

Académie d'Orléans –Tours
Université François-Rabelais

FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

Année 2011

N°

Thèse

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'Etat

Par

Ronan VOURC'H

Né le 8 mars 1980 à Cavaillon (84)

Présentée et soutenue publiquement le 3 Octobre 2010

**ÉVALUATION EXPERIMENTALE D'UN NOUVEL ABORD ÉCHOGRAPHIQUE
POUR L'INSERTION DE CATHÉTERS PARANERVEUX**

Jury

Président de Jury : Monsieur le Professeur Jacques FUSCIARDI (Tours)

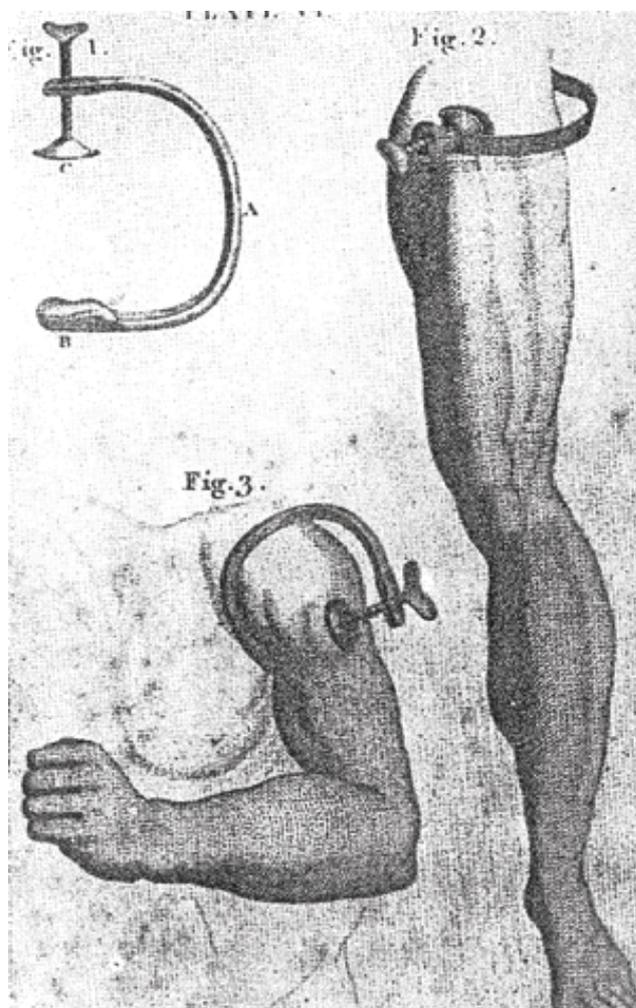
Membres du jury : Monsieur le Professeur Marc LAFFON (Tours)

Monsieur le Professeur Christophe DESTRIEUX (Tours)

Monsieur le Docteur Francis REMÉRAND (Tours)

Extrait de: James MOORE « *A method of preventing or diminishing pain in several operations of surgery* ». London: J.Caddell, 1784.

Compresseur nerveux de Moore



A propos d'une amputation : «À l'incision circonférentielle de la peau, le patient n'a pas crié, ni bougé d'un muscle de son visage, ou montré un symptôme de la douleur. Durant les phases suivantes de l'intervention, notamment lors du sciage des os, il présentait des marques de malaise dans sa physionomie, mais il n'a pas crié. Comme il était nécessaire de ligaturer cinq artères, l'opération a duré plus longtemps que prévue, et vers la fin il commençait à s'affaiblir...

L'opération terminée, le garrot était détendu et j'ai aussi enlevé le compresseur. Mais un petit vaisseau saignait de manière inattendue, il a été jugé nécessaire de le ligaturer. A ce moment le patient a présenté des signes de très fortes douleurs, et par la suite a déclaré que la ligature de cette dernière artère le fit souffrir plus que toutes les autres phases de l'opération. » James MOORE 1788

**À Monsieur le Professeur Jacques FUSCIARDI,
PU-PH, Chef de service, Service d'Anesthésie Réanimation chirurgicale 2
(CHRU de TOURS)**

Vous me faites l'honneur et le plaisir de présider ce jury
Vous m'avez offert un enseignement et une formation de qualité
L'enthousiasme et la rigueur avec lesquels vous exercez l'anesthésie sont exemplaires
Veuillez recevoir ici la marque de ma sincère gratitude et de mon profond respect

**À Monsieur le Professeur Marc LAFFON,
PU-PH, Service d'Anesthésie Réanimation chirurgicale 1
(CHRU de TOURS)**

Tu me fais l'honneur de juger ce travail
Tu as toujours su partager avec tes internes ton esprit critique et ta curiosité
J'ai appris que l'anesthésie, si elle devait comporter des automatismes, doit aussi être le fruit d'un
raisonnement de chaque instant
Sois assuré de toute ma gratitude

**À Monsieur le Professeur Christophe DESTRIEUX,
PU-PH, Service de neurochirurgie
(CHRU de TOURS)**

Je te remercie d'avoir accepté de juger ce travail
Tu m'as enseigné avec pédagogie et bonne humeur l'anatomie au début de mes études
Tu as su me conseiller pour la phase expérimentale de ce travail
Sois assuré de toute ma reconnaissance

**À Monsieur le Docteur Francis REMÉRAND
PH, Service d'Anesthésie Réanimation 2
(CHRU de TOURS)**

Tu m'as fait l'honneur de me proposer de diriger cette étude dont tu es à l'origine
Travailler avec toi a été riche d'enseignement
J'ai découvert avec intérêt et admiration l'organisation, la discipline, la capacité d'adaptation
Ta disponibilité constante, ton esprit de synthèse et ta grande patience ont fait de ce travail un plaisir
En un mot : merci

À Clotilde

Bientôt sept ans que je partage ma vie avec toi, sept années de bonheur, de joie, d'espérance mais aussi d'épreuves que nous avons vécues ensemble.

Tu m'as donné le plus beau rôle de ma vie un matin de Noël mémorable.
Ta patience a été mise à rude épreuve tout au long de cette thèse et je t'en remercie.
Je t'aime.

À Amaury

Mon petit garçon, tes rires me comblent de bonheur, comme ceux de ta mère.
Je suis si fier d'être ton papa.

À mes parents

Vous avez su m'encourager lorsque j'avais des doutes.
Merci pour l'éducation que vous m'avez donné, pour votre amour et pour votre soutien à tout point de vue, sans quoi tout cela n'aurait jamais pu aboutir.

À mon frère

Comme tout petit frère qui se respecte, je suis ton premier fan! Je t'aime frangin.

À mes grands-parents

Je pense tout le temps à vous, et à tout ce que vous m'avez appris.
Ces valeurs que vous m'avez transmises, cet amour que vous m'avez donné fait de moi le plus heureux des petits-fils... Vous êtes exceptionnels.

Aux absents

Ma chère Mamie T, ma petite Mémé Coco, Pépé et Mémé Moulin, je sais que là où vous êtes vous êtes fiers de moi, autant que moi je suis fier de vous.

À mes beaux-parents

Vous avez supporté autant que Clotilde mes angoisses et vous avez su m'encourager.

