



LES INFECTIONS LIEES AUX CATHETERS VEINEUX CENTRAUX CHEZ L'ENFANT : PREVENTION, PRISE EN CHARGE

MÉMOIRE PRESENTE PAR :
Docteur AMARAOUI RIDOUANE
Né le 20/01/1981

POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE SPECIALITE EN MEDECINE

OPTION : ANESTHESIE REANIMATION

Sous la direction de professeur BENLAMKADDEM SAID

Pr BENLAMKADDEM Said
Anesthésie réanimation
CHU Hassan II Fes
Tél: 0534 220 0357

Session Juin 2025

Signature

PLAN

INTRODUCTION	5
I. ETUDE THEORIQUE :	8
A. Généralités sur les cathéters veineux centraux et les infections associées :	8
1. Rappel :	8
2. Définition :	8
3. Types de CVC utilisés chez l'enfant :	9
4. Spécificités des CVC chez l'enfant :	10
5. Principaux agents pathogènes impliqués :	29
6. Mécanismes de survenue des infections (colonisation du site, lumière interne, manipulation)	31
.....	34
B. Facteurs de risque et diagnostic des infections liées aux CVC	34
1. Facteurs de risque :	34
2. Diagnostic clinique :(28,29,30)	36
3. Diagnostic microbiologique (hémocultures, culture de l'embout, critères de CDC ou INS)	38
C. Prévention et prise en charge des infections liées aux CVC, (31–37)	43
a. Hygiène des mains	43
b. Préparation cutanée	44
1. Protocoles de prévention :	45
a. Technique de pose stérile	45
b. Entretien du cathéter	47
c. Formation et éducation du personnel :	47
2. Prise en charge curative :	53
a. Retrait du cathéter :	54
b. Traitement antibiotique	58
c. Surveillance et suivi	60
D. Complications liées aux cathéters veineux centraux (38–59) :	60
3. Complications liées au site d'insertion	61
Veines sous-clavières :	61

Veines jugulaires :.....	61
Veines fémorales :	62
Formation de thrombus induite par les CVC	63
Formation de thrombus liée au cathéter	63
Facteurs de risque.....	64
MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	65
A. Matériel d'étude :	66
1. Présentation de l'étude :.....	66
2. Critères d'inclusion	66
3. Critères d'exclusion :	67
B. Méthode d'étude	68
1. Recueil des données	68
2. Analyse statistique	69
RÉSULTATS	70
A. Incidence	71
B. Répartition selon l'âge.....	71
C. Répartition selon le sexe	71
D. Origine des patients	72
E. Pathologies d'admission :	72
F. Répartition selon les pathologies/ spécialités :	73
G. Site de ponction des cathéters	74
H. Usage de l'échoguidage	74
I. Foyers infectieux associés :	75
J. Durée du cathétérisme	75
K. Causes de retrait.....	75
L. Résultats bactériologiques.....	76
KT et hémoculture	77
M. Evolution :	81
1. Durée de séjour.....	81
2. Mortalité	81
DISCUSSION	83

CONCLUSION	86
RESUME	89
ABSTRACT	91
ANNEXES	93
BIBLIOGRAPHIE.....	97

INTRODUCTION

Les cathéters veineux centraux (CVC) sont devenus des outils indispensables dans la prise en charge des enfants nécessitant des soins médicaux complexes. Qu'il s'agisse d'un accès prolongé pour l'administration de traitements intraveineux, de nutrition parentérale, de chimiothérapie ou de surveillance hémodynamique, leur utilisation est fréquente en pédiatrie, en particulier en réanimation néonatale et pédiatrique, en oncologie et dans les services de soins intensifs.

Cependant, cette technologie médicale, bien que précieuse, n'est pas sans risque. Parmi les complications les plus redoutées figure l'infection liée au cathéter veineux central (IL-CVC), elle représente une cause fréquente de bactériémies nosocomiales, en particulier en réanimation (1,2). Le taux d'attaque varie entre 2 % et 20 %, tandis que l'incidence des bactériémies liées aux cathéters se situe entre 0,5 et 10 pour 1 000 jours d'utilisation, selon les types de cathéters et les critères diagnostiques retenus. La survenue d'une bactériémie est associée à une augmentation de la mortalité de 10 à 15 % ainsi qu'à un allongement de la durée d'hospitalisation de 9 à 12 jours(6). Les infections du cathéter peuvent entraîner des conséquences graves : bactériémies, sepsis, endocardites, voire décès, sans oublier l'allongement de la durée d'hospitalisation et l'augmentation des coûts de soins.

La population pédiatrique, et plus encore les nouveau-nés et les nourrissons, présente des particularités physiopathologiques qui accroissent le risque infectieux : immaturité du système immunitaire, fragilité cutanée, et nécessité d'un accès vasculaire souvent prolongé. Par ailleurs, les gestes techniques chez l'enfant peuvent être plus complexes, et les soins au

quotidien demandent une rigueur accrue, tant chez les soignants que dans l'environnement familial.

Dans ce contexte, la prévention des IL-CVC est un enjeu de santé publique, impliquant la mise en œuvre de stratégies fondées sur des recommandations rigoureuses, la formation continue du personnel soignant, ainsi que la surveillance des pratiques et des résultats.

