

# Guidage continu des ponctions veineuses par une nouvelle sonde doppler pulsée: efficacité, sécurité.

Bernard BRANGER<sup>1</sup>, Bachir ZABADANI<sup>1</sup>, Frédérique VECINA<sup>1</sup>, Jean-Marie JUAN<sup>2</sup>, Michel DAUZAT<sup>2</sup>.

1- Service de Médecine C et de Néphrologie.

2- Unité d'Explorations Vasculaires - Centre Hospitalo-Universitaire de NÎMES.

## Mots-clés:

- Ponction veineuse profonde.
- Doppler pulsé.

## Adresse de correspondance:

### Docteur B. BRANGER

Unité de Néphrologie, Service de Néphrologie et Médecine C  
5, rue Hoche

B.P. 26

30006 NÎMES CEDEX

Tél. : 66.27.32.56 - Fax : 66.27.31.00

Ce travail a bénéficié du soutien financier du Pôle de Génie Biologique et Médical du Languedoc-Roussillon (contrat 89-90), du Conseil Scientifique de la Faculté de Médecine de Montpellier (contrat 89-90) et de la Commission de la Recherche Clinique du CHU de Nîmes (contrat 90-92).

## INTRODUCTION

Les cathéters veineux centraux ont une importance considérable aussi bien dans les unités de soins intensifs que dans les unités d'hémodialyse, qu'elle soit chronique ou aiguë. La réalisation des ponctions veineuses profondes afin de mettre en place les cathéters est grevée d'un certain nombre de complications connues de longue date : ponctions artérielles, pneumo ou hémithorax, blessures veineuses, hématomes, fistule artérioveineuse (1,2). Sans ajouter le stress que subissent les patients ou éventuellement l'opérateur, la fréquence de ces complications est diversement évaluée entre 2 et 10% et est fréquemment corrélée à l'expérience du Praticien. Le guidage ultrasonique des ponctions est utilisé depuis 1985 (3, 4, 5) mais pour le moment la diffusion est restée limitée à quelques unités de soins.

Actuellement, en 1993, il n'y a toujours pas d'utilisation très large du guidage ultrasonore dans le secteur de soins intensifs, de néphrologie ou de dialyse : des explications pourraient être que le matériel d'échographie est coûteux, peu adapté car de dimensions inadéquates et souvent non disponible à toutes heures du jour ou de la nuit.

Par ailleurs, la détermination morphologique des vaisseaux est parfois difficile sur les données de l'image. C'est la raison pour laquelle l'utilisation du doppler a été proposée, basée sur le signe de l'acoustique très facilement différenciable.

Il existe déjà des sondes doppler commercialisées qui permettent un guidage fixe avec un angle de 45° avec le vaisseau ou des techniques permettant une détermination d'abord de la localisation du vaisseau puis ponction à l'aveugle. En fait, ces sondes ne sont guère adaptées à tous les sites de ponctions vasculaires; c'est la raison pour laquelle nous avons développé un outil permettant une utilisation à tout moment au lit du malade, d'un coût compatible avec les budgets des unités de soins, enfin et surtout d'une efficacité permettant de rendre toutes les ponctions veineuses profondes à la fois efficaces mais aussi et surtout sans danger.

Après avoir testé ce matériel en étude expérimentale sur des lapins de laboratoire, nous avons appliqué cette technique à la clinique humaine et c'est le travail que nous présentons.

## RESUME

L'intérêt du guidage continu des ponctions veineuses profondes par ultrasons est évidente mais sa réalisation se heurte actuellement à l'indisponibilité de matériel adapté. Nous avons développé une nouvelle sonde doppler de 5 MHz dotée d'une échancrure permettant le maintien de l'aiguille de ponction dans l'axe central. Un décodeur spécifique avec commande à pied a été réalisé. L'étude clinique humaine a été réalisée en deux temps : une première phase avec sélection des patients à risque dont 12 échecs de la procédure aveugle. Sur les 24 cas, la ponction a été réalisée avec succès, une fois le cathétérisme n'a pas été possible. Dans un deuxième temps, un protocole prospectif randomisé avec ou sans guidage doppler incluant d'une part des Praticiens confirmés, d'autre part de jeunes Résidents.

Les résultats préliminaires indiquent deux ponctions réussies avec guidage doppler et une ponction douteuse. Sans guidage doppler, sur 24 ponctions, 6 échecs dont 5 ont pu être corrigés avec succès avec l'assistance en deuxième intention du guidage doppler.