À ma famille en général, passée, présente et future

Vous êtes ma plus grande richesse.

À mes amis

On se suit, de près ou de loin, depuis plus de 10 ans, on s'enrichit de « valeurs ajoutées » : Vincent & Clémence, Arnaud & Caroline², Antoine & Camille, Simon & Marine, Gouyou & Aurel', Tramber & Céline, Guigui & Tiphaine, Camille & Laurent, Hélène & Jean... Et plus récemment Gildas & Cécile (élue meilleure pédiatre par Amaury), François (ton coup de pouce m'a fait gagner beaucoup de temps)... Vive l'Académie bretonne de médecine de Tours !
Et tous les autres que je ne peux pas citer par manque de place !

Aux cobayes d'un soir

Pascal, Catherine, JC the Best, Laurent, Stéphanie, Brigitte et Christelle, qui nous ont gracieusement prêté leurs creux axillaires

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à cette thèse

Jean-Paul et Géraud du laboratoire, Dr Brilhault, Olivier (j'ai beaucoup profité de ta mise en page), Stéphan pour la relecture, le service de la reprographie pour les dernières corrections...

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	PAGE 6
MATÉRIELS ET MÉTHODES	PAGE 8
RÉSULTATS	PAGE 13
DISCUSSION	PAGE 17
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	PAGE 21
TABLEAUX ET FIGURES	PAGE 24

INTRODUCTION

Après chirurgie orthopédique douloureuse, la réalisation de blocs nerveux périphériques continus permet une meilleure analgésie que celle obtenue avec des morphiniques, tout en diminuant les effets secondaires de ces derniers (1). Les cathéters paranerveux sont insérés en percutané à travers une aiguille dont l'extrémité a été positionnée au contact du nerf choisi. Plusieurs techniques de repérage des structures nerveuses et de l'extrémité de l'aiguille ont été proposées. Historiquement, l'espace périnerveux était recherché en associant des repères anatomiques externes et l'introduction d'une aiguille de Tuohy permettant la perception de ressaut lors du franchissement des fascias. Cette approche n'était cependant possible qu'en axillaire et fémoral, où les fascias sont épais. L'utilisation d'une aiguille de neurostimulation a permis de repérer plus précisément l'espace périnerveux, autorisant un plus grand nombre de sites (2-5). Dans tous les cas, le nerf était généralement abordé avec un angle aiguille / nerf d'environ 45 degrés. En effet, une angulation proche de 90 degrés est nécessaire pour franchir les fascias et atteindre l'espace périnerveux avec une aiguille à biseau plat voire une aiguille Tuohy, alors qu'une angulation proche de 0 degrés est théoriquement idéale pour espérer cathéteriser cet espace. Plus récemment, le repérage échographique (6-11) permet une visualisation directe du nerf en coupe transversale à 90 degrés et même de l'aiguille si celle-ci est insérée dans le champ des ultrasons. Mais en coupe longitudinale, le nerf est mal individualisé (12, 13).

Néanmoins, la visualisation échographique des cathéters reste difficile malgré l'apparition de l'échographie, comme l'attestent les diverses techniques proposées (5, 14-18). Deux techniques d'insertion échoguidée des cathéters paranerveux sont

très majoritairement utilisées actuellement. Toutes deux visualisent le nerf en coupe transversale à 90 degrés. Dans la première technique, l'aiguille est avancée « dans le champ » des ultrasons, permettant sa localisation directe et continue, gage de sécurité. Cependant, la montée et la visualisation du cathéter n'est pas aisée car l'angle aiguille / nerf est de 90 degrés, et le cathéter sort du champ dès qu'il va le long du grand axe du nerf. Dans la seconde technique, l'aiguille est introduite « en dehors du champ » des ultrasons (dans un plan perpendiculaire au champ des ultrasons), avec un angle d'environ 45° avec le nerf (comme en neurostimulation). Ceci rend difficile la visualisation directe de l'extrémité de l'aiguille. En revanche, cette approche plus tangentielle du nerf facilite théoriquement la montée du cathéter dans l'espace périnerveux. Un compromis entre ces approches pourrait être une visualisation du nerf en coupe « oblique », avec un angle proche de 45 degrés, en acceptant une certaine perte de qualité de l'image (ovalisation progressive de l'image). Une visualisation avec un tel angle permettrait d'insérer une aiguille « dans le champ » des ultrasons avec un angle aiguille / nerf proche de celui utilisé par la technique « en dehors du champ ».

Le but de notre étude est de trouver l'angle maximal pour lequel une visualisation du nerf en coupe oblique est encore exploitable, et de préciser expérimentalement la position de l'extrémité des cathéters paranerveux insérés à travers une aiguille « dans le champ » des ultrasons de ce nouvel abord.

MATERIELS ET METHODES

Données générales :

Pour réaliser ce travail, il était nécessaire de choisir un nerf long, de trajet rectiligne, pour une mesure fiable de l'angle entre son grand axe et l'axe de l'aiguille. Seuls les nerfs médian, ulnaire et sciatique (à la cuisse) répondaient à ces critères. Le nerf sciatique, du fait de son trajet profond, est difficile à explorer échographiquement à la cuisse avec les sondes linéaires utilisées en anesthésie locorégionale. Le modèle de travail choisi a donc été le nerf médian (plus gros que le nerf ulnaire), du creux axillaire à l'avant-bras. Toutes les échographies ont été réalisées par le même Médecin Anesthésiste-Réanimateur, pratiquant quotidiennement l'anesthésie locorégionale échoguidée en orthopédie depuis plus de 5 ans (19), au moyen d'un échographe muni d'une sonde linéaire 5-11 MHz (Logiq Book™, General Electric, France)

Phase clinique de l'étude : détermination de l'angle maximal exploitable pour une coupe « oblique » du nerf médian au creux axillaire

Il a été réalisé de façon bilatérale chez neuf volontaires sains des échographies des nerfs médians, des creux axillaires au coude. Les volontaires étaient en décubitus dorsal, le bras étudié en abduction à 90 degrés, main en supination. Le trajet du nerf médian était d'abord repéré au bras et tracé sur la peau. Selon une procédure précédemment décrite (19), les nerfs médian, ulnaire, radial, musculocutané, l'artère et les veines axillaires ont été identifiés au creux axillaire en coupe transversale stricte à 90 degrés. L'image était centrée sur le nerf médian. Dès lors, sans quitter l'écran des yeux, le médecin anesthésiste tournait progressivement

la sonde dans le sens horaire pour les membres supérieurs gauches, et anti-horaire pour les membres supérieurs droits, en gardant le nerf médian au centre de l'image. Cette rotation de la sonde entraînait un étirement progressif de l'image. La rotation était poursuivie tant que la qualité de l'image semblait suffisante au médecin anesthésiste réanimateur pour réaliser une injection d'anesthésique local autour du nerf médian avec une aiguille « dans le champ » des ultrasons. Lorsque la rotation maximum exploitable était atteinte, une image était enregistrée, la position de la sonde était marquée sur le bras. Un rapporteur était posé sur le bras au niveau de l'axe du nerf médian. Une photographie de la position de la sonde, du bras et du rapporteur était prise. L'angle réalisé entre l'axe du nerf médian et l'axe de la sonde était mesuré secondairement à partir de cette photographie (Cf. figure 1).