Ce mémoire s'intéresse à l'expérience du service de réanimation mère et enfant du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Fès en matière d'infections liées aux cathéters veineux centraux chez l'enfant. Il s'agit d'une étude rétrospective accompagnée d'une revue de la littérature, avec comme objectifs d'analyser les infections liées aux cathéters veineux centraux chez l'enfant à travers leurs mécanismes, leur fréquence, les mesures préventives efficaces, et la prise en charge adaptée. Une attention particulière sera portée aux spécificités pédiatriques et aux recommandations actuelles dans ce domaine sensible.

I. ETUDE THEORIQUE :

A. Généralités sur les cathéters veineux centraux et les infections associées :

1. Rappel :

Un cathéter veineux central est un tube fin flexible biocompatible de 1 à 2 millimètres de diamètre et d'une trentaine de centimètres de long qui permet l'administration intraveineuse de toutes sortes de médicaments qu'on ne peut perfuser dans les veines superficielles de la main, de l'avant-bras ou du bras. Il se termine dans les veines profondes de l'organisme dans une région où le courant sanguin est important

2. Définition :

C'est un dispositif médical implanté dans une grosse veine, généralement la veine jugulaire interne, la veine sous-clavière ou la veine fémorale, dont l'extrémité se situe dans la veine cave supérieure ou inférieure, proche de l'oreillette droite. Il permet l'administration prolongée de traitements intraveineux tels que :

- Les perfusions de médicaments irritants ou hyperosmotiques,
- La nutrition parentérale,
- Les produits sanguins,
- Les chimiothérapies.

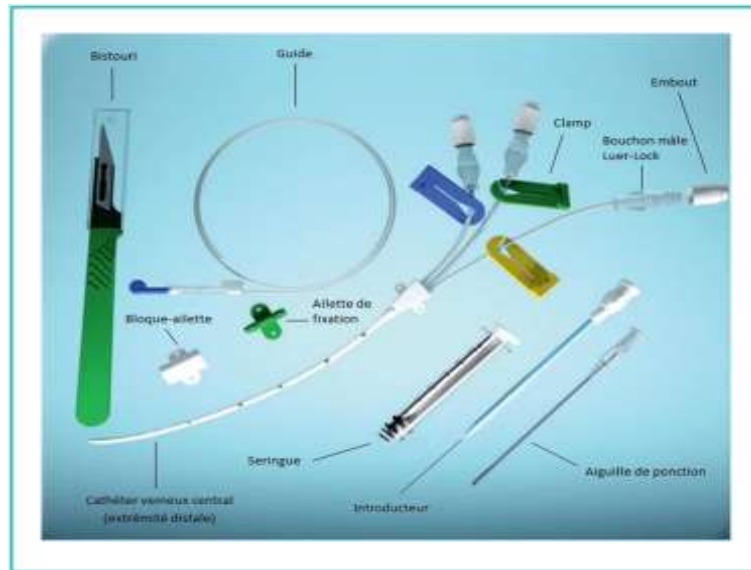


Figure : cathéter veineux central non tunnelisé.

3. Types de CVC utilisés chez l'enfant :

- **Cathéter veineux central court terme (non tunnelisé) :**
 - Utilisé en milieu hospitalier, généralement en réanimation.
 - Durée d'utilisation limitée (jours à quelques semaines).
 - Risque infectieux élevé en raison de la manipulation fréquente.
- **Cathéter central à insertion périphérique (PICC line) :**
 - Inséré dans une veine périphérique (basilique, céphalique) puis progressé jusqu'à une veine centrale.
 - Utilisation fréquente en pédiatrie pour des traitements de moyenne durée (semaines à mois).
 - Pose souvent possible au lit du patient.
- **Cathéter tunnelisé (ex : Broviac®, Hickman®) :**
 - Inséré chirurgicalement, le trajet sous-cutané diminue le risque infectieux.
 - Utilisé pour des traitements longs (mois à années), notamment en oncologie et hématologie.

- **Chambre implantable (Port-à-Cath®) :**

- Dispositif implanté sous la peau, nécessitant une ponction pour chaque utilisation.
- Esthétique, moins contraignant pour les enfants ambulatoires.
- Faible risque infectieux s'il est correctement utilisé.

4. Spécificités des CVC chez l'enfant :

a. Particularités anatomiques et physiologiques de l'enfant :

⤴ Poids et taille corporelle réduits

- Les veines chez le nouveau-né et le jeune enfant sont **plus petites, plus superficielles et plus fragiles**.
- Cela rend la pose de CVC techniquement plus difficile, avec un risque plus élevé de traumatisme vasculaire ou de malposition.
- Le **calibre du cathéter** doit être adapté pour éviter l'obstruction veineuse ou la thrombose.

⤴ Fragilité cutanée

- La peau de l'enfant, surtout du prématuré, est **plus fine, plus perméable**, donc plus sensible aux produits antiseptiques (ex. : alcool, chlorhexidine).
- Risque de brûlures ou d'irritation si le protocole antiseptique n'est pas adapté.
- Cette fragilité favorise aussi la **colonisation cutanée**, facteur de risque d'infection locale ou de migration bactérienne vers le cathéter.

