



Exclusion des complications des cathéters veineux centraux : Echographie versus radiographie

Exclusion of complications of central venous catheters : Ultrasound versus X-ray

Mahmoud Marzouk ^{1,2}, Oussama Nasri ^{1,3}, Rabeb Hammami ^{1,2}, Chadha Ben Messaoud ^{1,3}, Saber Thamloui ^{1,2}, Nader Baffoun ^{1,2}, Olfa Kaabachi ^{1,3}, Chokri Kaddour ^{1,2}

1. *Faculté de médecine de Tunis, Tunisie*
2. *Service d'anesthésie-réanimation, Institut national Mongi Ben Hmida de neurologie de Tunis*
3. *Service d'anesthésie-réanimation, Institut Mohamed Kassab d'orthopédie de Ksar Saïd*

RÉSUMÉ

Introduction : La pose des cathéters veineux centraux (CVC) est un geste fréquent en réanimation. Elle n'est pas dénuée de complications dont le diagnostic reposait longtemps sur la radiographie du thorax (RTX). Actuellement, l'échographie paraît une alternative intéressante.

Objectif : Rapporter l'impact de l'utilisation de l'échographie sur le délai d'exclusion des complications mécaniques après pose des CVC.

Méthodes: Il s'agit d'une étude prospective, multicentrique, comparative et à double aveugle. Ont été inclus les patients chez lesquels la pose d'un CVC a été décidée. Après la pose, une RTX a été demandée et une échographie a été réalisée à la recherche des signes de mauvais placement et de pneumothorax. Les deux examens ont été interprétés par deux médecins différents. Le critère de jugement principal entre le groupe échographie et le groupe RTX était le temps « T1 » défini par le temps requis pour exclure les complications.

Résultats : 30 patients ont été inclus dans notre étude. La moyenne du temps T1 échographique était significativement inférieure à la moyenne du temps T1 radiologique ($p=0,000$). Un seul cas de pneumothorax était observé. Il a été détecté précocement par l'échographie. Pour les 29 autres malades, l'exclusion a été échographique et radiologique. Par ailleurs, pas de complications de type mauvais placement : l'exclusion était radiologique et échographique.

Conclusion : L'échographie est un outil plus rapide que la RTX dans l'exclusion des complications mécaniques après pose des CVC. Elle garantit un examen aussi performant que la RTX et non irradiant pour les patients de réanimation.

Mots-clés : Voies veineuses centrales, échographie, pneumothorax, complications, radiographie thoracique

ABSTRACT

Introduction: The placement of central venous catheters (CVC) is a frequent procedure in intensive care. It is not devoid of complications, the diagnosis of which relied for a long time on the chest X-ray. Currently, ultrasound appears to be an interesting alternative.

Aim : To report the impact of the use of ultrasound on the time to exclusion of mechanical complications after CVC placement.

Methods : This is a prospective, multicenter, comparative, double-blind study. Were included the patients in whom the placement of a CVC was decided. After placement, a chest X-ray was ordered and an ultrasound was performed to look for signs of misplacement and pneumothorax. The two examinations were interpreted by two different doctors. The primary endpoint between the ultrasound group and the RTX group was the time "T1" represented by the time required to exclude complications.

Results : 30 patients were included in our study. The mean ultrasound T1time was significantly lower than the mean radiological T1time ($p=0.000$). Only one case of pneumothorax was observed. It was first detected by ultrasound. For the 29 other patients, exclusion of pneumothorax was confirmed by ultrasound and chest X-ray. No misplacement type complications detected. This was confirmed by ultrasound and radiological exclusions.

Conclusion : Ultrasound is a faster tool than RTX in excluding mechanical complications after CVC placement. It guarantees a non-irradiating examination as efficient as chest X-ray for intensive care patients.

