

Dr A Panelli
5e année de spécialisation
Médecine Physique et Réadaptation
ULiege

Critères de PIDC : Intérêts du Z-score

Promotrice: Dr M Tyberghein
Co-promoteur: Pr F Wang

Je souhaite exprimer toute ma gratitude à Emiko Naets pour sa collaboration, la richesse de nos échanges et les conseils avisés qui ont accompagné l'élaboration de ce travail.

Ma reconnaissance va également au Pr François Wang et à Maelle Tyberghein, dont la qualité de la supervision et de l'enseignement en électroneuromyographie a profondément nourri ma formation.

Enfin, je remercie mon épouse, Vania Servais, pour sa présence constante et son soutien tout au long de mon parcours médical.

Table des matières

ABSTRACT	4
RÉSUMÉ	5
ABRÉVIATIONS	6
INTRODUCTION	7
MATÉRIEL ET MÉTHODES:	9
DESIGN DE L'ÉTUDE	9
<i>Participants</i>	9
<i>Enregistrement électrophysiologique</i>	10
<i>Paramètres d'enregistrement du PAGM</i>	11
ANALYSE STATISTIQUE	15
<i>Établissement des valeurs de référence</i>	15
<i>Etude du Z-score</i>	17
RÉSULTATS	21
RÉSULTATS DESCRIPTIFS DE LA POPULATION	21
<i>Tableau 1. Résultats des valeurs anthropométriques</i>	21
RÉSULTAT DES STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES PARAMÈTRES ÉLECTROPHYSIOLOGIQUES	21
<i>Tableau 2 : Statistiques descriptives des paramètres électrophysiologiques du nerf médian</i>	22
<i>Tableau 3 : Statistiques descriptives des paramètres électrophysiologiques du nerf ulnaire</i>	22
<i>Tableau 4 : Statistiques descriptives des paramètres électrophysiologiques du nerf fibulaire</i>	22
<i>Tableau 5 : Statistiques descriptives des paramètres électrophysiologiques du nerf tibial</i>	23
DÉPENDANCE DES PARAMÈTRES DE CONDUCTION	23
<i>Tableau 6 : Modèles de régression linéaire pour les paramètres du nerf médian</i>	24
<i>Tableau 7 : Modèles de régression linéaire pour les paramètres du nerf ulnaire</i>	25
<i>Tableau 8 : Modèles de régression linéaire pour les paramètres du nerf fibulaire</i>	26
<i>Tableau 9 : Modèles de régression linéaire pour les paramètres du nerf tibial</i>	27
ÉTUDE DU Z-SCORE	28
<i>Z-scores pour les paramètres de conduction nerveuse</i>	28
<i>Z-scores pour les amplitudes motrices (PAGM)</i>	29
SYNTHÈSE	30
DISCUSSION	31
CONCLUSION	34
RÉFÉRENCES	35
ANNEXES	36
ANNEXE 1	36

Abstract

Introduction : Chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy (CIDP) is a heterogeneous immune-mediated disorder of the peripheral nervous system. Its diagnosis relies primarily on clinical and electrophysiological criteria, supported by additional supportive features that strengthen the diagnostic process. The electrophysiological criteria established by the EFNS/PNS 2021 guidelines are often difficult to apply in routine clinical practice, as normal reference limits vary from one individual to another and between laboratories.

Objective : To translate the 2021 EFNS/PNS electrophysiological criteria for CIDP into Z-scores in order to facilitate their use in clinical practice.

Methods : This prospective single-center study was conducted at CHU de Liège and included 50 healthy volunteers. Four nerves were studied: median, ulnar, fibular, and tibial. Linear regression models were first applied to adjust the reference values of the main electrophysiological parameters for each nerve (distal motor latency, conduction velocity, compound muscle action potential amplitude, F-wave latency) according to clinical variables such as age, height, weight, and BMI. Based on these adjusted reference values and the EFNS/PNS 2021 diagnostic criteria for CIDP, the thresholds were then converted into Z-scores.

Results : Several clinical variables, particularly age and height, had a significant influence on electrophysiological values. Therefore, normal limits required adjustment according to these factors. However, when these limits were expressed as Z-scores, the data became more consistent. Simplified Z-score-based criteria for CIDP were thus established.

Conclusion : This study proposes the use of Z-scores to establish the electrophysiological diagnosis of CIDP based on the EFNS/PNS 2021 criteria. The use of Z-scores significantly simplifies these criteria and facilitates their application in routine clinical practice. Moreover, they may be used by other laboratories, provided that a similar (though not necessarily identical) methodology is applied.

Résumé

Introduction : La polyradiculoneuropathie inflammatoire démyélinisante chronique (PIDC) est une affection dysimmunitaire hétérogène du système nerveux périphérique. Son diagnostic repose principalement sur des critères cliniques et électrophysiologiques, appuyés par des critères de support permettant de renforcer l'argumentation diagnostique.

Les critères électrophysiologiques établis par l'EFNS/PNS 2021 sont difficilement utilisables en pratique clinique courante car ils reposent sur des limites de la normale qui varient d'un sujet à l'autre et d'un laboratoire à l'autre.

Objectif : Traduire les critères électrophysiologiques EFNS/PNS 2021 de PIDC en Z-scores afin de faciliter leur usage en clinique.

Méthodes : Cette étude prospective monocentrique a été menée au CHU de Liège auprès de 50 volontaires sains. Quatre nerfs ont été étudiés : médian, ulnaire, fibulaire et tibial. Des modèles de régression linéaire ont permis d'ajuster les valeurs de référence des principaux paramètres électrophysiologiques de chaque nerf (latence distale motrice, vitesse de conduction, amplitude du potentiel moteur, latence F) aux variables cliniques telles que l'âge, la taille, le poids et le BMI. A partir de ces valeurs de référence et des critères EFNS/PNS de PIDC, nous avons transformé les critères sous forme de Z-scores.

Résultats : Plusieurs paramètres cliniques, notamment l'âge et la taille, exerçaient une influence significative sur les valeurs électrophysiologiques. Les limites de la normale étaient donc à ajuster selon ces variables. Cependant, lorsque l'on traduisait ces limites sous forme de Z-score, les données s'harmonisaient. Nous avons donc pu établir des critères simplifiés de PIDC sous forme de Z-score.

Conclusion : Cette étude propose l'utilisation du Z-score, pour établir le diagnostic électrophysiologique d'une PIDC à partir des critères EFNS/PNS 2021. L'utilisation du Z-score simplifie nettement ces critères et permet de les utiliser en pratique clinique. Par ailleurs, ils peuvent être utilisés par d'autres laboratoires pour autant qu'une méthodologie similaire (pas forcément identique) soit utilisée.

Abréviations

PIDC: polyradiculoneuropathie inflammatoire démyélinisante chronique

EAN: European Academy of Neurology

ENG: électroneurographie

BMI: body mass index

PNS: Peripheral Nerve Society

LDM: latence distale motrice

VCN: vitesse de conduction nerveuse

PAGM: potentiel d'action global musculaire

ET: écart-type

LSN: limite supérieure de la normale

LIN: limite inférieure de la normale

Introduction

La polyradiculoneuropathie inflammatoire démyélinisante chronique (PIDC) est une affection dysimmunitaire hétérogène du système nerveux périphérique, caractérisée par une démyélinisation touchant les segments nerveux proximaux et distaux. Décrite initialement par Dyck et al., sa forme typique associe une faiblesse progressive et symétrique des quatre membres, des troubles sensitifs et une hypo- ou aréflexie. L'ensemble de ces manifestations évolue depuis au moins huit semaines. L'évolution clinique est généralement progressive ou marquée par des poussées entrecoupées de rémissions. Une atteinte des nerfs crâniens peut être observée, bien qu'elle reste rare (1).