⤴ **Système immunitaire immature**

- Le nouveau-né, surtout prématuré, présente une **immaturité immunitaire** :
 - Moindre production d'anticorps
 - Moins de cellules immunitaires fonctionnelles
 - Barrières cutanées et muqueuses moins efficaces
- Cela augmente le **risque de septicémie à partir du CVC**, même en cas de contamination minime.

⤴ **Variabilité du rythme de croissance**

- Chez les enfants, la **croissance rapide** peut déplacer la position du cathéter central.
- Un CVC initialement bien positionné peut devenir mal situé avec le temps → risque de **mauvais fonctionnement**, de **lésion vasculaire** ou de **complications infectieuses**.

⤴ **Mobilité importante et faible coopération**

- Les enfants, notamment les nourrissons, sont très mobiles et peuvent tirer ou déplacer leur cathéter.
- Nécessite une **fixation renforcée**, des pansements adaptés et une **surveillance accrue**.
- Les manipulations fréquentes du site exposent à des risques de contamination.

⤴ **Anatomie vasculaire spécifique**

- Chez le nouveau-né, les veines centrales sont plus facilement **compressibles** et proches des structures vitales.

- La **canulation de la veine fémorale** est parfois privilégiée pour sa facilité d'accès, mais elle est associée à un **risque infectieux plus élevé** que la jugulaire ou la sous-clavière.
- En revanche, les PICC lines sont souvent utilisés dans des veines périphériques (basilique, céphalique), car **moins invasifs** et **mieux tolérés**.

b. Structure des cathéters veineux centraux chez l'enfant :

Les principales caractéristiques des cathéters sont liées à leur structure: ce sont la **biocompatibilité**, l'**hémocompatibilité**, l'**absence de thrombogénicité**, la **biostabilité**, l'**inertie chimique**, l'**absence d'interférence avec les médicaments utilisés**, la **souplesse**, la **flexibilité**, l'**opacité radiologique** et la **faible épaisseur** permettant un rapport diamètre interne sur diamètre externe élevé. Chez le jeune enfant, les caractéristiques de souplesse et d'adaptation de la forme à la température intravasculaire sont particulièrement importantes pour éviter une plicature d'un matériel au diamètre réduit. Pour ces raisons, le polyéthylène, le chlorure de polyvinyle (PVC) et le Téflon sont moins utilisés actuellement. Trop rigides, ils sont incompatibles avec les impératifs de souplesse liés à certains angles vasculaires et avec une bonne tolérance au long cours. L'élastomère de silicone est très souple, peu thrombogène et sa tolérance au long cours est excellente. Sa structure imposant des parois de cathéter épaisses, les risques de plicature sont faibles. Cependant, la progression du silicone sur un guide étant difficile, il est nécessaire de l'introduire soit directement dans une veine après dénudation, soit dans la lumière d'un désilet par voie percutanée (technique de Seldinger). Le connecteur externe est en règle générale soudé au cathéter,

ce qui rend nécessaire l'utilisation d'un désilet pelable. L'introduction dans ces désilets peut être rendue difficile pour les petits diamètres, très souples, notamment en cas d'angulation du parcours. Le polyuréthane a des qualités mécaniques supérieures au silicone : une grande flexibilité, une résistance à la plicature, la paroi fine avec un meilleur rapport diamètre interne sur diamètre externe, la facilite d'introduction dans la veine. Les cathéters en polyuréthane sont mis en place par méthode de Seldinger. Leur souplesse augmente avec le réchauffement au contact du sang. Ils restent cependant moins souples que le silicone et leur mise en place chez les enfants de faible poids a pu entraîner des accidents mécaniques (épanchements péricardiques ou pleuraux) plus fréquents qu'avec le silicone, justifiant la mise en garde de l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé. Les cathéters sont le plus souvent radio-opaques. Ils peuvent comporter plusieurs lumières.



Figure : cathéter central veineux chez l'enfant

c. Techniques et sites de ponction chez l'enfant :

Chez l'enfant, le choix du site de ponction pour la mise en place d'une voie veineuse centrale (VVC) repose sur des critères anatomiques, cliniques et techniques particulières, qui diffèrent sensiblement de ceux de l'adulte. Ces spécificités sont liées à la taille du patient, à la fragilité des structures anatomiques, ainsi qu'aux pathologies sous-jacentes. Le site choisi doit permettre un accès sécurisé, un bon débit sanguin et un risque minimal d'infection ou de complications mécaniques.

▪ **Les principaux sites de ponction :**

• **Veine jugulaire interne (VJI) :**

- Fréquemment utilisée chez l'enfant, notamment en réanimation.
- Permet une visualisation échoguidée fiable.
- Moins de risque de pneumothorax que la veine subclavière.
- Chez le nourrisson, le repérage anatomique est plus difficile, ce qui nécessite souvent l'échoguidage.
- Technique de pose :

