

Olivier CHOQUET
(Marseille)

Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital de la conception, 147 Boulevard
Baille, 13385 Marseille cedex 05
Email : Olivier.Choquet@mail.ap-hm.fr

Pour réaliser un BNP, l'anesthésiste localise le(s) nerf(s) concerné(s) par la zone opérée pour l'(es) imprégner d'anesthésique local sans l'(es) abîmer. Chronologiquement, la recherche de paresthésies mécaniques (PM), la neurostimulation, et depuis quelques années l'échographie se sont succédées. La guerre NS - ultrasons (US) va t-elle remplacer la guerre NS – PM ?

L'injection à distance ou hors de l'espace de diffusion provoque un échec technique qui impose la réalisation d'injections multiples avec de grands volumes, de blocs de complément et/ou le recours à une autre technique d'anesthésie. A l'inverse, l'injection intraneurale provoque une violente douleur. Elle doit être évitée car on lèse le nerf : Cette conception simpliste de la lésion nerveuse est erronée. Dans la première partie de l'exposé, nous allons démontrer que l'injection neurale est possible et qu'elle n'est pas synonyme de lésion nerveuse. Dans la seconde partie, nous tenterons de prouver que NS et US sont d'excellents alliés potentiels pour l'efficacité et la sécurité des blocs.

1. L'éternel recommencement de l'Histoire

Halsted en 1884 injectait 0,5 ml d'une solution de cocaïne à l'intérieur de chaque racine d'un plexus brachial exposé chirurgicalement pour l'anesthésier. Quelques années plus tard avec la novocaïne, Pauchet [1] détaille l'injection directe endo-nerveuse à ciel ouvert : « *des troncs mis à nu peuvent être interrompus en y injectant un peu de solution à 1/2 p.100 ou 1 p. 100. Il se produit alors un gonflement fusiforme du nerf qui, du reste, disparaît rapidement. Le liquide injecté diffuse des deux côtés, c'est pourquoi une injection endo-neurale peut agir sur les rameaux du nerf qui ont quitté le tronc à proximité du point injecté* » ... Pour l'injection péri-nerveuse ou endo-nerveuse par voie sous cutanée, il précise que « *l'anesthésie, à travers la peau, de gros troncs nerveux isolés, souvent associée à l'infiltration périphérique, est soumise à certaines règles : la recherche des troncs nerveux avec la pointe de l'aiguille est indispensable... Un très bon indice dans tous les cas est fourni par les paresthésies rayonnant vers la périphérie, qui succèdent au contact du nerf par l'aiguille... Le temps qu'il faut attendre après l'injection dépend de la façon dont on a atteint les nerfs. Si on met l'aiguille*

dans le tronc, ce qui arrive pour le trijumeau, l'interruption est presque instantanée. Si l'on a pu injecter l'anesthésique local qu'autour du nerf, cinq à vingt minutes se passent avant l'interruption. »

2. Recherche de paresthésies mécaniques & Neurostimulation électrique

La localisation nerveuse reposait traditionnellement sur la recherche de paresthésies mécaniques. La paresthésie mécanique consiste à rechercher le nerf au moyen d'une aiguille en déclenchant des dysesthésies dans le territoire correspondantⁱⁱ. L'aiguille est alors en place et immobilisée pour injecter de l'anesthésique local. On considère, sans que cela ne soit prouvé, que la paresthésie mécanique est perçue par le patient lorsque la pointe de l'aiguille touche le nerfⁱⁱⁱ. En Europe, on critique cette technique subjective, désagréable, et nécessitant la participation du patient qui décrit une sensation similaire à celle obtenue en se heurtant le nerf ulnaire au coude. Cette technique est extrêmement controversée, particulièrement lorsque les paresthésies sont provoquées avec des aiguilles à biseau long qui augmenteraient le risque de ponction nerveuse^{iv v}. Elle s'accompagnerait d'un risque de complications neurologiques postopératoires plus important que la technique de neurostimulation^{vi}. La recherche intentionnelle de paresthésies mécaniques est déconseillée et la neurostimulation électrique est recommandée^{vii}. Toutefois, elle reste considérée comme une technique de référence, notamment dans les pays anglo-saxons^{viii}.