Il existe également des formes atypiques, dites variantes, incluant les formes focales, multifocales (anciennement désignées sous le nom de syndrome de Lewis-Sumner), distales, ainsi que des formes à prédominance motrice ou sensitive.

Le diagnostic de la PIDC repose sur une combinaison de critères cliniques et électrophysiologiques permettant de démontrer une atteinte démyélinisante, complétés par des critères de support tels que les données d'imagerie, les analyses biologiques ou encore la réponse au traitement (2,3).

En 2021, l'European Academy of Neurology (EAN) et la Peripheral Nerve Society (PNS) ont actualisé les critères diagnostiques de la PIDC, en révisant notamment les seuils électrophysiologiques des PIDC typiques et en simplifiant les niveaux de certitude en deux catégories : "PIDC" et "PIDC possible", dans le but d'améliorer la spécificité du diagnostic. » (3). Ces critères électrophysiologiques moteurs et sensitifs sont présentés en annexe (*Annexe 1*). Bien qu'ils offrent une sensibilité et une spécificité améliorées par rapport aux versions antérieures, leur mise en œuvre en pratique clinique demeure complexe (4,6).

En effet, les seuils diagnostiques actuels sont exprimés en pourcentage des limites supérieures ou inférieures de la normale, valeurs qui doivent être calculées spécifiquement pour chaque laboratoire. Ces limites dépendent par ailleurs de plusieurs variables individuelles, telles que la taille, l'âge ou encore le poids, rendant leur application assez complexe (7,8).

Dans ce contexte, l'utilisation du Z-score, qui permet une standardisation des paramètres électrophysiologiques en fonction des valeurs de référence d'une population donnée, représente une alternative pratique. Cette méthode permet d'exprimer les limites normales en nombre d'écart-types par rapport à la moyenne, des valeurs qui peuvent être directement fournies par les appareils d'électromyographie (9). Ce procédé contribuerait à simplifier le diagnostic électrophysiologique de la PIDC et faciliterait également le suivi longitudinal des patients au sein d'un même laboratoire.

Cette étude a pour objectif d'adapter les critères électrophysiologiques diagnostiques des PIDC, tels que révisés par l'EAN/PNS en 2021, en les exprimant sous forme de Z-scores.

Dans cette optique, des valeurs de référence propres au laboratoire d'électrophysiologie du CHU de Liège ont été établies, en tenant compte de variables influentes telles que l'âge, la taille, le poids et l'indice de masse corporelle (IMC). La méthodologie d'enregistrement a été détaillée afin de permettre une application dans d'autres centres d'électroneuromyographie.

Cette démarche vise à améliorer la précision diagnostique et à faciliter le suivi longitudinal des patients atteints de PIDC en routine clinique.

Matériel et Méthodes:

Design de l'étude

Il s'agit d'une étude prospective, monocentrique, menée au sein du laboratoire d'électrophysiologie du CHU de Liège, visant à établir des valeurs normatives en fonction de l'âge, l'âge², la taille, le poids et le BMI pour les différents paramètres électroneurographiques (ENG). Le but étant de simplifier l'utilisation des critères diagnostiques des PIDC. Ces Z-scores ont été établis sur 4 nerfs (le nerf médian, le nerf ulnaire, le nerf fibulaire et le nerf tibial) pour les paramètres vitesse de conduction nerveuse, latence distale motrice, amplitudes, la latence F-M, durée du potentiel d'action global musculaire (PAGM) distal.

Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique hospitalo-facultaire du CHU de Liège (référence : B7072022000001).

Participants

La présente étude a inclus 50 sujets sains, répartis en 10 sujets par groupe selon cinq tranches d'âge (20–30 ans, 30–40 ans, 40–50 ans, 50–60 ans, 60 ans et plus), équitablement répartis en termes de sexe. Les participants recrutés étaient issus du personnel médical ou paramédical du CHU de Liège, ou de leur entourage familial ou amical.

Les critères d'inclusion étaient :

- sujets sans plainte neurologique
- absence de pathologie périphérique connue (clinique et électrophysiologique)
- absence de facteurs de risque de neuropathie périphérique (diabète, alcool, traitements neurotoxiques)
- absence de syndrome du canal carpien ou de neuropathie du nerf ulnaire au coude.

Enregistrement électrophysiologique

Les examens ENG ont été réalisés avec le logiciel Keypoint (Dantec).

Les stimulations ont été réalisées avec les paramètres suivants :

- Durée de stimulation nerveuse percutanée de 0.2 ms
- Bande passante entre 2 Hz à 5 kHz

Une vérification systématique des paramètres techniques a été effectuée avant chaque enregistrement, comprenant :

- L'absence de parasitage des tracés obtenus (absence de contamination par du 50 Hz)
- La précision du positionnement des électrodes
- Le maintien de la température cutanée au-dessus de 32 °C au niveau du poignet et de 30 °C au niveau de la cheville.

Les paramètres électrophysiologiques enregistrés comprenaient :

- Latence distale motrice (LDM) en ms : temps écoulé entre la stimulation (identifiée par l'artefact de stimulation) et le début du pic négatif initial du PAGM
- Vitesse de conduction nerveuse (VCM) en m/s : calculée en divisant la distance entre les deux points de stimulation (distal et proximal) par la différence entre la LDM proximale - LDM distale
- Amplitude du PAGM en mV : amplitude du pic négatif initial mesurée entre la ligne de base et le sommet du pic négatif
- Durée du PAGM distal en ms : durée mesurée entre le début du pic négatif et le retour à la ligne de base du pic négatif initial
- Temps de conduction des ondes F (latence F-M) en ms : latence minimale de l'onde F (sur 7 réponses F évoquées au minimum) - LDM.

Paramètres d'enregistrement du PAGM

Les enregistrements ont été réalisés en position assise avant-bras en supination pour les membres supérieurs et en décubitus dorsal pour les membres inférieurs. Les électrodes de surface ont été positionnées selon les recommandations standardisées, avec l'électrode active (E1) placée sur le muscle cible, et l'électrode de référence (E2) située en position distale (face dorsale d'un doigt ou d'un orteil). L'électrode "terre" ou E0 est placée à un endroit électriquement neutre ne nuisant pas aux enregistrements pour toutes les stimulations. Elle est placée au niveau de la face interne du bras pour l'exploration des membres supérieurs et au niveau du condyle interne du genou pour l'exploration des membres inférieurs.

Nerf médian

L'enregistrement du PAGM du nerf médian est réalisé chez un patient en position assise, l'avant-bras en supination. a) Un point est marqué au milieu de la ligne joignant le milieu du pli de flexion distal du poignet et l'articulation métacarpo-phalangienne du 1er rayon. Un deuxième point est marqué proximalement à 8 cm depuis la première marque en suivant le trajet du nerf médian. b) c) L'électrode active (E1) est placée sur la première marque, au niveau de l'éminence thénarienne. L'électrode de référence (E2) est placée sur le dos de la première phalange du pouce. La stimulation est réalisée au niveau de la seconde marque au poignet, ainsi qu'au niveau du coude.

