

Exploration clinique et électroneuromyogramme des paralysies du plexus brachial

Clinical examination and electroneuromyogram of brachial plexus paralysis

Dr Georges de Korvin¹, Dr François-Charles Wang², Dr Pierrick Herbé^{3,4},
Dr Amélie Touillet^{3,4}, Dr Morgane Pihan⁵, Dr Céline Ladrat⁶, Dr Maxence Compagnat^{6,7},
Pr Jean-Christophe Daviet^{6,7}, Pr Laurent Magy⁸, Pr Jean-Yves Salle^{6,7}

1. Médecine Physique et de Réadaptation, Institut locomoteur de l'Ouest, 7 bd de la Boutière, 35760 Saint-Grégoire

2. Département de neurophysiologie clinique, CHU Liège, Sart Tilman, B-4000, Belgique

3. Centre Louis Pierquin, Institut Régional de Réadaptation, UGECAM Nord-Est, Nancy

4. DevAH, Université de Lorraine, Nancy

5. Neurologue, Hôpitaux Privés Rennais - Saint-Grégoire, 6 bd de la Boutière, 35760 Saint-Grégoire

6. Service de Médecine Physique et de Réadaptation, CHU Limoges

7. HAVAE, UR 20217, Université de Limoges

8. Service de Neurologie, CHU Limoges

AUTEUR CORRESPONDANT Georges de Korvin | Email : gdekorvin@free.fr

Médecine Physique et de Réadaptation, Institut locomoteur de l'Ouest, 7 bd de la Boutière, 35760 Saint-Grégoire

RÉSUMÉ

Dans l'imaginaire médical, les paralysies du plexus brachial renvoient à un sommet de complexité réservé à des « experts chevronnés ». Les situations d'explorations sont multiples correspondant à des atteintes plus ou moins sévères du plexus brachial dans différents contextes.

Il importe d'appliquer une méthode d'analyse structurée et d'être capable d'apporter des réponses à deux questions : où sont localisées les lésions ? Quels sont la gravité et le pronostic de celles-ci ? Ce sont les réponses à ces questions qui guideront la stratégie médico-chirurgicale et réadaptative.

Une bonne connaissance de la structuration anatomique du plexus brachial est la clé d'une analyse rationnelle. L'exploration électroneuromyographie (ENMG) n'a de sens que si elle est précédée d'une démarche clinique rigoureuse partant d'une démarche proximo-distale, du radiculaire vers le tronculaire.

Dans un contexte traumatique, l'ENMG n'est pleinement contributif qu'après 3 semaines d'évolution, lorsqu'apparaissent des potentiels spontanés de repos consécutifs à la dégénérescence wallérienne des nerfs les plus longs. Alors seulement, on peut faire la différence entre atteintes axonales et myéliniques, de pronostics très différents. Enfin, l'électromyographie (EMG) à l'aiguille sera essentielle au suivi évolutif car capable de déceler, avant l'amélioration clinique, des signes de repousse nerveuse et d'en évaluer la progression.

Mots clés : Plexus brachial, Paralysie, Électroneuromyographie, Dégénérescence wallérienne, Pronostic.

ABSTRACT

In medical imagination, brachial plexus paralysis is seen as the pinnacle of complexity, reserved for «seasoned experts.» There are numerous exploratory situations, corresponding to varying degrees of brachial plexus injury in different contexts.

It is essential to apply a structured analytical method and to be able to answer two questions: Where are the lesions located? What is their severity and prognosis? The answers to these questions will guide the medico-surgical strategy and Rehabilitation.

A sound knowledge of the anatomical structure of the brachial plexus is key to a rational analysis. Electroneuromyography (ENMG) exploration is only meaningful if it follows a rigorous clinical approach, proceeding in a proximal-to-distal direction, from the root level to the trunk level.

In a traumatic context, ENMG is only fully informative after three weeks, when resting spontaneous potentials appear as a result of Wallerian degeneration of the longest nerves. Only then can one distinguish between axonal and myelin injuries, which have very different prognoses. Finally, needle electromyography (EMG) is essential for monitoring progression, as it can detect signs of nerve regrowth before clinical improvement, and assess its progress.

Keywords: Brachial plexus, Paralysis, Electromyography, Wallerian degeneration, Prognosis.

Introduction

Dans l'imaginaire médical, les paralysies du plexus brachial renvoient à un sommet de complexité réservé à des « experts chevronnés ». Toutefois, même s'il n'appartient pas à une équipe hyperspécialisée, tout médecin pratiquant l'électroneuromyographie (ENMG) est confronté à des atteintes plus ou moins sévères du plexus brachial dans différents contextes. Il lui appartient alors d'appliquer une méthode d'analyse structurée et d'être capable d'apporter des réponses à deux questions : où sont localisées les lésions ? Quels sont la gravité et le pronostic de celles-ci ? Cela a des conséquences très pratiques sur le moral du patient et la stratégie médico-chirurgicale.

Une bonne connaissance de la structuration anatomique du plexus brachial est la clé d'une analyse rationnelle. D'une manière plus générale, elle sert aussi à bien comprendre et retenir la métamérisation tronculaire.

L'exploration ENMG n'a de sens que si elle est précédée d'une démarche clinique rigoureuse. L'anamnèse et l'examen clinique doivent permettre de formuler une hypothèse sur la nature et la topographie des lésions, et guider ainsi un examen parfois à la limite du supportable si le patient est déjà douloureux par ailleurs. Il faut alors savoir être économe en tests agressifs et sélectionner ceux qui ont le plus de valeur contributive au diagnostic.

Dans un contexte traumatique, l'ENMG n'est pleinement contributif qu'après 3 semaines d'évolution, lorsque ap-

paraissent des potentiels spontanés de repos consécutifs à la dégénérescence wallérienne des nerfs les plus longs. Alors seulement, on peut faire la différence entre atteintes axonales et myéliniques, de pronostics très différents. Dès le stade précoce, l'IRM peut révéler des avulsions radiculaires et des ruptures du plexus, en même temps que des lésions ostéo-articulaires. Ultérieurement, elle montrera aussi des anomalies de signal sur les muscles dénervés. Enfin, l'électromyographie (EMG) à l'aiguille sera essentielle au suivi évolutif car capable de déceler, avant l'amélioration clinique, des signes de repousse nerveuse et d'en évaluer la progression [1] [2].

1. L'anatomie du plexus brachial

Cinq aspects sont à connaître : la situation topographique du plexus, la structuration des voies nerveuses, la distribution sensitive, les réflexes et l'anatomie de la région toute proximale du plexus. Nous adoptons ici la terminologie anatomique moderne en troncs et faisceaux, plutôt que troncs primaires et secondaires.

1.1. LA SITUATION MORPHOLOGIQUE

Le plexus brachial naît des racines nerveuses dans le canal rachidien. Celles-ci traversent les foramen et forment trois troncs dans la région scalénique. De la sortie du défilé des scalènes à la région rétroclaviculaire, les

DOSSIER

troncs échantent des anastomoses, ce qui aboutit à former trois faisceaux, qui encadrent l'artère axillaire.

Ceux-ci passent alors dans la région axillaire haute en traversant le défilé costo-claviculaire où des compressions peuvent avoir lieu, particulièrement du faisceau médial sur la 1ère côte ou une côte surnuméraire.

Dans la région axillaire, les faisceaux se distribuent en troncs nerveux. La zone de transition est marquée par le petit pectoral. À ce niveau, il est difficile de faire la distinction entre atteintes pluri tronculaires et atteintes fasciculaires.

1.2. LA STRUCTURATION DU PLEXUS

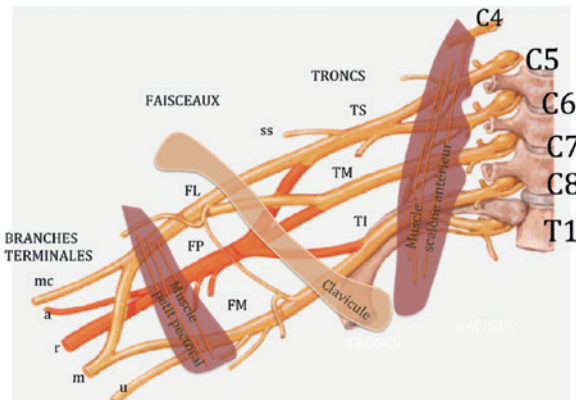
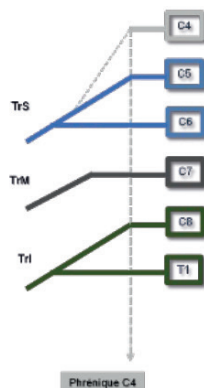


Figure 1. Schématisation du plexus brachial selon Netter et rapports anatomiques avec le muscle scalène antérieur, la clavicule, le muscle petit pectoral. TS : Tronc Supérieur ; TM : Tronc Moyen, TI : Tronc Inférieur, FL : Faisceau Latéral ; FP : Faisceau Postérieur ; FM Faisceau Médial ; ss : nerf supra-scapulaire, mc : nerf musculo-cutané, a : nerf axillaire ; r : nerf radial ; m : nerf médian ; u : nerf ulnaire (Lapegue3).