Depuis ces 20 dernières années en France, la neurostimulation électrique (NS) a supplanté la recherche de paresthésies mécaniques pour localiser les nerfs lors des BNP. Les neurostimulateurs récemment commercialisés sont fiables et calibrés pour administrer un courant constant pour de plus faibles intensités, avec une précision au centième de mA et des durées longues de stimulation. Contrairement aux modèles anciens, ils permettent donc d'affiner davantage le repérage sans nécessiter la participation du patient. La procédure usuelle consiste à débiter la recherche à environ 2 mA pour une durée de 0,1 ms. Une quantité de courant plus importante doit être appliquée en début de procédure pour détecter le nerf à distance, puis l'aiguille est guidée pas à pas vers le nerf en conservant la réponse pour un courant de plus en plus faible^{ix}. La procédure de NS, utilisée par la plupart des anesthésistes et préconisée par les recommandations de pratique clinique de Sfar, n'est pas une garantie absolue contre les complications neurologiques^x. Elle s'accompagne d'un taux d'échec significatif qui nécessite des compléments et des conversions anesthésiques elles mêmes non dénuées de risques. Des neuropathies sont rapportées lors de blocs nerveux en neurostimulation que des paresthésies mécaniques involontaires soient survenues ou non^{xi xii}.

Une conduite moderne et plus élaborée, sécuritaire et efficace pour l'anesthésie des nerfs périphériques doit donc être recherchée.

Avec la neurostimulation, l'injection est en théorie réalisée avant le contact du nerf. Cependant, des paresthésies mécaniques involontaires lors d'une procédure de neurostimulation surviennent souvent mais elles ne s'accompagnent pas de lésion neurologique^{xiii}. Classiquement, l'aiguille est considérée comme étant en bonne place lorsqu'une réponse adéquate est obtenue pour une faible charge de courant. L'injection lorsque la réponse persiste pour de très faibles intensités (< à 0,2 mA pour 100 ms) n'est pas recommandée, car elle témoignerait de la proximité immédiate du nerf et s'accompagnerait d'un risque d'injection intraneurale. Au contraire, même pour une intensité de l'ordre de 0,5 mA pour 0,1 ms, la disparition de la réponse en diminuant encore celle-ci, permettrait de vérifier que la pointe n'est pas au contact des fibres nerveuses. Une polémique entre recherche intentionnelle de paresthésie et NS^{xiv xv} a conduit à préciser récemment les règles de la procédure de NS^{xvi xvii xviii xix} : utilisation d'un stimulateur de nerf adéquat, calibré, comportant des alarmes de défaut de circuit électrique ; contrôle de l'intégrité du circuit avant de débiter la recherche et tout au long de la procédure ; absence de réponse en NS à très faible intensité (en dessous de 0.2 mA – 0,1 ms) ; réponse nette à faible intensité (autour de 0,5 mA) aiguille libre ; disparition instantanée de la réponse à l'injection du premier ml d'anesthésique local, augmentation de l'intensité et réponse motrice facilement retrouvée, injection facile et indolore, sans résistance. L'intensité minimale de stimulation (IMS) lors de l'approche d'un nerf pour les blocs périphériques est définie comme étant la plus faible intensité pour laquelle une réponse en neurostimulation électrique est observée et en dessous de laquelle cette réponse disparaît. On pensait que l'IMS correspondait à une position de l'aiguille au plus près du nerf sans le toucher. A l'inverse, on considérait que la persistance de la réponse pour une très faible quantité de courant témoignait d'une position intraneurale de l'aiguille. Ces convictions viennent d'être infirmées par échographie.

3. Echographie

L'échographie se développe lentement^{xx}. Elle n'est pratiquée actuellement que par quelques équipes en France mais son développement est inéluctable. L'échographie permet à présent de visualiser précisément l'aiguille, les nerfs et leurs rapports lors des BNP superficiels. Le nerf périphérique (tronculaire) est constitué de fascicules entourés par leur périnèvre séparés par du tissu conjonctif lâche, l'ensemble étant entouré par l'épinèvre. En échographie, sa

composition donne au nerf une apparence caractéristique hétérogène en nid d'abeille. Chez les patients échogènes, l'échographie permet de discerner le nerf, de regarder l'aiguille s'en approcher, le pousser et même y pénétrer. Elle permet aussi de suivre l'injection. La pratique actuelle consiste à suivre l'injection pour s'assurer que l'anesthésique local diffuse au contact du nerf cible. L'aiguille est repositionnée en cours d'injection pour optimiser la diffusion périnerveuse sans injecter en intraneural. La procédure optimale d'anesthésie d'un nerf sous échographie n'est pas déterminée et n'a pas été étudiée. Le recul n'est pas suffisant pour estimer son taux de succès et de complication.

