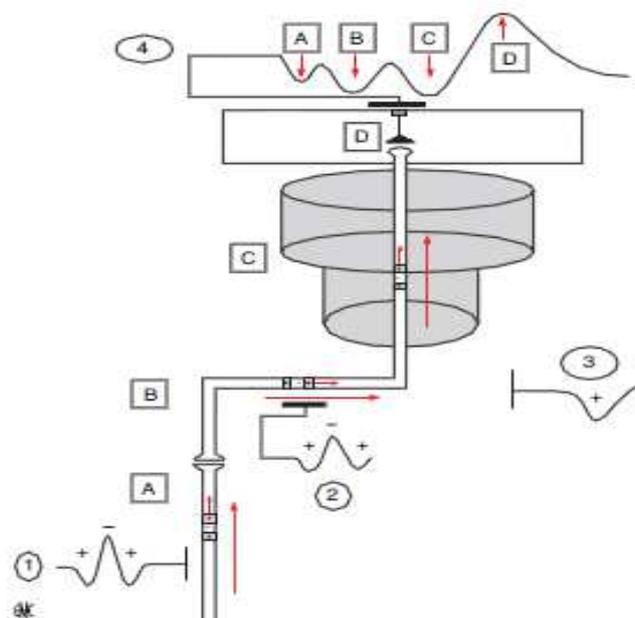
DISCUSSION :

A. Principe des PES :

Les potentiels évoqués somesthésiques permettent d'obtenir une mesure fiable des conceptions sensibles périphériques et centrales lors de la stimulation des nerfs mixtes ou sensitifs purs [1].

La stimulation du nerf médian au poignet est la plus utilisée pour les PES des membres supérieurs et celle du nerf sciatique poplitée interne à la cheville pour les membres inférieurs [2].

La nomenclature polarité - latence est la plus utilisée pour identifier les PES. Chaque événement est désigné par la polarité avec laquelle il est recueilli (N pour négatif et P pour positif) et par sa latence de culmination moyenne [2].



Mauguière F., Fischer C. Potentiels évoqués en neurologie : réponses normales. EMC (Elsevier Ma

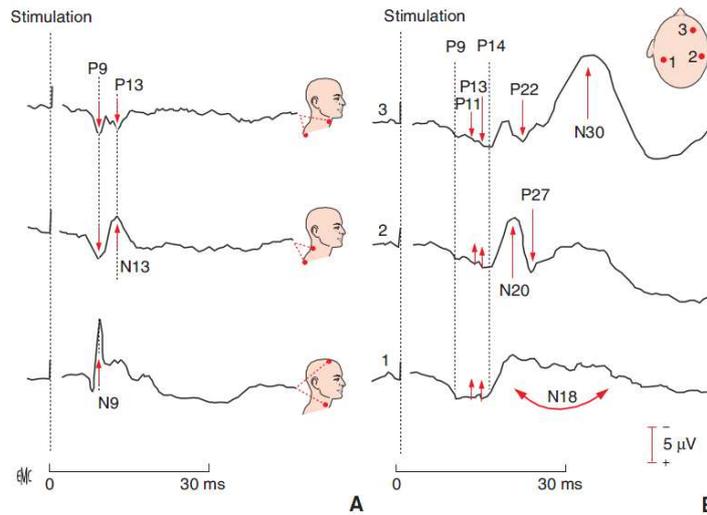
Figure illustrant la voie ascendante comportant un relai synaptique sous cortical (A), la décussation des fibres (B), le passage de l'axone d'un volume conducteur à l'autre (C) et une synapse intra corticale(D)

A.PES par stimulation électrique des membres supérieurs :

Le calcul du temps de conduction entre le poignet et les troncs du plexus brachial au niveau de l'électrode placée dans le creux sus claviculaire (point d'Erb) du coté de la stimulation (N9), reflète l'activité des fibres sensibles à destinée cordonale postérieure.

La réponse qui reflète l'activité post synaptique des neurones de la corne postérieure de la moelle est N13, elle est captée à la face postérieure du cou en regard des apophyses épineuses des vertèbres cervicales C5 à C7.

Les réponses corticales prennent leur origine du cortex dans le cortex somatosensitif pariétal controlatéral à la stimulation elles s'étendent de 20à 70ms mais on n'étudiera que la réponse N20 qui reflète la réponse post synaptique la plus précoce des neurones de l'aire somatosensitive primaire. Les réponses corticales plus tardives P22, N24, P27, N30 et la P45 ne seront pas incluses dans notre étude.