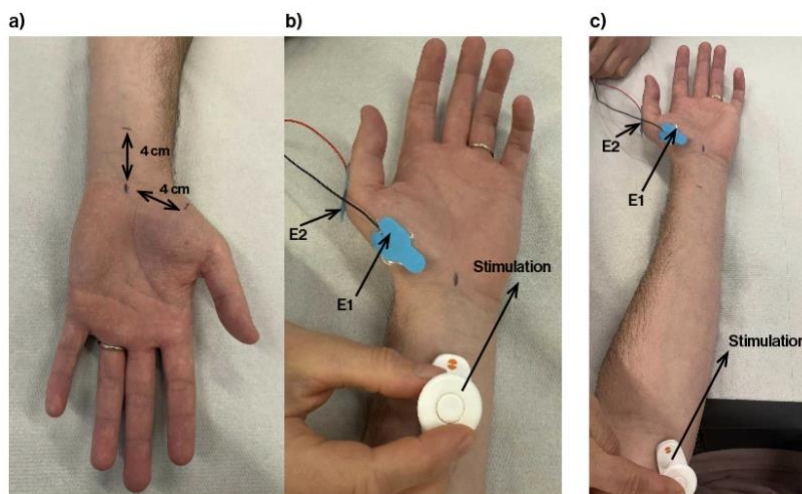


Figure 1: Repères anatomiques pour la stimulo-détection du n. médian, à l'avant-bras et au pli du coude.

Nerf ulnaire

L'enregistrement du PAGM du nerf ulnaire est réalisé chez un patient en position assise, l'avant-bras en supination. a) Un premier point est marqué sur le muscle abducteur du V, au milieu de l'éminence hypothénarienne. Une deuxième marque est réalisée à 8 cm proximale au niveau du poignet sur le trajet du nerf ulnaire.

b) L'électrode active (E1) est placée au niveau de la première marque. L'électrode de référence (E2) est placée au niveau de la face dorsale du 5ème rayon.

La stimulation est réalisée distalement au niveau du poignet à la deuxième marque. c) Pour la stimulation étagée, un troisième point est réalisé au niveau de l'épicondyle médial. Un quatrième point est marqué à 4 cm distalement par rapport au point de repère de l'épicondyle médial. Enfin un 5ème point est marqué proximale à 4 cm par rapport au point de repère sur l'épicondyle médial. La stimulation étagée au niveau du coude est réalisée au niveau des points quatre et cinq.

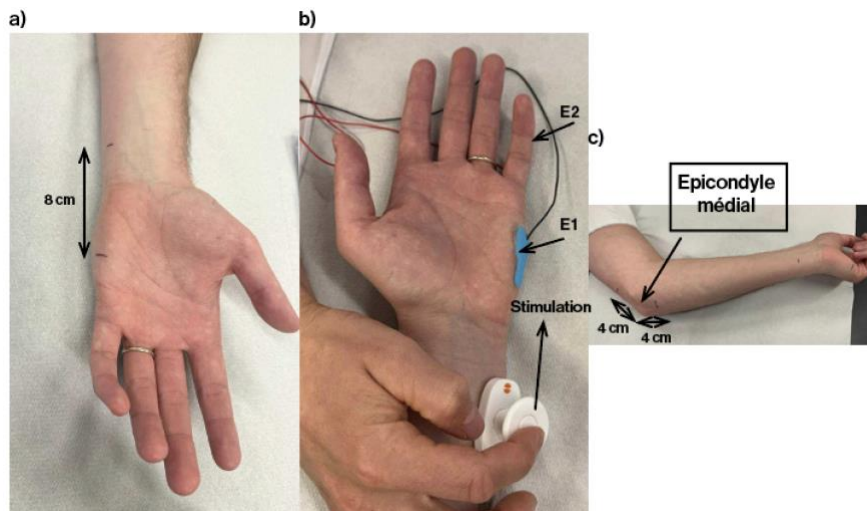


Figure 2 : Repères anatomiques pour la stimulo-détection du nerf ulnaire au bord médial de l'avant-bras, 4 cm au-dessous et 4 cm au-dessus l'épicondyle médial.

Nerf fibulaire (détection sur le muscle court extenseur des orteils)

L'enregistrement du PAGM du nerf fibulaire avec une détection sur le muscle court extenseur des orteils est réalisé avec le patient en décubitus dorsal. a) Un premier point est marqué au niveau du muscle court extenseur des orteils, afin de bien repérer le muscle, il convient de demander une extension des orteils (sans flexion dorsale de la cheville) et de palper le muscle. Un deuxième point est marqué à 8 cm proximale au niveau de la cheville.

b) L'électrode active (E1) est placée au niveau de la première marque. La référence (E2) est placée à la base du 5ème orteil.

La stimulation est réalisée au niveau de la deuxième marque. Elle peut également être réalisée sous la tête de la fibula ou à la partie latérale du creux poplité pour la stimulation étagée.

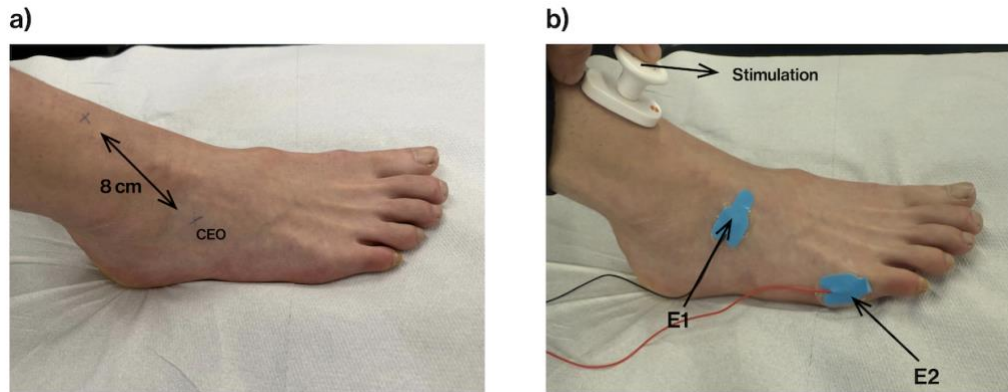


Figure 3: Repères anatomiques pour la stimulo-détection du nerf fibulaire.

Nerf tibial

a) L'enregistrement du PAGM du nerf tibial est réalisé en plaçant le patient en décubitus dorsal et en marquant un premier point 1 cm en dessous et 1 cm proximale par rapport à l'os naviculaire. Un second point de stimulation est repéré à 8 cm en amont du premier, en arrière de la malléole interne, le long du trajet du nerf tibial..

b) L'électrode active (E1) est placée au niveau de la première marque sur le muscle abducteur de l'hallux. La référence (E2) est placée sur l'hallux.

La stimulation est réalisée au niveau de la cheville à la deuxième marque. Elle peut également être réalisée au niveau de la partie médiale du creux poplité pour la stimulation étagée.