Plus d'une dizaine de voies de ponction de la veine jugulaire interne au cou ont été décrites, antérieures ou postérieures, hautes ou basses. La position en léger Trendelenburg et une pression au niveau du foie peuvent permettre d'augmenter la taille de la veine pour faciliter la ponction. La ponction de la veine jugulaire interne droite est préférable, en raison du trajet direct vers la veine cave supérieure et du risque de lésion du canal thoracique lors des ponctions gauches. La voie antérieure haute selon la technique de Boulanger permet une ponction facile avec un risque d'atteinte carotidienne ou pleurale

limite'. L'enfant est mis en légère position déclive, un billot sous les épaules et l'opérateur se place soit à la tête, soit latéralement du côté opposé à la ponction. Il faut tenir compte de la surélévation liée au billot pour avoir une vraie position déclive. La tête est mise en extension du côté opposé', sans forcer la position, pour ne pas réduire le diamètre de la veine. Le point de repère de la ponction est situé à l'intersection d'une ligne passant par le bord supérieur du cartilage thyroïde et du bord interne du muscle SCM. L'aiguille est dirigée vers le bas en suivant un angle de 30° et en dehors (en faisant un angle de 50° avec le bord interne du SCM). La progression se fait en maintenant un vide constant et le reflux veineux est obtenu à une courte distance de la peau (0,5–1 cm). L'introduction du mandrin dans l'aiguille se fait après avoir refermé l'angle de ponction en inclinant la partie libre de l'aiguille vers l'extérieur. La voie antérieure basse nécessite une ponction au sommet du triangle formé par en dedans le bord externe du chef sternal du SCM, en dehors le bord interne du chef claviculaire du SCM et en bas la clavicule (triangle de Sédillot) ; la direction de la ponction est oblique en bas et en dehors en visant le mamelon homolatéral, avec un angle de pénétration de 20°. Il n'y a pas de complications vraiment spécifiques, elles sont dominées par l'apparition d'un hématome cervical secondaire à une ponction artérielle. Une compression immédiate doit prévenir le risque d'extension d'un tel hématome qui peut entraîner une dyspnée laryngée. Un pneumothorax complique dans 2 % des cas l'approche basse, par ailleurs, certaines complications sont spécifiques mais restent très rares : les dommages du nerf récurrent laryngé et de la chaîne sympathique cervicale à l'origine respectivement d'une dysphonie et d'un syndrome de Horner.

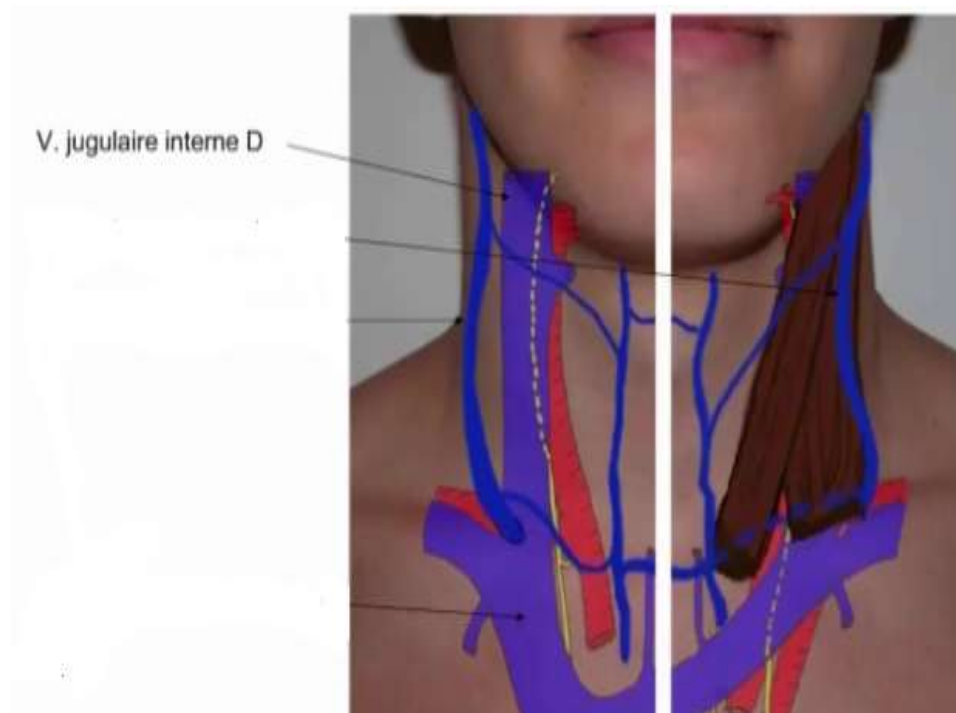


Figure : anatomie de la veine jugulaire interne

- **Veine axillaire et sous clavière (VSC) :**
 - Très utilisées en oncologie pédiatrique pour la pose de chambres implantables.
 - Moins confortables chez le nourrisson en raison de la proximité de la plèvre (risque accru de pneumothorax).
 - Risque infectieux souvent jugé plus faible que pour la VJI, mais pose technique plus délicate.
 - Technique de pose :