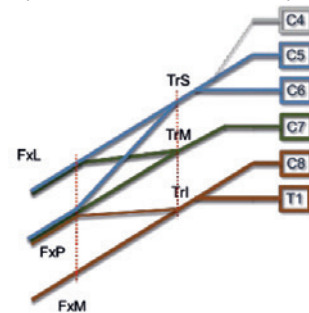
Le plexus brachial établit la transition entre les racines qui ont une topographie en bandes métamériques et les troncs nerveux dont la distribution ressemble à un patchwork.

Nous proposons une méthode assez simple pour mémoriser la structure anatomique du plexus brachial et de ses branches-clés :

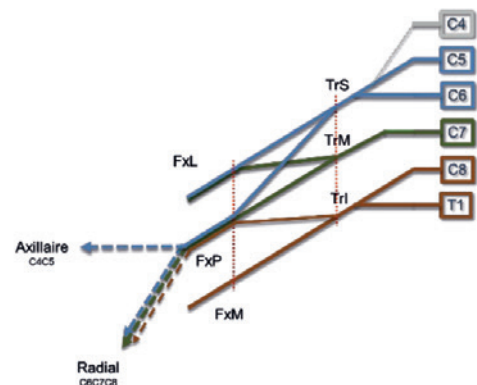
- ▶ Commencez par inscrire à la droite de la page, de haut en bas, les racines C5, C6, C7 et T1. Au-dessus, on inscrit aussi la racine C4 qui appartient au plexus cervical sus-jacent et peut apporter un petit contingent à C5, participant ainsi à l'innervation des muscles élévateur de la scapula et rhomboïde. De C4 naît le nerf phrénique et il est bon de toujours s'assurer du bon fonctionnement du muscle diaphragme.



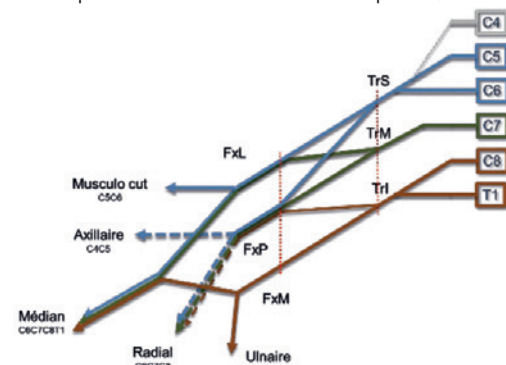
- ▶ Le tronc supérieur est formé par C5 et C6 (± C4), le tronc moyen par C7, le tronc inférieur par C8 et T1.



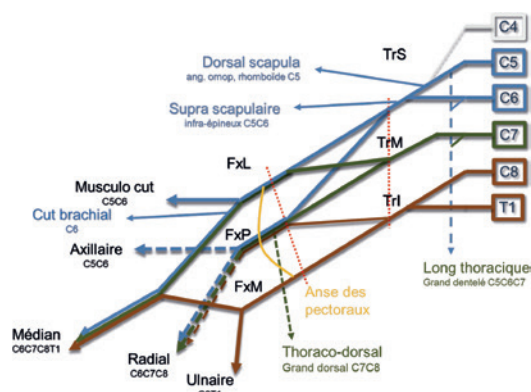
- ▶ On prolonge les axes des troncs qui deviendront ceux des faisceaux.
- ▶ Le tronc supérieur donne un contingent au faisceau postérieur
- ▶ Les troncs inférieur et moyen donnent respectivement un contingent aux faisceaux postérieur et latéral.
- ▶ Le tronc inférieur donne un contingent au faisceau postérieur. Classiquement, il ne reçoit rien, ce qui isole l'axe faisceau inférieur - nerf ulnaire.



- ▶ Ainsi constitués, les faisceaux vont se distribuer en nerfs principaux.
- ▶ Le faisceau postérieur se divise en nerf axillaire et nerf radial. Ainsi, une atteinte axillaire doit faire rechercher une atteinte radiale haute en testant le muscle triceps et inversement.
- ▶ Les faisceaux latéral et médial se rejoignent pour former le nerf médian dont on comprend ainsi la large origine métamérique et la répartition en « médian supérieur » (muscles rond pronateur et fléchisseur ulnaire du carpe) et « médian inférieur » (muscles long fléchisseur du pouce et court abducteur du pouce).



- Restent les « extrêmes » : le nerf musculo-cutané (muscle biceps) issu du faisceau latéral et le nerf ulnaire uniquement issu de l'axe C8T1 – tronc inférieur – faisceau médial.
- On a ainsi la structure de base. Il reste à y greffer les branches collatérales qui ont également une importance sémiologique :
- En proximal, on a successivement :
 1. Le nerf long thoracique qui innerve le muscle dentelé antérieur. Sa métamérisation est assez large, de C5 à C7, ce qui peut rendre son appréciation difficile.
 2. Le nerf dorsal de la scapula (C5) pour le muscle élévateur de la scapula et les muscles rhomboïdes.
 3. Le nerf suprascapulaire (C5C6), que l'on teste sur le muscle infra-épineux (rotation latérale de l'épaule).
- Dans la région des croisements, entre scalènes et clavicule, il n'y a pas de branche collatérale.
- La zone axillaire est marquée par l'anse des pectoraux, dont le testing n'est pas forcément très précis. Le faisceau latéral donne le nerf cutané brachial (C6) pour la face latérale du bras. Le faisceau postérieur donne le nerf thoraco-dorsal (C7C8) pour le muscle grand dorsal, rarement cité et qui peut être confondu avec le muscle trapèze. Le faisceau médial donne le nerf cutané médial de l'avant-bras (C8T1), qui n'est pas une branche du nerf ulnaire. C'est le premier concerné par une compression au défilé thoraco-brachial.



Ce schéma a été volontairement simplifié pour en faciliter la mémorisation. Toutes les collatérales sensitives n'y figurent pas. Dans le paragraphe suivant, nous évoquerons les mises au point récentes sur la distribution des myotomes, les échanges au niveau du plexus et les variations céphaliques ou caudales de la métamérisation [4].

1.3. PETITE MISE AU POINT SUR LES MYOTOMES

En 2023, Sonoo⁵ a publié une intéressante étude critique des tableaux de distribution radiculaire publiés dans les livres et les articles scientifiques. Il a notamment précisé les différentes méthodes utilisées pour établir ces métamérisations, en y ajoutant un certain nombre de données récentes. Son tableau des myotomes éclaire certaines constatations cliniques mal expliquées par les références classiques.

Tableau 1. Tableau d'innervation des myotomes d'après M Soono⁵

		C5	C6	C7	C8	T1
dorsal scapular N.	Rhomboid major	...				
suprascapular N.	Supraspinatus	...	.			
suprascapular N.	Infraspinatus	...	.			
thoracodorsal N.	Latissimus dorsi		.	...	.	
axillary N.	Deltoid	...	.			
musculocutaneous N.	Biceps brachii	...	..			
radial N.	Triceps brachii		.	...	..	
radial N.	Brachioradialis	...	.			
radial N.	Extensor carpi radialis longus	...	...			
radial N.	Extensor carpi radialis brevis		...	..		
radial N. (PI)	Extensor digitorum communis			..	...	.
radial N. (PI)	Extensor carpi ulnaris			.	...	
radial N. (PI)	Abductor pollicis longus			.	...	..
radial N. (PI)	Extensor pollicis brevis			.	...	..
radial N. (PI)	Extensor indicis			.	...	
median N.	Pronator teres		...	.		
median N.	Flexor carpi radialis		.	...		
median N.	Flexor digitorum sublimis					...
median N. (AI)	Flexor digitorum profundus (1st)				.	...
median N. (AI)	Flexor pollicis longus				..	...
median N. (AI)	Pronator quadratus				.	...
median N.	Abductor pollicis brevis				.	...
ulnar N.	Flexor carpi ulnaris			..	...	
ulnar N.	Flexor digitorum profundus (4th)			.	...	.
ulnar N.	Abductor digiti minimi				...	..
ulnar N.	Interossei dorsales				...	...

