

Identification of venous umbilical catheter : Ultrasound versus radiography

Repérage du catheter veineux ombilical : échographie versus radiographie

Gandouz. H ^(1,2), Ben Hamida. E ^(1,2)

⁽¹⁾ Hôpital Charles Nicolle, Service de réanimation néonatale, 1006, Tunis, Tunisie.

⁽²⁾ Université de Tunis El Manar, Faculté de médecine de Tunis, 1007, Tunis, Tunisie.

ABSTRACT :

Background : Ultrasound (US) in neonatal intensive care unit is considered as an indispensable tool for the daily practices. It's considered as the new gold standard in identifying umbilical venous catheter (UVC) tips.

Aim : To evaluate the radiography performance for identification of UVC.

Methods : It was a monocentric, comparative, observational and prospective study, including all newborns submitted to UVC insertion, born in the university hospital center Charles Nicolle, during five months. We compared the radiography to ultrasonography in determining the position of UVC.

Results : During the study period, we included 80 newborns. According to US, the catheters have been well situated in 37,5% (N=30) of all cases. The catheters have been well situated in radiography by the cardiac silhouette method, the vertebral method and the diaphragmatic method respectively in 26,25% (N=21), 32,5% (N=26) and 32,5% (N=26) of all cases. The sensitivity of the radiography varied from 56% to 67% while the specificity varied from 86% to 92%. The Cohen Kappa coefficient varied from 0,62 to 0,67. The average duration of the US was 5,76 minutes \pm 4,52. The average time for receiving and interpreting the radiography was 63,9 minutes \pm 42,06. The number of performed radiographies to identify UVC was 1,3 \pm 0,6. The migration of UVC occurred in 25% of newborns with UVC and one case of venous thrombosis has been reported.

Conclusion : US is the most reliable exam as it allows a direct and faster visualization of the catheter tip in relation to vascular structures, while avoiding irradiation. We recommend the generalization of its use provided that adequate training is provided.

Key words: Ultrasonography - Central venous catheter - neonatology - X-ray

RÉSUMÉ :

Introduction : L'échographie en réanimation néonatale représente un outil indispensable à la pratique quotidienne. Elle est actuellement considérée comme le nouveau gold standard dans le repérage du bout du cathéter veineux ombilical (KTVO).

Objectif : valuer la performance de la radiographie par rapport à l'échographie dans le repérage du KTVO.

Méthodes : Il s'agissait d'une étude prospective, comparative, menée dans le service de réanimation néonatale de l'hôpital Charles Nicolle ayant colligé tous les nouveau-nés ayant nécessité la mise en place d'un KTVO, sur une période de cinq mois. Nous avons comparé entre l'échographie et la radiographie dans le repérage du bout du KTVO.

Résultats : Durant la période d'étude, 80 nouveau-nés ont été inclus. Les cathéters étaient échographiquement bien situés chez 37,5% (N=30) des cas. Les cathéters étaient bien situés à la radiographie par la méthode de la silhouette cardiaque, vertébrale et diaphragmatique dans respectivement 26,25% (N=21), 32,5% (N=26) et 32,5% (N=26) des cas. La sensibilité de la radiographie par rapport à l'échographie variait de 56% à 67%. Alors que la spécificité variait de 86% à 92%. Le coefficient de Cohen Kappa variait de 0,62 à 0,67. La durée de réalisation moyenne de l'échographie était de 5,76 minutes \pm 4,52. Le délai moyen d'obtention de la radiographie était de 63,9 minutes \pm 42,06. Le nombre de radiographies effectuées pour repérage du KTVO était de 1,3 \pm 0,6. La migration du KTVO a été retrouvée chez 25 nouveau-nés et un cas de thrombose veineuse a été rapporté.