Mauguière F., Fischer C. Potentiels évoqués en neurologie : réponses normales. EMC (Elsevier Masson

A. Réponses cervicales.
B. PES recueillis sur le scalp. 1 : Région pariétale ipsilatérale ; 2 : région pariétale controlatérale. 3 : région frontale controlatérale (explications dans le texte).

Les paramètres de conduction sont étudiés à l'aide de la mesure de différence de latences entre des composantes bien déterminées, générées au niveau périphérique, médullaire ou encéphalique, par exemple le temps de conduction centrale (TCC) évalué par l'intervalle N13 –N20 aux membres supérieurs.

B.PES par stimulation électrique des membres inférieurs :

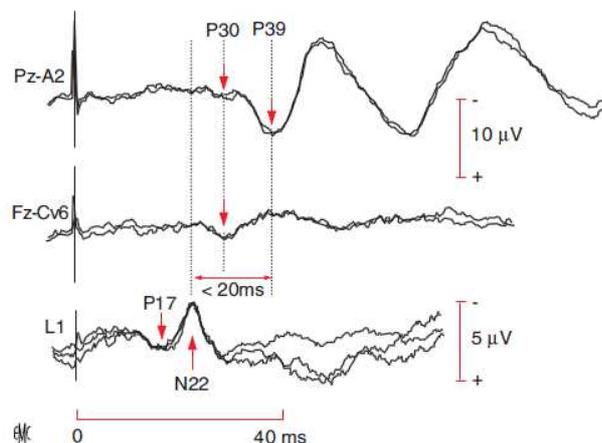
Elle permet également de suivre le cheminement de la voie ascendante dans les cordons sensitifs médullaire et la voie lemniscale jusqu'au cortex pariétal.

La réponse périphérique est triphasique au niveau de la dérivation bipolaire au creux poplité, sa déflexion négative (N7) culmine en moyenne à 7ms après stimulation.

La réponse spinale N22 au niveau de la dérivation lombaire transverse postéro-antérieure reflète l'activité d'une source dipolaire perpendiculaire à la moelle.

La réponse P30 cervicobulbaire enregistrée par la dérivation entre la région médiofrontale Fz et l'apophyse épineuse de la sixième vertèbre cervicale.

La réponse corticale P39, enregistrées au niveau de la dérivation pariétale médiane Pz, est suivie d'une déflexion négative-positive N50- P60 d'où l'aspect habituel en W de la réponse corticale (P39-N50-P60). Aucune étude n'a montré que la N50 et la P60 peuvent être sélectivement atteinte dans une lésion corticale focale. Dans notre étude, on s'intéressera essentiellement à la P39 comme réponse corticale précoce [2].



Mauguière F., Fischer C. Potentiels évoqués en neurologie : réponses normales. EMC (Elsevier Masson

Figure illustrant les PES par stimulation du nerf SPI gauche à la cheville.

L1 : réponse lombaire au niveau L1

Fz-Cv6 : réponse frontale avec référence cervicale Cv6

Pz-A2 : réponse pariétale médiane avec référence à l'oreille droite

P39 : réponse corticale précoce.

B. Choix de la stimulation

La stimulation habituellement utilisée dans la plupart des centres est la stimulation électrique, c'est la stimulation adoptée également pour cette étude.

D'autres types de stimulation existent, à savoir :

- La stimulation mécanique ou « naturelle » obtenue par stimulation mécanique [3,4] ou par jet d'air [5,6]. Théoriquement optimales, mais ne sont pas utilisées en pratique courante vue les difficultés de synchronisation entre le stimulus et l'analyse de signal.
- La stimulation douloureuse par stimulation thermique cutanée au laser CO₂ explore sélectivement les réponses nociceptives par les fibres myélinisées de petit calibre A δ et les fibres amyéliniques C [7], elle est peu utilisée en pratique courante.

C. Facteurs de variations non pathologiques :

Pour chaque laboratoire, il est important que tous les facteurs de variation qui ne dépendent pas du sujet soient contrôlés. Quant aux autres, il convient d'en connaître l'influence par l'étude de population témoin. C'est une étape indispensable dont dépend la fiabilité des résultats.

Lorsque la réponse est pathologique, elle est retardée et la latence ne correspond plus à celle du sujet normal

1° La maturation cérébrale [8,9 ,10]

Le développement de la naissance à l'âge adulte comporte deux processus dont les effets sur les PES sont antagonistes. La myélinisation augmente progressivement les vitesses de conduction et la synchronisation des réponses, alors que la croissance a l'effet inverse. au cours des cinq premières années de vie les latences des PES diminuent progressivement.