... major supply .. moderate supply . minor supply

On peut ainsi remarquer les points suivants :

- **La racine C5** innerve principalement les muscles rhomboïdes, supra et infra-épineux. Elle supplante C6 sur le muscle biceps brachial et, surtout, sur le muscle brachio-radialis que l'on a tort de considérer comme un bon muscle-clé C6.
- Les muscles extenseurs radiaux du carpe (ERC) doivent être différenciés : le muscle long ERC se partage entre C5 et C6, tandis que le muscle court ERC est C6-C7.
- **La racine C6** est identifiée au mieux par le muscle rond pronateur, qui peut néanmoins recevoir un contingent C7.
- **La racine C7** assure l'innervation principale des muscles dentelé antérieur, triceps brachial fléchisseur radial du carpe (FRD). Elle apporte des contingents modérés aux muscles court ERC et extenseur commun des doigts (ECD), ainsi que des contingents mineurs aux muscles l'extenseur ulnaire du carpe, extenseurs propres du pouce et de l'index, rond pronateur et fléchisseur commun profond des doigts.
- **La racine C8** se trouve au centre d'une innervation multi-métamérique des muscles longs et courts de la main. Elle innerve de manière prédominante les muscles extenseurs des doigts, particulièrement l'extenseur propre de l'index. En avant, elle prédomine au niveau des muscles innervés par l'ulnaire : fléchisseur ulnaire du carpe (FUC), partie ulnaire (4^{ème} chef) du muscle fléchisseur commun profond des doigts et du muscle abducteur du 5^{ème} doigt. Enfin, elle se partage à égalité avec T1 pour les muscles interosseux dorsaux.
- **La racine T1** est prédominante sur les muscles innervés par le médian : fléchisseurs communs profond des doigts (3 premiers chefs), fléchisseur commun superficiel, long fléchisseur propre du pouce, carré pronateur, court abducteur du pouce.

Les variations anatomiques sont nombreuses. On en trouvera le détail dans l'article de Yang [6], dont les études cadavériques ont montré de nombreuses d'anastomoses « aberrantes » au niveau du plexus brachial, dont certaines sont combinées avec celles observées plus en distal entre le nerf médian et le nerf ulnaire. Ces anastomoses peuvent expliquer des constatations électro-cliniques sortant de l'ordinaire, mais aussi des pseudo-récupérations partielles trop belles qui résultent d'un détournement anastomotique providentiel plutôt que d'une véritable repousse nerveuse.

Ainsi, la racine C8 peut donner une anastomose au faisceau latéral qui contribue à son tour au nerf ulnaire. En « construisant » le plexus brachial, nous venons d'affirmer que le nerf ulnaire résultait d'un axe en provenance exclusive de C8-T1. En fait, Sonoo [4] signale la possibilité d'un déficit du fléchisseur ulnaire du carpe dans des atteintes radiculaires C7, résultant d'une anastomose entre le faisceau latéral et le nerf ulnaire.

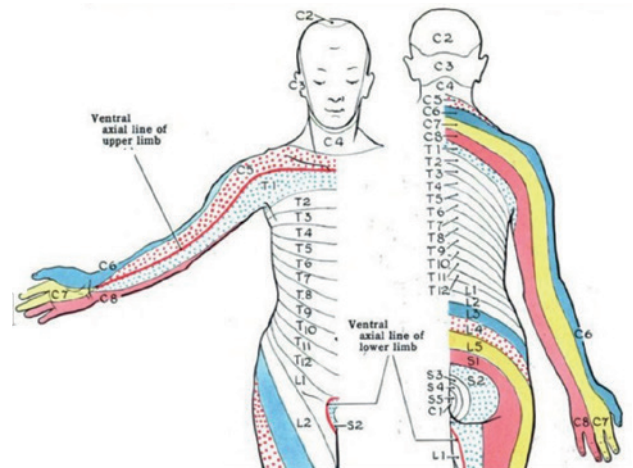
Il faut ajouter à cela que l'ensemble de la distribution métamérique peut être légèrement décalé en direction

céphalique ou en direction caudale, ce qui peut expliquer d'apparentes dissociations radio-cliniques dans l'étude des névralgies cervico-brachiales, mais aussi dans les atteintes proximales du plexus brachial.

1.4. LA DISTRIBUTION SENSITIVE

Deux distributions sensibles sont à connaître : radiculaire et tronculaire.

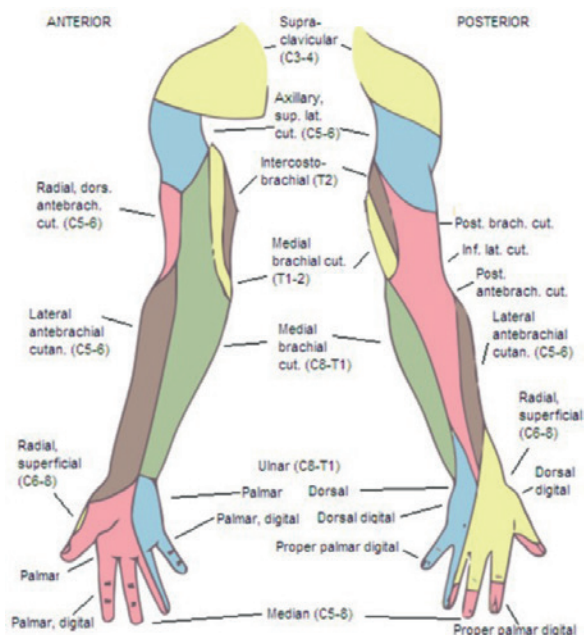
La distribution radiculaire est formée de bandes bien identifiables. C5 s'étend en avant du bras du moignon au coude. C6 est antérolatéral au bras, suit le bord latéral de l'avant-bras et les 2 premiers doigts. C7 forme une bande postérieure jusqu'au 3^{ème} doigt. C8 a un trajet ulnaire à l'avant-bras et aux 2 derniers doigts. T1 a une distribution plus proximale en région axillo-pectorale et à la face médiale du bras. Notons que C8 et T1 se partagent les muscles intrinsèques, T1 prédominant au niveau des muscles thénariens et C8 au niveau des muscles hypothénariens [6].



Notons aussi qu'une ligne partant du creux axillaire sépare les métamères extrêmes C5-C6 et C8-T1.

La distribution tronculaire ressemble à un patchwork, mais il faut retenir quelques particularités importantes :

- Le plexus cervical déborde la ligne acromio-claviculaire et intéresse la partie supérieure du moignon de l'épaule. C5 et le nerf axillaire doivent donc être testés plus bas.
- La face latérale du bras dépend du nerf cutané brachial, directement issu du faisceau latéral.
- Le bord latéral de l'avant-bras dépend du nerf musculo-cutané et C6.
- Le bord médial de l'avant-bras ne dépend pas du nerf ulnaire mais du nerf cutané médial de l'avant-bras. Pour mémoire, le bord médial du bras dépend du nerf cutané médial du bras.
- Le nerf médian et le nerf ulnaire se partagent la main, surtout la face palmaire, mais n'innervent pas l'avant-bras.
- Le territoire sensitif du nerf radial se partage entre C6 et C7. La branche terminale sensitive intéresse principalement le dos de la main et des trois premiers doigts. Première commissure, pouce et index se rapportent à C6. Les branches collatérales du bras et à l'avant-bras sont postérieures et se rapportent à C7.



1.5. LES RÉFLEXES

Ils sont généralement bien connus : deltoïde C5 (peu utilisé), bicipital C5-C6, stylo-radial C6, tricipital C7, cubito-pronateur C7-C8.

Figures issues du cours de G De Korvin [4].

1.6. L'ANATOMIE PROXIMALE

Chaque racine est formée par un faisceau ventral moteur et un faisceau dorsal sensitif. Les corps cellulaires des fibres sensitives forment un ganglion spinal dont l'intégrité conditionne la survie des fibres nerveuses. En cas d'avulsion, la lésion est « préganglionnaire », au sens anatomique, et le ganglion est préservé. Les fibres nerveuses continueront à fonctionner, mais l'influx nerveux ne parviendra pas à la moelle. On a ainsi une anesthésie, mais les potentiels sensitifs restent retrouvés en stimulodétection. Si la lésion touche le ganglion (hernie foraminale latéralisée) ou si elle est plus distale, la dégénérescence wallérienne fera disparaître les potentiels sensitifs.