Key-words : Central venous catheters, ultrasonography, pneumothorax, complications, thoracic radiography

Correspondance

Mahmoud Marzouk

Service d'anesthésie-réanimation, Institut national Mongi Ben Hmida de neurologie- La Rabta Tunis- Faculté de médecine de Tunis, Tunisie

Email : mahmoud.marzouk@fmt.utm.tn

INTRODUCTION

Les patients de réanimation sous ventilation mécanique nécessitent souvent la mise en place d'un cathéter veineux central (CVC) dans le territoire cave supérieur. Il permet l'administration de l'alimentation parentérale, des catécholamines et des médicaments veinotoxiques. Des complications mécaniques peuvent survenir après la pose. Les plus fréquentes sont le pneumothorax et le mauvais placement dans un axe vasculaire autre que la veine cave supérieure. La radiographie du thorax (RTX) a été longtemps considérée comme l'examen de référence pour le diagnostic de ces complications. Cependant, sa réalisation engendre un retard à l'exclusion de ces complications à cause des contraintes techniques et organisationnelles : (Disponibilité du technicien, qualité de l'examen en décubitus dorsal chez les malades ventilés, et acheminement au service de radiologie des patients en absence d'un appareil de radiologie mobile). S'y ajoute le fait d'être un examen source de radiations et même de faux négatifs concernant le diagnostic de pneumothorax. L'échographie est actuellement un outil que tout médecin réanimateur doit maîtriser. Il s'agit d'un examen non invasif, reproductible et non irradiant. Elle permettrait un diagnostic précoce et rapide des complications ainsi qu'une réduction de la prescription des examens radiologiques. L'objectif de notre étude est de rapporter l'impact de l'utilisation de l'échographie sur le délai d'exclusion des complications mécaniques après pose échoguidée des CVC.

MÉTHODES

Type d'étude

Il s'agit d'une étude prospective, multicentrique, comparative et à double aveugle réalisée aux services d'anesthésie-réanimation de l'institut national Mongi Ben Hmida de neurologie (INN) et l'institut Mohamed Kassab d'orthopédie (IMKO). L'étude s'est déroulée sur une période de 4 mois du 1^{er} juin 2022 au 30 septembre 2022.

Population d'étude

Après obtention de l'accord du comité d'éthique de l'INN, ont été inclus les patients d'âge supérieur à 18 ans, sous ventilation mécanique et chez lesquels la pose d'un CVC dans le territoire cave supérieur a été décidée.

Déroulement de l'étude

Avant le début de l'inclusion, des ateliers de formation et de démonstration ont été réalisés dans les services concernés pour mettre au point et uniformiser les compétences des médecins concernant l'interprétation de la RTX, la pose des CVC, l'écho-guidage et l'échographie pleuropulmonaire.

La pose des CVC a été faite sous écho-guidage chez les patients éligibles pour l'étude. La veine d'accès était l'une des 4 suivantes: Sous-clavières droite ou gauche, jugulaires internes droite ou gauche. La procédure était toujours réalisée ou supervisée par un médecin senior. Après la pose, une RTX était demandée. En même temps, une échographie était réalisée au lit du malade, le tout à la recherche des signes de pneumothorax et de mauvais placement du CVC.

L'examen radiologique était réalisé grâce à l'appareil mobile de radiologie du service. L'examen échographique était réalisé à l'aide d'une sonde linéaire haute fréquence pour l'exploration pleurale et vasculaire. L'échographie pleurale était réalisée au niveau des parties antérieure et moyenne de l'hémi-thorax concerné qui sont divisées en quadrants supérieur et inférieur. L'échographie vasculaire était réalisée dans le but de détecter le passage du CVC dans un axe vasculaire autre que le territoire cave supérieur.

L'interprétation de l'examen radiologique et de l'examen échographique était réalisée par deux médecins différents. Le médecin pouvait conclure à l'exclusion des complications en se basant sur les constatations suivantes :

- Pour le groupe RTX : la présence du bout du CVC au niveau de l'abouchement de la veine cave supérieure dans l'oreillette droite et l'absence d'hyperclarté dans le champ pulmonaire homolatéral à la ponction synonyme de pneumothorax.
- Pour le groupe Echographie : la présence du glissement pleural et de lignes B, l'absence de l'aspect du code à barre et du point poumon dans tous les quadrants l'hémi-thorax étudié. S'y ajoute l'absence de la migration du CVC dans un axe vasculaire autre que le territoire cave supérieur.

Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal dans notre étude était le temps T1. Il représente le temps requis pour exclure les complications mécaniques après pose du CVC.

Pour le groupe RTX, il s'agit du T1 radiologique défini par le temps (en minutes) entre la demande de la RTX et la récupération du cliché radiologique ainsi que son interprétation.

Pour le groupe échographie, il s'agit du temps T1 échographique (en minutes) requis pour réaliser l'échographie pleurale et vasculaire après la pose.

Recueil de données

Le recueil de données a été réalisé via une fiche de recueil. Ont été notés :

L'âge, l'indice de masse corporelle (IMC), le genre, le score APACHE III, le motif d'admission, les antécédents, la veine de ponction, le côté de ponction, le nombre de ponctions, le temps de la procédure de pose du CVC, le T1 radiologique, le T1 échographique et la survenue de complications mécaniques liées à la pose du CVC.

Etude statistique

La saisie des données et l'étude statistique ont été faites en utilisant le logiciel SPSS. Ont été calculés la moyenne, le minimum, le maximum et l'écart-type pour les variables quantitatives. Ont été calculés les pourcentages et les valeurs absolues pour les variables qualitatives. Ont été comparés les moyennes des temps T1 radiologique et échographique moyennant le test t de Student. Le seuil de significativité a été fixé à 0.05.

RÉSULTATS

Caractéristiques des patients

30 patients ont été retenus pour notre étude. La moyenne d'âge était de 48,1 ans \pm 17,77. Le sex-ratio était égal à 1,3: 17 hommes et 13 femmes. La moyenne de l'IMC était de 26,95 kg/m² \pm 5,98. Les antécédents étaient dominés par l'HTA chez 23% des patients et le diabète chez 13 % des patients. La moyenne du score APACHE III était de 56,97 \pm 31,94.

Les motifs d'admission sont représentés dans le tableau 1. Les plus fréquents étaient Les accidents vasculaires cérébraux dans 23 % des cas et les neuromyopathies dans 23% des cas.

Tableau 1. Les motifs d'admission en réanimation de la population d'étude

Motif d'admission	Nombre (%)
Accident vasculaire cérébral	7 (23%)
Neuromyopathie	7 (23%)
Méningite et méningo-encéphalite	5 (17%)
Polytraumatisme	4 (13%)
Ischémie myocardique	3 (10%)
Réanimation après arrêt cardiaque	3 (10%)
Epilepsie	1 (3%)

Pose des CVC

Les CVC ont été placés du côté droit dans 60% des cas et du côté gauche dans 40% des cas. La ponction a intéressé la veine jugulaire interne (VJI) dans 43% des cas et la veine sous-clavière (VSC) dans 57% des cas. La répartition dans les 4 veines est représentée dans le tableau 2.

Tableau 2. Répartition des CVC selon la veine de ponction

VJI (13) 43%		VSC (17) 57%	
Droite	Gauche	Droite	Gauche
(8) 27%	(5) 17%	(10) 33%	(7) 23%

La moyenne du nombre de ponctions était de 2,27 \pm 1,99 et la moyenne de temps de pose était de 19,24 minutes \pm 14,50.

Exclusion des complications

Pour les 30 CVC, pas de complications de type mauvais placement. L'exclusion était à la fois radiologique et échographique chez tous les patients.

L'exclusion échographique et radiologique du pneumothorax était possible chez 29 patients soit 97 % de la population d'étude. Au total, l'exclusion du pneumothorax et du mauvais placement a été possible chez 29 patients soit 97 % de la population d'étude.

On a noté une différence significative (p=0,000) entre les moyennes des temps T1 échographique (3,27 minutes \pm 2,11) et T1 radiologique (47,48 minutes \pm 32,54).