Phase expérimentale de l'étude (étude de faisabilité)

Étude anatomique sur 5 bras de quatre cadavres frais d'adultes réalisée au sein du laboratoire d'anatomie d'un CHRU. Dix-sept cathéters paranerveux ont été placés sous contrôle échographique, en percutané. Quand cela était possible, plusieurs cathéters ont été insérés sur le même nerf d'un même membre, en espaçant les ponctions de plus de 5 cm. Afin d'éviter toute interférence entre deux insertions de cathéters, la dilatation périnerveuse effectuée lors du premier cathétérisme ne devait pas être visible échographiquement au point de ponction suivant.

- Repérage échographique :

La manipulation était réalisée dans des conditions d'installation proches des conditions du bloc opératoire : corps en décubitus dorsal, bras en abduction à 90°, main en supination. Il a été réalisé un repérage dynamique avec le même

échographe que lors de la phase clinique. Le nerf médian était scanné du creux axillaire au coude et du coude au poignet. La projection cutanée du trajet de ces nerfs était tatouée au bleu de méthylène afin de mesurer précisément l'angle d'approche de l'aiguille. L'image était centrée sur le nerf choisi, en coupe transversale à 90 degrés, et enregistrée. Le rapporteur était appliqué sur la peau, au plus près de la sonde, et la sonde tournée à 45 degrés en gardant le nerf médian au centre de l'image. La sonde d'échographie était dès lors maintenue immobile jusqu'à l'insertion de l'aiguille et la dilatation de l'espace périnerveux.

- Introduction de l'aiguille :

L'aiguille à biseau court était toujours insérée dans le champ des ultrasons (PAJUNK®, Plexolong needle facette 19G×50mm), à un centimètre du bord antérieur de la sonde. L'espace périneural était injecté avec 3 à 8 mL de sérum physiologique de façon circonférentielle, afin de confirmer l'identification de la structure nerveuse, et d'optimiser la montée du cathéter (20). L'extrémité de l'aiguille était ensuite repositionnée dans l'espace de décollement, sous le nerf, à l'aplomb de son grand axe. Le bras (ou l'avant-bras), l'aiguille (maintenue immobile) et le rapporteur étaient photographiés pour mesurer secondairement l'angle exact aiguille / nerf. On notait à chaque fois la localisation de la ponction, la distance de l'extrémité de l'aiguille à la peau, le volume de sérum physiologique injecté.

- Montée du cathéter :

Le cathéter gradué sur guide (PAJUNK®, Polyamid Catheter 20G× 50 cm) était monté sans changer l'orientation de l'aiguille et sans contrôle échographique (comme en pratique clinique), à 3 cm maximum au-delà du bout de l'aiguille. L'aiguille puis le guide du cathéter étaient alors retirés. On notait la résistance à l'insertion (aucune, présente mais franchissable, butée), à quelle distance

apparaissait cette résistance, le nombre de tentatives pour la montée du cathéter, la distance extrémité du cathéter / peau, l'aspect du guide après retrait (coudé ou non) qui était systématiquement photographié.

- Vérification échographique de la position du cathéter.

Le trajet et si possible l'extrémité du cathéter étaient repérés directement, et les images échographiques obtenues étaient enregistrées. Dans tous les cas, 1 mL de sérum physiologique était injecté sous contrôle échographique, afin d'en localiser la diffusion : soit exclusivement en périnerveux autour du nerf médian (PN), soit en intramusculaire (IM), soit en IM ou en PN d'un autre nerf que le nerf médian, mais avec une rétrodiffusion (RD) dans l'espace périnerveux du nerf médian. En cas de position IM, on retirait le cathéter par paliers de 1 cm. Une injection de 1 mL était effectuée à chaque palier, jusqu'à obtenir une injection en PN ou RD ou jusqu'à ce que la distance de l'extrémité du cathéter à la peau soit égale à la distance de l'extrémité de l'aiguille à la peau.

- Retrait du cathéter

À titre de contrôle, avant retrait complet, le cathéter était si besoin retiré jusqu'à ce que la distance de l'extrémité du cathéter à la peau soit égale à la distance de l'extrémité de l'aiguille à la peau. On vérifiait que l'injection de 1 mL de sérum physiologique était bien périneurale afin d'éliminer un déplacement de l'aiguille lors de l'insertion du cathéter. Après retrait complet du cathéter, son extrémité était photographiée et une présence éventuelle de déformation était notée.

Analyse statistique

Les données quantitatives sont exprimées en médiane [extrêmes]. Les comparaisons ont utilisé des tests non paramétriques de Mann Whitney ou de Wilcoxon (pour comparer les angles maximaux de rotation obtenus lors des échographies axillaires droite et gauche chez les volontaires sains). Un $p < 0,05$ a été considéré comme significatif. Les statistiques ont été effectuées avec le logiciel PASW Statistics 18 (SPSS Inc., Chicago, IL).

RESULTATS

Phase clinique

Cinq hommes et quatre femmes ont été échographiés de façon bilatérale. Toutes les images étaient de qualité satisfaisante pour la réalisation d'une ALR. L'angle médian maximum de rotation de la sonde était de 40 degrés [28-46]. Il n'y avait pas de différence entre les mesures effectuées à droite et à gauche (37 degrés [32-46] *versus* 40 degrés [28-45], $p=0,95$), ou chez les hommes et les femmes (38 degrés [28-46] *versus* 40 degrés [28-42], $p=0,69$). Il a donc été décidé de réaliser les ponctions sur cadavres avec un angle d'environ 45 degrés.

Phase anatomique

Au creux axillaire :

Cinq cathéters ont été insérés sur quatre cadavres à ce niveau. Les angles d'insertion aiguille / nerf étaient de 55, 46, 46, 45 et 45 degrés. Les images échographiques étaient satisfaisantes pour la réalisation de la manipulation, malgré l'aplatissement veineux *post mortem* et l'étirement de l'image. La distance médiane de l'extrémité de l'aiguille et la peau était de 3 cm [2,5-3,5]. Il n'y a pas eu d'échec à l'insertion mais deux cathéters étaient en butée à 1,5 et 2,5 cm au-delà de l'extrémité de l'aiguille. En visualisation directe, les 5 cathéters passaient sous le nerf médian et avaient une trajectoire essentiellement rectiligne (dans l'axe de l'aiguille). L'extrémité des cathéters était IM au bord radial du paquet vasculo-nerveux axillaire dans les cas 1 et 2, sous le nerf ulnaire dans le cas 3, et sous le nerf radial dans le cas 4. Elle n'était pas individualisable dans le cas 5 (le cathéter dépassait le nerf médian en passant au dessus du nerf ulnaire). L'injection du premier bolus de sérum physiologique était IM dans les cas 1 et 2, péri-ulnaire avec une rétrodiffusion au nerf

médian dans le cas 3 et péri radiale dans le cas 4. Elle était impossible dans le cas 5. Les cathéters ont donc été progressivement retirés jusqu'à obtention d'une injection PN ou RD autour du nerf médian. Dans le cas 5, l'extrémité de cathéter mal individualisée initialement était au dessus du nerf ulnaire après retrait de 1 cm. La diffusion en PN au contact du nerf médian était observée dans tous les cas pour une distance extrémité du cathéter / bout d'aiguille inférieure ou égale à 1 centimètre (Cf figure 2).