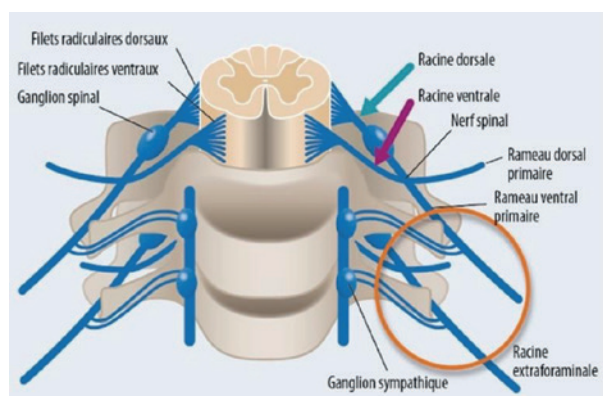


Figure 2. Schéma de l'anatomie proximale [2]

Les racines nerveuses se divisent en branches ventrales pour le membre et branches dorsales pour la région paravertébrale postérieure. Il peut être intéressant d'y rechercher une activité EMG spontanée au repos, mais ce n'est pas toujours confortable ni très utile.

En prévertébral se situe la chaîne sympathique en connexion avec les racines. Son atteinte est responsable du signe de Claude Bernard Horner (myosis-énophtalmie-ptosis), témoin d'une lésion proximale du plexus brachial inférieur.



Figure 3. Syndrome de Claude Bernard Horner. Collection personnelle J.Y. Salle

2. Anatomo-pathologie

Les fibres nerveuses sont groupées en fascicules rassemblés par du tissu conjonctif entre les mailles duquel se trouve du tissu adipeux. Ils sont également entourés d'un réseau microvasculaire qui joue un rôle très important dans la vitalité et les capacités de régénération du nerf.

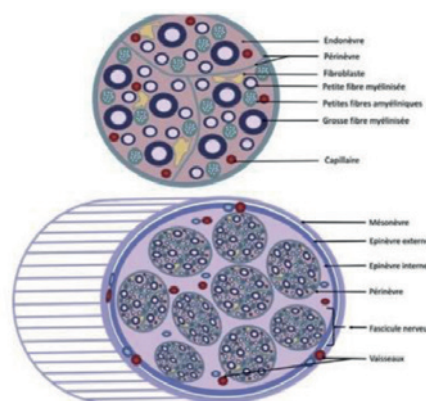


Figure 4. Nerf périphérique : aspect macroscopique et schéma de la structure interne [7]

Les nerfs peuvent être traumatisés par compression, étirement, section ou arrachement. **Les lésions qui en résultent ont été classées par Seddon, puis par Sunderland :** La classification de Seddon comporte 3 stades :

- **Neurapraxie** : les axones restent fonctionnels. Il s'agit d'une atteinte myélinique. Il n'y a pas d'amyotrophie. En stimulodétection, il existe un bloc de conduction en regard de la lésion.
- **Axonotmésis** : les axones sont lésés, mais les conduits conjonctifs sont conservés, ce qui permet une repousse dirigée.

► **Neurotmésis** : les gaines conjonctives sont coupées. La repousse est désorganisée.

La classification de Sunderland apporte des précisions au stade de neurotmésis, selon que l'endonèvre (degré 3), le périnèvre (degré 4) ou l'épinèvre (degré 5) est lésé, c'est-à-dire selon que la structure fasciculaire du nerf est plus ou moins dégradée.

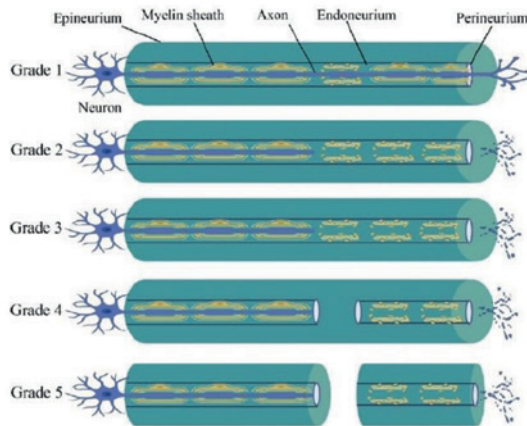


Figure 5. Classification des lésions nerveuses périphériques selon Sunderland [8]

Tous les stades au-delà de la neurapraxie correspondent à des **lésions axonales**. La partie distale des fibres subit une dégénérescence wallérienne avec repousse axonale à partir de l'extrémité proximale. Les fibres musculaires sont dénervées et leurs membranes deviennent électriquement instables, ce qui provoque une activité spontanée au repos : pointes positives et potentiels de fibrillation, très caractéristiques. Tant qu'elles sont fonctionnelles, ces fibres musculaires dénervées peuvent être recolonisées par bourgeonnement des unités motrices voisines (sprouting) ou bien par des fibres nerveuses nouvelles qui auront repoussé depuis la lésion si les conditions sont favorables. Pour que cette repousse se fasse, il faut une préservation ou une restauration par micro-chirurgie des guides conjonctifs. En principe, la dégénérescence wallérienne est complète en 9 jours pour les nerfs moteurs et 12 jours pour les nerfs sensitifs. La durée exacte dépend de la longueur des nerfs. Les signes de dénervation active à l'EMG de repos demandent trois semaines pour apparaître. Cela peut être plus court pour les muscles paravertébraux, plus long pour des muscles distaux au membre inférieur.

Bien sûr, les différents stades de lésions peuvent être mélangés. C'est ce qui fait l'intérêt du suivi clinique et électrophysiologique.

3. L'anamnèse

Il est important de reconstituer les circonstances précises et le mécanisme probable de l'atteinte du plexus brachial. Si l'on ne trouve pas assez d'éléments dans le dossier et à l'interrogatoire du patient, il ne faut pas hésiter à interroger les personnes qui s'en sont occupées.

3.1. LES TRAUMATISMES LAISSANT CRAINDRE UNE ATTEINTE PROXIMALE

Les accidents de la route, particulièrement à moto, sont de grands pourvoyeurs de lésions proximales du plexus brachial. **L'étirement vers le bas** (parfois en arrière), donne trois principaux tableaux (Wang 2) :

- Une atteinte complète avec rupture de C5-C6 et avulsion de C7, C8 et T1.
- Une rupture du tronc supérieur ou des racines C5-C6, en extra foraminaux.
- 15 % de ruptures pré et post ganglionnaires avec atteinte infra claviculaire (nerf axillaire, musculo-cutané, supra scapulaire).

Dans un contexte moins dramatique, on trouve des paralysies du plexus brachial supérieur lors d'une chute sur le moignon de l'épaule (impact antéro supérieur) ou de chute d'un objet lourd sur l'épaule (impact postéro supérieur). Le nerf spinal accessoire peut être également étiré au niveau de son émergence au foramen jugulaire.

L'étirement vers le haut du plexus brachial inférieur est typiquement provoqué par un mouvement de rattrapage brutal en suspension, par exemple en tombant d'un arbre ou d'un échafaudage. Il est volontiers responsable d'une avulsion de C7 à T1, de très mauvais pronostic.

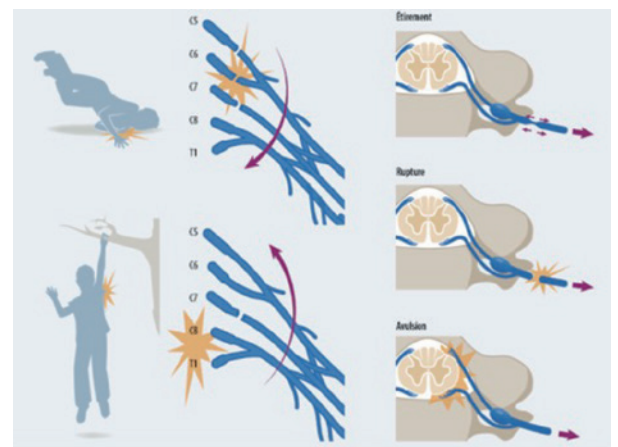


Figure 6. Illustrations des traumatismes à l'origine d'une rupture C5C6C7 (en haut) et d'une avulsion des racines C7C8D1 (en bas) [2]

3.2. LES TRAUMATISMES PLUS PÉRIPHÉRIQUES

Une fracture de la clavicule peut comprimer le faisceau médial contre la 1ère côte. Comme dans un syndrome du défilé thoraco brachial, le nerf cutané médial de l'avant-bras risque d'être touché en premier, donnant une hypoesthésie évocatrice de la face antéro-interne de l'avant-bras.

Les luxations de l'épaule et fractures du col huméral sont des causes bien connues de paralysie axillaire, à laquelle peut s'associer une paralysie des nerfs supra-scapulaire et musculo-cutané.

Le béquillage sous-axillaire donne classiquement une paralysie du nerf radial qui est en position postérieure.

Attention ! Un hématome ou un anévrisme au creux axillaire peut donner un syndrome de loge brachial aigu avec paralysie des nerfs médian et ulnaire. La chirurgie de décompression doit être réalisée en urgence. Or les symptômes sont souvent noyés par le contexte traumatique. C'est dire l'importance d'un examen neurologique complet devant tout traumatisme de la racine du membre supérieur.