L'enfant est placé sur le dos avec un billot transversal sous les épaules ou longitudinal sous la colonne vertébrale ou en position neutre comme le préconise certains auteurs. La ponction de la veine sous-clavière gauche est préférable en raison de l'angle plus ouvert avec la veine cave supérieure et de la longueur plus importante de cathéter, réduisant l'impact des mobilisations sur la position de son extrémité. La technique la plus classique est l'abord sous-claviculaire selon Aubaniac. L'opérateur ponctionne la peau à quelques millimètres du bord inférieur de la clavicule à la jonction du tiers moyen et du tiers interne de la clavicule. L'aiguille est dirigée en dedans, légèrement en haut (angle de 10 à 20°) et en arrière (angle de 10 à 30°). Il faut viser la fourchette sternale tout en rasant la face postérieure de la clavicule. Le reflux veineux est obtenu à une distance de 10 à 50 mm de la peau, en fonction du poids de l'enfant. La rotation de la tête du patient du côté ponctionné, la compression de la région basi-cervicale et sus-claviculaire peuvent réduire le risque de remontée intra jugulaire du cathéter. Sous l'amplificateur de brillance, il est possible de repositionner le cathéter en s'aidant du mandrin. La longueur de cathéter à introduire en position centrale (au niveau de la jonction entre la veine cave et l'oreillette droite) est corrélée à la hauteur de l'enfant et des formules simples ont été proposées. Un contrôle radiologique est effectué en fin de pose même si certaines équipes remettent en cause son utilité chez des opérateurs entraînés. La fixation est réalisée aisément sur le thorax. Les complications sont corrélées au nombre de tentatives de ponction et leur profondeur. Pour Venkataraman et al, il y avait 24 % de complications mineures (hématomes, saignement artériel, extrasystoles ventriculaires transitoires) et 6 % de pneumothorax. Le taux de complications est plus

important chez l'enfant de moins de 5 ans. Lors des ponctions de la veine sous-clavière droite, les malpositions sont plus fréquentes (18 % à droite et 6 % à gauche). Des chylothorax, des lésions du nerf phrénique, de la trachée, du thymus ou du péricarde ont également été décrites. La compression du cathéter par pincement entre la 1^{re} côte et la clavicule est rare, mais classique, et peut entraîner une rupture secondaire. C'est une technique d'abord veineux central ancienne chez l'enfant. Elle est réputée comme étant plus dangereuse que d'autres voies mais de nombreuses études ont montré, qu'en fait, elle entraînait moins de complications. Elle présente certains avantages : maintien d'une réplétion de la veine même en cas d'hypovolémie, meilleure fixation possible, possibilité de garder la voie veineuse en place longtemps, au besoin en changeant le cathéter. Elle est cependant à réserver aux opérateurs expérimentés.

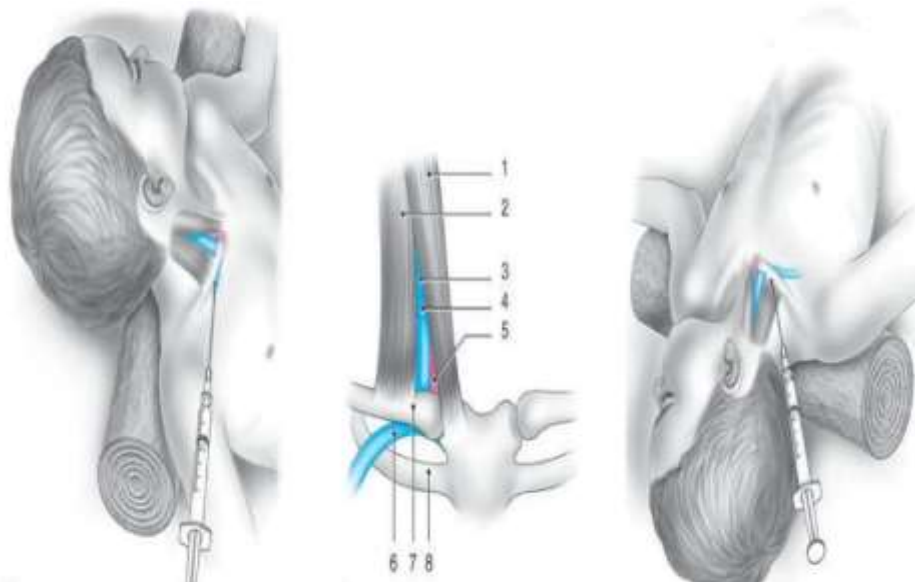


Figure : abord de la veine sous-clavière chez l'enfant

- **Veine fémorale :**

- Site de choix pour les accès d'urgence, ou chez les très jeunes enfants.
- Pose rapide, facile d'accès.
- Toutefois, ce site présente un **risque infectieux plus élevé**, surtout si le cathéter est laissé en place plusieurs jours.
- Technique de pose :

L'enfant est installé en décubitus dorsal en léger proclive avec un billot sous le bassin pour permettre une bonne extension de la hanche, le membre inférieur placé en rotation externe. Une poche à urine ou une sonde urinaire sont mises en place pour éviter une souillure de la zone de ponction. Un repérage plus précis du trajet de la veine peut être réalisé à l'aide d'une sonde Doppler. Après une détersion et une asepsie rigoureuse, la ponction doit être réalisée 1 à 2 cm sous l'arcade crurale, (cela permet une compression manuelle en cas d'hématome secondaire à une ponction artérielle). L'aiguille doit être dirigée vers le haut dans l'axe vasculaire à 45° en profondeur, la palpation au doigt de l'artère, le marquage avec technique Doppler favorisent le repérage. L'extrémité du cathéter est placée au niveau de la jonction veine cave oreillette droite pour la mesure d'une pression veineuse centrale ou au niveau de L3 pour éviter une thrombose des veines rénales. Le seul risque immédiat est la ponction artérielle qui est sans conséquence en l'absence de coagulopathie et si la ponction est basse. Les complications décrites au cours de ce type de cathétérisme, dominées par les accidents thromboemboliques et infectieux, ne surviennent pas plus fréquemment qu'avec les autres voies d'abord si le cathétérisme est de brève durée et si la solution perfusée comprend de