Au bras et à l'avant-bras :

Afin de tester si le cathétérisme de l'espace périnerveux du nerf médian était plus ou moins aisé selon le site anatomique, 6 cathéters ont été posés au bras et 6 à l'avant-bras.

Au niveau du bras, les angles d'insertion aiguille / nerf étaient de 50, 45, 29, 45, 35, et 45 degrés. Les images échographiques étaient toujours satisfaisantes pour la réalisation de la manipulation. La distance médiane de l'extrémité de l'aiguille à la peau était de 3 cm [2,5-4]. Il n'y a pas eu d'échec à l'insertion mais deux cathéters étaient en butée à 1 et 2 cm au-delà de l'extrémité de l'aiguille. En visualisation directe, les 6 cathéters passaient sous le nerf médian et avaient pour 5 d'entre eux une trajectoire essentiellement rectiligne. Un seul avait un trajet aberrant avec une migration distale (cas 1). L'extrémité de 3 des 6 cathéters était PN au médian, dont celui qui avait une migration aberrante et celui qui n'avait pu être inséré au-delà de 1 cm. L'extrémité des 3 autres cathéters était IM dont un était devant le nerf radial (cas 2b). L'injection du premier bolus de sérum physiologique était PN pour les cas 1, 3 et 4, et IM pour les cas 2a, 2b et 5. Ces trois cathéters ont donc été retirés progressivement jusqu'à obtenir une injection en PN ou RD. Celle-ci était observée

pour des distances extrémité du cathéter / bout de l'aiguille inférieure ou égale à 1 cm.

Au niveau de l'avant-bras, les angles d'insertion aiguille / nerf étaient de 49, 34, 43, 41, 47 et 48 degrés. Les images échographiques étaient satisfaisantes pour la réalisation de la manipulation. La distance médiane de l'extrémité de l'aiguille et la peau était de 3,7 cm [3-4]. Il n'y a pas eu d'échec de pose mais deux cathéters étaient en butée à 2 et 2,5 cm au-delà de l'extrémité de l'aiguille.

En visualisation directe, les 6 cathéters passaient sous le nerf médian et avaient une trajectoire essentiellement rectiligne. Un cathéter ayant un trajet en boucle était observé (cas n°4). L'extrémité de 4 cathéters était IM (cas 1a, 1b, 2 et 4), les 2 autres étant en position intermusculaire (cas 3 et 5). Toutes les injections initiales étaient IM sauf un cas (injection RD alors que l'extrémité était IM). Tous les cathéters IM ont été retirés jusqu'à obtention d'une injection PN ou RD. Celle-ci s'observait à partir d'une distance extrémité du cathéter – bout de l'aiguille d'environ 1,1 cm. Un cathéter qui était encore en IM à une distance de 1 cm n'a pu être testé en bout d'aiguille en raison d'un retrait involontaire du cathéter.

Au total, tous les cathéters insérés de 0 à 1 cm au-delà du bout de l'aiguille avaient une diffusion en PN. Alors que seuls trois cathéters insérés à 3 cm étaient PN. Il était aussi constaté que la diffusion des boli dans l'espace périnerveux du nerf médian se faisait par rétrodiffusion (RD), lors d'au moins un palier, dans 8 cas sur 17 (figure 3).

Analyse globale des 17 cathéters posés expérimentalement (tableau 1)

Les caractéristiques des 17 ponctions ont été analysées à la recherche de facteurs associés à une injection périnerveuse autour du nerf médian (PN ou RD) lors de la montée initiale du cathéter (au maximum à 3 cm). Si le cathéter n'avait pas pu être injecté à 3 cm, les données analysées étaient celles après retrait de 1 cm. Il n'a pas été trouvé de lien statistique entre une injection périnerveuse autour du nerf médian et le côté, le sexe, la localisation (axillaire ou non), la sensation de franchissement de fascia, le nombre de tentatives nécessaires pour insérer le cathéter, la présence d'une déformation du guide du cathéter après retrait.

DISCUSSION

Au terme de cette étude, il semble que les structures nerveuses du plexus brachial restent échographiquement identifiables sur une coupe oblique du nerf à environ 45 degrés. Il semble possible d'insérer un cathéter paranerveux avec la technique coupe oblique / aiguille dans le champ avec une rotation de la sonde à 45 degrés. De façon surprenante, nos données laissent supposer que l'espace périnerveux est en fait rarement cathétérisé, le cathéter ayant la plupart du temps une trajectoire dans l'axe de l'aiguille, avec une fréquente rétrodiffusion le long du cathéter du liquide injecté. Ceci documenterait expérimentalement les préconisations récentes de peu insérer le cathéter au-delà de l'extrémité de l'aiguille.

L'échographie est un examen opérateur dépendant. On ne peut exclure que l'angle de rotation maximum documenté dans ce travail varie un peu d'un opérateur à l'autre, notamment qu'il augmente en présence d'un opérateur moins expérimenté. Cependant, cette étude a été réalisée avec un appareil échographique de conception ancienne, de moins en moins utilisé en pratique courante. Il est donc probable que l'angle de rotation maximum aurait été diminué s'il avait été mesuré avec un appareil plus récent, délivrant une image de meilleure qualité. L'insertion d'une aiguille « dans le champ » des ultrasons via cette approche oblique a été ici décrite expérimentalement. Plusieurs arguments laissent penser que cette approche sera utilisable *in vivo* : la meilleure qualité des échographes utilisés en pratique clinique, la meilleure échogénicité des tissus *in vivo* (notamment des vaisseaux, aplatis en *post mortem*), les plus grands volumes d'anesthésiques locaux utilisés *in vivo*

(occasionnant une meilleure dilatation de l'espace périneural). Cette étude a porté sur le nerf médian pour des raisons méthodologiques. L'extrapolation de ces résultats aux autres structures nerveuses couramment cathétérisées en pratique clinique est probablement possible (nerfs fémoral et sciatique, plexus cervical au niveau interscalénique). En effet, ces structures nerveuses sont plus volumineuses (donc mieux repérables) que le nerf médian.

Le gain attendu *in vivo* de cette nouvelle approche est une sécurité accrue. La visualisation permanente de l'aiguille tout au long de la procédure est susceptible de diminuer fortement les ponctions accidentelles vasculaires ou nerveuses (21-23). L'impact de cette nouvelle approche sur l'efficacité de l'analgésie postopératoire est beaucoup plus aléatoire. En effet, plusieurs études ont comparé l'efficacité de cathéters paranerveux posés sous échographie selon un abord perpendiculaire ou tangentiel au nerf. L'abord perpendiculaire était réalisé en coupe transversale et aiguille « dans le champ ». L'abord tangentiel était réalisé en coupe transversale et aiguille « hors du champ » des ultrasons (13) ou coupe longitudinale et aiguille « dans le champ » des ultrasons (12, 24-25). Leurs résultats sont contradictoires quand à la facilité de la procédure et son efficacité sur l'analgésie postopératoire. Ceci pourrait s'expliquer par des biais dus à une différence d'expérience des opérateurs vis à vis des deux approches testées.