Corresponding author :

Dr Emira Ben Hamida

E-mail: emira@ben-hamida.com

Conclusion : L'échographie était l'examen le plus fiable dans le repérage du KTVO, puisqu'il a permis une visualisation directe et rapide du cathéter dans les structures vasculaires, tout en évitant les complications de l'irradiation. Nous recommandons la généralisation de son utilisation à condition d'assurer une formation adéquate.

Mots-clés : Ultrasonographie – Néonatalogie – Cathéter veineux central – Radiographie

INTRODUCTION :

La mise en place d'un cathéter veineux ombilical (KTVO) en unité de soins intensifs néonataux (USIN) est un acte de routine faisant partie de la pratique courante de prise en charge des nouveau-nés(1). Toutefois, cet acte, même s'il est fréquent et parfois banalisé, n'est pas dénué de risques. En effet, chaque mise en place d'un KTVO est associée à un risque de complications non négligeables qui pourraient mettre en jeu le pronostic vital(2,3). Une grande partie de ces complications sont évitables par un bon positionnement du KTVO idéalement à la jonction veine cave inférieure (VCI) - oreillette droite (OD). Ainsi, la vérification du bon positionnement du KTVO s'avère être indispensable(4,5).

Classiquement, la radiographie thoraco-abdominale est l'examen le plus utilisé pour vérifier le bon positionnement mais n'est pas pour autant le plus fiable(6,7).

Depuis plusieurs années et grâce au développement de l'imagerie ultrasonore et sa généralisation, l'échographie a remplacé la radiographie, devenant ainsi le nouveau gold standard(8–11).

Toutefois, en Tunisie, dans nos USIN, la radiographie demeure encore l'outil de référence dans le repérage du bout du KTVO.

Le but de notre travail était d'évaluer la performance de la radiographie dans le repérage du bout du KTVO.

METHODES :

Il s'agissait d'une étude prospective, comparative, monocentrique menée dans le service de réanimation néonatale de l'hôpital Charles Nicolle ayant colligé tous les nouveau-nés qui ont nécessité la mise en place d'un KTVO, sur une période de cinq mois allant du premier Aout 2020 au 31 Décembre 2020. Nous avons comparé chez cette même population deux explorations radiologiques différentes dans l'identification du bout du KTVO et le dépistage de ses complications : la radiographie thoraco-abdominale et l'échographie.

Nous avons inclus tous les nouveau-nés ayant nécessité la mise en place d'un KTVO. Nous n'avons pas inclus les nouveau-nés ayant une cardiopathie congénitale de diagnostic anténatal, une malformation de la paroi abdominale ou du cordon ombilical. Les nouveau-nés ayant une cardiopathie congénitale diagnostiquée en postnatal ou transférés secondairement vers une autre structure hospitalière ont été exclus de notre étude.

Les indications de pose et d'ablation du KTVO étaient des décisions médicales, prises de façon indépendante de l'étude. Le cathéter était mis en place selon le protocole en vigueur dans le service. Un contrôle radiographique avec un cliché thoraco-abdominal en fin de pose était effectué. Cette radiographie était interprétée par le médecin ayant mis en place le cathéter, pour juger de son bon positionnement. La radiographie était interprétée selon trois méthodes.

- La méthode vertébrale : Un cathéter est considéré en place s'il se projette entre la huitième et la neuvième vertèbre thoracique(6).

- La méthode de la silhouette cardiaque : la VCI-OD est estimée en extrapolant la courbure de l'OD à son intersection avec la VCI (mieux visualisée si le cathéter passe à travers) ou le côté droit du corps vertébral (si le cathéter ne passe pas à travers la VCI). La VCI s'étend en bas sur une distance équivalente à celle d'un corps vertébral(6).

- La méthode diaphragmatique : le cathéter est considéré comme en place si le bout du KTVO est situé à $\pm 0,5$ cm par rapport au diaphragme. Au-dessus de $+ 0,5$ cm, il est considéré comme haut situé. Au-dessous de $-0,5$ cm, il est considéré comme bas situé.