Nous concluons à l'intérêt de notre sonde de guidage doppler qui autorise, lors de la mise en place des cathéters veineux à un meilleur niveau de succès et de sécurité tant chez les Praticiens confirmés que chez les jeunes Résidents.

## LA SONDE DE DOPPLER PULSE

Cette sonde a été définie dans l'unité de néphrologie et dans l'unité d'investigations vasculaires. Elle a été créée par la Société VERMON (164, rue du Général Renault, 37000 Tours, France) (Fig. 1).

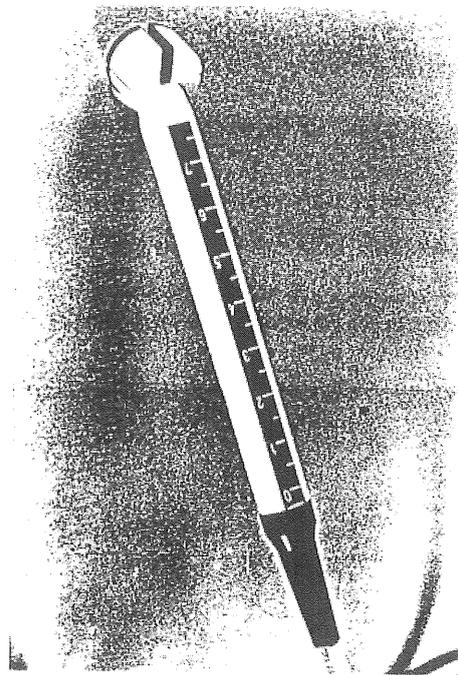


Figure 1 : Sonde doppler échancrée. Noter l'échelle graduée sur le manche, permettent de mesurer la longueur de l'aiguille pénétrant le site de ponction.

La sonde doppler est définie par un transducteur de 5 MHz d'impédance avec une focale de 1 mm sur un champ d'application de 9 à 60 mm de profondeur. La précision du flux ultrasonore est de 1 mm de diamètre. Une échancrure a été créée jusqu'au centre du transducteur permettant le passage d'une aiguille. La surface en contact avec la peau a été modifiée de telle sorte qu'elle soit convexe afin d'obtenir le meilleur contact possible avec le revêtement cutané (Fig. 2).

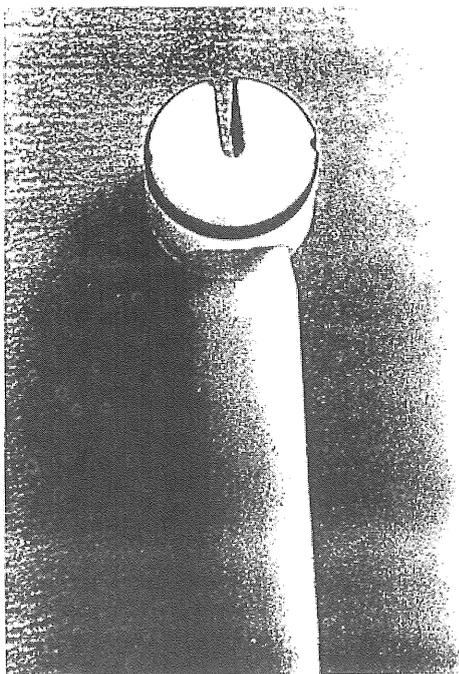


Figure 1 : La face "active" de la sonde doppler. La surface en contact avec la peau est bombée afin d'obtenir un meilleur signal ultrasonore.

Afin de guider précisément l'aiguille de ponction à travers l'échancrure, une rehausse de 15 mm a été réalisée qui permet de rester strictement octogonale à la surface de la sonde de telle sorte que l'aiguille soit au centre du flux ultrasonore en permanence. La présence d'une aiguille métallique au sein de ce flux ne modifie en rien la capacité de détection des vaisseaux et la qualité du signal. Cette sonde est stérilisée au gaz d'oxyde d'éthylène avec une désorption de huit heures de telle sorte qu'avec un jeu de deux sondes l'outil puisse être disponible à tout moment en vue de réaliser les ponctions.

Une échelle millimétrique a été gravée sur le manche afin de pouvoir mesurer avec précision la longueur d'aiguille qu'il faudra enfoncer à travers l'échancrure de telle sorte que la distance définie par le doppler pulsé puisse être atteinte avec le plus de précision par la pointe de l'aiguille de ponction.