2° La taille :

Il existe une proportionnalité entre les latences absolues des PES et la taille chez l'adulte, surtout pour les membres inférieurs [11,12]. La valeur N22-P39 augmente de 2ms entre les tailles de 150 et 190cm. Tous les sujets inclus dans notre étude avaient une taille inférieure à 1m90 ce qui ne nous a pas permis d'étudier le retentissement du paramètre : taille sur les valeurs trouvées des latences.

3° La vigilance et le sommeil :

Les modifications de la réponse corticale N20 pendant le sommeil sont minimales. Sa latence augmente de 0.4 ms entre l'état de veille et le stade 2 de sommeil lent [13]. L'augmentation du temps de conduction N9-N20 pendant le sommeil est de 0.9ms [14].

4° L'attention :

Un décalage positif des réponses corticales culminant après la 30^{ème} ms est observé lorsque le sujet fixe son attention sur la zone où est délivré le stimulus [15]

5° Le vieillissement :

L'effet de l'âge est maximal sur les conceptions périphériques alors qu'il est plus discuté pour les conceptions centrales [16,17].

La morphologie et la distribution spatiale des PES se modifient chez le sujet âgé

6° Le sexe :

Certains auteurs ont rapporté des temps plus courts de conduction centrale chez la femme que chez l'homme mais d'autres auteurs n'ont pas retrouvé cette différence [18].

7° La température corporelle et cutanée :

C'est le principal facteur physique susceptible de faire varier les latences des réponses. Une diminution de 1°C de température cutanée provoque une diminution de la vitesse de conduction sensitive périphérique de l'ordre de 3m/s.

La réponse N20 disparaît entre 17°C et 25°C, la réponse P14 disparaît entre 17°C et 20°C, et les réponses N9 et N13 disparaissent pour les températures inférieures à 17°C [19].

8° L'intensité du stimulus :

Les réponses corticales atteignent les valeurs optimales pour une stimulation égale à trois ou quatre fois celle du seuil de perception sensitive.

9° La fréquence de stimulation :

La fréquence de stimulation peut modifier l'amplitude de certaines réponses surtout pour des stimulations supérieures à 3HZ [2].

D. Tableaux comparatifs des résultats avec les données de la littérature:

Nous avons essayé de rassembler les valeurs normatives publiées par différents auteurs dans la littérature.

Pour le nerf médian :

		moyenne des latences de culmination (ms)	des de Ecart-type(DS)	Latence de culmination (limite supérieure) (ms)
Belahsen (2013)	N9	9,3	0,5	10,5
	N13	13,0	0,5	13,9
	N20	19,0	1,2	23,7
	N9-N13	3,6	0,2	4,1
	TCC	5,9	0,3	6,2
Guérit [33] (1998)	N9	10,1	0,8	12,5
	N13	13,3	1,0	16,2
	N20	20,2	1,2	23,9
	N9-N13	3,2	0,3	4,3
	TCC	6,9	0,6	8,7
Nuwer [] (1999)	N9	9,8	-	11,5
	N13	13,3	-	14,5
	N20	19,8	-	23,0
	N9-N13	3,5	-	4,5
	TCC	5,7	-	7,2

Pour le nerf sciatique poplité interne:

		moyenne des latences de culmination (ms)	des de Ecart-type(DS)	Latence de culmination (limite supérieure) (ms)
Belahsen (2013)	N7	8,5	1,1	10,6
	N22	21,5	1,3	24,7
	P30	30,5	1,6	33,7
	P39	39,9	1,9	44,2
	TCC	18,9	2,5	23,7
Guérit [33] (1998)	N7	-	-	-
	N22	22,4	1,8	27,8
	P30	30,6	2,2	36,1
	P39	40,2	2,4	46,3
	TCC	17,8	1,5	21,5
Nuwer [27] (1999)	N7	8,5	-	10,5
	N22	21,8	-	25,2
	P30	29,2	-	34,7
	P39	38,0	-	43,9
	TCC	16,0	-	21,0

E. Principales Indications :

Les potentiels évoqués somesthésiques permettent de détecter un dysfonctionnement infra clinique des voies sensitives, de localiser les lésions à leur niveau et d'étudier leur évolutivité (Intérêt pronostique) [20, 21, 22].