Actuellement, il n'y a pas de recommandation consensuelle sur les modalités d'insertion des cathéters paranerveux sous échographie (26). Cette étude apporte deux informations importantes à ce sujet.

La première concerne la longueur de cathéter à insérer. Insérer un cathéter paranerveux fin et souple sur plus de 5 cm expose à l'apparition de boucles distales, pouvant se resserrer en nœud lors du retrait du cathéter (27). Cela expose aussi au risque de voir l'extrémité du cathéter s'éloigner du nerf choisi, avec une potentielle perte d'efficacité (13, 21). La tendance actuelle est ainsi de peu insérer le cathéter (moins de 2 cm) (28). A notre connaissance, aucune étude n'a documenté ces migrations non désirées de cathéter au niveau du plexus brachial, ni cherché la longueur d'insertion optimale afin de l'éviter. La présente étude expérimentale révèle que pour obtenir une injection dans l'espace jouxtant le nerf médian, le cathéter ne doit pas être inséré sur plus de 1 cm. Au contraire, lorsqu'ils étaient insérés 3 cm maximum au delà de l'aiguille, seulement 5 des 17 cathéters permettaient une injection autour du nerf médian. Près de la moitié des injections était IM (8 sur 17), les 4 autres cas révélant une injection au contact d'un autre nerf que le nerf médian. Cette proportion de cathéters non paranerveux était probablement un peu surestimée dans notre étude, en raison du faible volume des boli utilisés (1 mL), mais elle documente clairement que le cathéter, même avec un abord d'environ 45°, quitte très rapidement l'espace péryneural, sans signe clinique évocateur (tableau 1). Cette constatation expérimentale semble en contradiction avec la bonne efficacité clinique des cathéters paranerveux utilisés quotidiennement, mais souvent insérés de 2 à 5 cm.

Le second résultat important de notre étude est de supprimer cette apparente contradiction. En effet, une rétrodiffusion du sérum physiologique le long du cathéter, jusqu'au nerf médian, lors d'au moins un bolus, était objectivée dans 8 cas sur 17. Ce chiffre était probablement sous-estimé du fait du volume réduit des boli (1 mL). On peut donc supposer qu'en pratique courante, les cathéters périnerveux ont

fréquemment des positions non PN, mais que la structure même de l'espace périneural rend possible ce phénomène de rétrodiffusion jusqu'au nerf choisi.

Cette étude expérimentale montre qu'une technique échographique associant une coupe nerveuse oblique à 45 degrés et une aiguille insérée dans le champ des ultrasons semble réalisable. Elle révèle aussi que malgré cette approche assez tangentielle du nerf, les extrémités des cathéters sont pour la plupart sortis de l'espace périnerveux au-delà de 1 cm après l'extrémité de l'aiguille, le plus souvent en intramusculaire dans l'axe de l'aiguille. Au-delà de 1 cm, le liquide injecté dans le cathéter parvenait dans l'espace périnerveux essentiellement par rétrodiffusion le long du cathéter. Ceci illustrerait les préconisations actuelles de peu insérer les cathéters au-delà du bout de l'aiguille.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 : Richman JM, Liu SS, Courpas G, Wong R, Rowlingson AJ, McGready J, et al. Does continuous peripheral nerve block provide superior pain control to opioids? A meta-Analysis. *Anesth Analg.* 2006; 102: 248-257.
- 2 : Pham-Dang C, Kick O, Collet T, Gouin F, Pinaud. Continuous peripheral nerve blocks with stimulating catheters. *Reg Anesth Pain Med.* 2003; 28: 83-88.
- 3 : Rodriguez J, Taboada M, Carceller J, Lagunilla J, Barcena M, Alvarez J. Stimulating popliteal catheters for postoperative analgesia after hallux valgus repair. *Anesth Analg.* 2005; 102: 258-262.
- 4 : A. Casati, G. Fanelli, G. Danelli, M. Baciarello, D. Ghisi, F. Nobili, et al. Stimulating or conventional perineural catheters after hallux valgus repair: a double-blind, pharmaco-economic evaluation. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2006; 50: 1284-1289.
- 5 : Morin AM, Eberhart LHJ, Behnke HKE, Wagner S, Koch T, Wolf U, et al. Does femoral nerve catheter placement with stimulating catheters improve effective placement? A randomized, controlled, and observer-blinded trial. *Anesth Analg.* 2005; 100: 1503-1510.
- 6 : Mariano ER, Sandhu NS, Loland VJ, Bishop ML, Madison SJ, Abrams RA, et al. A randomized comparison of infraclavicular and supraclavicular continuous peripheral nerve blocks for postoperative analgesia. *Reg Anesth Pain Med.* 2011; 36: 26-31.
- 7 : Heil JW, Ilfeld BM, Loland VJ, Mariano ER. Preliminary experience with a novel ultrasound-guided supraclavicular perineural catheter insertion technique for perioperative analgesia of the upper extremity. *J Ultrasound Med.* 2010 ; 29: 1481-1485.
- 8 : Mariano ER, Loland VJ, Sandhu NS, Bellars RH, Bishop ML, Afra R, et al. Ultrasound guidance versus electrical stimulation for femoral perineural catheter insertion. *J Ultrasound Med.* 2009; 28: 1453-1460.
- 9 : Mariano ER, Loland VJ, Bellars RH, Sandhu NS, Bishop ML, Abrams RA, et al. Ultrasound guidance versus electrical stimulation for infraclavicular brachial plexus perineural catheter insertion. *J Ultrasound Med.* 2009; 28: 1211-1218.
- 10 : Mariano ER, Loland VJ, Sandhu NS, Bishop ML, Meunier MJ, Afra R, et al. A trainee-based randomized comparison of stimulating interscalene perineural catheters with a new technique using ultrasound guidance alone. *J Ultrasound Med.* 2010; 29: 329-336.

