



Article Original

Valeurs de Référence des Paramètres Électroneuromyographiques du Laboratoire de Neurophysiologie Clinique du Centre Hospitalier Universitaire de Brazzaville

Reference values of the electroneuromyographic measures of the clinical neurophysiology laboratory of the Brazzaville University Hospital Center

Mpandzou Ghislain Armel^{1,2*}, Sounga Bandzouzi Prince Eliot Galieni^{1,3}, Diatwa Josué Euberma^{1,2}, Kane Moulaye Mamadou², Moutoula-Latou Dinah Happhia^{1,2}, Kaba Yacouba, Boudzoumou Estelle², Obondzo Aloba Karen Lyse², Ossou-Nguet Paul Macaire^{1,2}.

RÉSUMÉ

L'électroneuromyographie (ENMG) occupe une place capitale dans la prise en charge des pathologies neurologiques périphériques, son interprétation passe par la connaissance des valeurs de références afin de distinguer le pathologique du normal. Cette étude avait pour objectif de déterminer les valeurs de référence des paramètres ENMG du laboratoire de neurophysiologie clinique du centre hospitalier universitaire de Brazzaville. Des enregistrements des paramètres ENMG ont été effectués sur un échantillon de 47 volontaires sains d'un âge compris entre 18 et 63 ans, entre mai et août 2017. A été investiguée, la conduction nerveuse motrice et/ou sensitive des nerfs médian, ulnaire et radial aux membres supérieurs et celle des nerfs fibulaire, tibial et sural aux membres inférieurs, par un appareil ENMG fixe de la marque Micromed® doté du logiciel system PLUS EVOLUTION. La valeur de référence pour les amplitudes et les vitesses de conduction a été exprimée en termes de moyenne - 2DS (déviations standards) et celle des latences en moyenne + 2DS. Des transformations mathématiques ont été réalisées pour les paramètres ne présentant pas de distribution normale selon la loi Gaussienne évaluée par le test de - Shapiro-Wilk.. Ces valeurs de référence offrent une base pour l'interprétation des examens ENMG dans notre environnement de travail. La prise en compte des facteurs de variabilités ultérieurement permettrait une personnalisation de ces normes.

ABSTRACT

Electroneuromyography (ENMG) is an essential examination in the management of peripheral neurological pathologies, its interpretation requires knowledge of the reference values in order to distinguish the pathological from the normal. The objective of this study was to determine the reference values of the ENMG parameters of the clinical neurophysiology laboratory of the Brazzaville university hospital center. ENMG parameter recordings were made on a sample of 47 healthy volunteers aged between 18 and 63 years, from May to August 2017. The motor and/or sensory nerve conduction of the median, ulnar and radial nerves in the upper limbs and that of the peroneal, tibial and sural nerves in the lower limbs was investigated by a fixed ENMG device from the Micromed® ENMG equipped with PLUS EVOLUTION system software. The reference value for amplitudes and conduction velocities was expressed in terms of mean - 2SD (standard deviations) and that of latencies as mean + 2SD. Mathematical transformations were carried out for the parameters not exhibiting a normal distribution according to the Gaussian law, evaluated by the Shapiro-Wilk test. Data analysis was performed on SPSS 20.0. These reference values provide a basis for the interpretation of EMG examinations in our work environment. The consideration of variability factors subsequently allows customization of these standards.

⁽¹⁾Faculté des sciences de la santé, université Marien Ngouabi. Brazzaville, Congo.

⁽²⁾Service de neurologie, centre hospitalier universitaire de Brazzaville, Congo.

⁽³⁾Service de neurologie, hôpital général de Loandjili. Pointe-Noire, Congo.

Auteur correspondant

Ghislain Armel Mpandzou

Mobile : 00242 06 944 31 21

E-mail : mgaetimm@gmail.com

Mots clés : valeurs de référence, ENMG, neurophysiologie clinique.

Key words: reference values, ENMG, clinical neurophysiology.