Leur implication trouve un intérêt pour :

- Objectiver un signe fonctionnel purement subjectif, justifiant de poursuivre les investigations [23].
- Explorer le retentissement d'une lésion focale [24, 25, 26].

- Détecter en temps réel, un dysfonctionnement au cours d'une intervention chirurgicale présentant un risque neurologique en vue de réduire le risque per opératoire de perte fonctionnelle [27,28, 29].
- Neurochirurgie fonctionnelle de la douleur et de la spasticité (rhizotomie postérieure et électrocoagulation des racines postérieures dans la moelle) qui fait appel au monitoring de N13 au membre supérieur, N22 au membre inférieur [30, 31, 32].

Tableau 1 : illustrant le diagnostic des dysfonctionnements somatosensitifs
 au cours des PES des membres supérieurs :

Diagnostic des dysfonctionnements somatosensitifs. Potentiels évoqués somesthésiques (PES) des membres supérieurs.

Siège du dysfonctionnement	N9/P9	N13	P14	N18	N20
Périphérique : distal/ganglion	A	A	A	A	A
Périphérique : proximal/ganglion	Pr	A	A	A	A
Moelle cervicale basse (C6-D1)	N	A	±	±	±
Moelle cervicale haute et bulbe	N	N	A	A	A
Tronc cérébral, VPL, fibres thalamocorticales	N	N	N	N	A

A : absent ou anormal ; Pr : présent ; N : normal ; ± : A ou N.

Mauguière F., Fischer C., André-Obadia N. Potentiels évoqués en neurologie : réponses pathologiques et

indications. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Neurologie, 17-031-B-11, 2007.

Tableau 2 : illustrant le diagnostic des dysfonctionnements somatosensitifs au cours des PES des membres inférieurs :

Diagnostic des dysfonctionnements somatosensitifs. Potentiels évoqués somesthésiques (PES) des membres inférieurs.

Siège du dysfonctionnement	N7	N22	P30	P39
Périphérique : distal/ganglion	A	A	A	A
Périphérique : proximal/ganglion	Pr	A	A	A
Moelle lombosacrée	N	A	±	±
Moelle cervicale et dorsale	N	N	A	A
Intracrânien	N	N	N	A

A : absent ou anormal ; Pr : présent ; N : normal ; ± : A ou N.

Mauguière F., Fischer C., André-Obadia N. Potentiels évoqués en neurologie : réponses pathologiques et

indications. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Neurologie, 17-031-B-11, 2007.]

Les potentiels évoqués somesthésiques peuvent être perturbés dans toutes les affections susceptibles de modifier la fonction de la voie somesthésique, périphérique ou centrale, qu'elles soient d'origine vasculaire, tumorale, traumatique, dégénérative ou carencielle[22].

On note cependant quelques indications particulières :

1-Dans les troubles de conscience et coma :

Les PES constituent une indication privilégiée, non seulement pour évaluer les fonctions sensibles chez le malade comateux, mais aussi pour prédire du pronostic vital et fonctionnel, tout en tenant compte de la température centrale (car l'hypothermie modifie les potentiels évoqués somesthésiques) et des substances administrées [33,34, 35].

L'absence bilatérale des réponses somesthésiques corticales est un élément de mauvais pronostic [35], à condition qu'il n'y ait pas de lésions focales sur le trajet des voies lemniscales susceptibles d'expliquer ces réponses.

La présence des composantes corticales est un élément de bon pronostic [36, 37,38, 39].

L'absence unilatérale de réponse corticale témoigne d'une lésion corticale focale hémisphérique, en particulier dans les comas post traumatiques ou vasculaires [40].

2-Dans la sclérose en plaque,

Les PES n'ont plus le même intérêt depuis le développement des méthodes d'imagerie, en particulier par résonance magnétique nucléaire (IRM). Ce qui a modifié l'application clinique courante de ces techniques neurophysiologiques.

L'IRM cérébrale et médullaire est en effet plus performante pour évaluer la dissémination spatiale (conférence de consensus tenue en 2001)

L'indication retenue des PES dans la sclérose en plaque est uniquement celle d'authentifier l'origine lésionnelle d'un symptôme ou signe clinique douteux [41,42].

3 -Dans la pathologie médullaire :

La section totale de la moelle abolie toutes les réponses à la stimulation des racines qui pénètrent l'axe spinal au dessous du niveau lésionnel.

Les myélopathies cervicarthrosiques, l'anomalie la plus fréquente est la disparition de la N13 ou l'allongement de sa latence [43,44].