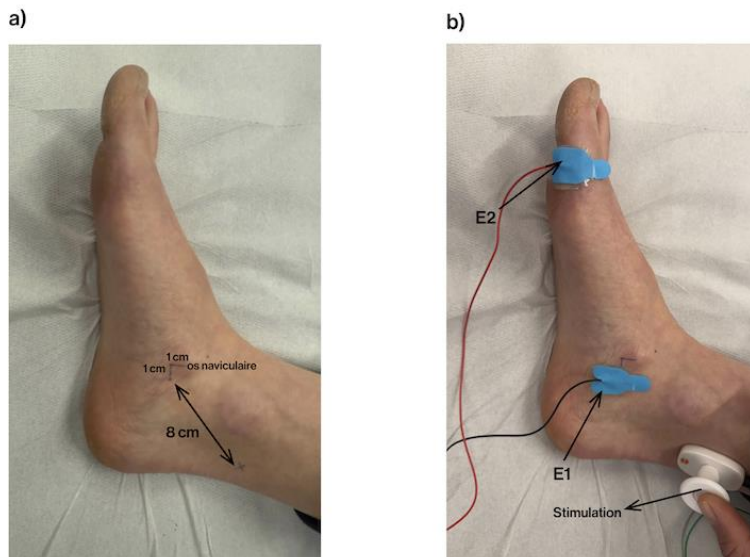


Figure 4: Repères anatomiques pour la stimulo-détection du nerf tibial.

Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel JASP. Les résultats descriptifs sont exprimés en moyennes \pm écarts-types si la distribution est normale ou en médianes accompagnées des interquartiles, si elle ne l'est pas. La normalité des distributions a été testée à l'aide du test de Shapiro-Wilk, avec un seuil de significativité fixé à $p < 0,05$.

Pour établir les valeurs normatives de chaque paramètre électrophysiologique, une régression linéaire a été effectuée afin d'évaluer l'influence des covariables cliniques (âge, taille, poids, BMI, âge²) sur ces paramètres. Lorsqu'aucune de ces covariables ne montrait d'association significative avec le paramètre analysé, un modèle réduit à une constante a été retenu.

Établissement des valeurs de référence

Dans un premier temps, les valeurs de référence des paramètres électrophysiologiques ont été établies par régression linéaire. Deux situations se présentaient selon l'association avec les covariables:

- **Absence de covariables significatives**

Dans ce cas, la valeur attendue correspondait uniquement à l'intercept du modèle, c'est-à-dire à une valeur constante (moyenne des données), indépendante des caractéristiques individuelles.

$$\text{Valeur attendue} = \text{Intercept} = \text{moyenne des données}$$

Les bornes de la normalité ont ensuite été définies selon la formule :

$$\text{LIN} = \text{Intercept} - 2 \times \text{écarts-types (ET)}$$

$$\text{LSN} = \text{Intercept} + 2 \times \text{ET}$$

Ce seuil de ± 2 ET a été choisi, par souci de simplicité, pour les statistiques bilatérales, correspondant approximativement à un intervalle de 95 % dans une distribution normale.

- **Présence de covariables significatives**

Lorsque l'analyse montrait un impact significatif de certaines covariables (âge, taille, poids, BMI, âge²), celles-ci étaient intégrées dans le modèle de régression.

La valeur attendue était alors calculée selon l'équation suivante :

$$\text{Valeur attendue} = \text{Intercept} + \beta_1 \times \text{Covariable 1} + \beta_2 \times \text{Covariable 2} + \dots$$

Les bornes de normalité étaient ensuite définies par :

$$\text{LIN} = \text{Valeur attendue} - 2 \times \text{ET}$$

$$\text{LSN} = \text{Valeur attendue} + 2 \times \text{ET}$$

A noter que lorsque la distribution initiale d'un paramètre ne respectait pas l'hypothèse de normalité (test de Shapiro-Wilk, $p < 0,05$), une transformation logarithmique (logarithme népérien) était appliquée avant de réaliser la régression, afin d'assurer la validité des modèles statistiques.

Etude du Z-score

Une fois les limites supérieures et inférieures de la normale établies pour chaque paramètre, à partir des modèles de régression (tenant compte ou non des covariables), les seuils pathologiques définis par les critères PIDC ont été transposés en Z-scores selon la démarche suivante:

Pour chaque paramètre, la valeur seuil pathologique a d'abord été calculée (par exemple : $1,5 \times$ LSN pour la latence distale motrice). Cette valeur seuil, que l'on peut noter x , correspond donc à la valeur à partir de laquelle un paramètre est considéré comme pathologique selon les critères EFNS/PNS.

Le Z-score correspondant à ce seuil a ensuite été calculé selon l'équation :

$$Z = (x - \mu) / \sigma$$

où :

- x = seuil pathologique déterminé (ex. : $1,5 \times$ LSN calculée à partir du modèle),
- μ = valeur attendue pour un individu donné, calculée à partir des équations de régression (intercept \pm covariables),
- σ = écart-type résiduel issu du modèle.

Exemple:

- **Absence de covariables significatives**

VCM nerf médian (Critère 2 selon EFNS/PNS = 70 % LIN de la VCM)

$$\mu = 56,07$$

$$X = (56,07 - (2 * X 3,5784)) * X 0,7 = 34$$

$$\text{Z-score} : 34 - 56,07 / 3,5784 = - 6$$

- **Présence de covariables significatives**

Latence F-M nerf médian (Critère 3 selon EFNS/PNS)

Latence F-M \geq 20 % LSN

Latence F-M \geq 50 % LSN si amplitude PAGM $<$ 80 % LIN

μ = valeur attendue en ms

		Age (années)																
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90		
Taille (m)	1.50	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	
	1.52	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	21	22	22	22	
	1.54	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	22	23	
	1.56	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	22	23	23	
	1.58	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	
	1.60	20	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	
	1.62	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	
	1.64	20	21	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	24	24	
	1.66	21	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	24	24	25	
	1.68	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	25	
	1.70	21	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	25	25	
	1.72	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	
	1.74	22	22	23	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26	
	1.76	22	23	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	
	1.78	23	23	23	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	
	1.80	23	23	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	27	
	1.82	23	24	24	24	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	
	1.84	24	24	24	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	
	1.86	24	24	25	25	25	26	26	26	26	27	27	27	28	28	28	28	
	1.88	24	25	25	25	26	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	
1.90	25	25	25	26	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29		

X = seuil pathologique EFNS/PNS en ms

Pour la latence F-M \geq 20 % LSN: $(\mu + (2 * 2.0378)) * 1,2$

		Age (années)																
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90		
Taille (m)	1.50	26	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	31	31	31		
	1.52	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	30	31	31	31	32		
	1.54	27	27	28	28	29	29	29	30	30	30	31	31	31	32	32		
	1.56	27	28	28	29	29	29	30	30	30	31	31	31	32	32	33		
	1.58	28	28	29	29	29	30	30	30	31	31	32	32	32	33	33		
	1.60	28	29	29	29	30	30	30	31	31	32	32	32	33	33	33		
	1.62	29	29	29	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33	33	34		
	1.64	29	29	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34		
	1.66	30	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33	34	34	34	35		
	1.68	30	30	31	31	31	32	32	33	33	33	34	34	34	35	35		
	1.70	30	31	31	31	32	32	33	33	33	34	34	34	35	35	35		
	1.72	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34	34	35	35	36	36		
	1.74	31	32	32	32	33	33	33	34	34	34	35	35	36	36	36		
	1.76	32	32	32	33	33	33	34	34	35	35	35	36	36	36	37		
	1.78	32	32	33	33	33	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37		
	1.80	32	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37	38		
	1.82	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37	38	38		
	1.84	33	34	34	34	35	35	35	36	36	37	37	37	38	38	38		
	1.86	34	34	34	35	35	35	36	36	37	37	37	38	38	38	39		
	1.88	34	34	35	35	36	36	36	37	37	37	38	38	38	39	39		
1.90	34	35	35	36	36	36	37	37	37	38	38	38	39	39	40			