Diagnostic des complications

Un seul cas de pneumothorax a été observé après une ponction de la VSC gauche. Il s'agit du cas d'une patiente âgée de 27 ans admise en réanimation pour un état de mal épileptique compliqué d'un état de choc septique secondaire à une pneumopathie d'inhalation. Le pneumothorax a été détecté en premier lieu par l'échographie devant l'absence de glissement pleural dans le quadrant antérieur et supérieur, l'absence de lignes B et la présence de point poumon. La première RTX était sans anomalies, cependant le contrôle ultérieur par RTX et scanner thoracique a pu mettre en évidence un pneumothorax antérieur gauche. Un drainage thoracique a été réalisé. L'évolution était favorable et la patiente a été transférée en service d'hospitalisation au bout d'une semaine de prise en charge.

DISCUSSION

Notre étude a montré que l'exclusion échographique des complications mécaniques après pose échoguidée des

CVC était significativement plus rapide que l'exclusion par la RTX. Les points forts de notre étude étaient le caractère multicentrique et l'interprétation en double aveugle de l'imagerie. Les limites de notre étude étaient le nombre limité de patients ainsi que la période courte de l'étude.

Le résultat de notre étude rejoint celui d'une étude publiée en 2019 par D.Raman et al. Cette dernière a montré que l'utilisation de l'échographie permet de réduire le temps nécessaire pour l'exclusion des complications mécaniques après pose des CVC. L'étude a concerné 60 patients qui ont été randomisés dans deux groupes de 30 chacun : un groupe contrôle pour la vérification standard par RTX et un groupe ultrasons(1).

L'échographie trouve sa place dans le diagnostic précoce et précis lorsqu'elle est pratiquée après les procédures invasives de pneumologie chez les patients à risque. Elle était supérieure à la méthode de référence qui était la RTX. Ceci a été démontré dans une étude publiée en 2020 par Eisenmann S et al(2). L'échographie permet même le diagnostic précoce du pneumothorax qui se révèle tardivement à la RTX. C'est le cas du pneumothorax dans notre étude. Elle participe à son dépistage en cas d'examen radiographique non concluant. Ceci a été étudié et démontré dans une série incluant des patients qui ont subi une biopsie pulmonaire (3).

Notre étude a souligné l'efficacité de l'échographie dans l'exclusion et le diagnostic des complications mécaniques après pose échoguidée des CVC et ce par rapport à la RTX. Un papier publié en 2020 et incluant 758 cathétérismes veineux a mis le point sur l'apport des ultrasons dans l'exclusion de ces complications. Ceci en démontrant un accord entre les ultrasons et la RTX dans 98.9% des cas étudiés. Avec en conclusion que l'échographie représente une méthode précise pour le diagnostic du mauvais placement et du pneumothorax (4).

Il est à noter que l'utilisation des ultrasons pour la détection des pneumothorax n'est pas une pratique récente. Sa preuve d'efficacité est de plus en plus importante pendant les deux dernières décennies. Depuis 2002, on a prouvé son efficacité pour le diagnostic des pneumothorax traumatiques par rapport à la méthode de référence qui est la RTX (5). La spécificité et la sensibilité des ultrasons dans une étude publiée en 2010 dépassent 80% lorsque l'échographie est réalisée au lit du malade chez une population de patients traumatisés (6). Dans une revue Cochrane publiée en 2020, la pratique de l'échographie pour la détection des pneumothorax traumatiques était supérieure à la radiographie indépendamment de l'opérateur et du type de sonde utilisée (7). Une autre étude publiée en 2021 par R.Bhoil et al a montré que les ultrasons