Un contrôle échographique systématique était effectué après fin de la pose du KTVO, et retrait du champ stérile.

Toutes les échographies ont été réalisées par l'un des deux opérateurs participant à l'étude ignorant le résultat radiologique en utilisant le même appareil échographique Samsung MySono U6, disponible dans le service.

Les patients étaient positionnés en décubitus dorsal. Nous avons utilisé une sonde C4-9 que nous positionnions en sous xiphoidien dans une orientation sagittale. Nous dégagions la VCI et recherchions la présence du cathéter au niveau de sa jonction avec l'OD (Figure 1).

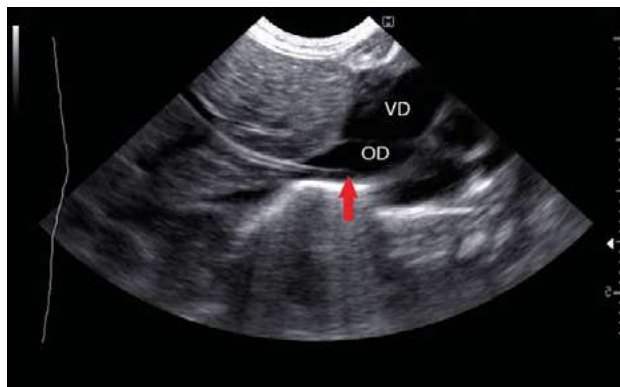


Figure 1 : coupe sous xiphoidienne
OD : oreillette droite ; VD : ventricule droit ; flèche rouge : KTVO

En absence de visualisation du bout du KTVO, d'autres coupes étaient réalisées (coupe apicale quatre cavités, coupe para sternale en petit axe...). Dans notre étude, nous avons considéré les ca-

théters situés au niveau de la VCI comme étant en place. Nous avons aussi accepté les cathéters situés au niveau de l'OD à condition que la distance séparant le bout du cathéter à l'abouchement de la VCI soit inférieure à 0,5 cm.

Une échographie était réalisée à J3 et J14 à la recherche de complications.

RESULTATS :

Nous avons colligé 80 nouveau-nés. L'âge gestationnel moyen était de $33,2 \pm 4,1$ SA avec des extrêmes de 25 SA et 40 SA. Le poids de naissance moyen était de 2269 ± 1034 gr avec des extrêmes de 650 gr et 4400 gr. La détresse respiratoire néonatale était le motif d'admission le plus fréquent suivi par les troubles hémodynamiques. Près de 80% des nouveau-nés étaient des prématurés.

A l'échographie, 30 cathéters (37,5%) ont été considérés comme étant en place. Douze cathéters (15%) étaient hauts situés. Ils ont alors été retirés en calculant la distance séparant le bout du cathéter et la jonction VCI-OD. Par la suite, leur bon positionnement a été confirmé par l'échographie. Trente-cinq cathéters (43,8%) étaient bas situés. Ils ont alors été retirés jusqu'au repère 5 cm. Trois cathéters (3,8%) n'ont pas pu être visualisés (Figure 2).

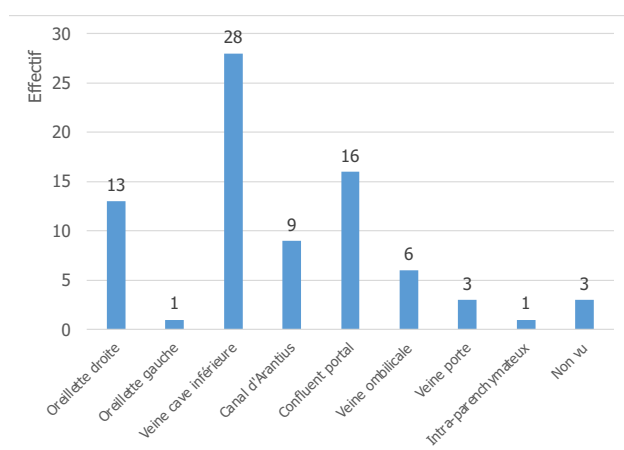


Figure 2 : Répartition des KTVO selon leur position anatomique

La durée de réalisation moyenne de l'échographie était de $5,76$ minutes $\pm 4,52$ avec des extrêmes de 1 et 30 minutes. Les trois cathéters, dont le repérage a duré 30 minutes, n'ont pas été vus.