CONCLUSION :

Ce travail nous a permis d'établir les montages et de définir les caractéristiques d'enregistrement ainsi que les valeurs normatives des potentiels évoqués somesthésiques, propres au Laboratoire de Neurophysiologie clinique du service de Neurologie au CHU Hassan II de Fès.

C'est un travail qui ouvre les portes à d'autres études plus larges sur des échantillons plus importants.

Références bibliographiques :

- [1]. Mauguière F., Fischer C. Potentiels évoqués en neurologie in *EMC Neurologie*, Paris, 1997, 1–40.
- [2].Mauguière F., Fischer C. Potentiels évoqués en neurologie : réponses normales .*EMC Neurologie 2007 ; 17-031-B-10.*
- [3].Kredgi R, Shibasaki H. Scalp topography of mechanically and electrically evoked somatosensory potentials in man. *Electroencephalogr Clin Neurophysio 1984;59:44–56.*
- [4].Pratt H, Starr A. mechanically and electrically evoked somatosensory potentials in human: Scalp and neck distributions of short latency components. *Electroencephalogr Clin Neurophysio 1981;51:138–47.*
- [5].Forss N., Salmelin R., Hari R. Comparison of somatosensory evoked potentials fields to airpuff and electric stimuli. *Electroencephalogr Clin Neurophysio 1994;92:510–7.*
- [6].Hashimoto F. Somatosensory evoked potentials elicited by air-puff stimuli generated by a new high-speed air control system. *Electroencephalogr Clin Neurophysio 1987;67:231–7.*
- [7]. Bromm B, Treede RD. Nerve fibre discharges , cerebral potentials and sensations induced by CO2 laser stimulation. *Hum Neurobiol 1984;3:33–40.*
- [8].Yamada T., Machida M., Kimura J. Far-field somatosensory evoked potentials after stimulation of the tibial nerve. *Neurology 1982;32:1151–8.*
- [9].Zhu Y., Georgesco M., Cadelhak J.Normal latency values of early cortical somatosensory evoked potentials in children. *Electroencephalogr Clin Neurophysio 1987;68:471–4.*
- [10].Lafreniere L., Laureau E., Vanasse M., Forest L., Ptito M.Maturation of short latency somatosensory evoked potentials by median nerve stimulation : a

- cross-sectional study in a large group of children. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1990;41:236-42[suppl].
- [11].Chippa K. Evoked potentials in clinical medicine. *New York : Raven Press; 1990.*
- [12].Tinazzi M, Mauguière F. Assessment of intraspinal and intracranial conduction by P30 and P39 tibial nerve somatosensory evoked potential in cervical cord, Brainstem, and hemispheric lesions. *J Clin Neurophysiol* 1995; 12:237-53.
- [13].Yamada T., Kameyama S.,Fuchigami Y., Nakazumi Y., Dickins QS.,Kimura J. Changes of short latency somatosensory evoked potential in sleep. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1988;70: 126-36.
- [14].Emerson RG., Sgro GA., Pedly TA., Hauser WA. State dependent changes in the N20 component of the median nerve somatosensory evoked potential. *Neurology* 1988;36:64-8.
- [15].Garcia Larrea L., Bastuji H., Mauguière F., Mapping study of somatosensory evoked potentials during selective spatial attention. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1991;80:201-14.
- [16].Desmedet JE., Cheron G. somatosensory evoked potentials for finger stimulation in healthy octogenarians and transit times of parietal and frontal components. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1980;50:404-25.
- [17]. Dorfman LG., Bosley TM. Age-related changes in peripheral and central nerve conduction in man. *Neurology* 1979;29:38-44
- [18].Mervaala E., Paakkonen A., Partanen JV. The influence of height, age and gender on the interpretation of median nerve SEPs. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1988;71:109-13.
- [19].Guerit JM, Soveges L, Baele P, Dion R. Median nerve somatosensory evoked potentials in profound hypothermia for ascending aorta repair. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1990;77:163-73.