L'appareil de détection du signal a été conçu et réalisé par la Société DELTEX FRANCE (Parc Club du Millénaire, Bât. 7, Rue André Becquerel, 34036 Montpellier Cedex 1, France), équipé d'une commande à pied de telle sorte que l'utilisateur puisse manipuler à la fois la sonde et choisir en permanence le mode de détection, soit doppler continu pour le repérage des vaisseaux, soit mode pulsé pour définir la profondeur de la ponction.

### ETUDE EXPERIMENTALE

Cette étude expérimentale a été réalisée dans l'Unité d'Exploration Vasculaire sur des rats blancs de type New Zéland. 12 mâles et 2 femelles ont été anesthésiés avant de réaliser le protocole.

Celui-ci consistait en la localisation d'une veine, a priori la veine cave, par voie percutanée antérieure ainsi que détermination du flux aortique abdominal très proche. Une fois le signal du flux veineux obtenu de manière satisfaisante, la sonde est mise en mode pulsé afin de définir la profondeur ainsi que le diamètre de la veine. La ponction de la veine cave inférieure a été réalisée avec une aiguille de diamètre externe de 1 mm à travers l'échancrure centrale. Dans la plupart des cas, la ponction a été assez délicate en raison de la grande mobilité du vaisseau face à la pénétration de l'aiguille. En règle générale, le signal doppler disparaissait lorsque l'aiguille était en contact avec la veine cave inférieure et, lors du passage de la paroi veineuse, il est apparu assez fréquemment une double transfixion de telle sorte que le retrait très progressif et prudent de l'aiguille permettait de récupérer un flux veineux de qualité. En présence d'un flux veineux de qualité, le mandrin métallique a été glissé très délicatement à travers l'aiguille suivant la technique de Seldinger puis le cathéter a été glissé sur ce mandrin. Une fois le reflux veineux obtenu par ce cathétérisme, une angiographie de contrôle a été réalisée avec enregistrement magnétoscopique. Dans les cas de décès en cours de manipulation, une autopsie a été réalisée.

Les résultats ont été les suivants :

- Sur 21 ponctions 20 ont été réalisées avec succès. Il faut noter qu'un des lapins est décédé au décours du début de l'anesthésie générale avant que la moindre tentative de repérage doppler ait pu être faite.
- Le cathétérisme a été moins heureux puisque seulement 16/20 fois il a été possible d'obtenir un cathétérisme.
- Le nombre de ponctions par cathétérismes réussis a été de 3,6. La qualité du signal doppler a été considérée comme bonne dans tous les cas. La durée moyenne de la procédure était de 7,8 mn.
- Pour les 4 cas d'échec de cathétérisme, le nombre de ponction était beaucoup plus élevé : 6,2 par essai de cathétérisme :
  - dans 2 cas, l'animal est décédé et l'autopsie a révélé un hémithorax massif ainsi que deux plaies transfixiantes de la veine cave inférieure responsables d'un hémopéritoine;
  - dans les 2 autres cas, le cathétérisme n'a pu être réalisé malgré le fait que les ponctions aient été réussies plus de dix fois.

Ce nombre non négligeable d'échecs de cathétérismes nous a paru relever davantage de notre modèle expérimental : en effet, la qualité du tissu veineux et de la veine cave inférieure des lapins est sensiblement différente de celle de l'espèce humaine. En effet, le vaisseau est beaucoup plus fin et beaucoup plus souple et dès lors le risque de transfixion est beaucoup plus important. Quoiqu'il en soit, cette étude expérimentale nous a permis de passer à l'application chez l'homme dans les meilleures conditions de sécurité.

### APPLICATION CLINIQUE

Nous avons ainsi défini un programme d'étude préliminaire permettant de bien préciser les différentes phases de l'utilisation de notre sonde doppler, détermination du flux artériel et veineux dans un premier temps avant puis après l'anesthésie locale. La profondeur

de la veine et le diamètre du vaisseau ont été déterminés et définis par le mode pulsé, la sonde étant remise en position continue pour la phase active de ponction afin d'éviter la perte du signal lors de refoulement de la veine sous la poussée de l'aiguille.

Nous avons toujours réalisé une première ponction avec l'aiguille d'anesthésie très fine et, une fois le reflux veineux obtenu, c'est l'aiguille plus grosse du kit de cathétérisme veineux profond qui a été utilisée. Ensuite, la technique a été réalisée suivant la méthode de Seldinger déjà citée.

Dans un premier temps, nous avons donc testé des patients à risque, échecs de la procédure à l'aveugle 16 fois, anomalies anatomiques importantes thoraciques, abdominales ou autres : 10 fois; enfin, risques pulmonaires majeurs, notamment chez les patients sous ventilation mécanique à très haut risque de pneumothorax : 4 fois.