3.3. LES AUTRES CAUSES MÉCANIQUES

La **paralysie obstétricale** peut être passée inaperçue à la naissance, après un accouchement difficile par forceps. On en fait ainsi le diagnostic devant des jeunes gens qui se plaignent de leur épaule, qui a un aspect difforme avec des amyotrophies et des compensations musculaires surprenantes. L'atteinte peut être post ganglionnaire, parfois pré et post-ganglionnaire. Cinquante pour cent sont C5C6, 35 % sont C5, C6 et C7. Le nerf spinal accessoire peut également être lésé.

Les **atteintes iatrogènes** représentent 7 à 10 % des paralysies du plexus brachial. Il peut s'agir d'une atteinte post-opératoire du tronc supérieur, généralement une neurapraxie régressive. La chirurgie antérieure de l'épaule, notamment la chirurgie coracoïdienne peut toucher le nerf musculo-cutané. Lors d'un pontage corona-rien avec sternotomie médiane, on peut avoir une atteinte radiculaire extra foraminale C8 par traction lors de l'écartement des parois costales, laissant préservée la racine T1, notamment le muscle court abducteur du pouce.

3.4. LES CAUSES MÉDICALES

Les **néoplasies** peuvent être en cause de deux manières.

- ▶ une plexopathie infiltrative, généralement douloureuse, produit une atteinte axonale extra foraminale T1 ou du tronc inférieur.
- ▶ des lésions post-radicales : elles se manifestent par des myokimies (secousses musculaires), des blocs de conduction infra claviculaires diffus puis des lésions axonales progressives.

Les **tumeurs primitives**, généralement bénignes (schwannomes, neurofibromes) touchent surtout la partie proximale du plexus au tronc supérieur et au tronc moyen. Attention à ne pas les confondre avec des ganglions que l'on prélèverait par inadvertance ! L'imagerie est importante pour faire la différence.

Le **syndrome de Parsonage et Turner** [9] intéresse principalement le plexus supérieur, le nerf long thoracique et le nerf supra-scapulaire. Le muscle trapèze peut être touché, bien qu'il dépende du nerf spinal accessoire et non du plexus brachial, mais le muscle sterno-cléido-mastôidien est préservé. Il y a aussi des formes distales, intéressant le nerf interosseux antérieur. Typiquement, on observe une épaule hyperalgique suivie d'une amyotrophie tandis que la douleur régresse. La phase hyperalgique donne lieu à des confusions diagnostiques avec la pathologie de coiffe et les capsulites.

Pourtant, c'est le moment où il est urgent d'en faire le diagnostic car la corticothérapie n'est efficace que si elle est précoce, avant l'installation de l'amyotrophie axonale. L'IRM peut montrer des anomalies nerveuses et un œdème des muscles dénervés. Classiquement l'atteinte est motrice pure, mais des troubles sensitifs sont possibles. Des atteintes bilatérales sont possibles aussi. Il faut donc vérifier l'autre épaule. Enfin, il existe des formes récidivantes, ce dont le patient doit être averti.

La **neuropathie motrice multifocale à blocs de conduction (NMMBC)** peut avoir une distribution variable et intéresser le plexus brachial. Elle est motrice pure et donne des blocs de conduction dans des zones qui ne sont pas des points de compression.

Enfin, l'**habitus du sujet** peut avoir un effet préjudiciable à la récupération : tabac, alcool, drogues, diabète.

4. L'examen clinique du plexus brachial

L'examen clinique est un temps majeur qui conditionne la qualité et la pertinence de l'exploration ENMG. Le patient est souvent dans une situation inconfortable, douloureux, parfois peu mobilisable en raison des lésions associées. Il faut néanmoins suivre un plan d'examen bien systématisé. La participation du patient peut être améliorée par une installation appropriée et des explications avant, pendant et après l'examen.

D'abord vérifier les paramètres vitaux, l'état de conscience et l'absence de signes neurologiques centraux, puis faire le bilan des lésions ostéoarticulaires ou musculotendineuses : lésions cervicales, costales, ceinture scapulaire, humérus. Le bilan de la sensibilité et l'étude des réflexes peuvent se faire presque en toutes circonstances. Le signe de Claude-Bernard-Horner est systématiquement recherché et l'on vérifie le diaphragme en demandant une poussée abdominale contre résistance.

L'examen moteur doit être aussi complet que possible, même sur un patient alité ou immobilisé. Les tests peuvent alors être faits en statique contre résistance. **Il faut toujours commencer par la racine et procéder de haut en bas.** On teste au minimum le muscle trapèze et les muscles de l'épaule (rhomboïdes, infra-épineux, grand pectoral, deltoïde). Le test du muscle dentelé antérieur peut être difficile, voire impossible si l'épaule doit être immobilisée. Un muscle infra-épineux préservé signe l'intégrité du nerf supra-scapulaire. Le muscle supra-épineux n'est intéressant à l'ENMG que si l'infra-épineux est déficient, pour isoler une lésion à l'échancrure spino-glénoïdienne. Inversement, il peut partiellement compenser une paralysie axillaire complète.

Plus bas, on étudie la flexion-extension du coude, les muscles de l'avant-bras et les intrinsèques. Il faut prêter attention à la participation respective du muscle biceps et du muscle brachial antérieur qui peuvent se compenser l'un l'autre. Le nerf interosseux antérieur (NIOA) est étudié en demandant de faire une prise pouce-index en O (« bec de canard » en cas d'atteinte du NIOA), et en testant la force du muscle long fléchisseur du pouce.

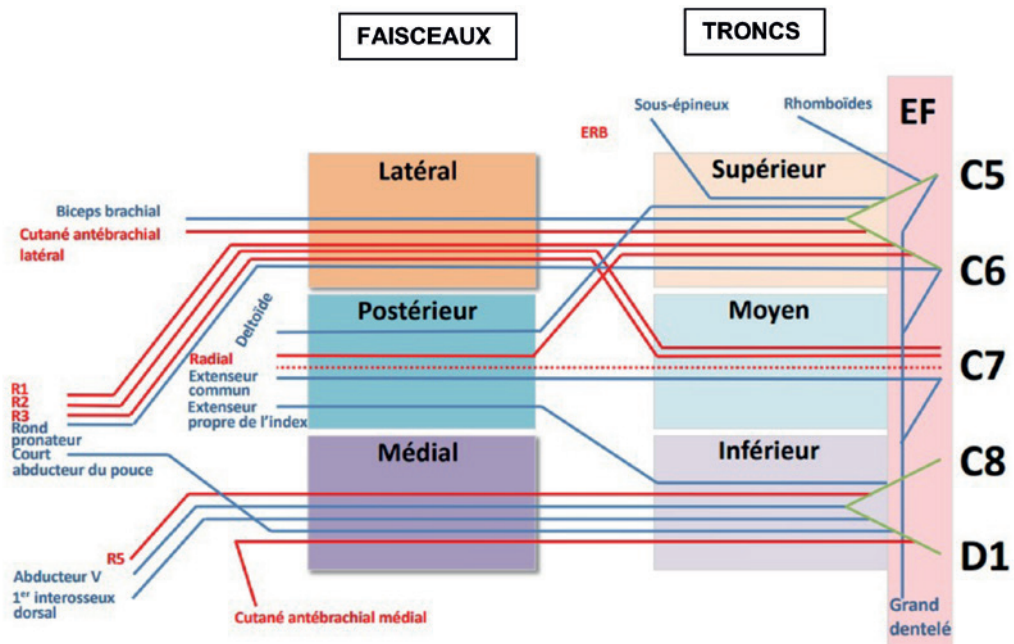


Figure 7. Schéma du plexus brachial destiné aux électroneuromyographistes [2]. En bleu, les muscles à privilégier dans l'exploration EMG. En rouge, les nerfs sensitifs à étudier en priorité. EF signifie «extra-foraminal».

Au terme de cette analyse clinique, on doit avoir une idée, au moins approximative, de la topographie lésionnelle : atteinte proximale, supérieure, moyenne et/ou inférieure laissant craindre une avulsion radiculaire, atteinte plus périphérique, préservant les branches proximales dans laquelle on essaiera de démêler les atteintes fasciculaires et les atteintes uni ou multi-tronculaires.

5. L'IRM des racines et du plexus brachial

L'IRM a un intérêt majeur dans l'étude des lésions du plexus brachial [10]. Il est important de bien documenter la demande à la lumière du bilan clinique, donner des arguments pour une lésion proximale ou pour situer une lésion plus distale. Il ne faut surtout pas se contenter de prescrire « une IRM du rachis ou de l'épaule » sans autre information. Les IRM à visée nerveuse répondent à des protocoles spécifiques.