Pour la latence F-M \geq 50 % LSN : $(\mu + (2 * 2.0378)) * 1,5$

		Age (années)																	
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90			
Taille (m)	1.50	33	33	34	34	35	35	36	36	36	37	37	38	38	39	39			
	1.52	33	34	34	35	35	36	36	36	37	37	38	38	39	39	40			
	1.54	34	34	35	35	36	36	37	37	37	38	38	39	39	40	40			
	1.56	34	35	35	36	36	37	37	38	38	38	39	39	40	40	41			
	1.58	35	35	36	36	37	37	38	38	38	39	39	40	40	41	41			
	1.60	35	36	36	37	37	38	38	39	39	39	40	40	41	41	42			
	1.62	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40	40	41	41	42	42			
	1.64	36	37	37	38	38	39	39	40	40	41	41	41	42	42	43			
	1.66	37	37	38	38	39	39	40	40	41	41	41	42	42	43	43			
	1.68	37	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	42	43	43	44			
	1.70	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	43	43	43	44	44			
	1.72	38	39	39	40	40	41	41	42	42	43	43	43	44	44	45			
	1.74	39	39	40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	44	45	45			
	1.76	40	40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	45	46			
	1.78	40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	45	46	46			
	1.80	41	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	46	47			
	1.82	41	42	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	47			
	1.84	42	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	47	48			
	1.86	42	43	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48	48			
	1.88	43	43	44	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48	49	49			
1.90	43	44	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48	49	49	49				

Z-score : $(x-\mu)/\sigma$

Pour la latence F-M ≥ 20 % LSN:

		Age (années)																	
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90			
Taille (m)	1.50	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5			
	1.52	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5			
	1.54	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5			
	1.56	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5			
	1.58	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5			
	1.60	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.62	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.64	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.66	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.68	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.70	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.72	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.74	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.76	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.78	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.80	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.82	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.84	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.86	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	1.88	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
1.90	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				

Pour la latence F-M \geq 50 % LSN :

		Age (années)																
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90		
Taille (m)	1.50	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
	1.52	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
	1.54	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	
	1.56	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	
	1.58	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	
	1.60	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	
	1.62	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	
	1.64	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	
	1.66	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	1.68	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	1.70	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	1.72	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	1.74	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	1.76	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	
	1.78	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	
	1.80	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	
	1.82	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	
	1.84	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	
	1.86	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	
	1.88	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	
1.90	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		

Résultats

Résultats descriptifs de la population

Tableau 1. Résultats des valeurs anthropométriques

	Moyenne	Max	Min
Taille (cm)	170	192	151
Poids (kg)	70,8	98	47
Age²	2490,9	7569	289
BMI	24,4	34	18

Les résultats descriptifs des données anthropométriques des patients inclus dans l'étude sont décrites dans le tableau 1.

Résultat des statistiques descriptives des paramètres électrophysiologiques

Les statistiques descriptives des paramètres électrophysiologiques des nerfs médian, ulnaire, fibulaire et tibial sont présentées dans les Tableaux 2 à 5. L'évaluation de la normalité des distributions à l'aide du test de Shapiro-Wilk a révélé, pour chaque nerf, au moins un paramètre dont la distribution s'écartait significativement de la normalité.

Tableau 2 : Statistiques descriptives des paramètres électrophysiologiques du nerf médian

Paramètre	Médiane (IQR)	Moyenne ± É.T.	5-95 ^e percentile	Shapiro-Wilk (p- value)
LDM (ms)	3,83 (0,39)	3,84 (0,37)	3,25-4,39	0,99(0,815)
Durée (ms)	6,20 (1,05)	6,20(0,80)	4,79-7,50	0,97(0,285)
Amplitude (mV)	9,00 (2,60)	9,42(1,60)	7,24-12,32	0,95 (0,047)
VCM (m/s)	55,70 (4,70)	56,07(3,58)	50,54-62,96	0,97 (0,258)
Latence F-M (ms)	23,60 (1,90)	23,48(2,04)	19,62-26,46	0,96 (0,090)

Abréviations : LDM : latence motrice distale ; VCM : Vitesse conduction motrice; É.T. : écart-type; IQR: interquartile range ; P5 = percentile 5 ; P95 = percentile 95

Tableau 3 : Statistiques descriptives des paramètres électrophysiologiques du nerf ulnaire

Paramètre	Médiane (IQR)	Moyenne ± É.T.	5-95 ^e percentile	Shapiro-Wilk (p- value)
LDM (ms)	3,13 (0,43)	3,15 (0,32)	2,69 - 3,69	0,97 (0,168)
Durée (ms)	6,50 (1,00)	6,55 (0,81)	5,20 - 7,81	0,97 (0,337)
Amplitude (mV)	10,95 (2,68)	10,68 (2,12)	7,42 - 13,19	0,99 (0,922)
VCM (m/s)	58,40 (4,63)	59,24 (4,75)	52,11 - 66,60	0,95 (0,042)
Latence F-M (ms)	24,10 (2,73)	24,60 (2,13)	21,12 - 28,03	0,97 (0,291)

Tableau 4 : Statistiques descriptives des paramètres électrophysiologiques du nerf fibulaire

Paramètre	Médiane (IQR)	Moyenne ± É.T.	5-95 ^e percentile	Shapiro-Wilk (p- value)
LDM (ms)	4,30 (0,66)	4,35 (0,53)	3,73 - 5,19	0,96 (0,053)
Durée (ms)	6,20 (1,00)	6,14 (0,64)	5,14 - 7,26	0,92 (0,255)
Amplitude (mV)	6,55 (2,08)	6,98 (2,45)	3,79 - 11,55	0,93 (0,004)
VCM (m/s)	47,95 (4,90)	47,95 (3,49)	42,02 - 53,46	0,99 (0,868)
Latence F-M (ms)	45,55 (6,00)	45,27 (4,13)	39,39 - 52,15	0,98 (0,424)

Tableau 5 : Statistiques descriptives des paramètres électrophysiologiques du nerf tibial

Paramètre	Médiane (IQR)	Moyenne ± É.T.	5-95 ^e percentile	Shapiro-Wilk (p- value)
Amplitude (mV)	15,15 (5,98)	14,86 (3,92)	8,47 - 20,67	0,98 (0,539)
LDM (ms)	4,29 (0,74)	4,34 (0,52)	3,62- 5,49	0,95 (0,032)
Durée (ms)	6,20 (1,28)	6,25 (0,88)	4,79 - 7,56	0,97 (0,283)
VCM (m/s)	48,92 (3,98)	48,82 (3,14)	43,80 - 54,12	0,99 (0,892)
Latence F-M (ms)	45,65 (4,90)	45,18 (3,77)	38,60 - 49,71	0,96 (0,128)

Dépendance des paramètres de conduction

Les modèles de régression linéaire mettant en relation les paramètres électrophysiologiques des nerfs médian, ulnaire, fibulaire et tibial et les données physiques et démographiques sont présentés dans les Tableaux 6 à 9.