INTRODUCTION

L'électroneuromyographie (ENMG) occupe une place capitale dans la prise en charge des pathologies neurologiques périphériques, de la corne ventrale au muscle via la jonction neuromusculaire [8]. Il s'agit d'un prolongement naturel de l'examen clinique neurologique et permet d'enregistrer et mesurer de objectivement les paramètres de l'activité électrique des nerfs et des

muscles ; dans un but diagnostique, pronostique et parfois thérapeutique [9]. L'exploration des paramètres ENMG comporte la neurographie qui étudie la conduction nerveuse motrice et sensitive et la détection de l'activité musculaire spontanée et à l'effort ou EMG proprement dite. Cette dernière ne sera pas traitée dans ce travail.

L'amélioration de la qualité et des performances des appareils d'ENMG fait que cet examen est aujourd'hui sûr précis et fiable. Néanmoins ces qualités sont soutenues par l'élaboration au sein de chaque laboratoire d'exploration neurophysiologique de valeurs de référence propres [10, 15].

Il sied de noter que les valeurs de référence ne représentent que les différentes valeurs possibles obtenues dans un groupe défini d'individus asymptomatiques, en bonne santé et exempts de toute maladie [5, 6]. Elles dérivent de méthodes statistiques parfois complexes permettant une possible extrapolation à la population générale, en considérant que des individus sains peuvent aléatoirement se retrouver dans la gamme des personnes malades et inversement [5, 7]. Des recommandations internationales précisent les modalités de leur présentation, en l'occurrence sous forme de limite inférieure de la normale (LIN) ou de limite supérieure de la normale (LSN) pour les paramètres ENMG [11, 12]. Aussi, elles varient d'un pays à l'autre voire même d'un laboratoire à un autre dans le même pays [1, 17].

Dans le but d'améliorer la qualité d'interprétation des paramètres ENMG à Brazzaville, cette étude a été réalisée avec comme objectif de déterminer les valeurs de référence des paramètres ENMG du laboratoire de neurophysiologie clinique du centre hospitalier universitaire de Brazzaville chez des volontaires sains.

METHODES

Population et préparation préliminaire

Avec l'agrément du comité d'éthique et de la recherche en sciences de la santé, les valeurs de référence des paramètres ENMG du laboratoire de neurophysiologie clinique du CHU de Brazzaville ont été déterminées dans une étude transversale. Elle concernait un échantillon de 50 sujets d'un âge compris entre 18 et 65 ans, investigués entre mai au août 2017, après obtention de leur consentement éclairé.

Ces sujets étaient des volontaires sains indemnes de tout symptôme neurologique avec un examen neurologique complet normal. Ils devaient être dénués de tout antécédent connu de maladie systémique ou chronique susceptibles d'affecter le système nerveux périphérique et/ou d'une histoire de prise de substance/médicament neurotoxique les 12 derniers mois précédents leur inclusion.

Trois sujets ont été exclu de l'étude en raison de la découverte de signes ENMG évocateurs d'un syndrome du canal carpien asymptomatique. Au final, l'étude n'a porté que sur 47 sujets dont 26 hommes et 21 femmes, d'un âge moyen de $31,5 \pm 9,1$ ans (18-63 ans), d'une taille moyenne de $169,4 \pm 9,7$ cm (152-188 cm), d'un poids moyen de $68 \pm 2,2$ Kg (45-100 Kg), un indice de masse corporelle (IMC) moyen de $23,8 \pm 3,6$ Kg/m² (17-32 Kg/m²). Ils ont été répartis en quatre classes de métier et professions regroupant : 16 fonctionnaires d'état, des hôpitaux et professionnels libéraux hors ouvriers ; 19 ouvriers et travailleurs manuels ; et 12 élèves et étudiants. Afin de garantir un enregistrement de qualité optimale des paramètres ENMG, les sujets ont été informés et préparés

au préalable sur le caractère désagréable de la stimulation électrique des structures nerveuses, sur la nécessité d'être détendu et calme durant l'examen et sur la procédure de l'investigation ENMG. La température ambiante a été maintenue aux alentours de 28°C par un climatiseur.

Recueil des données

Les paramètres ENMG relatifs à la conduction nerveuse ont été mesurés avec un appareil ENMG fixe de la marque Micromed® MOYQUICK Matrix Line doté du logiciel system PLUS EVOLUTION. La stimulation a été effectuée avec une électrode bipolaire et le recueil par des électrodes de surface non réutilisables.