l'héparine. Une arthrite de hanche est possible chez le nouveau-né si l'aiguille atteint l'articulation coxofémorale. Il convient donc si l'on choisit cette voie d'assurer un relais à court ou moyen terme (quelques jours) par une autre voie d'abord. Les anomalies de trajet au niveau des veines lombaires imposent pour certains la réalisation systématique d'un cliché de profil. Les trajets aberrants sont plus fréquents à gauche qu'à droite, surtout en cas de syndrome de Cockett (compression de la veine iliaque primitive gauche par l'artère iliaque primitive droite). Des extravasations avec hémopéritoine ou hématome rétro-péritonéal ont été décrites. Plus rarement, un trajet aberrant au niveau de l'espace péri-dural peut être responsable d'une compression médullaire. Une ponction de l'artère fémorale peut entraîner un hématome le plus souvent sans séquelles, mais peut être responsable d'un spasme de l'artère fémorale, surtout chez le nouveau-né, avec ischémie transitoire. Chez l'enfant comme chez l'adulte, il s'agit d'une voie profonde bien adaptée aux conditions d'urgence et à recommander en 1^{re} intention en raison de son bon rapport bénéfice-risque quand les circonstances de pose ne sont pas optimales, notamment en extrahospitalier. Elle ne remplace cependant pas la voie intra-osseuse pour l'administration urgente des médicaments ou le remplissage.

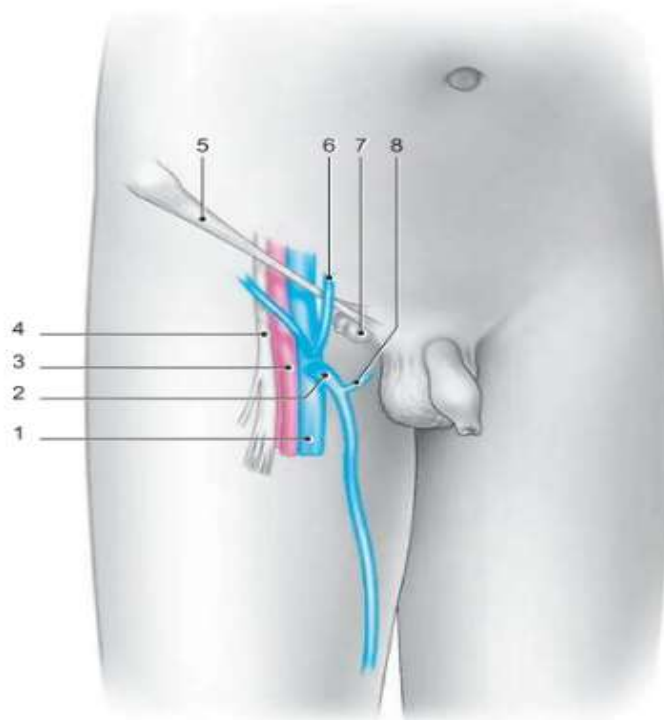


Figure : abord de la veine fémorale

- **Veines périphériques profondes (ex : basilique, céphalique) :**
 - Utilisées pour les CVC posés par voie périphérique (PICC lines).
 - Technique moins invasive, particulièrement adaptée aux enfants nécessitant un accès de moyenne à longue durée.



Figure : insertion du cathéter central veineux jugulaire interne chez un nourrisson

▪ **Facteurs influençant le choix du site**

- **Âge et poids de l'enfant** : les structures veineuses sont plus fines, parfois difficilement accessibles chez le nouveau-né ou le prématuré.
- **État clinique** : hypotension, hypovolémie ou antécédents de thromboses peuvent rendre certains sites inaccessibles.
- **Durée prévue de l'utilisation du CVC** : le choix entre un site central ou périphérique dépend de la durée et du type de traitement.
- **Confort et mobilité** : les sites cervicaux peuvent gêner l'enfant ou entraver sa mobilisation, tandis que les PICC sont mieux tolérés au long cours.
- **Risque infectieux** : les sites fémoraux sont plus exposés à la contamination fécale ou urinaire, en particulier chez le nourrisson.

▪ **Apport de l'échoguidage**

L'utilisation de l'écho guidage est recommandée pour la pose de cathéter veineux central par voie veineuse au niveau jugulaire interne, sous-clavière, et fémoral.

Cette technique permet de visualiser les vaisseaux, les structures adjacentes et l'aiguille de ponction tout au long de son trajet, et réduire les échecs de pose.

 Intérêt de l'écho guidage

Diminution du taux d'évènements indésirables.

- ❖ Hématome
- ❖ Ponction artérielle
- ❖ Pneumothorax

Réduction du nombre de tentatives et gain de temps.