Les premières publications qui utilisent l'échographie comme technique de localisation prouvent que le contact nerf aiguille est fréquemment visualisé sans déclencher de paresthésie mécanique ni de réponse en NS jusqu'à 1 mA^{xxi}. Elles démontrent aussi que des pénétrations nerveuses surviennent la plupart du temps sans paresthésie mécanique^{xxii}. Ainsi, des injections intraneurales avec gonflement du nerf ont été visualisées sans douleur ni lésion nerveuse séquellaire lors de blocs axillaires en échographie. Par ailleurs, lors d'études expérimentales chez le chien, l'injection intraneurale avec une pression élevée s'accompagne de lésions fasciculaires persistantes contrairement à l'injection intraneurale à basse pression^{xxiii}. Ces données sont cohérentes avec celles de la microneurographie où les fascicules des nerfs sont délibérément ponctionnés avec des aiguilles à peine plus petites que celles utilisées pour les blocs périphériques : la majorité des patients décrivent des paresthésies mécaniques lorsque les fascicules sont empalés, mais seulement 10% d'entre eux présentent des paresthésies qui persistent quelques jours. Les NS sophistiqués récents dont nous disposons permettent de différencier entre une position intra et extrafasciculaire, le courant nécessaire pour stimuler en intrafasciculaire étant beaucoup plus faible^{xxiv}.

Ces données récentes cliniques échographiques et expérimentales animales remettent donc en cause les préceptes de recherche de paresthésie et de la NS : les dogmes du contact aiguille-nerf entraînant systématiquement une paresthésie mécanique et de l'intensité minimale de stimulation basse témoin de proximité entre l'aiguille et la structure neurale sont donc mis à mal. Ces éléments conduisent à différencier à présent injection extraneurale périnerveuse, injection intraneurale extrafasciculaire et injection intraneurale intrafasciculaire^{xxv}. Une réponse persistante à très faible intensité témoigne en fait d'une probable position intrafasciculaire de l'aiguille en NS.

4. Synthèse et conclusion

En neurostimulation, il est possible que la sensation de passage de fascia puisse correspondre à une pénétration dans le nerf ; il est vraisemblable qu'un bloc qui s'installe lentement soit une injection extraneurale périnerveuse, alors qu'un bloc d'installation très rapide corresponde à une injection intraneurale extrafasciculaire comme l'avait expliqué Victor Pauchet ; une paresthésie mécanique inopinée témoigne probablement d'un contact fasciculaire ; une réponse à faible intensité reflète sa position juxtafasciculaire sans préjuger d'une situation intra ou extra neurale. Une paresthésie mécanique qui signe le contact fasciculaire, une injection près de nerf dans le plan profond sont sûrement des critères prédictifs d'efficacité.

En échographie dans de bonnes conditions, on peut différencier entre intra et extraneural mais pas entre intra et extrafasciculaire. En revanche, une procédure de neurostimulation optimisée permet de différencier entre intra et extrafasciculaire mais pas entre intra et extraneural. Ces hypothèses restent à prouver dans le cadre d'études prospectives. La combinaison neurostimulation échographie devrait permettre de différencier extraneural, intraneural, intrafasciculaire. Aujourd'hui, l'écho nous aide à mieux comprendre la neurostimulation. Les opposer dans une nouvelle guerre des nerfs est une erreur, les défis intéressants à relever sont d'une part de sécuriser la NS, et d'autre part de démocratiser l'échographie en anesthésie. La tâche est immense.