Dans l'ensemble, les valeurs normatives ont été définies soit sur la base de l'intercept seul, soit en tenant compte des covariables significatives lorsqu'elles étaient identifiées.

Tableau 6 : Modèles de régression linéaire pour les paramètres du nerf médian

Paramètre	Transformation logarithmique	Intercept	Covariables significatives	Ecart-type	Modèle
LDM (ms)	Non	1,54	Taille $\beta_1 = 1,3142$ $p = 0,035$	0,37	$1,54 + 1,3142 X \text{ *taille} + 2 X \text{ *}0,37$
Durée (ms)	Non	6,20	Aucune	0,80	$6,20 + 2 X \text{ *}0,80$
Amplitude au poignet (mV)	Oui	2,23	Aucune	0,17	$\text{Exp}(2,23 - 2 X \text{ *}0,17)$
VCM (m/s)	Non	56,07	Aucune	3,58	$56,07 - 2 X \text{ *}3,58$
Latence F-M (ms)	Non	-9,24	Age $\beta_1 = 0,0606$ $p < 0,001$ Taille $\beta_2 = 17,2118$ $p < 0,001$	2,04	$- 9,24 + 0,0606 X \text{ *}âge + 17,2118 X \text{ *taille} + 2 X \text{ *}2,04$

Tableau 7 : Modèles de régression linéaire pour les paramètres du nerf ulnaire

Paramètre	Transformation logarithmique	Intercept	Covariables significatives	Ecart- type	Modèle
LDM (ms)	Non	3,15	Aucune	0,32	$3,15 + 2 X *0,32$
Durée (ms)	Non	1,00	Taille $\beta_1 = 3,1753$ $p = 0,021$	0,81	$1,00 + 3,1753 X *taille + 2 X *0,81$
Amplitude au poignet (mV)	Non	12,82	Age $\beta_1 = - 0,0481$ $p = 0,017$	2,12	$12,82 - 0,0481 X *âge - 2 X *2,12$
VCM (m/s)	Oui	4,67	Taille $\beta_1 = - 0,3357$ $p = 0,012$	0,08	$\text{Exp}(4,67 - 0,3357 X *taille - 2 X *0,08)$
Latence F-M (ms)	Non	14,77	Age $\beta_1 = 0,0419$ $p < 0,001$ Taille $\beta_2 = 21,4691$ $p < 0,001$	2,13	$-14,77 + 0,0419 X *âge + 21,4691 X *taille + 2 X *2,13$

Tableau 8 : Modèles de régression linéaire pour les paramètres du nerf fibulaire

Paramètre	Transformation logarithmique	Intercept	Covariables significatives	Ecart- type	Modèle
LDM (ms)	Non	4,35	Aucune	0,53	$4,35 + 2 X *0,53$
Durée (ms)	Non	6,13	Aucune	0,64	$6,13 + 2 X *0,64$
Amplitude à la cheville (mV)	Oui	1,89	Aucune	0,34	$\text{Exp}(1,89 - 2 X *0,34)$
VCM (m/s)	Non	51,53	Age $\beta_1 = - 0,0805$ $p = 0,015$	3,49	$51,53 - 0,0805 X *age - 2 X *3,49$
Latence F-M (ms)	Non	- 21,95	Age $\beta_1 = 0,1181$ $p < 0,001$ Taille $\beta_2 = 35,4528$ $p < 0,001$	4,13	$- 21,95 + 35,4528 X *taille + 0,1181 X *age + 2 X *4,13$

Tableau 9 : Modèles de régression linéaire pour les paramètres du nerf tibial

Paramètre	Transformation logarithmique	Intercept	Covariables significatives	Ecart- type	Modèle
LDM (ms)	Oui	1,46	Aucune	0,12	$\text{Exp}(1,46 + 2 \times *0,18)$
Durée (ms)	Non	6,25	Aucune	0,87	$6,25 + 2 \times *0,87$
Amplitude à la cheville (mV)	Oui	20,97	Age $\beta_1 = -0,1314$ $p < 0,001$	3,92	$20,97 - 0,1314 \times *\text{âge} - 2 \times *3,92$
VCM (m/s)	Non	78,67	Age $\beta_1 = -0,0883$ $p = 0,0004$ Taille $\beta_2 = -15,1226$ $p < 0,001$	3,14	$78,67 - 0,0883 \times *\text{âge} - 15,1226 \times *\text{taille} - 2 \times *3,14$
Latence F-M (ms)	Non	- 12,53	Age $\beta_1 = 0,0637$ $p = 0,004$ Taille $\beta_2 = 32,1633$ $p < 0,001$	3,77	$- 12,53 + 32,1633 \times *\text{taille} + 0,0637 \times *\text{âge} + 2 \times *3,77$

Etude du Z-score

Afin de déterminer le Z-score, des simulations ont été réalisées en étudiant, pour chaque paramètre, les limites de la normale en fonction des paramètres physiques dont il dépendait. Ces limites ont ensuite été transformées en Z-score.

De manière intéressante, ces simulations ont mis en évidence une forte homogénéité des seuils de Z-score, indépendamment des covariables. Les Z-scores étaient également semblables pour plusieurs nerfs et plusieurs paramètres. A l'inverse, les limites pathologiques fixées par les critères de l'EFNS/PNS, en valeur absolue (en ms, mV ou m/s) varient considérablement d'un individu à l'autre, les rendant difficiles à utiliser en pratique clinique.

Ainsi, bien que les formules normatives initiales impliquent des modèles parfois complexes et des tableaux de référence spécifiques selon les caractéristiques anthropométriques des sujets, la transformation en Z-score permet de ramener l'ensemble de ces variations individuelles à un seuil universel, constant et applicable quel que soit le profil du patient.

Z-scores pour les paramètres de conduction nerveuse

Les seuils en score Z correspondant aux critères électrophysiologiques pour les PIDC pour les nerfs médian, ulnaire, fibulaire et tibial sont résumés dans le Tableau 9.

Concernant les paramètres de conduction motrice, un allongement pathologique de la LDM était défini par un Z-score supérieur à 8 pour les nerfs médian et ulnaire, et supérieur à 9 pour les nerfs fibulaire et tibial.

Un ralentissement de la VCM inférieur à 70 % de la LIN correspondait à un Z-score inférieur à -6 pour l'ensemble des nerfs.

Pour les latences F-M, un allongement de plus de 20 % par rapport à la LSN était défini par un Z-score supérieur à 5, tandis qu'un allongement de plus de 50 % correspondait à un Z-score supérieur à 8, quel que soit le nerf.

Tableau 10: résumé des critères de PIDC en Z-score

Z-score Critères PIDC	LDM	VCM	F-M > 20% LSN	F-M > 50% LSN
Médian	8	-6	5	9
Ulnaire	8	-6	5	9
Fibulaire	7	-6	5	9
Tibial	7	-6	5	9

Z-scores pour les amplitudes motrices (PAGM)

Pour les critères 3, 4 et 5, une taille minimale des amplitudes est nécessaire. Des seuils correspondant à 80 % et 20 % de la valeur prédite ont été établis. Les amplitudes minimales attendues étaient respectivement de 5 mV pour les nerfs médian, ulnaire et tibial à 80 % de l'amplitude normale, et de 2,5 mV pour le nerf fibulaire. De même, les valeurs seuils pour 20% d'amplitude correspondaient à 1mV pour les nerfs médians, ulnaires et tibial et de 0,5mV pour le nerf fibulaire.