- 11 : Mariano ER, Loland VJ, Sandhu NS, Bishop ML, Lee DK, Schwartz AK, et al. Comparative efficacy of ultrasound-guided and stimulating popliteal-sciatic perineural catheters for postoperative analgesia. *Can J Anesth/J Can Anesth*. 2010; 57: 919–926.
- 12 : Koscielniak-Nielsen ZJ, Rasmussen H, Hesselbjerg L. Long-axis ultrasound imaging of the nerves and advancement of perineural catheters under direct vision: a preliminary report of four cases. *Reg Anesth Pain Med*. 2008; 33: 477–482.
- 13 : Fredrickson MJ, Ball CM, Dalgleish AJ. Posterior versus anterolateral approach interscalene catheter placement. *Reg Anesth Pain Med*. 2011; 36: 125-133.
- 14 : Klein SM, Fronheiser MP, Reach J, Nielsen KC, Smith SW. Piezoelectric vibrating needle and catheter for enhancing ultrasound-guided peripheral nerve blocks. *Anesth Analg*. 2007; 105: 1858–1860.
- 15 : Swenson JD, Davis JJ, DeCou JA. A novel approach for assessing catheter position after ultrasound-guided placement of continuous interscalene block. *Anesth Analg*. 2008; 106: 1015–1016.
- 16 : Dhir S, Ganapathy S. Use of ultrasound guidance and contrast enhancement: a study of continuous infraclavicular brachial plexus approach. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2008; 52: 338–344.
- 17 : Tobias JD. Brachial plexus anaesthesia in children. *Paediatric Anaesthesia*. 2001; 11: 265-275.
- 18 : Salinas FV, Neal JM, Sueda LA, Kopacz DJ, Liu SS. Prospective comparison of continuous femoral nerve block with nonstimulating catheter placement versus stimulating catheter-guided perineural placement in volunteers. *Reg Anesth Pain Med*. 2004; 29: 212-220.
- 19 : Remerand F, Lulan J, Couvret C, Palud M, Baud A, Velut S, et al. Is the musculocutaneous nerve really in the coracobrachialis muscle when performing an axillary block? An Ultrasound Study. *Anesth Analg*. 2010; 110: 1729-1734.
- 20 : Pham Dang C, Guilley J, Dernis L, Langlois C, Lambert C, Nguyễn JM, et al. Is there any need for expanding the perineural space before catheter placement in continuous femoral nerve blocks? *Reg Anesth Pain Med*. 2006; 31: 393-400.
- 21 : Delaunay L, Plantet F, Jochum D. Echographie et anesthésie locorégionale. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*. 2009; 28: 140-160.
- 22 : Zetlaoui PJ, Labbe JP, Benhamou D. Ultrasound guidance for axillary plexus block does not prevent intravascular injection. *Anesthesiol*. 2008; 108:761.
- 23 : Loubert C, Williams SR, Hélie F, Arcand G. Complication during ultrasound-guided regional block: accidental intravascular injection of local anesthetic. *Anesthesiol*. 2008; 108: 759-760.

24 : Ceccoli A. Cathéters périmerveux : nouveautés. In : MAPAR, editor. Communications scientifiques 2008, 26e Journées internationales de Mises au point en anesthésie-réanimation. Paris : p 51-61.

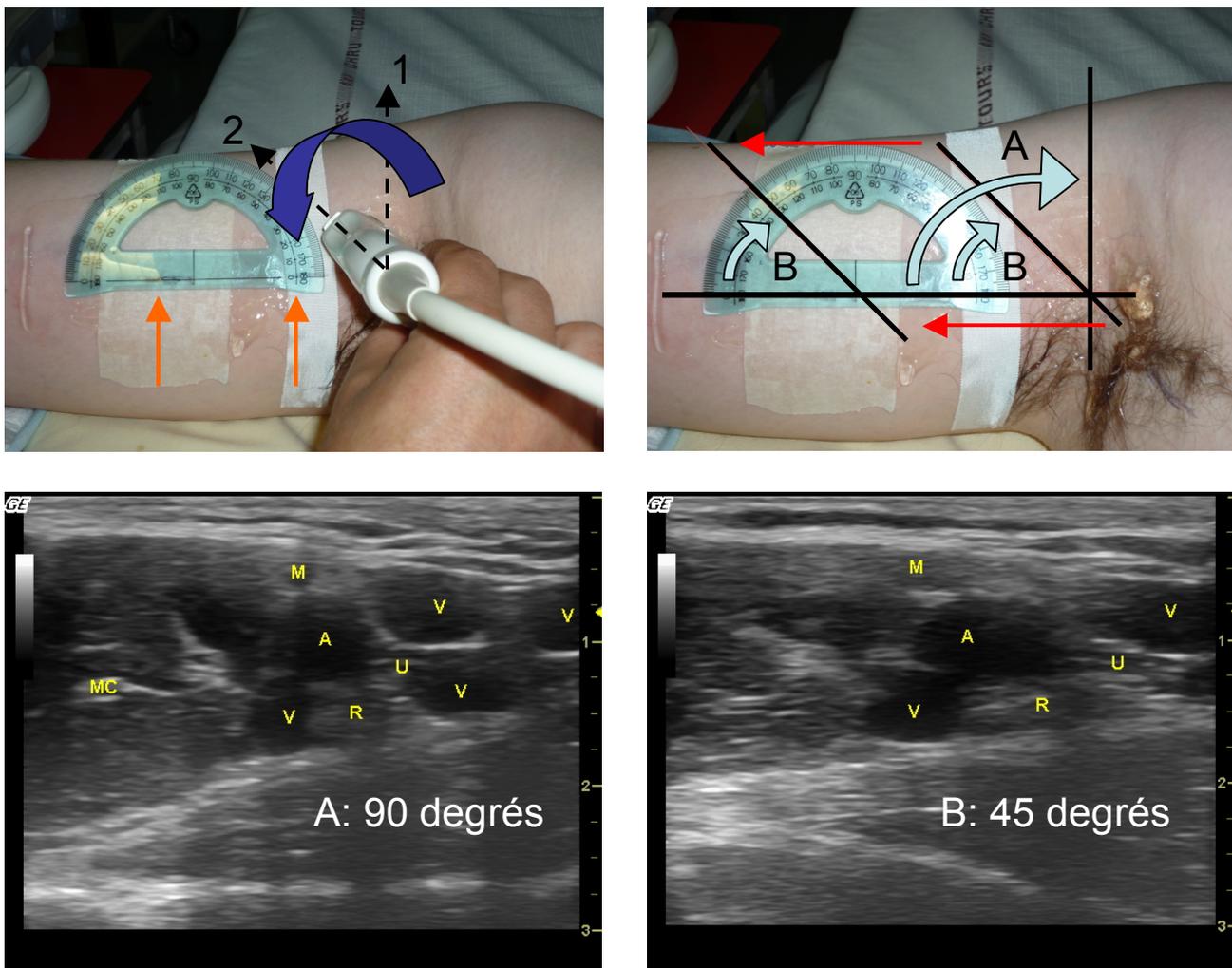
25 : Wang AZ, Gu L, Zhou QH, Ni WZ, Jiang W. Ultrasound-guided continuous femoral nerve block for analgesia after total knee arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med.* 2010; 35: 127-131.

26 : Ilfeld BM, Fredrickson MJ, Mariano ER. Ultrasound-guided perineural catheter insertion. *Reg Anesth Pain Med.* 2010; 35: 123-126.