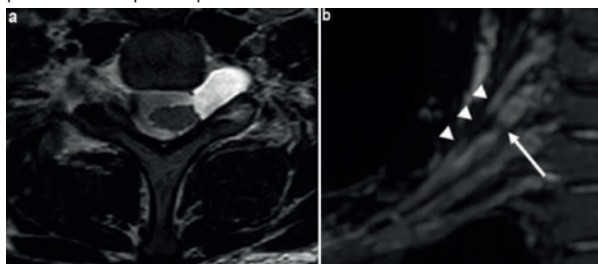


Figure 8. a : Myélo-IRM en coupe axiale : pseudo-méningocèle ; b : Séquence 3D STIR (reconstructions MIP coronales) : solution de continuité complète de la racine C5 droite (têtes de flèche) et rupture partielle de la racine C6 droite (flèche) avec névrome post-traumatique en amont de la zone de rupture [11].

Après la dégénérescence wallérienne, l'IRM montre un hypersignal T2 d'œdème sur les muscles dénervés. Cela peut contribuer à la cartographie des atteintes. À un stade tardif, elle ne montre plus que de la dégénérescence graisseuse du muscle dénervé.

6. Le bilan ENMG

6.1. LA STIMULODÉTECTION

Wang [2] a décrit la contribution potentielle de l'ENMG dans la phase précoce. Avant le 7^{ème} jour, une stimulation au point d'Erb et en dessous, si elle est réalisable, peut permettre de localiser un bloc de conduction supra-claviculaire (réponses normales dans le territoire paralysé) ou infra-claviculaire (réponse diminuée au point d'Erb, normale à la stimulation plus basse).

Au 12^{ème} jour, des potentiels sensitifs conservés dans un territoire anesthésique sont en faveur d'une atteinte pré ganglionnaire, potentiellement une avulsion. L'EMG peut affiner la cartographie clinique mais ne fournit pas d'argument pronostique. S'il n'y a pas de déficit sensitif, il faut penser, selon le contexte à une lésion des racines ventrales motrices, à un syndrome de Parsonage et Turner, voire à une NMMBC.

Après 3 à 4 semaines, l'ENMG produit le maximum de renseignements. L'apparition d'une activité spontanée de repos, que l'on détaillera plus loin, signe l'atteinte axonale. Dans ce cas, l'amyotrophie commence à être visible. Une conservation du volume des muscles est plutôt rassurante (neurapraxie probable).

La stimulodétection motrice avec recueil en surface permet théoriquement de situer des blocs de conduction nerveuse et de quantifier les atteintes axonales par la mesure de la surface des réponses. Selon la topographie clinique de l'atteinte, on le fait pour les nerfs de l'épaule, le médian et l'ulnaire. C'est plus difficile pour le radial en raison de sa topographie très postérieure au creux axillaire qui expose à des stimulations pluri-tronculaires, et de son trajet en spirale autour de l'humérus qui fausse la mesure des distances. Il faut donc bien s'assurer de la cohérence des réponses aux différents étages.

La comparaison avec le côté sain est souvent nécessaire, indispensable pour les nerfs proximaux dont on n'a qu'une latence distale. Le degré d'atteinte est évalué par la comparaison des surfaces plus que des amplitudes car les réponses peuvent être étalées par une atteinte inhomogène des fibres.

L'enregistrement des ondes tardives peut être utile à la détection précoce des atteintes du plexus brachial, avant que les autres anomalies puissent être détectées par l'étude des conductions motrices. En routine, l'enregistrement des ondes F s'effectue principalement après stimulation des nerfs médian et ulnaire (dépendant principalement des racines C8-T1). Il est moins fréquent d'étudier la réponse du nerf radial avec recueil sur l'anconé (C7). Ces anomalies des ondes tardives ont une grande sensibilité mais une faible spécificité. En pratique, l'étude des réponses F a surtout un intérêt dans l'exploration des polyneuropathies d'origine myélinique.

Les réponses sensitives renseignent sur le caractère pré-ganglionnaire ou non des lésions, c'est-à-dire située en amont du ganglion rachidien postérieur, n'entraînera pas de dégénérescence wallérienne et n'altérera donc pas les potentiels sensitifs. A contrario, une atteinte plexique, donc postganglionnaire, se traduira par une diminution des potentiels sensitifs dans le territoire intéressé. Mais les territoires proximaux ne sont pas explorables [12].

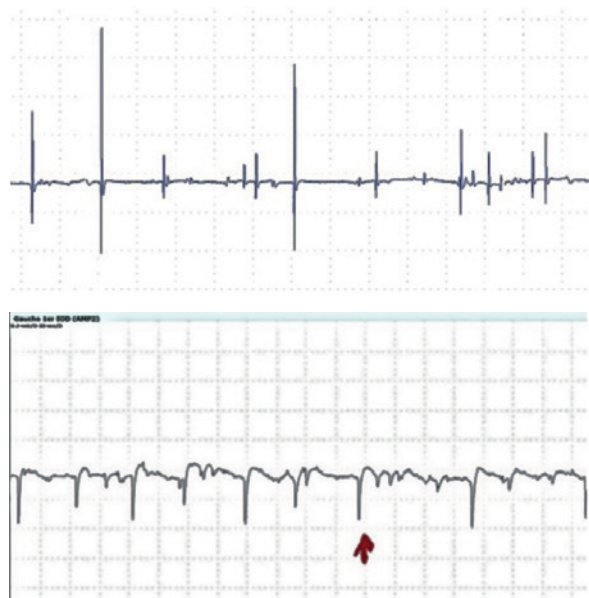
Des techniques alternatives peuvent être utilisées pour la mise en évidence de blocs proximaux. Il s'agit de la stimulation radiculaire au Digitimer mise au point par Mills et Murray [13] et de la méthode dite de triple stimulation imaginée par Roth et Magistris [14] et popularisée dans les neuropathies dysimmunitaires par l'équipe de Marseille [15]. Ce ne sont pas des techniques de routine et il faut y avoir été bien formé pour les utiliser de manière pertinente.

En pratique, il ne faut pas épuiser le patient ni perdre trop de temps à la réalisation des tests de stimulodétection, au détriment de l'exploration EMG à l'aiguille.

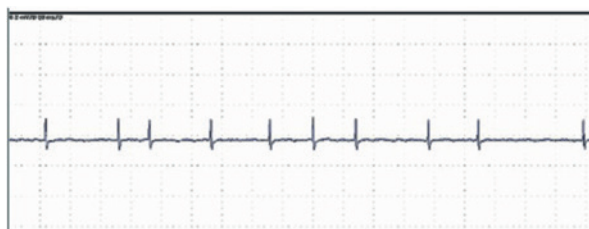
6.2. L'EMG À L'AIGUILLE

L'EMG à l'aiguille a en effet beaucoup plus d'intérêt s'il est conduit de manière raisonnée et minutieuse.

(Illustrations issues de la collection personnelle G. de Korvin)



Au repos, on recherche des potentiels brefs de fibrillation (potentiels fins et débutant par une positivité) et des pointes positives. Il ne faut pas les confondre avec les potentiels de plaque motrice, qui disparaissent si l'on déplace l'aiguille ailleurs dans le muscle. En outre, la piqûre dans la plaque motrice est douloureuse et la douleur disparaît quand on déplace l'aiguille. Il faut aussi faire la différence avec des micro potentiels d'activité volontaire, qui commencent par une négativité (vers le haut), sont moins fins et souvent polyphasiques. Cela peut être difficile au début de la repousse, lorsque le repos total est difficile à séparer d'une contraction volontaire infra-clinique.



Les potentiels de fibrillation et les pointes positives indiquent des fibres musculaires dénervées encore fonctionnelles, donc susceptibles d'être recolonisées. Ce sont donc à la fois des signes de gravité (atteinte axonale) et un indice d'espoir d'une repousse nerveuse possible tant qu'ils restent présents.

DOSSIER

La persistance d'un silence au repos ou d'une faible activité spontanée est plutôt rassurante, mais il faut se méfier de ne pas avoir fait un examen trop précoce. Dans le doute, on le renouvellera un mois plus tard, surtout si l'évolution clinique n'est pas rapidement favorable.

L'EMG en contraction volontaire permet de préciser la cartographie de l'atteinte plexique. Il joue un rôle de « *bio-feedback* » qui encourage le patient à mieux se contracter et confirme l'existence possible d'une contraction douteuse à l'examen clinique.