sont supérieurs à la radiographie standard dans la détection des pneumothorax traumatiques ainsi qu'une meilleure valeur prédictive négative permettant leur exclusion (8). Dans une étude publiée en 2022 incluant 38 patients proposés pour des ponctions ou biopsies pleurales, le résultat était en faveur de l'échographie avec une spécificité et une sensibilité de 100 % pour les pneumothorax de grande taille. Cependant, un cas faux positif a été noté et était en rapport avec la présence de bulles d'emphysèmes (9). Pour cette raison, n'ont pas été inclus les patients emphysémateux dans notre étude. Dans une étude publiée en 2021, l'exclusion des pneumothorax par les ultrasons a été mise en évidence grâce à une étude prospective observationnelle. Ceci chez 275 patients de pneumologie chez lesquels des gestes invasifs ont été réalisés. Les avantages démontrés étaient la valeur prédictive négative de 98.6%, l'apprentissage rapide et la détection de pneumothorax qui n'ont pas pu être détectés par la RTX(10). Un cas de pneumothorax au bloc opératoire a été publié, et l'échographie a été d'une aide rapide pour faire le diagnostic étiologique d'une hypoxémie chez une patiente au-cours d'une transplantation cardiaque (11).

La confirmation par les ultrasons du placement du CVC a été étudiée dans une étude publiée par J.Furlong et al en 2020. Elle a concerné les CVC insérés par voie périphérique par des médecins juniors chez une population de 28 enfants. L'exploration échographique était faite via les fenêtres sous costales et apicale en temps réel de pose à fin de détecter la présence du guide dans l'oreillette droite ou à travers l'épreuve aux bulles. Cette méthode n'a pas démontré d'efficacité supérieure par rapport à la RTX, s'y ajoute le risque d'erreur d'asepsie au-cours de la procédure(12). La vérification du placement du CVC a été étudiée dans une étude publiée en 2021. Le but était de vérifier la migration du guide dans la veine jugulaire et non pas dans un axe artériel. Cette technique était efficace pour les patients maigres chez lesquels le point de ponction est à 5 cm de la clavicule(13). Ceci n'est pas réalisable pour les patients obèses, avec un cou court et en cas de ponction de la VSC. Une étude tunisienne publiée par Trabelsi et al en 2022 visant à comparer deux techniques de pose échoguidée des CVC a utilisé la vérification de la présence du guide dans la veine concernée pour éliminer la malposition au cours de la ponction (14). Cependant ces techniques n'éliminent pas les mauvais placements de l'extrémité distale du CVC. Pour cette raison la vérification du placement du CVC dans notre étude a fait appel à une procédure après la pose et en étudiant les axes vasculaires concernés par l'éventuelle migration du bout distal du CVC.

Notre étude a montré aussi que les complications mécaniques

après pose échoguidée des CVC étaient rares avec une incidence de 3,33% pour le pneumothorax et de 0% pour le mauvais placement, et c'est le cas dans la littérature internationale. L'incidence des complications est inférieure à 5% pour le mauvais placement et inférieure à 2% pour le pneumothorax (4).

Nos résultats confirment ceux de la littérature internationale et confirment l'applicabilité de la pratique des ultrasons dans cette indication sous nos cieux. Ce qui doit inciter à intégrer l'échographie dans les cycles de formation des résidents ainsi que dans les protocoles de prise en charge des patients graves dans nos hôpitaux. Dans notre pays, pendant la dernière décennie, il y eu une généralisation de l'utilisation de l'échographie aux services de réanimation et aux services des urgences. Cette constatation pourrait participer à mieux exploiter cet outil chez les médecins seniors et en formation. Des programmes et des ateliers de formation devraient être instaurés, validés et généralisés pour les spécialités de médecine aigue sous l'égide des collèges de spécialités et les sociétés savantes concernées.

CONCLUSION

L'échographie est un examen plus rapide que la RTX dans l'exclusion des complications mécaniques après pose échoguidée des CVC. Les ultrasons dans cette indication représentent un outil fiable, d'apprentissage facile, reproductible et non irradiant. Il s'agit d'un outil incontournable d'autant plus que l'examen clinique ainsi que la RTX peuvent manquer d'informations chez les patients ventilés de réanimation. De nouveaux axes de recherche sont envisageables. Par exemple, la généralisation de l'étude à d'autres services de médecine aigue, la généralisation de l'utilisation des ultrasons dans d'autres indications comme la traumatologie et la diminution de la prescription de la RTX en se basant sur les résultats de l'échographie.