27 : Ilfeld BM. Continuous peripheral nerve blocks. *Anesth Analg.* 2011. *in press.*

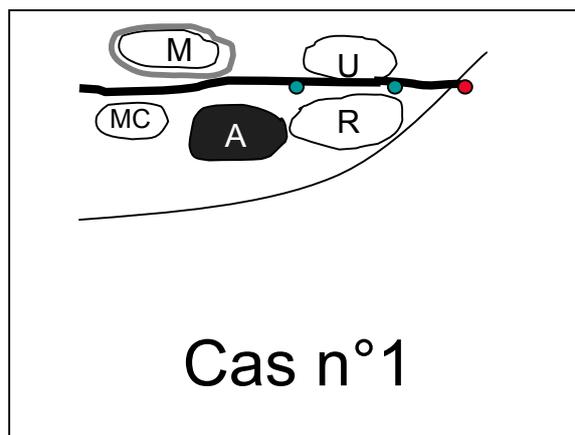
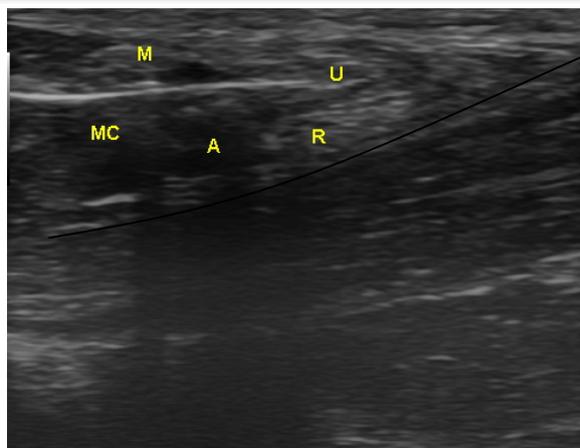
28 : Ilfeld BM, Sandhu NS, Loland VJ, Madison SJ, Suresh PJ, Mariano ER, et al. Ultrasound-guided (needle-in-plane) perineural catheter Insertion. *Reg Anesth Pain Med.* 2011; 36: 261-265.

Figure 1: Détermination de l'angle maximal exploitable pour une coupe « oblique » du nerf médian au creux axillaire

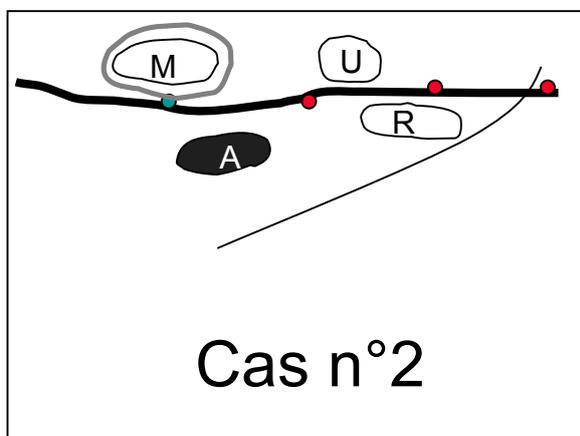


Le trajet du nerf médian était repéré et tracé sur la peau (flèches oranges). Les nerfs médian (M), ulnaire (U), radial (R), musculocutané (MC), l'artère (A) et les veines axillaires (V) étaient identifiés en coupe transversale stricte à 90 degrés (en bas à gauche). La sonde était tournée progressivement (en haut à gauche) en gardant le nerf médian au centre de l'image. Cette rotation entraînait un étirement progressif de l'image (en bas à droite). La rotation était poursuivie tant que la qualité de l'image semblait suffisante au médecin anesthésiste réanimateur pour réaliser une injection d'anesthésique local autour du nerf médian avec une aiguille « dans le champ » des ultrasons. Lorsque la rotation maximum exploitable était atteinte, la position de la sonde était marquée sur le bras. Un rapporteur était posé sur le bras au niveau de l'axe du nerf médian. Une photographie de la position de la sonde, du bras et du rapporteur était prise. L'angle réalisé entre l'axe du nerf médian et l'axe de la sonde était mesuré secondairement à partir de cette photographie (en haut à droite).

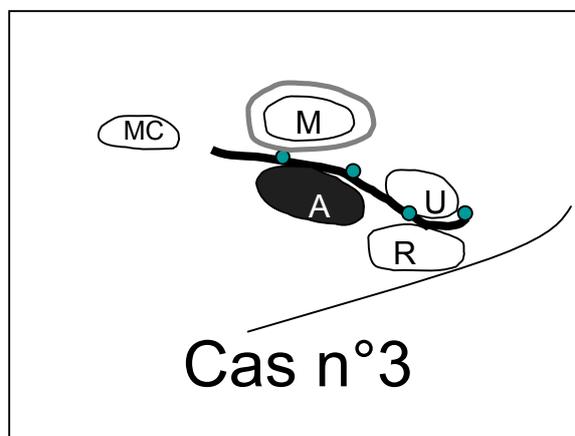
Figure 2: Trajets des cathéters au niveau axillaire