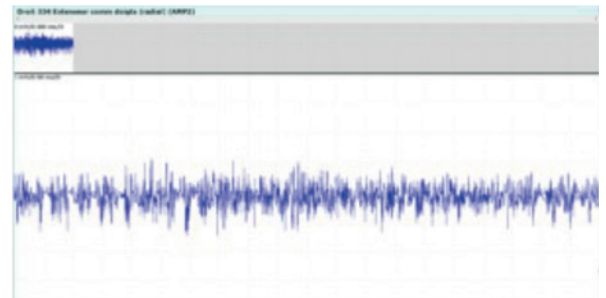
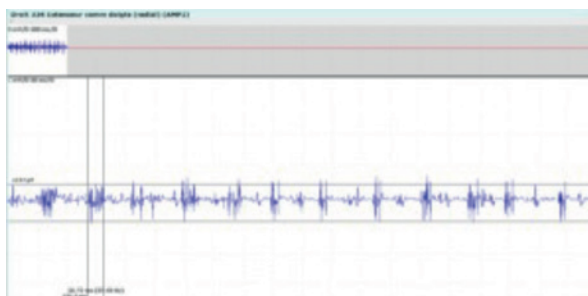
Sur les tracés volontaires, on observe trois types d'unités motrices :

1. les potentiels restants ont une amplitude et une forme normales, mais comme ils sont en nombre réduit, le tracé est appauvri et accéléré.
2. les potentiels polyphasiques de taille normale ou augmentée indiquent une compensation de l'appauvrissement axonal par un bourgeonnement distal (sprouting) des unités motrices. Ils peuvent s'accompagner d'une amélioration fonctionnelle mais le muscle reste fatigable car ce sont toujours les mêmes « qui rament ».
3. les micro-potentiels polyphasiques sont de bon augure s'ils sont nombreux et indiquent une réinnervation véritable. Au début, ces petites unités sont fragiles et il ne faut pas les surmener par des efforts prématurés.

La vitesse de repousse nerveuse est de 1 mm par jour, soit 3 cm par mois s'il n'y a pas d'obstacle à la repousse. Cela permet de calculer les délais de la réinnervation possible des différents étages. Si l'examen à la 4^{ème} semaine laisse des doutes, un nouvel examen pourra être réalisé entre un et trois mois plus tard.

Dans les cas favorables, les neurapraxies récupèrent en quelques jours à quelques semaines, mais parfois plus lentement, souvent mélangées à de l'atteinte axonale.

Dans les cas favorables d'atteintes axonales, les micro potentiels de réinnervation réapparaissent et s'enrichissent puis augmentent d'amplitude selon un ordre proximo-distal. Ils garderont un aspect polyphasique avec une durée allongée qui peut donner un aspect de pseudo-richesse du tracé. En parallèle, l'activité de repos connaît un pic, si on a fait le premier examen un peu trop tôt, puis décroît au fur et à mesure de la réinnervation.



Micro potentiels polyphasiques de réinnervation à contraction faible et à contraction forte. L'enrichissement est de bon pronostic (collection G. de Korvin)

Si la progression stagne à un niveau de force non fonctionnel, que les tracés ne s'enrichissent pas, un geste neurochirurgical peut être discuté, habituellement entre le 3^{ème} et le 6^{ème} mois après le traumatisme [16] [17]. Bien sûr, si une rupture réparable chirurgicalement est identifiée à l'imagerie du plexus ou de ses branches, celle-ci sera réalisée sans plus attendre en milieu spécialisé.

Dans les cas défavorables, l'activité volontaire ne s'enrichit pas, certains micro potentiels peuvent même disparaître car les fibres de repousse sont fragiles. La disparition de l'activité spontanée signe la dégénérescence graisseuse du muscle et la disparition de fibres musculaires susceptibles d'être recolonisées. On est alors définitivement au stade séquellaire. Aucun moyen de réinnervation par greffe ou neurotisation n'est plus possible. Seule une chirurgie palliative de transfert tendineux ou d'arthrodèse pourra être discutée.

Les délais critiques de récupération après suture sont classiquement [18] :

- ▶ Nerf médian : 9 à 32 mois,
- ▶ Nerf ulnaire : 16 à 29 mois,
- ▶ Nerf radial : 9 à 16 mois,
- ▶ Nerf musculo-cutané : 3,8 à 9 mois.

7. Les principales formes topographiques

7.1. PLEXUS BRACHIAL SUPÉRIEUR : PARALYSIE DE DUCHENNE -ERB (C5 C6)

Les avulsions C5 et C6 vont de pair.

7.1.1. L'analyse

Une atteinte sensitive est recherchée :

1. au niveau de la partie inférieure du moignon de l'épaule (C5 - plus haut, on est dans le plexus cervical C4) et à face latérale du bras (C6). Cette zone n'est pas exploitable par des potentiels sensitifs.

2. sur le territoire du nerf cutané latéral de l'avant-bras (C6, tronc supérieur, faisceau latéral). 3) sur le rameau sensitif du nerf radial (C6, tronc supérieur). Celui-ci est épargné si la lésion porte sur le faisceau latéral car les fibres vont du tronc supérieur au faisceau postérieur.
3. sur le nerf médian 1-2-3 (C6C7, tronc supérieur et moyen, faisceau latéral). C'est la part latérale du nerf médian qui innerve aussi le muscle rond pronateur.

La motricité est testée au niveau des muscles rhomboïdes (C5), épargnés si la lésion est plus distale sur les troncs ou faisceaux ; du muscle dentelé antérieur (racines C5 ± C6 et C7), épargné si la lésion est plus distale ; du muscle infra-épineux (C5C6, tronc supérieur, nerf supra scapulaire), épargné si la lésion siège sur le faisceau latéral ; du muscle deltoïde (C5C6, tronc supérieur), épargné si la lésion siège sur le faisceau latéral ; du muscle biceps brachial (C5C6, tronc supérieur, faisceau latéral, nerf musculocutané) ; du muscle brachioradial (C5C6, tronc supérieur, faisceau postérieur, nerf radial) ; du muscle rond pronateur (C6, tronc supérieur, faisceau latéral, nerf médian), épargné si la lésion est C5 extra foraminale isolée.

Les réflexes concernés sont le deltoïdien (C5), le bicipital (C5C6) et le stylo-radial (C6).

7.1.2. La synthèse

Avulsion C5C6 : hypoesthésie dans le territoire radial (avant-bras et main), dans le territoire du nerf musculo-cutané (face latérale de l'avant-bras), du nerf médian au pouce. Les potentiels sensitifs sont normaux. Dénervation des muscles rhomboïdes et dentelé antérieur.

Atteinte isolée C5 : hypoesthésie antérolatérale du bras, mais pas d'exploration possible en stimulo-détection. EMG des muscles paravertébraux : recherche d'une activité de repos indiquant une lésion en amont du rameau dorsal primaire. Le muscle rond pronateur (C6) est indemne. Le muscle brachio-radial (C5C6) peut présenter une activité de dénervation.

Atteinte extra foraminale C5, C5C6 ou tronc supérieur : pour tous, altération des potentiels sensitifs sur les nerfs radial, musculo-cutané et médian, dénervation des territoires C5 et C6. Mais les muscles rhomboïdes et dentelé antérieur sont préservés si la lésion intéresse le tronc supérieur au delà des émergences des rameaux moteurs.

Atteinte du faisceau latéral : préservation de la sensibilité du territoire radial (dos de la 1ère commissure) car la voie passe par le faisceau postérieur. Préservation du muscle infra-épineux (nerf supra-scapulaire) et du muscle deltoïde (nerf axillaire, faisceau postérieur).

7.2. LE PLEXUS MOYEN ET POSTÉRIEUR

Il est formé dans l'axe de C7 avec les contributions des troncs supérieur et inférieur. Son atteinte est rarement isolée. Elle s'intègre soit dans une atteinte supérieure, soit dans une atteinte inférieure.

7.2.1. L'analyse

La sensibilité suit la bande C7, postérieure au bras et à l'avant-bras jusqu'au dos de la main et des doigts.

Motricité : on recherche une atteinte des muscles triceps, extenseur radial du carpe (C6C7), extenseurs des doigts (C7C8) et fléchisseur radial du carpe (C7). Attention ! Le muscle extenseur propre de l'index dépend de C8. En proximal, on regarde les muscles grand dorsal et dentelé antérieur. S'il n'y a pas d'atteinte C6, les muscles biceps, brachio-radial et rond pronateur sont épargnés.

Réflexes : tricipital, le réflexe cubito-pronateur peut être altéré dans une atteinte C7.

7.2.2. La synthèse

Arguments pour une avulsion C7 plutôt qu'une atteinte extra foraminale C7 ou tronc moyen : préservation des potentiels sensitifs du radial et du médian R2R3 alors que la zone est anesthésiée. L'avulsion de C7 est souvent associée à l'atteinte proximale C5C6. La dénervation du muscle dentelé antérieur peut être associée à une avulsion ou une atteinte extra foraminale C7.