Les résultats figurent sur le tableau I.

#### ETUDE CLINIQUE PRELIMINAIRE

Tableau I - (résultats):

Nombre	Veine	Profondeur (mm)	Diamètre (mm)	Devenir
15	SC	17±3	12±6	15/15 succès
9	JI	13±5	9±2	9/9 succès
6	F	12±2	12±2	6/6 succès

SC = veine sous-clavière, JI = veine jugulaire interne, F = veine fémorale.

*Lors de 2 ponctions de veine jugulaire interne, une ponction artérielle a été observée, toujours lors d'un abord haut de cette veine. Pour une des ponctions sous-clavière, le cathétérisme n'a pu être réalisé en raison d'une anomalie anatomique (double veine de 3 mm de diamètre).*

Les résultats extrêmement satisfaisants de ce protocole préliminaire nous ont conduit à définir un protocole prospectif randomisé multicentrique incluant de jeunes opérateurs (juniors résidents) et des opérateurs confirmés (seniors) afin, d'une part, de mieux définir la place du guidage doppler continu dans les gestes de mise en place de cathéters veineux centraux et, d'autre part, de voir si cette place était différente suivant le type d'intervenants, juniors ou seniors, praticiens hospitaliers ou médecins attachés, résidents ou internes...

L'indication de mise en place de cathéter veineux central a été posée suivant nos critères cliniques : cathétérisme pour nutrition parentérale, pour hémodialyse aiguë ou chronique, échanges plasmatiques, rééquilibration hydro-ionique. Le choix de l'opérateur et du mode a été fait suivant une liste pré-établie. En cas de présence de facteur de risque particulier, les patients étaient exclus de ce protocole.

Nous avons considéré comme ponctions réussies l'existence d'un reflux de sang franc de type veineux lors de l'aspiration à la seringue à travers de l'aiguille de ponction. Le terme d'échec a été défini par l'absence d'un tel reflux après plus de 30 mn de tentative de ponction. Dans les cas d'échecs de ponctions non guidées par les dopplers, la sonde doppler a été utilisée au terme des 30 mn. Enfin, en cas d'échec de ponctions avec la sonde doppler par junior, au terme des 30 mn c'est un senior qui prenait le relais. Il faut en outre préciser que le terme junior appliqué aux cathéters jugulaires internes concerne un praticien hospitalier encore peu expérimenté avec cette voie alors qu'il maîtrise parfaitement la voie sous-clavière.

Les résultats bruts et préliminaires sont illustrés sur les tableaux II et III.

Tableau II:

#### ETUDE CLINIQUE PROSPECTIVE: RESULTATS DES PONCTIONS

	Veine	Opérateurs	Devenir	Complications
Standard	18 SC	9 J 9 S	- 2 échecs (2 J)	- 1 pneumothorax - 1 hématome + compression nerveuse
PGDP	18 SC	9 J 9 S	- pas d'échec	- non
Standard	10 JI	6 J 4 S	- 3 échecs (2 J 1 S)	- 2 ponctions artérielles - 1 hématome
PGDP	11 JI	5 J 6 S	- 1 échec (J)	- 1 ponction artérielle

PGDP: Ponction guidée par doppler pulsé

SC = veine sous-clavière, JI = veine jugulaire interne, J = junior, S = senior

Tableau III:

#### ETUDE CLINIQUE PROSPECTIVE: ANALYSE DES ECHECS DE PONCTION ET DE CATHETERISME

	Echec de ponction	Echec de cathétérisme	Devenir	Complications
Standard	2 SC (J)	2 J 1 S	- succès + PGDP 1J 1S	- 1 pneumothorax + 1 hématome
PGDP	0 SC	1 J	- succès avec S	- non
Standard	3JI (2JI 1S)	1 J 1 S	- succès + PGDP 1J 1S 2 SC (S)	- 1 hématome
PGDP	1 JI (J)	0	- succès avec S	- 1 ponction carotide

PGDP: Ponction guidée par doppler pulsé

SC = veine sous-clavière, JI = veine jugulaire interne, J = junior, S = senior

Nous soulignons le fait qu'aucun accident, en dehors d'une ponction artérielle non compliquée d'hématome, n'est survenu dans la série guidée par sonde doppler alors qu'un pneumothorax et un hématome important étaient observés dans la série contrôle standard.