Les durées moyennes de repérage selon que le cathéter ait été haut situé, en bonne position ou bas situé, étaient respectivement de $3,57$ minutes $\pm 1,016$ [2-5], $3,68$ minutes $\pm 1,96$ [1-8] et $8,31$ minutes $\pm 5,48$ [3-30] ($p < 0,001$) (Tableau 1).

Tableau I : durée de réalisation de l'échographie selon la position du KTVO

Position du KTVO	Effectif	Durée moyenne de réalisation de l'échographie en minutes
Intra cardiaque	14	$3,57 \pm 1,016$
Veine cave inférieure	28	$3,68 \pm 1,963$
Canal d'Arantius	9	$5,89 \pm 1,452$
Confluent portal	16	$8,44 \pm 4,84$
Veine ombilicale	6	$7,83 \pm 4,708$
Veine porte	3	$14,67 \pm 13,279$
Intraparenchymateux	1	12

A la radiographie, le cathéter a été considéré en place chez 21 nouveau-nés (26,25%) selon la méthode de la silhouette cardiaque et chez 26 nouveau-nés (32,5%) selon la méthode vertébrale et diaphragmatique (Figure 3).

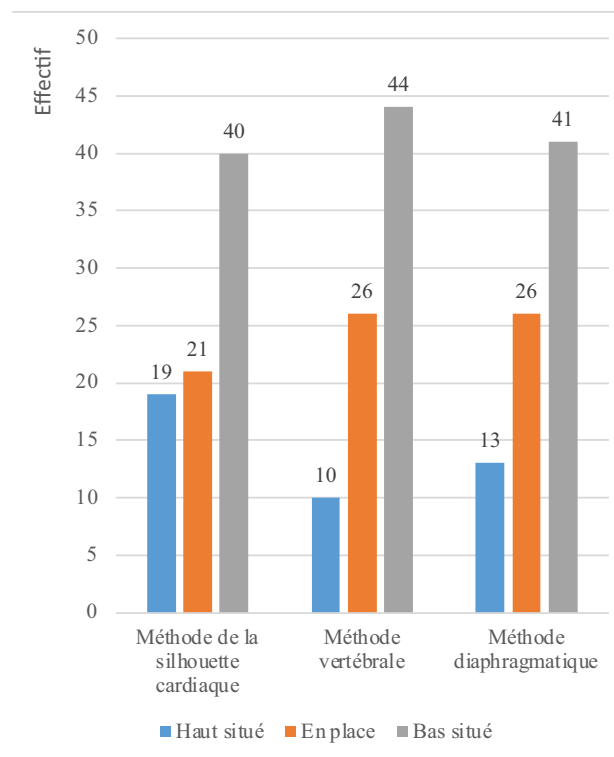


Figure 3 : Répartition des cathéters selon leur localisation interprétée par la radiographie

Le nombre de radiographies effectuées pour repérage du KTVO était de $1,3 \pm 0,6$ avec des extrêmes de 1 et 4 radiographies pour la visualisation d'un seul KTVO.

La durée moyenne de réalisation et d'interprétation de la radiographie était de $63,9$ minutes $\pm 42,06$ avec des extrêmes de 10 et 240 minutes.

La méthode diaphragmatique avait la meilleure sensibilité et le meilleur taux d'accord alors que la méthode de la silhouette cardiaque avait la meilleures spécificité (Tableau II).