✚ Les différentes techniques de l'écho guidage

- ✓ Technique « hors plan » pour pose du CVC

Exemple de la veine axillaire/ sous-clavière :

Anatomiquement la veine sous-clavière prolonge la veine axillaire à l'endroit où cette dernière passe à l'aplomb de la première côte. Elle n'est visible en échographie que sur 2 à 3 cm avant de disparaître derrière la clavicule. Sous échographie on aborde indifféremment soit la veine axillaire soit la veine sous-clavière, parfois même la veine céphalique au niveau de son abouchement dans la veine axillaire. La ponction peut être réalisée « hors plan », la sonde étant posée parallèlement à la clavicule dans l'angle clavicule-sillon deltopectoral

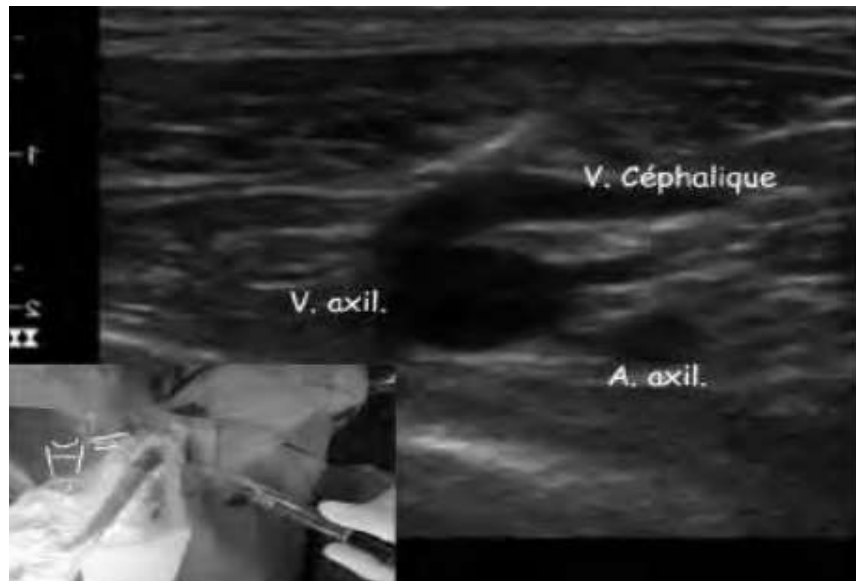


Figure : abord écho guidé « hors plan » de la veine axillaire/ sous-clavière

✓ Technique dans le plan pour pose de CVC

La sonde étant orientée dans l'axe de la veine, cette ponction est plus difficile et demande plus d'apprentissage que les ponctions écho guidées des veines jugulaire interne et brachiocéphalique. Par ailleurs la veine axillaire/sous-clavière peut-être profonde, en particulier chez l'obèse. Elle peut également être collabée en cas d'hypovolémie ou tout simplement lors des mouvements inspiratoires. Lorsque l'échographie de repérage montre que la veine est trop profonde (à partir de 5 cm) ou très plate, il est raisonnable de se rabattre sur une autre voie d'abord.