- [20].Mauguière F., Fischer G. , André-Obadia N. Potentiels évoqués en neurologie : réponses pathologiques et indications .*EMC Neurologie 2007 ;17-031-B-11.*
- [21].Jones S . somatosensory evoked potentials II: Clinical observations and applications in Evoked Potentials in Clinical Testing . *2ème édition . Churchill Living stone: Edinburg1993; 421-66.*
- [22].Dive D., Giffroy X. Intérêt des PES dans l'exploration des neuropathies périphériques. *Rev Med Liege 2004 ; 59 : supp.1 :157-69.*
- [23].Ibanez V., Fischer G, Mauguière F.Dorsal horn and dorsal column dysfunction in intramedullary cervical cord tumours. Asomatosensory evoked potential study. *Brain 1992; 115: 1209-34.*
- [24].Rowed DW,McLean JA, Tator CH. Somatosensory evoked potentials in acute spinal cord injury : prognostic value. *Surg Neurol 1978;9:203-10.*
- [25].Yu YL., Jones SJ. somatosensory evoked potentials in cervical spondylosis. Correlation of median, ulnar and posterior tibial nerve reponses with clinical and radiological findings. *Brain 1985; 108:273-300.*
- [26].Restuccia D. Di Lazzaro M., Valeriani M., Conti G., Tonali P., Mauguière F. Origin and distribution of P13 and P14 far-field potentials after median nerve stimulation. Scalp, nasopharyngeal and neckrecording in healthy subjects and in patients with cervical and cervico-medullary lesions. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1995;96:371-84.*
- [27].Nuwer MR. Spinal cord monitoring. *Muscle Nerve 1999; 22:1620-30.*
- [28].Deletis V, Sala F. The role of intraoperative neurophysiology in the protection or documentation of surgically induced injury to the spinal cord. *Ann N Y Acad Sci 2001; 939: 137-44.*
- [29].Nuwer MR,Dawson EG ,Carlson LG , Kanim LEA et Sherman JE : Somatosensory evoked potential spinal cord monitoring reduces neurologic deficit after scolios surgery. *Clin.Neurophyiol.,96,6-11,1995*

- [30]. Sindou M., Jeanmonod D. Microsurgical DREZ-otomy for the treatment of spasticity and pain in the lower limbs. *Neurosurgery* 1989;24:655-70.
- [31]. Turano G., Sindou M., Mauguère 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 1995:107-22.
- [32]. Sindou MP., Mertens P., Bendavi U., Garcia Larrea L., Mauguère F. Predictive value of somatosensory evoked potentials for long- lasting pain relief after spinal stimulation: practical use for patient selection. *Neurosurgery* 2003;52:1374-84.
- [33]. Guérit J. Les potentiels évoqués. Paris ; Masson 3^{ème} édition 1998.
- [34]. Kane NM., Curry SH., Butler SR., Cummins BH. Electrophysiological indicator of awakening from coma. *Lancet* 1993; 341: 368.
- [35]. Fischer C, Luaute J, Memoz C, Morlet D, Kikorian G, Mauguère F. Improved prediction of awakening or nonawakening from severe anoxic coma using tree-based classification analysis. *Crit Care Med* 2006; 34: 1520-4.
- [36]. Robinson LR, Micklesen PJ, Tirschwell DL, Lew HL. Predictive value of Somatosensory evoked potentials for awakening from coma. *Crit Care Med* 2003; 31: 906-7.
- [37]. Logi F, Fischer C, Murri L, Mauguère F. The prognostic value of evoked responses from primary somatosensory and auditory cortex in comatose patients . *Clin Neurophysiol* 2003; 114: 1615-27.
- [38]. Fischer C, Luaute J, Adeleine P, Morlet D. Predictive value of sensory and cognitive evoked potentials for awakening from coma. *Neurology* 2004;63:66 9-73.

- [39].Walser H, Emre M, Janzer R. Somatosensory evoked potentials in comatose patients: correlation with outcome and neuropathological findings. *J Neurol* 1986;233:34-40.
- [40].Carter BG, Butt W. Review of the use Somatosensory evoked potentials in the prediction of outcome after sever brain injury. *Crit Care Med* 2001; 29: 178-86.
- [41].Conférence de consensus sur la sclérose en plaques. *Recommandations du jury ;2001*.
- [42]. Jones SJ., Brusa A. Neurophysiological markers of relapse ,remission and long-term recovery processes in MS. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl* 1999;50:584-90.
- [43].Restuccia D., Valeriani M., Di Lazzaro M., Tonali P., Mauguière F. somatosensory evoked potentials after multisegmental upper limb stimulation in diagnosis of cervical spondylotic myelopathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1991;57:301-8.
- [44].Restuccia D. Di Lazzaro M., Valeriani M., Tonali P., Mauguière F. Segmental dysfunction of the cervical cord revealed by abnormalities of the spinal N13 potential in cervical spondylotic myelopathy. *Neurology* 1992;42:1054-63.