Tableau II : Performance et concordance de chaque méthode radiographique par rapport à l'échographie

	Pourcentage brut d'accord %	Se %	Sp %	VPP %	VPN %
Méthode vertébrale	77,5	63	86	73	80
Méthode diaphragmatique	80	67	88	77	81
Méthode de la silhouette cardiaque	78	57	92	81	78

Se : sensibilité ; Sp : spécificité ; VPP : valeur prédictive positive ; VPN : valeur prédictive négative

L'échographie de J3 faite à la recherche de complications, a retrouvé une migration secondaire dans 20 cas (25%). Parmi ces 20 cathéters, 11 (55%) étaient considérés initialement comme étant en place.

À l'échographie de J3, six (54,54%) étaient hauts situés au niveau de l'OD, deux (18,18%) étaient bas situés au niveau du canal d'Arantius et trois (27,27%) étaient en position acceptable même après migration. Dans notre étude, un seul nouveau-né a présenté une complication thrombotique.

DISCUSSION :

Notre travail a démontré que l'échographie permettait une visualisation directe et plus rapide du cathéter dans les structures vasculaires,

Nous avons démontré que la méthode diaphragmatique, en utilisant les deux variables « en place » « pas en place », comparée à l'échographie considérée comme le Gold Standard, avait le meilleur taux de concordance.

En comparant la performance de chaque méthode radiologique par rapport à l'échographie, la méthode diaphragmatique avait la meilleure sensibilité alors que la méthode de la silhouette cardiaque avait la meilleure spécificité et VPP.

A notre connaissance, il s'agit de la première étude tunisienne qui a comparé la radiographie par rapport à l'échographie dans le repérage du bout du KTVO. En effet, le repérage échographique du bout du KTVO n'est pas de pratique courante dans tous les USIN en Tunisie.

Un autre point fort de notre étude est qu'il s'agissait d'une étude prospective, ce qui a permis un recueil complet des données nécessaires. Contrairement à la majorité des études, qui pour interpréter le bon positionnement du cathéter à la radiographie utilisaient des critères subjectifs laissant le choix à l'opérateur, nous avons utilisé des critères objectifs en se basant sur trois méthodes, chacune d'elle ayant une définition précise du bon positionnement du cathéter. Ainsi, quel que soit l'opérateur, la radiographie a été interprétée de la même manière.

L'une des limites de notre étude était l'absence de formation dédiée, au préalable, pour le repérage échographique des cathéters. Les deux opérateurs se sont autoformés au POC-US (échographie au point d'intervention) en particulier au repérage du bout du KTVO. Pour y remédier, chaque échographie était confirmée par l'opérateur le plus expérimenté.

En cas de doute, des images et vidéos étaient enregistrées et discutées secondairement.

Une autre limite de notre étude est que dans quelques situations, la réalisation de l'échographie était différée de quelques heures par rapport à la radiographie. Le cathéter aurait pu migrer faussant ainsi la comparaison entre les deux examens.

C'est en 1982 que George L. a suggéré l'utilisation de l'échographie pour le repérage du bout du KTVO chez les nouveau-nés(12). Ces résultats étaient tellement encourageants qu'il a considéré l'échographie comme étant le nouveau gold standard. Par la suite, et avec la généralisation de l'utilisation de l'échographie, plusieurs études sont venues confirmer ces résultats. L'échographie est devenue actuellement le gold standard dans le repérage du KTVO. L'échographie est un examen fiable dans le repérage du bout du KTVO, puisqu'il permet une visualisation directe et rapide du cathéter dans les structures vasculaires, tout en évitant les complications de l'irradiation (7-9,13,14).

Sous nos cieux, Par manque de moyens ou par absence de formation, nous continuons à utiliser la radiographie.