Tableau 11: résumé des seuils d'amplitudes

	80 % amplitude	20 % amplitude
Médian	5	1
Ulnaire	5	1
Fibulaire	2,5	0,5
Tibial	5	1

Synthèse

Tableau 12. Résumé des critères électrophysiologiques de la PIDC exprimés en Z-scores

Critère	Critère EFNS/PNS (résumé)	Interprétation en Z-score
1	Augmentation de la LDM ≥ 50 % LSN (sauf nerf médian)	$Z > 8$ (ulnaire), $Z > 7$ (fibulaire/tibial)
2	Réduction VCM ≤ 70 % LIN	$Z > -6$ (tous les nerfs)
3	Latence F-M ≥ 20 % LSN Latence F-M ≥ 50 % LSN si amplitude PAGM < 80 % LIN	$Z > 5$ $Z > 9$, si amplitude PAGM : · < 5 mV (médian, ulnaire, tibial) · $< 2,5$ mV (fibulaire)
4	Onde F absente si amplitude PAGM distal ≥ 20 % LIN	Onde F absente si amplitude PAGM : · > 1 mV (médian, ulnaire, tibial) · $> 0,5$ mV (fibulaire)
5	BC moteur ≥ 30 % (tibial exclu) si amplitude du PAGM distale > 20 % - si un seul BC, au moins un autre critère (critère 4 exclu)	BC ≥ 30 % (tibial exclu), > 50 % si stimulation au point Erb si amplitude PAGM : · > 1 mV (médian, ulnaire, tibial) · $> 0,5$ mV (fibulaire)
6	Dispersion > 30 % (≥ 100 % tibial)	> 30 % (≥ 100 % tibial)
7	Allongement durée du PAGM distal ≥ 1 nerf + 1 autre critère	Pour une bande passante entre 2 Hz et 5Kz > 9 ms

Un diagnostic est compatible avec la PIDC si au moins un de ces critères est rempli sur au moins deux nerfs différents.

Discussion

Les PIDC constituent un groupe hétérogène de neuropathies périphériques acquises, résultant d'une atteinte immuno-médiée de la gaine de myéline. Leur diagnostic repose sur une approche intégrative combinant des données cliniques, biologiques, radiologiques et surtout électrophysiologiques. Ces dernières jouent un rôle crucial pour objectiver la nature démyélinisante des atteintes et orienter la prise en charge.

Dans le but de renforcer la fiabilité du diagnostic électrophysiologique, l'European Academy of Neurology (EAN) et la Peripheral Nerve Society (PNS) ont actualisé en 2021 leurs critères diagnostiques. Ceux-ci se fondent sur des altérations spécifiques de la latence distale motrice, de la vitesse de conduction, de l'amplitude des potentiels d'action musculaires, des latences des ondes F, ainsi que sur la mise en évidence de blocs de conduction. Toutefois, leur application en pratique clinique demeure complexe : plusieurs seuils sont exprimés en pourcentages relatifs aux limites de normalité propres à chaque laboratoire, nécessitant des calculs manuels peu adaptés à la routine. De plus, ces limites de normalité sont rarement ajustées pour des variables individuelles comme l'âge, la taille ou l'indice de masse corporelle, alors même que ces facteurs influencent significativement la conduction nerveuse (3,7).

Dans ce contexte, notre étude propose une approche pratique en normalisant les principaux critères électrophysiologiques moteurs des PIDC par des Z-scores. Cette approche vise à simplifier leur mise en œuvre, tout en renforçant leur pertinence clinique. Le recours au Z-score présente plusieurs avantages : il permet une quantification continue de l'écart par rapport à la valeur attendue, facilite la lecture des anomalies subtiles, et offre une alternative plus intuitive aux calculs de pourcentages usuels. En résumé, les anomalies peuvent être résumées par quelques seuils clés, faciles à retenir, sans altérer la structure des critères de l'EFNS/PNS.

Cette démarche s'inscrit dans la continuité des travaux de Nicolas et al., et Vallat et al., qui visaient à simplifier l'application clinique des critères de démyélinisation en proposant des seuils plus accessibles (7,8).

Notre approche s'en distingue toutefois par l'intégration de valeurs de référence ajustées à certaines covariables telles que l'âge ou la taille. Les valeurs normatives établies dans ce travail

peuvent également être utilisées par d'autres centres, sous réserve de respecter rigoureusement les mêmes conditions techniques d'enregistrement — notamment les points de stimulation et de placement des électrodes de détection et les paramètres de filtrage du signal enregistré (9,11). Cette standardisation méthodologique constitue un levier important pour harmoniser les pratiques ENG entre les différents laboratoires. Elle suppose néanmoins, dans certains cas, un réajustement des pratiques locales et un réapprentissage partiel des repères techniques, ce qui peut représenter un obstacle initial à sa mise en œuvre.

Par contre, l'utilisation du Z-score normalise les données enregistrées quelle que soit la méthodologie adoptée. Dès lors, des laboratoires qui ne travaillent pas exactement comme nous peuvent utiliser, dans certaines limites néanmoins, les valeurs de Z-score que nous proposons pour simplifier les critères de PIDC.

Au-delà de l'aspect standardisation, cette méthode peut contribuer à améliorer l'analyse des cas complexes. Les critères électrophysiologiques actuels ne permettent pas de distinguer les différentes causes de neuropathies démyélinisantes. Par exemple, un patient atteint de CMT1A peut remplir les critères électrophysiologiques d'une PIDC. Or, l'objectif fondamental de ces critères est avant tout de différencier une démyélinisation authentique d'un simple ralentissement de la conduction, comme observé dans certaines neuropathies axonales métaboliques (diabète, alcoolisme, insuffisance rénale, etc.). Dans ces contextes limites, l'approche par Z-score, en tenant compte des variations physiologiques interindividuelles, permet une lecture plus nuancée des résultats et renforce la capacité à distinguer le pathologique du normal.

Sur le plan méthodologique, notre étude s'est volontairement concentrée sur les nerfs moteurs les plus fréquemment explorés en pratique clinique : médian, ulnaire, fibulaire commun et tibial. Ce choix s'explique par leur accessibilité, la reproductibilité des tracés et la fréquence de leur implication dans les PIDC. Toutefois, certains nerfs dits « secondaires » — tels que le radial, le musculo-cutané ou le sus-épineux — peuvent également être atteints, en particulier dans les formes atypiques. Leur intégration dans cette approche reste aujourd'hui limitée par l'absence de normes robustes, mais des études ont démontré la faisabilité de leur exploration (12).

L'établissement de références adaptées pour ces territoires représenterait une avancée importante pour améliorer la sensibilité diagnostique dans les formes frustes ou localisées.

Par ailleurs, notre travail s'est limité aux paramètres moteurs, en raison de l'absence actuelle de seuils quantitatifs clairement définis pour les nerfs sensitifs dans les critères de l'EFNS/PNS. Pourtant, les anomalies sensitives constituent un élément fondamental du diagnostic de PIDC. Le développement futur de normes en Z-score pour les paramètres sensitifs offrirait une perspective méthodologique précieuse pour une évaluation plus complète.