## DISCUSSION

Les résultats de notre étude confirment l'intérêt tout à fait évident de l'utilisation de cette sonde doppler pulsée pour le guidage continu des ponctions veineuses profondes et ceci en dépit d'un taux relativement élevé de difficultés de cathétérisme observées lors de notre étude expérimentale.

Nous avons déjà souligné la fragilité de la veine cave inférieure du lapin face aux problèmes de ponctions percutanées avec les ponctions transfixiantes qui ont été retrouvées lors des contrôles autopsiques et responsables dans deux cas du décès de l'animal.

L'application chez les patients de cette technique nous a confirmé chez les patients à très haut risque tout l'intérêt qu'il y avait à utiliser cet outil.

Les questions qui se posent ne sont donc pas tant : cette sonde est-elle utile?

- mais est-ce que le savoir faire et l'utilisation de cette sonde sont faciles à transmettre et à enseigner?
- est-ce que les Résidents juniors, ou à l'inverse les seniors, ont un meilleur bénéfice à utiliser cet outil?
- enfin, est-ce que tous les patients doivent systématiquement être ponctionnés avec un guidage doppler continu?

Il faut rappeler que l'apprentissage des techniques doppler repose sur l'audition. En effet, nous sommes très habitués aux images en tout genre, notamment échographiques, et maintenant en couleur, alors que le son est un signal que l'oreille analyse très facilement et il est évident de faire la différence entre une artère normale et une veine normale. Ce signal n'est pas modifié par des antécédents de ponctions sur le même site. Il convient toutefois d'être extrêmement rigoureux dans la qualité du signal obtenu et dans le diamètre de la veine à ponctionner. En effet, dans notre expérience, les vaisseaux, dont le diamètre, défini par le signal pulsé est inférieur à 5 mm, sont en général pratiquement impossibles à cathétériser.

Dès lors, le signal veineux étant défini, le deuxième problème est celui d'un positionnement correct de l'aiguille dans l'échancre de la sonde de telle sorte que la direction de l'aiguille soit strictement dans l'axe du flux ultrasonore. Cette technique est en règle générale acquise après deux démonstrations par un praticien expérimenté.

Quant au bénéfice entre juniors et seniors, il paraît clair au vu des résultats préliminaires de notre étude prospective randomisée : une seule ponction douteuse par un junior et les seuls échecs sous doppler sont ceux du cathétérisme qui, en fait, sont indépendants du système de guidage mais davantage sur la dextérité à faire pénétrer le cathéter à travers la peau jusqu'à la veine. Il demeure clair que l'expérience reste irremplaçable en cas de difficultés de cathétérisme et notamment pour les ponctions des veines jugulaires internes.

Enfin, en réponse à la dernière question : faut-il utiliser systématiquement un guidage doppler pulsé contre un repérage à l'aveugle ; conceptuellement, la réponse paraît parfaitement claire : nous pouvons dire que le bénéfice théorique évident d'un guidage ultrasonore est confirmé par notre pratique et que l'utilisation de notre sonde doppler n'ajoute pas de difficultés ou de délais particuliers. Nous pouvons déjà confirmer l'intérêt de l'utilisation de cette nouvelle sonde dans notre série. Il convient de mener jusqu'à son terme notre protocole en incluant d'autres opérateurs de telle sorte que cette technique soit validée sur la plus large échelle.

## REFERENCES

- 1 - BERNARD R.W., STAHL W.M., Subclavian catheterization : a prospective study. Non infectious complications. *Ann. Surg.*, 173, 184-190. (1971)
- 2 - PADBERG F.T., RUGGIEROS S., BLACKBURN G.L., BISTRIBANB.R., Central Venous catheterization for parenteral nutrition. *Ann. Surg.*, 193, 264-270. (1981)
- 3 - SCHREGEL W., STRAUB H., CUNITZ G., ULMER W.T., Ultraschall-doppler-sonographie : Ein einfaches Verfahren zur Verbesserung der Vena-jugularis-interna-Punktion. *Anaesthesia*, 34, 93-97. (1985)
- 4 - MACCHI J., TAKEDA J., KAKEGAWA T., Safe jugular and subclavian vein puncture under ultrasonographic guidance. *The American Journal of Surgery*, 153, 321-323. (1987)
- 5 - YONEJ A., YOKOTA K., YAMASHITA S., SARI A., Ultrasound guided catheterization of the subclavian veins. *J. Clin. Ultrasound*, 16, 499-501. (1988)
- 6 - MAHER J.L., DOUGHERTY J.M., Radial artery cannulation guided by doppler ultrasound. *Am. J. Emerg. Med.*, 7, 260-262. (1989)