Dans notre étude, l'échographie a permis de détecter plusieurs KTVO qui étaient interprétées à la radiographie comme étant en place alors qu'ils ne l'étaient pas à l'échographie. La radiographie ne s'est pas révélée être très performante et la concordance entre la radiographie et l'échographie était modéré. F.Michel et al. ont essayé de définir l'examen le plus performant pour le repérage du bout du KTVO. Pour cela, ils avaient défini le « gold standard » comme étant le résultat de l'interprétation conjointe par deux séniors en radiologie pédiatrique et en néonatalogie, de la radiographie standard et de l'échographie. La sensibilité et la spécificité de l'échographie étaient respectivement de 93,3% et 95,6%(15).

D'un autre côté, Ades A et al. ont retrouvé que l'échographie a permis de détecter plusieurs cathéters mal positionnés alors qu'ils étaient interprétés comme étant en place à la radiographie en utilisant la méthode de la silhouette cardiaque. De plus, les cathéters bien positionnés à l'échographie avaient une dispersion large en regard des vertèbres thoracique puisqu'un cathéter en place pouvait être en regard de T6 à T11. La bonne position en regard de la vertèbre était évaluée à $T8,6 \pm 2,1$ (16).

Dans une autre étude plus récente effectuée dans les services de Pédiatrie Néonatale et Réanimation du CHU de Dijon, incluant 80 nouveau-nés ayant nécessité la mise en place d'un cathéter, l'accord entre échographie et radiographie était fort puisque le coefficient de Cohen Kappa était de 0,753 [IC 95% : 0,610 – 0,896]. L'inconvénient de cette étude était que tous les types de cathéters étaient étudiés. Parmi les 80 cathéters analysés durant cette étude, il y'avait 21 KTVO, 52 cathéters épicutanéocave et sept cathéters sous claviers. Ceci pourrait expliquer les différences avec notre étude (17).

Plusieurs auteurs s'accordent à dire que la concordance échographie radiographie n'est pas parfaite

(6,7,16,18). Dans ce cas, si un cathéter est en mauvaise position, des complications pouvant parfois mettant en jeu le pronostic vital peuvent se produire (épanchement péricardique, thrombose veineuse, troubles du rythme...)(23-19). L'avantage de l'échographie est qu'elle permet de s'assurer que le KTVO est en place mais elle permet aussi de dépister une grande partie de ces complications à condition que l'opérateur soit expérimenté.

Dans notre étude nous avons pu détecter 20 KTVO qui ont secondairement migré et un seul cas de thrombose veineuse soit %1,25 des cas. Ce taux est relativement faible par rapport à celui rapporté dans la littérature (7,20,21). Ceci peut être expliqué par l'inexpérience de l'opérateur ou aux critères diagnostiques utilisés. D'où l'importance d'avoir une formation adéquate certifiante avant le repérage du bout du KTVO. En effet, plusieurs études ont confirmé l'amélioration de la performance de l'échographie et l'augmentation de l'adhérence des médecins à l'échographie après avoir reçu une formation (10,24). La question qui se pose est : « Quel examen radiographique utiliser en absence d'échographie ? ».

Dans la série de Greenberg M et al., tous les bouts de cathéters se projetant à la radiographie au niveau de T6 ou plus haut, étaient situés à l'échographie, dans le cœur. Ils étaient mal positionnés dans %82 des cas quand ils se projetaient en regard de T7 et bien situés dans 90 % des cas quand ils se projetaient en regard de T8 et T9. Tous ceux en regard de T9 étaient au niveau de la jonction VCI-OD. Les auteurs ont ainsi recommandé de considérer le cathéter « en bonne position » s'il était en regard de T8 et T9 (9). Hoellering et al. avaient comparé la méthode vertébrale et la méthode de la silhouette cardiaque dans le repérage du bout du KTVO. La méthode de la silhouette cardiaque s'est avérée être plus performante. En effet, avec cette méthode la sensibilité et la spécificité étaient respectivement de %86 et %94. Alors que pour la méthode vertébrale, elles étaient de %61 et %74 en prenant pour zone cible T8 et T9. C'est pour cela que Hoellering a recommandé l'utilisation de la méthode de la silhouette cardiaque en absence d'échographe (6).