Références

- ⁱ Pauchet V, Sourdat P, Labat G, De Butler D'Ormont R - L'anesthésie régionale. Paris: Doin, 1927.
- ⁱⁱ Choyce A, Chan VWS, Middleton WJ, Knight PR, Peng P, McCarthney CJL.
What is the relationship between paresthesia and nerve stimulation for axillary brachial plexus block? *Reg Anesth Pain Med.* 2001 Mar-Apr;26(2):100-4.
- ⁱⁱⁱ Karaca P, Hadzic A, Yufa M, Vloka JD, Brown AR, Visan A, Sanborn K, Santos AC. Painful paresthesiae are infrequent during brachial plexus localization using low-current peripheral nerve stimulation. *Reg Anesth Pain Med.* 2003 Sep-Oct;28(5):380-3.
- ^{iv} Carter C, Sandberg W, Urmey WF, Stanton J. What happened to the paresthesia? *Anesthesiology.* 2003 Feb;98(2):588-90.
- ^v Choquet O, Jochum D, Estebe JP, Dupre LJ, Capdevila X. Motor Response following Paresthesia during Interscalene Block: Methodological Problems May Lead to Inappropriate Conclusions. *Anesthesiology.* 2003 Feb;98(2):587-8.
- ^{vi} Jochum D. Intérêts et limites du neurostimulateur dans la réalisation des blocs périphériques. Consensus et controverses en Anesthésie locorégionale. *JEPU* 2002.
- ^{vii} Jochum D. Quelles recommandations pour les techniques de repérage des blocs plexiques et tronculaires des membres? In: Sfar, Eds. Les blocs périphériques des membres chez l'adulte. Recommandations pour la pratique clinique. Paris: Elsevier; 2004. p. 69–92.
- ^{viii} Urmey WF, Stanton J. Inability to consistently elicit a motor response following sensory paresthesia during interscalene block administration. *Anesthesiology.* 2002 Mar;96(3):552-4.
- ^{ix} Choquet O, Feugeas JL. Neurostimulation électrique cutanée. *Le praticien en anesthésie-réanimation.* 2004;8(3):208-215
- ^x Auroy Y, Benhamou D, Bouaziz H, Ecoffey C, Mercier FJ, Narchi P, Samii K; Groupe SOS ALR. Les blocs nerveux périphériques : vérités d'hier et défis de demain. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2006 Jan;25:82-3.
- ^{xi} Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, Ecoffey C, Falissard B, Mercier FJ, et al. Major complications of regional anesthesia in France: the SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology* 2002;97:1274–80.
- ^{xii} Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F, Benz C. Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery: a prospective study. *Anesthesiology* 2001;95:875–80.
- ^{xiii} Fanelli G, Casati A, Garancini P, Torri G. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. *Anesth Analg* 1999;88:847-52
- ^{xiv} Urmey WF, Stanton J. Inability to consistently elicit a motor response following sensory paresthesia during interscalene block administration. *Anesthesiology.* 2002 Mar;96(3):552-4.
- ^{xv} Choquet O, Jochum D, Estebe JP, Dupre LJ, Capdevila X. Motor response following paresthesia during interscalene block: methodological problems may lead to inappropriate conclusions. *Anesthesiology.* 2003 Feb;98(2):587-8.
- ^{xvi} Jochum D, Iohom G, Diarra DP, Loughnane F, Dupre LJ, Bouaziz H. An objective assessment of nerve stimulators used for peripheral nerve blockade. *Anaesthesia.* 2006 Jun;61(6):557-64.
- ^{xvii} Jochum D, Iohom G, Dupre LJ, Bouaziz H. In defense of the peripheral nerve stimulation technique. *Anesth Analg.* 2006 Oct;103(4):1038-9
- ^{xviii} Choquet O, Feugeas JL, Capdevila X, Manelli JC. Défaut de circuit électrique et neurostimulation : cas cliniques et procédure de prévention. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2006 à paraître
- ^{xix} Hadzic A. *Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* McGraw-Hill Ed, New York, 2007, 2000p
- ^{xx} Gray AT. Ultrasound-guided regional anesthesia: current state of the art. *Anesthesiology.* 2006;104:368-73

^{xxi} Perlas A, Niazi A, McCartney C, Chan V, Xu D, Abbas S. The sensitivity of motor response to nerve stimulation and paresthesia for nerve localization as evaluated by ultrasound. *Reg Anesth Pain Med.* 2006;31:445-50.

^{xxii} Bigeleisen PE. Nerve puncture and apparent intraneural injection during ultrasound-guided axillary block does not invariably result in neurologic injury. *Anesthesiology.* 2006;105:779-83.

^{xxiii} Hadzic A, Dilberovic F, Shah S, Kulenovic A, Kapur E, Zaciragic A, Cosovic E, Vuckovic I, Divanovic KA, Mornjakovic Z, Thys DM, Santos AC. Combination of intraneural injection and high injection pressure leads to fascicular injury and neurologic deficits in dogs. *Reg Anesth Pain Med.* 2004;29:417-23.

^{xxiv} Rice AS. Peripheral nerve damage and regional anaesthesia. *Br J Anaesth.* 1995;75:116- 117

^{xxv} Borgeat A. Regional anesthesia, intraneural injection, and nerve injury: beyond the epineurium. *Anesthesiology.* 2006 Oct;105(4):647-8.