En termes de facteurs influençant les paramètres électrophysiologiques, nos résultats montrent que relativement peu de variables étaient modifiées par des covariables dans notre cohorte. Hormis la latence des ondes F-M, influencée comme attendu par la taille, et certaines variations d'amplitude en fonction de l'âge, la majorité des paramètres restaient stables. Cette observation contraste avec d'autres études de référence, où des effets plus marqués de l'âge, de la taille et du sexe étaient rapportés (9,11,13). Cette différence pourrait s'expliquer par l'hétérogénéité des échantillons utilisés dans ces différentes études.

En conclusion, la normalisation des critères électrophysiologiques moteurs des PIDC par Z-score représente une avancée prometteuse vers une lecture plus simple et harmonisée des données ENG. Elle constitue un outil potentiellement utile pour améliorer la fiabilité diagnostique, réduire la variabilité inter-centres, et affiner l'interprétation dans les cas à diagnostic incertain.

Conclusion

La normalisation des critères électrophysiologiques moteurs des PIDC par Z-score offre une réponse concrète aux limites actuelles des approches fondées sur des seuils fixes ou exprimés en pourcentage. En tenant compte de variables individuelles telles que l'âge ou la taille, cette méthode permet une interprétation plus simple et harmonisée des données électrophysiologiques. Elle facilite non seulement la détection d'anomalies subtiles, mais améliore également la comparabilité des diagnostics entre centres, en assurant une cohérence des critères et une reproductibilité optimale des évaluations.

Au-delà de ses avantages méthodologiques, l'approche par Z-score présente également un intérêt pratique majeur : une fois les critères de PIDC transformés en valeurs de Z-score, le clinicien ne doit plus manipuler des tableaux complexes et différents pour chaque nerf et ne doit plus s'inquiéter de covariables telles que l'âge et la taille. Il lui suffit de calculer un score unique, directement interprétable, avec des seuils pathologiques homogènes quels que soient le nerf exploré et les caractéristiques du patient. Cette simplification de l'analyse facilite ainsi l'intégration du Z-score dans la pratique courante et en fait un outil accessible pour l'évaluation des PIDC en routine clinique.

Références

1. Dyck PJ, Lais AC, Ohta M, Bastron JA, Okazaki H, Groover RV. Chronic inflammatory polyradiculoneuropathy. *Mayo Clin Proc.* 1975 Nov;50(11):621–37.
2. Rajabally YA, Fowle AJ, Van den Bergh PYK. Which criteria for research in chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy? an analysis of current practice. *Muscle Nerve.* 2015 Jun;51(6):932–3.
3. Van den Bergh PYK, van Doorn PA, Hadden RDM, Avau B, Vankrunkelsven P, Allen JA, et al. European Academy of Neurology/Peripheral Nerve Society guideline on diagnosis and treatment of chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy: Report of a joint Task Force—Second revision. *Eur J Neurol.* 2021;28(11):3556–83.
4. Doneddu PE, De Lorenzo A, Manganelli F, Cocito D, Fazio R, Briani C, et al. Comparison of the diagnostic accuracy of the 2021 EAN/PNS and 2010 EFNS/PNS diagnostic criteria for chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2022 Dec;93(12):1239–46.
5. De Lorenzo A, Liberatore G, Doneddu PE, Manganelli F, Cocito D, Briani C, et al. Impact of 2021 European Academy of Neurology/Peripheral Nerve Society diagnostic criteria on diagnosis and therapy of chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy variants. *Eur J Neurol.* 2024;31(4):e16190.
6. Van den Bergh PYK, Hadden RDM, Bouche P, Cornblath DR, Hahn A, Illa I, et al. European Federation of Neurological Societies/Peripheral Nerve Society Guideline on management of chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy: Report of a joint task force of the European Federation of Neurological Societies and the Peripheral Nerve Society — First Revision. *Eur J Neurol.* 2010;17(3):356–63.
7. Nicolas G, Attarian S. Comment j’explore une polyradiculoneuropathie inflammatoire démyélinisante chronique (PIDC) : focus sur les critères diagnostiques ENMG. *Prat Neurol - FMC.* 2022 Dec 1;13(4):213–6.
8. Vallat, J. M. “Polyradiculonévrites Inflammatoires Démyélinisantes Chroniques : Stratégie Diagnostique: Recommandations Du Groupe d’étude Français Des PIDC.” *Revue Neurologique*, vol. 161, no. 10, Oct. 2005, pp. 988–96, [https://doi.org/10.1016/S0035-3787\(05\)85166-5](https://doi.org/10.1016/S0035-3787(05)85166-5).
9. Stålberg E, Van Dijk H, Falck B, Kimura J, Neuwirth C, Pitt M, et al. Standards for quantification of EMG and neurography. *Clin Neurophysiol.* 2019 Sep;130(9):1688–729.
10. Falck B, Andreassen S, Groth T, Lang H, Melander M, Nurmi A, et al. The development of a multicenter database for reference values in clinical neurophysiology — principles and examples. *Comput Methods Programs Biomed.* 1991 Feb 1;34(2):145–62.
11. Dillingham T, Chen S, Andary M, Buschbacher R, Del Toro D, Smith B, et al. Establishing high-quality reference values for nerve conduction studies: A report from the normative data task force of the American Association Of Neuromuscular & Electrodagnostic Medicine. *Muscle Nerve.* 2016;54(3):366–70.
12. Galloway K, Gautam A, Hogan E, Rice E, Woodard C. Gender, side to side and BMI differences in long thoracic nerve conduction velocity: A novel technique. *Clin Neurophysiol Pract.* 2018;3:45–8.
13. Rivner MH, Swift TR, Malik K. Influence of age and height on nerve conduction. *Muscle Nerve.* 2001;24(9):1134–41.

Annexes

Annexe 1

Anomalie de conduction motrice fortement évocatrice de démyélinisation

Au moins un des critères suivants sur au moins deux nerfs:

1. Allongement de la latence distale motrice ($>50\%$ de la LSN, hors nerf médian).
2. Ralentissement de la vitesse de conduction ($< 70\%$ de la LIN).
3. Prolongation des ondes F ($>20\%$ de la LSN, ou $>50\%$ si l'amplitude distale est $< 80\%$ de la LIN).
4. Absence des ondes F en présence d'une amplitude distale $\geq 20\%$ de la LIN, accompagnée d'une autre anomalie évocatrice de démyélinisation sur un autre nerf.
5. Bloc de conduction $\geq 30\%$, $> 50\%$ si stimulation au point d'Erb, si l'amplitude distale est $\geq 20\%$ de la LIN (hors nerf tibial). Si un seul bloc de conduction sur un nerf, il faut un autre critère (critère 4 exclu).
6. Dispersion temporelle avec une augmentation $>30\%$ de la durée du pic négatif du PAGM entre les segments proximaux et distaux dans au moins deux nerfs ($\geq 100\%$ pour le nerf tibial).
7. Augmentation de la durée du PAGM distal sur au moins un nerf avec une autre anomalie de démyélinisation dans un autre nerf (en fonction des paramètres de filtre)

LSN: limite supérieur de la normale, LIN : limite inférieure de la normale, PAGM: potentiel d'action global moteur

Anomalies de conduction motrice faiblement évocatrice de démyélinisation

Mêmes critères que les critères motrices fortement évocatrices de démyélinisation mais sur un seul nerf

Anomalies de critères sensibles de démyélinisation

Au moins une anomalie sur au moins 2 nerfs sensitifs

- Allongement des latences
- Réduction des amplitudes
- Ralentissement des vitesses de conduction