Notre étude serait la première dans la littérature à avoir étudié la performance de la méthode diaphragmatique. Cette méthode était fiable puisqu'elle avait la meilleure sensibilité dans notre étude et une spécificité de %88. De même la concordance avec l'échographie était la meilleure. La méthode diaphragmatique est intéressante mais d'autres études à plus grande échelle doivent être effectuées pour confirmer nos résultats et conclusions.

En ce qui concerne la méthode vertébrale, un cathéter bien positionné a une dispersion très large en regard des vertèbres (16,18,25). La position en regard de T9 nous paraît être la plus sûre. Mais, même avec cette position sa performance demeure faible. Nous ne recommandons pas l'utilisation de la méthode vertébrale seule.

Ainsi, nous recommandons d'utiliser la méthode de

la silhouette cardiaque en l'absence d'échographe puisque c'est la méthode ayant la meilleure performance et la meilleure valeur prédictive positive.

CONCLUSION :

La mise en place d'un KTVO est une procédure très fréquente en néonatalogie. Quelques complications peuvent se produire en cas de malposition. C'est pour cela qu'il faut s'assurer du bon positionnement du KTVO idéalement à la jonction VCI-OD. Depuis la généralisation de l'utilisation de l'échographie, la radiographie s'est avérée être peu performante et peut maljuger la position du cathéter. C'est pour cela que nous recommandons l'utilisation de l'échographie puisqu'elle permet la visualisation directe du cathéter dans les structures vasculaires et anatomiques. De plus, sa réalisation est rapide et facile moyennant une formation adéquate. En l'absence d'échographe, la méthode de la silhouette cardiaque qui avait dans notre étude la meilleure spécificité et VPP devrait être utilisée.

REFERENCES :

- [1] Nash P. Umbilical Catheters, Placement, and Complication Management: Journal of Infusion Nursing. nov 346:(6)29;2006-52.
- [2] Levit OL, Shabanova V, Bizzarro MJ. Umbilical catheter-associated complications in a level IV neonatal intensive care unit. J Perinatol. avr 573:(4)40;2020-80.
- [3] Goh S, Kan S, Bharadwaj S, Poon W. A review of umbilical venous catheter-related complications at a tertiary neonatal unit in Singapore. smedj. janv 29:(1)62;2021-33.
- [4] Mutlu M, Kucukalioglu Pariltan B, Aslan Y, Eyupoglu I, Kader S, Acar Akturk F. Comparison of methods and formulas used in umbilical venous catheter placement. Turk Pediatri Ars. 14 mars 35:(1)52;2017-42.
- [5] Verheij GH, te Pas AB, Smits-Wintjens VEJ, Šrámek A, Walther FJ, Lopriore E. Revised formula to determine the insertion length of umbilical vein catheters. Eur J Pediatr. août 1011:(8)172;2013-5.
- [6] Hoellering AB, Koorts PJ, Cartwright DW, Davies MW. Determination of Umbilical Venous Catheter Tip Position With Radiograph: Pediatric Critical Care Medicine. janv 56:(1)15;2014-61.
- [7] Franta J, Harabor A, Soraisham AS. Ultrasound assessment of umbilical venous catheter migration in preterm infants: a prospective study. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. mai 3)102;2017):F251-5.
- [8] Franta J, Harabor A, Soraisham AS. Ultrasound assessment of umbilical venous catheter migration in preterm infants: a prospective study. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. mai 3)102;2017):F251-5.