L'étude de la conduction nerveuse motrice et/ou sensitive concernait les nerfs médian, ulnaire et radial aux membres supérieurs et les nerfs fibulaire, tibial et sural aux membres inférieurs.

Les paramètres étudiés étaient : la latence distale de la réponse motrice (LDM) mesurée au début de la déflexion négative; la latence de la réponse sensitive (LS) mesurée au pic négatif; l'amplitude distale et proximale du potentiel global d'action moteur (PGAM) et celle du potentiel d'action sensitif (PAS, après un moyennage de 20 mesures), mesurées entre pic négatif et positif ; la vitesse de conduction motrice (VCM) et la vitesse de conduction sensitive (VCS); la latence de la réponse de l'onde F considérée uniquement pour la mesure la plus précoce obtenue après une stimulation répétitive. L'étude de la conduction nerveuse sensitive a été réalisée de façon orthodromique pour le nerf médian et ulnaire et par la méthode antidromique pour le nerf radial et sural.

Analyses statistiques

La valeur de référence pour les amplitudes et les vitesses de conduction a été exprimée en termes de moyenne - 2DS (déviations standards) et celle des latences en moyenne + 2DS, déterminant respectivement la LIN et LSN. Ce modèle de présentation des valeurs de référence implique que les données mesurées présentent une distribution normale. La nature de la distribution a été préalablement évaluée par le test de Shapiro-Wilk. Les paramètres qui n'avaient pas présentés une distribution normale ont subi des transformations mathématiques en vue de leur normalisation, tel que proposé par Solberg et Gladbeck, 1989 [22]. Le choix de la transformation s'est basé sur la positivité ou négativité de la valeur du coefficient de dissymétrie. À l'issue de chaque transformation, la nature de la distribution a été de nouveau testée jusqu'à l'obtention d'une distribution normalisée. Ensuite, la moyenne \pm 2DS (déterminant un intervalle de confiance à 95%) a été calculée pour les paramètres normalement distribués dès l'échelle de mesure d'origine et pour les paramètres transformés et normalisés secondairement. Pour ces derniers, une ré-transformation des valeurs obtenues vers l'échelle de mesure d'origine a été réalisée par des calculs mathématiques appropriés à la transformation initiale.

L'ensemble des données a été analysé avec SPSS 20.0 et le seuil de significativité fixé était de 5%.

L'ensemble des données a été analysé avec SPSS 20.0 et le seuil de significativité fixé était de 5%.

Considérations éthiques

Le protocole d'étude a été soumis et a obtenu l'agrément du comité d'éthique et de la recherche en sciences de la santé de la République du Congo.

RÉSULTATS

Les contingents moteurs des nerfs médian, ulnaire, radial, fibulaire et tibial ainsi que les contingents sensitifs des nerfs médian, ulnaire et radial et nerf sural ont été testés chez les 47 volontaires sains. Les résultats sont représentés dans les tableaux I, II et III ci-dessous. Les valeurs sont formulées en moyenne, déviation standard (écart-type), erreur standard avec précision des bornes

inférieures et supérieures, et en moyenne ± 2 déviations standards pour exprimer la limite supérieure et inférieure de la normale.

2. Valeurs normatives ENMG

Les résultats des contingents moteurs des nerfs médian, ulnaire, radial, fibulaire et tibial ainsi que les contingents sensitifs des nerfs médian, ulnaire et radial et nerf sural sont représentés dans les tableaux II, III et IV ci-dessous.

Tableau I. Valeurs de référence de la latence motrice distale (LDM), de la latence sensitive (LS) et de la latence de l'onde F (LOF) des nerfs explorés aux quatre membres