Atteinte du faisceau postérieur : l'axe C7 a reçu la contribution de C6. On a une paralysie du nerf radial et du nerf axillaire. Mais le nerf musculo-cutané (muscle biceps, bord latéral de l'avant-bras) et le nerf cutané latéral du bras sont préservés. L'hypoesthésie touche le moignon (nerf axillaire), la face postérieure du bras et de l'avant-bras (mais pas la face latérale) et le dos de la main, du pouce à la moitié du 4ème doigt (nerf radial et ses branches collatérales). Le potentiel sensitif du nerf radial est aboli.

7.3. LE PLEXUS BRACHIAL INFÉRIEUR : PARALYSIE DE DÉJÉRINE-KLUMPKE (C8T1)

7.3.1. L'analyse

La sensibilité est étudiée au niveau du 3ème doigt (médian), du 5ème doigt (ulnaire), du nerf cutané médial de l'avant-bras. Les potentiels sensitifs en territoire anesthésique sont préservés en cas d'avulsion.

L'atteinte musculaire touche tous les muscles intrinsèques de la main ; fléchisseurs des doigts ; extenseurs communs des doigts ; extenseur propre de l'index (radial C8), épargné dans l'atteinte du faisceau médial ; abducteur du petit doigt (C8 > T1), 1er interosseux dorsal (C8 > T1), court abducteur du pouce (T1 > C8), long fléchisseur du pouce.

Réflexes : cubito-pronateur.

Le signe de Claude-Bernard-Horner indique une atteinte des fibres sympathiques C8T1. Il est présent dans les lésions proximales pré ou extra-foraminales.

7.3.2. Synthèse

Avulsion C8T1 : le mécanisme est un étirement en suspension du bras. Il y a une hypoesthésie, mais les potentiels sensitifs sont retrouvés.

Atteintes extra-foraminales. Elles sont trouvées dans différentes circonstances :

1. sternotomie médiane ou syndrome de traversée thoraco-brachiale -> racines C8T1 extraforaminales ;
2. plexopathies malignes -> surtout le tronc inférieur ;
3. fracture de clavicule -> faisceau médial : disparition des potentiels sensitifs du nerf cutané médial de l'avant-bras, de l'ulnaire +/- du nerf médian.

Dans le syndrome de la traversée thoraco-brachiale, la compression prédomine sur T1 ou le contingent T1 du tronc inférieur. On étudie attentivement le nerf cutané médial de l'avant-bras et le muscle court abducteur du pouce.

7.4. LES LÉSIONS DES FAISCEAUX ET DES TRONCS

Elles ont déjà été évoquées ci-dessus. La méthode d'analyse clinique et ENMG est toujours la même : éliminer une atteinte proximale, essayer d'établir une topographie sensitive, motrice et réflexe que l'on confronte au schéma de structuration du plexus brachial.

L'exercice n'est pas toujours facile car les lésions peuvent être multiples et/ou partielles. Il permet néanmoins un suivi raisonné de la récupération nerveuse à l'ENMG, souvent en avance sur la clinique.

Il est intéressant de confronter les données cliniques et ENMG à une IRM du plexus bien réalisée.

Conclusion

Un article sur l'exploration du plexus brachial est toujours long car les cas de figure sont nombreux. Pour la pratique, il faut surtout retenir le schéma anatomique du plexus et ne pas hésiter à s'y référer devant le patient en lui expliquant la démarche d'examen. L'acceptation et la participation seront d'autant meilleures. Les formes topographiques n'ont pas besoin d'être apprises par cœur mais ces paragraphes peuvent servir de référentiel pour vérifier la cohérence de son interprétation cartographique.

L'évolution naturelle est également à bien connaître pour interpréter correctement l'évolution des tracés EMG, poser un pronostic pertinent et nourrir le dialogue avec les chirurgiens.

Il ne faut jamais sacrifier le temps clinique de l'anamnèse et de l'examen physique pour se précipiter à faire un ENMG plus ou moins sommaire. Si le temps imparti par l'organisation des consultations est limité, il vaut mieux reconvoquer le patient au terme d'un bilan clinique bien fait, en lui expliquant ce que l'on recherchera et comment on procèdera. Lorsqu'on doit revoir le patient dans un délai calculé en fonction de la durée théorique de repousse, l'examen pourra se limiter à l'examen de quelques muscles bien sélectionnés en fonction des constatations précédentes et de la distance par rapport à la lésion.

Lien d'intérêt : L'auteur déclare n'avoir aucun lien d'intérêt avec cet article

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Chomiki R., Paquin J.M., Petry D., Lustig D., Betz B. : Bilans de rééducation des lésions traumatiques du plexus brachial. *Rev. Réadapt. Fonct. Prof. Soc.* 1981 – 7 – P. 46-57
2. Wang F.C. Evaluation électroneuromyographique du plexus brachial. Lettre du rhumatologue n°10, - décembre 2016. Accessible sur <https://www.edimark.fr/Front/frontpost/getfiles/24883.pdf>
3. Lapegue F., Faruch-Bilfeld M., Demon-dion X., Apredoaei C., Bayol M.A., Artico M., Chiavassa-Gandois H., Railhac H., Sans N. Échographie du plexus brachial, aspect normal et applications pratiques - 20/03/14 Doi : 10.1016/j.jradio.2014.01.
4. Georges De Korvin. Cours d'ENMG. <https://www.enmgdekorvin.fr/membre-superieur/nevralgies-cervicobrachiales/>
5. Sonoo M. Recent advances in neuroanatomy: the myotome update. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2023 Aug;94(8):643-648. doi: 10.1136/jnnp-2022-329696.
6. Wilbourn AJ, Aminoff MJ. AAEM mini-monograph 32: the electrodiagnostic examination in patients with radiculopathies. *American Association of Electrodiagnostic Medicine. Muscle Nerve.* 1998 Dec;21(12):1612-31. doi: 10.1002/(sici)1097-4598(199812)21:12<1612::aid-mus230.0.co;2-0.
7. Duchesne M. La biopsie nerveuse dans le diagnostic des neuropathies périphériques. *Ann Pathol.* 2023 mars;43(2):83-95. doi: 10.1016/j.annpat.2022.11.003.
8. Li C, Liu SY, Pi W, Zhang PX. Cortical plasticity and nerve regeneration after peripheral nerve injury. *Neural Regen Res.* 2021 Aug;16(8):1518-1523. doi: 10.4103/1673-5374.303008.
9. Nens van Alfen and Baziél G. M. van Engelen. The clinical spectrum of neuralgic amyotrophy in 246 cases. *Brain* (2006), 129, 438-450.
10. Newhart H, Patterson J, Gunasekaran A, Pandey T2 Kumar M, Kazemi N. The Incremental Value of Magnetic Resonance Neurography for the Neurosurgeon: Review of the Literature. *World Neurosurg.* 2019 Feb;122:331-341. Doi 10.1016/j.wneu.2018.10.212.
11. F. Lersy, T. Willaume, G. Koch, G. Bierry, S. Kremer. Comment je fais une IRM du plexus brachial en pathologie traumatique ? *Journal d'imagerie diagnostique et interventionnelle* 2020;3:379-383, doi. org/10.1016/j.jidi.2020.05.011.
12. Rubin M, Lange DJ (1992) Sensory nerve abnormalities in brachial plexopathy. *Eur Neurol* 32: 245-7 doi: 10.1159/000116834.
13. Mills KR, Murray NM (1986) Electrical stimulation over the human vertebral column: which neural elements are excited? *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 63: 582-9
14. Roth G, Magistris MR (1989) Identification of motor conduction block despite desynchronisation. A method. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 29: 305-13
15. Attarian S, Azulay JP, Verschuereen A et al. (2005) Magnetic stimulation using a trip-lestimulation technique in patients with multifocal neuropathy without conduction block. *Muscle Nerve* 32: 710-4
16. A Durandeau. Notre expérience des lésions nerveuses iatrogènes des nerfs périphériques e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, 2012, 11 (2) : 020-0242
17. J. Ryan Hill, Steven T. Lanier , Liz Rolf, Aimee S. James, David M. Brogan, and Christopher J. Dy :Trends in Brachial Plexus Surgery: Characterizing Contemporary Practices for Exploration of Supraclavicular Plexus. *HAND* 2023, Vol. 18(1S) 14S-21S. doi. org/10.1177/15589447211014613
18. Zachary: cité dans Sunderland S : *Nerves and nerve injuries* (2d edition) : Churchill Livingstone (ed), 1978. Cités dans : Campus de neurochirurgie : *Traumatismes des nerfs périphériques*. https://campus.neurochirurgie.fr/IMG/article_PDF/article_408.pdf