- [9] Alonso-Quintela P, Oulego-Erroz I, Rodriguez-Blanco S, Muñoz-Fontan M, Lapeña-López-de Armentia S, Rodriguez-Nuñez A. Location of the Central Venous Catheter Tip With Bedside Ultrasound in Young Children: Can We Eliminate the Need for Chest Radiography?*. *Pediatric Critical Care Medicine*. nov 2015;16(9):e340-5.
- [10] Pulickal AS, Charlagorla PK, Tume SC, Chhabra M, Narula P, Nadroo AM. Superiority of targeted neonatal echocardiography for umbilical venous catheter tip localization: accuracy of a clinician performance model. *J Perinatol*. déc 2013;33(12):950-3.
- [11] Fleming SE, Kim JH. Ultrasound-guided umbilical catheter insertion in neonates. *J Perinatol*. mai 2011;31(5):344-9.
- [12] George L, Waldman JD, Cohen ML, Segall ML, Kirkpatrick SE, Turner SWm, et al. Umbilical vascular catheters: Localization by two-dimensional echocardiography/aortography. *Pediatr Cardiol*. sept 1982;2(3):237-43.
- [13] Nguyen J. Ultrasonography for Central Catheter Placement in the Neonatal Intensive Care Unit—A Review of Utility and Practicality. *Amer J Perinatol*. 21 déc 2015;33(06):525-30.
- [14] Arnts IJJ, Bullens LM, Groenewoud JMM, Liem KD. Comparison of Complication Rates Between Umbilical and Peripherally Inserted Central Venous Catheters in Newborns. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*. mars 2014;43(2):205-15.
- [15] Michel F, Brevaut-Malaty V, Pasquali R, Thomachot L, Vialet R, Hassid S, et al. Comparison of ultrasound and X-ray in determining the position of umbilical venous catheters. *Resuscitation*. juin 2012;83(6):705-9.
- [16] Ades A, Sable C, Cummings S, Cross R, Markle B, Martin G. Echocardiographic Evaluation of Umbilical Venous Catheter Placement. *J Perinatol*. 1 janv 2003;23(1):24-8.
- [17] Ausset E. Repérage échographique versus radiographique du positionnement des cathéters veineux centraux chez les nouveau-nés à terme et prématurés de moins de 28 jours [Thèse]. Médecine: Bourgogne; 2020. 38p.
- [18] Harabor A, Soraisham A. Rates of Intracardiac Umbilical Venous Catheter Placement in Neonates. *Journal of Ultrasound in Medicine*. sept 2014;33(9):1557-61.
- [19] Schwartz DS, Gettner PA, Konstantino MM, Bartley CL, Keller MS, Ehrenkranz RA, et al. Umbilical venous catheterization and the risk of portal vein thrombosis. *J Pediatr*. nov 1997;131(5):760-2.
- [20] H, Lee YS, Kim SH, Lee SK, Lim MK, Kim HS. Does Umbilical Vein Catheterization Lead to Portal Venous Thrombosis? Prospective US Evaluation in 100 Neonates. *Radiology*. juin 2001;219(3):645-50.
- [21] Sakha SH, Rafeey M, Tarzamani MK. Portal venous thrombosis after umbilical vein catheterization. *Indian J Gastroenterol*. 2007;26(6):283-4. [14] Arnts IJJ, Bullens LM, Groenewoud JMM,
- [22] Traen M, Schepens E, Laroche S, van Overmeire B. Cardiac tamponade and pericardial effusion due to venous umbilical catheterization. *Acta Paediatr*. mai 2005;94(5):626-8.
- [23] Nowlen TT, Rosenthal GL, Johnson GL, Tom DJ, Vargo TA. Pericardial effusion and tamponade in infants with central catheters. *Pediatrics*. juill 2002;110(1 Pt 1):137-42.
- [24] Rubortone SA, Costa S, Perri A, D'Andrea V, Veneto G, Barone G. Real-time ultrasound for tip location of umbilical venous catheter in neonates: a pre/post intervention study. *Ital J Pediatr*. déc 2021;47(1):68.
- [25] Greenberg M, Movahed H, Peterson B, Bejar R. Placement of umbilical venous catheters with use of bedside real-time ultrasonography. *The Journal of Pediatrics*. avr 1995;126(4):633-5.