Nerf (niveau de stimulation)	Niveau de recueil	\bar{x}	DS	ES	$\bar{x}+2DS$	Borne inférieure	Borne supérieure
LDM (msec)							
- Médian (poignet)	CAP	3,36	0,31	0,045	3,98	3,27	3,46
- Ulnaire (poignet)	Abd. V	2,42	0,34	0,049	3,10	2,32	2,52
- Radial (avant-bras)	Ext. II	1,94	0,37	0,054	2,68	0,18	2,05
- Fibulaire (cheville)	CEO	3,68	0,63	0,093	4,94	3,49	3,86
- Tibial (cheville)	CFGFO	5,65	0,90	0,131	7,45	5,39	5,92
LS (msec)							
- Médian (paume)	Poignet	1,30	0,20	0,029	1,70	1,24	1,36
- Médian (IIIe doigt)	Poignet	2,68	0,37	0,054	3,42	2,57	2,79
- Ulnaire (Ve doigt)	Poignet	2,18	0,28	0,041	2,74	2,10	2,26
- Radial (avant-bras)	Tab. anat.	1,56	0,21	0,031	1,98	1,50	1,62
- Sural (jambe)	Cheville	3,42	0,46	0,068	4,34	3,29	3,56
LOF (msec)							
- Médian (poignet)	CAP	23,50	2,30	0,336	28,10	22,82	24,17
- Ulnaire (poignet)	Abd. V	22,84	2,02	0,294	26,88	22,25	23,43
- Radial (avant-bras)	Ext. II	21,08	1,69	0,247	24,46	20,59	21,58
- Fibulaire (cheville)	CEO	45,90	5,52	0,806	56,94	44,28	47,52
- Tibial (cheville)	CFGFO	45,55	6,27	0,914	58,09	43,71	47,39

CAP, muscle court abducteur du pouce (*abductor pollicis brevis*); Abd. V, muscle abducteur de l'auriculaire (*abductor digiti minimi*); Ext. II, muscle extenseur propre de l'index (*extensor indicis proprius*); CEO, muscle court extenseur des orteils (*extensor digitorum brevis*); CFGFO, muscle court fléchisseur du gros orteil (*flexor hallucis brevis*); Tab. anat., tabatière anatomique; msec, milliseconde; \bar{x} , moyenne; DS, déviation standard; ES, erreur standard.

Tableau II. Valeurs de référence de la vitesse de conduction motrice (VCM) et de la vitesse de conduction sensitive (VCS) des nerfs explorés aux quatre membres

Nerf	Section mesurée	\bar{x}	DS	\pm ES	$\bar{x}-2DS$	Borne inférieure	Borne supérieure
VCM (m/sec)							
- Médian	Poignet/coude	64,69	4,02	0,586	56,65	63,52	65,86
- Ulnaire	Poignet/sous-coude	64,05	4,84	0,705	54,37	62,63	65,47
	Sous-coude/sus-coude	63,67	6,63	0,967	50,41	61,72	65,62
- Radial	Avant-bras/bras	63,14	7,55	1,102	48,04	60,92	65,36
- Fibulaire	Cheville/sous-col fibula	51,41	3,61	0,527	44,19	50,35	52,47
- Tibial	Cheville/creux poplité	48,54	4,57	0,667	39,40	47,21	49,87
VCS (m/sec)							
- Médian	Paume/poignet	60,87	6,23	0,908	48,41	59,04	62,70
- Médian	IIIe doigt/poignet	57,16	5,06	0,739	47,04	55,68	58,65
- Ulnaire	Ve doigt/poignet	57,47	5,25	0,766	46,97	55,94	59,00
- Radial	Avant-bras/tab. anat.	63,57	6,24	0,911	51,09	61,74	65,41
- Sural	Jambe/cheville	54,26	3,15	0,460	47,96	53,34	55,19

Tab. anat., tabatière anatomique; m/sec, mètre par seconde; \bar{x} , moyenne; DS, déviation standard; ES, erreur standard

Tableau III. Valeurs de référence de l'amplitude du potentiel global d'action moteur (PGAM) et du potentiel d'action sensitif (PAS) des nerfs explorés aux quatre membres