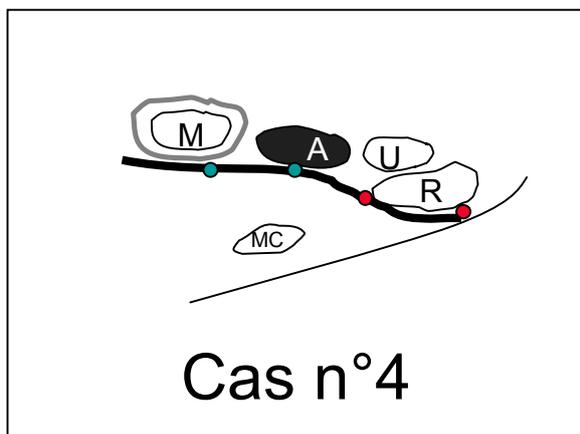
Cas n°1



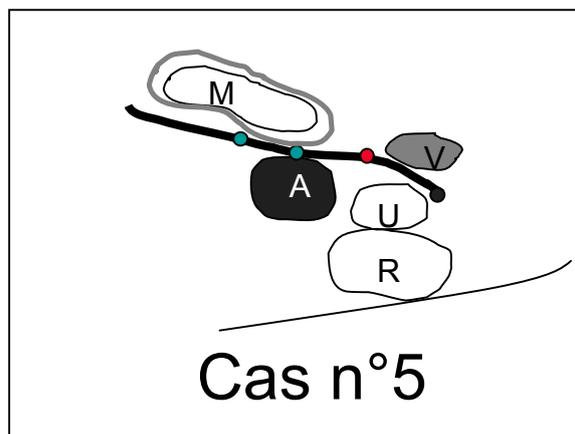
Cas n°2



Cas n°3



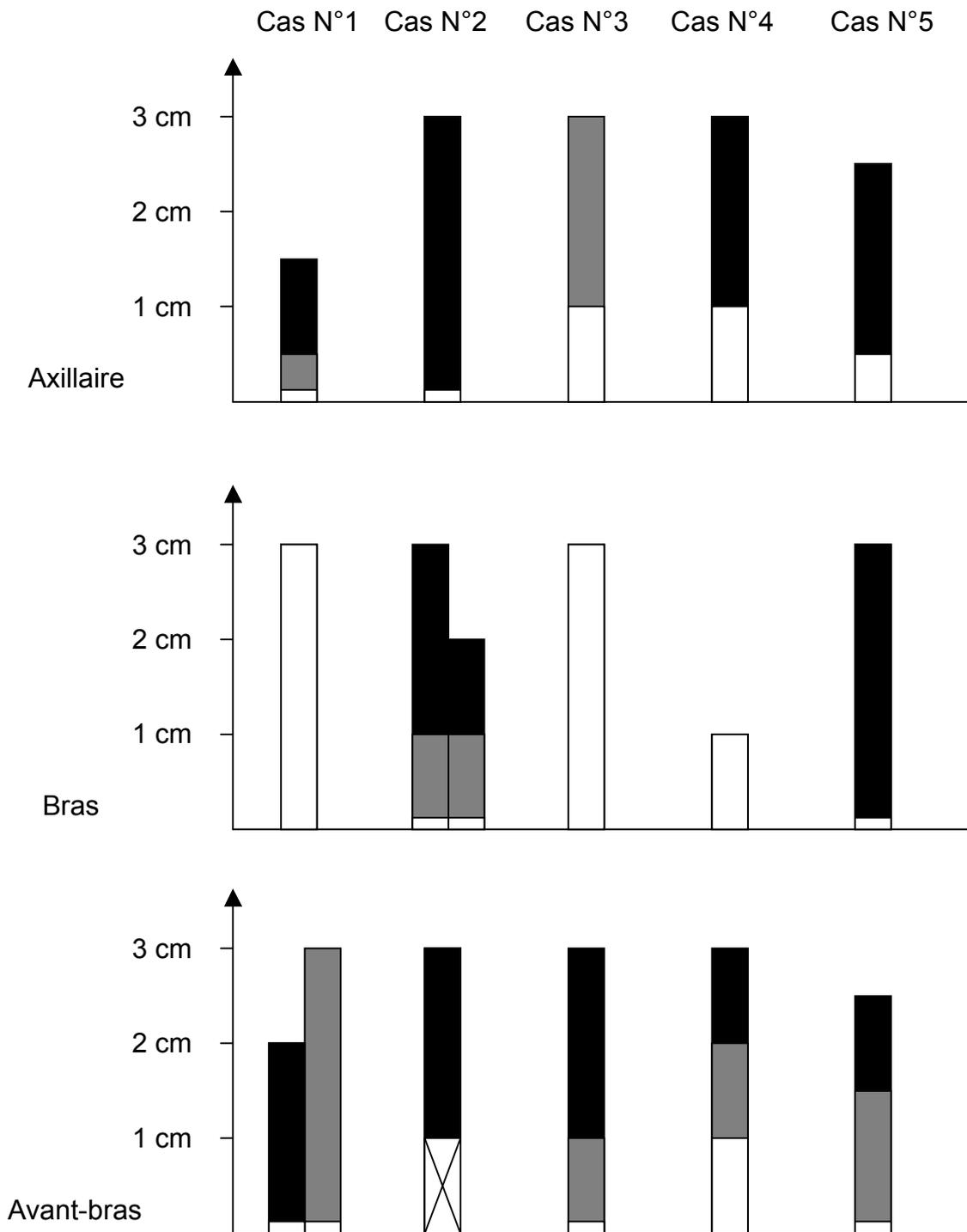
Cas n°4



Cas n°5

Sur cadavres non embaumés, cinq cathéters ont été insérés sous échographie, le nerf médian (M) étant en coupe oblique et l'aiguille dans le champ des ultrasons. Les autres structures étaient aussi repérées : artère (A), veine (V), nerf musculocutané (MC): nerf radial (R), nerf ulnaire (U) et bord supérieur du grand dorsal (trait noir fin). Le cathéter (trait noir épais) est retiré progressivement et testé par injection de serum physiologique (Rond noir: injection impossible ; rond rouge: injection intramusculaire ; rond vert: injection périnerveuse ou rétrodiffusion). La zone considérée comme périnerveuse au nerf médian est représentée par un halo gris.

Figure 3 : Localisations du bolus injecté au travers des cathéters selon le site et la longueur d'insertion.



Après insertion des cathéters, 1 mL de sérum physiologique était injecté sous contrôle échographique, afin d'en localiser la diffusion : périnerveux (PN) autour du nerf médian (blanc), intramusculaire (IM) (noir), IM ou PN d'un autre nerf que le nerf médian, mais avec une rétrodiffusion (RD) dans l'espace périnerveux du nerf médian (gris). En cas de position IM, on retirait le cathéter par paliers de 1 cm, jusqu'à obtenir une injection en PN ou RD. En rayé : localisation non testée.

Tableau 1: Facteurs associés au positionnement intra-musculaire du cathéter.

	PN médian	Non PN médian	p=
Côté Droit/Gauche	2/3	5/7	0,999
Corps A/B/C/D	2/2/1/0	6/1/2/3	0,633
Sexe homme/femme	3/2	3/9	0,280
Guide coudé oui/non	3/2	7/4	0,999
Résistance franchissable oui/non	3/2	9/3	0,6
Localisation axillaire/autre	1/4	4/8	0,999

Académie d'Orléans – Tours

Université François-Rabelais

Faculté de Médecine de TOURS

Ronan VOURC'H

Thèse n°

28 pages – 1 tableau – 3 figures

Résumé :

INTRODUCTION :

Pour insérer des cathéters paranerveux sous échographie, aucune des techniques décrites ne combine une visualisation satisfaisante des structures vasculonerveuses, de l'aiguille, et une approche tangentielle du nerf.

Les objectifs de cette étude expérimentale étaient d'évaluer une nouvelle technique respectant ces trois conditions et de localiser l'extrémité des cathéters ainsi insérés.

MATERIEL ET METHODES :

Sur 9 volontaires sains : détermination de l'angle maximal exploitable en coupe échographique « oblique » au niveau axillaire (l'axe de la sonde restant perpendiculaire au grand axe du nerf).

Sur 5 membres supérieurs de cadavre : selon cette technique, insertion de ktp dans l'espace jouxtant le nerf médian, puis localisation échographique du cathéter et du bolus de sérum physiologique, en recherchant la longueur maximum de cathéter insérable dans l'espace périnerveux.

RESULTATS :

Sur volontaires sains, les structures vasculonerveuses restaient identifiables pour un angle médian maximum de 40 degrés [28-46] entre le champ d'ultrasons et l'axe du nerf.

Expérimentalement, 5 cathéters étaient insérés en axillaire, 6 au bras et 6 à l'avant bras. Tous sauf 2 avaient un trajet rectiligne dans l'axe de l'aiguille. Ainsi, tous les boli étaient périnerveux si les ktp étaient insérés de 0 à 1 cm au-delà de l'aiguille, alors que seuls 3 sur 17 étaient périnerveux si les ktp étaient insérés 3 cm au-delà de l'aiguille. Cependant, même si l'extrémité du ktp était sorti de l'espace périnerveux, ce dernier était injecté par rétrodiffusion le long du cathéters dans 8 cas sur 17.

DISCUSSION :

Expérimentalement, il est possible d'insérer une aiguille à la fois « dans le champ des ultrasons » et tangentiellement au nerf. Même avec une approche de ce type, les cathéters ont un trajet paranerveux inférieur à 1 cm. Une rétrodiffusion le long du cathéter pourrait fréquemment limiter les conséquences cliniques de ces malpositions.

Mots clés :

- Anesthésie locorégionale
- Cathéter périnerveux
- bloc axillaire
- échographie

Jury :

Président de Jury : Monsieur le Professeur Jacques FUSCIARDI (Tours)

Membres du jury : Monsieur le Professeur Marc LAFFON (Tours)

Monsieur le Professeur Christophe DESTRIEUX (Tours)

Monsieur le Docteur Francis REMÉRAND (Tours)