RÉFÉRENCES

- Raman D, Sharma M, Moghekar A, Wang X, Hatipoğlu U. Utilization of Thoracic Ultrasound for Confirmation of Central Venous Catheter Placement and Exclusion of Pneumothorax: A Novel Technique in Real-Time Application. *Journal of Intensive Care Medicine*.2019;34(7):594-8.
- Eisenmann S, Winantea J, Karpf-Wissel R, Funke F, Stenzel E, Taube C, et al. Thoracic ultrasound for immediate exclusion of pneumothorax after interventional bronchoscopy. *Journal of Clinical Medicine*.2020;9(5).
- Koh JS, Chung C, Kim JO, Jung SS, Park HS, Lee JE, et al. Early detection of delayed pneumothorax using lung ultrasound after transthoracic needle lung biopsy: A prospective pilot study. *Clinical Respiratory Journal*.2022;16(5):413-9.
- Smit JM, Haaksma ME, Lim EHT, Steenvoorden TS, Blans MJ, Bosch FH, et al. Ultrasound to detect central venous catheter placement associated complications: A multicenter diagnostic accuracy study. *Anesthesiology*. 2020;781-94.
- Rowan KR, Kirkpatrick AW, Liu D, Forkheim KE, Mayo JR, Nicolaou S. Traumatic pneumothorax detection with thoracic US: Correlation with chest radiography and CT - Initial experience. *Radiology*.2002;225(1):210-4.
- Wilkerson RG, Stone MB. Sensitivity of bedside ultrasound and supine anteroposterior chest radiographs for the identification of pneumothorax after blunt trauma. *Academic Emergency Medicine*.2010;17(1):11-7
- Chan KK, Joo DA, McRae AD, Takwoingi Y, Premji ZA, Lang E, et al. Chest ultrasonography versus supine chest radiography for diagnosis of pneumothorax in trauma patients in the emergency department. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.2020;2020(7)
- Bhoil R, Kumar R, Kaur J, Attri PK, Thakur R. Diagnosis of traumatic pneumothorax-comparison between lung ultrasound and supine chest radiographs. *Indian Journal of Critical Care Medicine*. 2021;25(2):176-80.
- Hosseini-Nik H, Bayanati H, Souza CA, Gupta A, McInnes MDF, Pena E, et al. Limited Chest Ultrasound to Replace CXR in Diagnosis of Pneumothorax Post Image-Guided Transthoracic Interventions. *Canadian Association of Radiologists Journal*.2022;73(2):403-9.
- Ramos Hernández C, Delgado MN, Rial MB, Roibás CM, Leiro Fernández V, Pombo V, et al. Revista Clínica Española Validity of lung ultrasound to rule out iatrogenic pneumothorax performed by pulmonologists without experience in this procedure. Vol. 221, *Revista Clínica Española*. 2021 p. 258-63.
- Mirabile C, Malekzadeh-Milani S, Vinh TQ, Haydar A. Intraoperative hypoxia secondary to pneumothorax: The role of lung ultrasound. *Paediatric Anaesthesia*.2018;28(5):468-70.
- Furlong-Dillard J, Aljabari S, Hirshberg E. Diagnostic Accuracy Among Trainees to Safely Confirm Peripherally Inserted Central Catheter (PICC) Placement Using Bedside Ultrasound CE. *Journal of the Association for Vascular Access*.2020;25(3):10-7.
- Wakabayashi R. Availability of ultrasound imaging of a guidewire parallel to the vein during internal jugular central venous catheter placement. *Scientific Reports*.2021;11(1).
- Trabelsi B, Hajje Z, Drira D, Yedes A, Labbene I, Ferjani M, et al. Comparison of ultrasound-guided internal jugular vein and supraclavicular subclavian vein catheterization in critically ill patients: a prospective, randomized clinical trial. *Ann Intensive Care* . 2022;12(1).