Nerf (niveau de recueil)	niveau de stimulation	\bar{x}	DS	\pm ES	\bar{x} -2DS	Borne inférieure	Borne supérieure
Amplitude du PGAM (mV)							
- Médian (CAP)	Poignet	14,96	2,96	0,431	9,04	14,09	15,83
	Coude	13,27	2,83	0,431	7,61	12,44	14,09
- Ulnaire (Abd. V)	Poignet	11,19	2,34	0,342	6,51	10,50	11,88
	Sous-coude	10,74	2,38	0,348	5,98	10,04	11,44
	Sus-coude	10,88	2,40	0,351	6,08	10,18	11,59
- Radial (Ext. II)	Avant-bras/bras	10,40	2,31	0,336	5,78	9,73	11,07
	Bras	9,94	2,16	0,315	5,62	9,31	10,57
- Fibulaire (CEO)	Cheville	7,96	2,58	0,376	3,38	7,20	8,71
	Sous-col de la fibula	7,58	2,33	0,339	2,92	6,90	8,27
- Tibial (CFGO)	Cheville	8,90	3,39	0,494	2,12	7,91	9,89
	Creux poplité	8,38	3,12	0,455	2,14	7,46	9,30
Amplitude du PAS (μV)							
- Médian (poignet)	Paume	107,36	46,84	6,832	13,68	93,70	121,02
	IIIe doigt	24,28	10,78	1,573	2,72	21,11	27,44
- Ulnaire (poignet)	Ve doigt	11,39	4,19	0,610	3,01	10,16	12,61
- Radial (tab. anat.)	Avant-bras	41,32	16,43	2,397	8,46	36,53	46,12
- Sural (cheville)	Jambe	13,04	4,48	0,654	4,08	11,73	14,34

CAP, muscle court abducteur du pouce (*abductor pollicis brevis*); Abd. du V, muscle abducteur de l'auriculaire (*abductor digiti minimi*); Ext. propre du II, muscle extenseur propre de l'index (*extensor indicis proprius*); CEO, muscle court extenseur des orteils (*extensor digitorum brevis*); CFGO, muscle court fléchisseur du gros orteil (*flexor hallucis brevis*); Tab. anat., tabatière anatomique; mV, millivolt; μ V, microvolt; \bar{x} , moyenne; DS, déviation standard; ES, erreur standard

DISCUSSION

Les valeurs de référence ne permettent pas d'établir une ligne de démarcation exacte entre les sujets malades et des sujets sains [19]. Il persiste toujours, aux extrémités de la normale, une zone de chevauchement comprenant des valeurs faussement positives et/ou faussement négatives. Fournier [10] indiquait déjà que tout écart de la norme n'est pas forcément pathologique en soi. Aussi, l'expérience montre que dans une population normale, la probabilité d'avoir des faux positifs et négatifs augmente avec le nombre de sujets examinés.

La petite taille de notre échantillon aurait pu a priori constituer une faiblesse. Cette dernière a été minimisée par le choix statistique de déterminer les valeurs de référence en utilisant la méthode moyenne \pm 2DS, approprié aux effectifs faibles et intégrant 97,5% de la population d'étude supposée saine selon la loi normale [13, 19, 20]. Cette méthode offre un compromis acceptable entre la sensibilité et la spécificité de cet examen [20]. Aussi, des transformations mathématiques ont été effectuées pour les paramètres ENMG n'ayant pas présenté une distribution normale en vue de leur normalisation. Il est établi que les distributions asymétriques ont tendance à engendrer des faux-positifs et des faux-négatifs, avec comme conséquence une mésévaluation de la valeur des paramètres ENMG étudiés [18-20].

La bonne réalisation de l'examen ENMG a été garantie par le maintien d'un environnement optimal et l'utilisation d'avis des comités d'experts se rapportant aux techniques et pièges possibles [2, 4, 14, 21].

Les valeurs de référence des paramètres ENMG déterminées dans cette étude et celles rapportées dans la

littérature ne montrent pas une très grande différence au point d'engendrer des erreurs d'interprétation [3, 16, 17, 21, 23, 24]. Cependant, le fait qu'il y ait différence justifie la nécessité d'établir des valeurs normatives propres à chaque laboratoire de neurophysiologie clinique. Aussi, pour mieux garantir la précision des mesures, l'interprétation des résultats de l'ENMG devraient intégrer les facteurs de variabilités, comme l'âge, le poids et la température entre autres, dans une équation de régression linéaire multiple ajustée à chaque sujet examiné [3]. Il ne faut pas oublier que toute valeur des paramètres ENMG sortant des normes doit rester singulière et être confrontée à l'évaluation clinique, qui se doit être rigoureuse et minutieuse. Fournier [10] déclarait que : « les normes ENMG restent des outils qui nous permettent seulement de "prendre le risque" d'affirmer l'existence d'une anomalie avec l'aide de calculs statistiques. Il faut faire preuve de bon sens clinique qui ne s'acquiert que par une bonne pratique et une confrontation médicale interdisciplinaire continue ».

CONCLUSION

Les valeurs de référence retrouvées permettront d'asseoir une base normative d'interprétation des examens électroneuromyographiques dans notre contexte. Cette étude préliminaire se veut être un support à la réalisation d'études ultérieures sur un plus grande population en y intégrant des facteurs de variabilité reconnues au travers d'un algorithme qui permettrait une personnalisation des normes de référentielles.

RÉFÉRENCES

1. Al-hamadani HA, Mahdi ZA, Al-Saffar F, Fayahd AS. Normative Data of Needle Electromyography, What Is Different

- in Iraqi Patients? Iraqi Postgraduate Medical Journal 2012;11(4).
2. Bolton CF, Sawa GM, Carter K. The effects of temperature on human compound action potentials. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1981;44(5):407-13.
 3. Buschbacher RM. Body mass index effect on common nerve conduction study measurements. Muscle Nerve 1998;21(11):1398-404.
 4. Buzatu S. The temperature-induced changes in membrane potential. Riv Biol 2009;102(2):199-217.
 5. Campbell WW, Robinson LR. Deriving reference values in electrodiagnostic medicine. Muscle Nerve 1993;16(4):424-8.
 6. Dorfman LJ, Robinson LR. AAEM minimonograph #47: normative data in electrodiagnostic medicine. ff. Muscle Nerve 1997;20(1):4-14.
 7. Eisen A, Schulzer M, Pant B, et al. Receiver operating characteristic curve analysis in the prediction of carpal tunnel syndrome: a model for reporting electrophysiological data. Muscle Nerve 1993;16(7):787-96.
 8. Fournier E. Électromyographie. EMC 2010:17-30.
 9. Fournier E. Atlas d'électromyographie. Paris: Lavoisier; 2013. 360 p.
 10. Fournier E. Sémiologie EMG élémentaire. Paris: Lavoisier; 2013. 288 p.
 11. Geffré A, Friedrichs K, Harr K, Concordet D, Trumel C, Braun JP. Reference values: a review. Veterinary clinical pathology 2009;38(3):288-98.
 12. Horowitz GL, Altaie S, Boyd JC, et al. Defining, establishing, and verifying reference intervals in the clinical laboratory. 3rd ed. Wayne: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2010. 72 p.
 13. Jabre JF, Pitt MC, Deeb J, Chui KK. E-norms: a method to extrapolate reference values from a laboratory population. J Clin Neurophysiol 2015;32(3):265-70.
 14. Jones LK, Jr. Nerve conduction studies: basic concepts and patterns of abnormalities. Neurol Clin 2012;30(2):405-27.
 15. Kumbhare D, Robinson L, Buschbacher R. Buschbacher's manual of nerve conduction studies. 3rd ed. New York: Springer Publishing Company; 2015.
 16. Oh SJ. Clinical electromyography: nerve conduction studies. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2003. 848 p.
 17. Pan H, Lin J, Chen N, et al. Normative data of F-wave measures in China. Clin Neurophysiol 2013;124(1):183-9.
 18. Rivner MH. Statistical errors and their effect on electrodiagnostic medicine. Muscle Nerve 1994;17(7):811-4.
 19. Robinson LR. Chapter 23 Reference value determination. In: Kimura J, editor. Handbook of Clinical Neurophysiology. 7: Elsevier; 2006. p. 511-25.
 20. Robinson LR, Temkin NR, Fujimoto WY, Stolov WC. Effect of statistical methodology on normal limits in nerve conduction studies. Muscle Nerve 1991;14(11):1084-90.
 21. Serror P. Les conductions nerveuses : les techniques, les pièges, leurs solutions. 3ème ed. Paris: Elsevier Masson; 2015. 151 p.
 22. Solberg HE, Gräsbeck R. Reference values. Advances in clinical chemistry 1989;27:1-79.
 23. Stålberg E, Falck B. Motor nerve conduction study. Method Clin Neurophysiol 1993;4:61-80.
 24. Stålberg E, van Dijk H, Falck B, et al. Standards for quantification of EMG and neurography. Clin Neurophysiol 2019;130(9):1688-729.