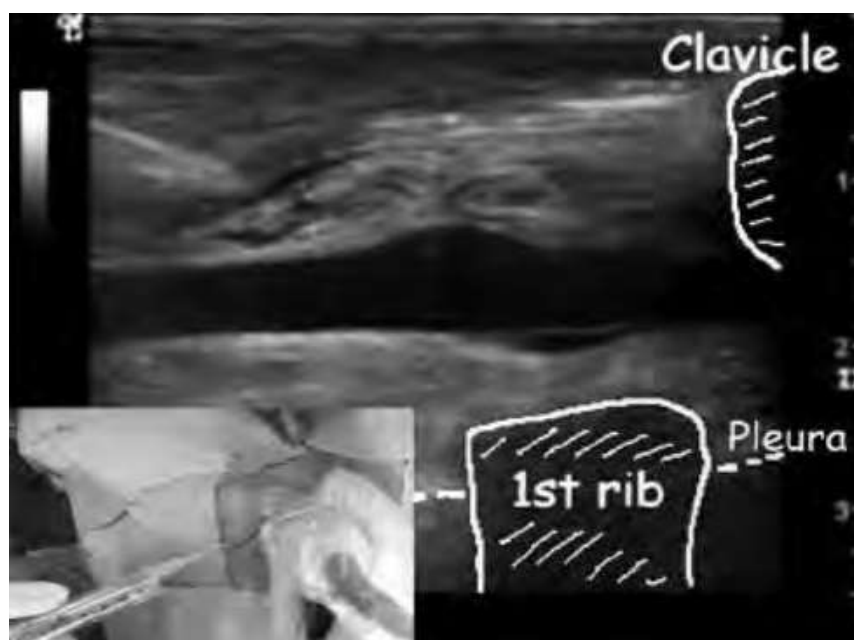


Figure : abord écho guidé « dans le plan » de la veine axillaire/ sous clavière

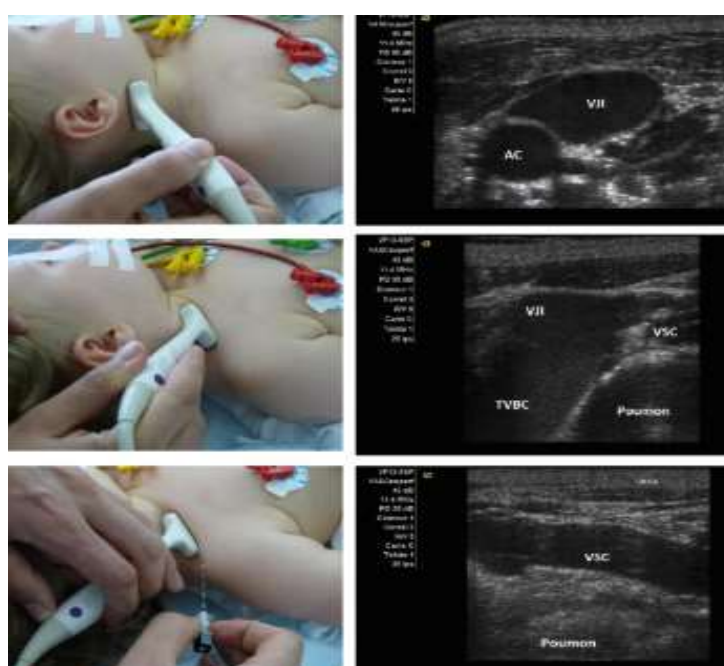


Figure : abord veineux sous-clavier écho guidé

d. Les indications en pédiatrie :

Les cathéters veineux centraux (CVC) sont essentiels pour les interventions diagnostiques et thérapeutiques chez les enfants. La mise en place de CVC est l'une des procédures les plus fréquemment pratiquées par les chirurgiens pédiatriques et les radiologues interventionnels pédiatriques aux États-Unis, représentant 5 millions de cathéters posés par an. La mise en place et l'utilisation de CVC ne sont pas sans risque. La réduction des complications associées aux CVC est devenue un centre d'attention majeur dans les systèmes de santé du monde entier. Ainsi, les techniques de mise en place et les soins des lignes sont de plus en plus standardisés, ce qui entraîne une réduction des infections du sang associées aux lignes centrales (ILCVC)

Les CVC étaient initialement utilisés pour l'administration prolongée de médicaments par voie intraveineuse ; cependant, leur utilité s'est rapidement étendue.

➤ ***Accès veineux***

Les CVC à court terme sont utilisés pour administrer des médicaments par voie intraveineuse, en particulier ceux qui nécessitent une administration continue. Les CVC sont indiqués chez les patients ayant un accès périphérique limité ou difficile, y compris ceux qui ont besoin de prélèvements sanguins fréquents. Au fil du temps, l'accès périphérique devient plus difficile à obtenir et la douleur liée à l'obtention de l'accès devient un facteur de stress supplémentaire, aggravant leur maladie chronique à la fois physiquement et mentalement

➤ ***Nutrition parentérale***

Les patients ne pouvant tolérer l'alimentation entérale, par exemple les patients présentant une occlusion intestinale, une insuffisance intestinale secondaire à un syndrome de l'intestin court ou un syndrome de pseudo-obstruction intestinale idiopathique chronique. Les enfants atteints de troubles métaboliques nécessitent souvent une administration intraveineuse de liquide à domicile pour la déshydratation et la supplémentation des carences enzymatiques ou en acides aminés. Dans de tels cas, la nutrition parentérale est indiquée et, par conséquent, un accès au CVC est nécessaire.

La nutrition parentérale et d'autres solutions hyperosmolaires, qui endommagent les veines périphériques de petit calibre et présentent un risque plus élevé de blessure en cas d'extravasation, sont administrées de préférence par voie centrale où le débit sanguin plus important entraîne une dilution plus rapide, minimisant ainsi l'irritation des vaisseaux.

➤ ***Aphérèse***

Un accès veineux central est nécessaire pour l'aphérèse thérapeutique. Les enfants atteints de maladies telles que la maladie de Wilson, l'hémochromatose héréditaire, la myasthénie grave et la drépanocytose nécessitent des échanges plasmatiques totaux, des échanges de globules rouges, une érythrocytophérèse et d'autres traitements par aphérèse intermittente. Les patients atteints d'hémophilie grave reçoivent une administration intermittente de leurs facteurs de coagulation déficients dans le cadre de leur traitement. L'utilisation d'un CVC à long terme est essentielle pour la prise en charge ambulatoire de bon nombre de ces maladies.

➤ ***Chimiothérapie***

Le traitement des maladies néoplasiques nécessite l'administration d'une chimiothérapie de manière cyclique. La plupart des agents chimiothérapeutiques sont irritants et nocifs pour l'endothélium vasculaire, nécessitant une veine centrale de gros calibre pour l'administration.

L'extravasation de ces produits est dommageable pour les tissus mous ; par conséquent, l'administration périphérique est contre-indiquée.

➤ ***Le monitoring de la pression veineuse centrale :***

Le cathéter doit être situé au niveau de la jonction supérieure ou inférieure de l'oreillette droite et avoir un diamètre suffisant pour transmettre les variations de pression

➤ ***Les prélèvements veineux***

➤ ***L'impossibilité d'accès veineux périphérique :***

En relais d'une voie d'urgence si besoin (intra-osseuse) ;

➤ ***Dans les chirurgies à risque***

La présence d'un cathéter central peut permettre l'aspiration d'un embol gazeux.

5. Principaux agents pathogènes impliqués :

Les infections liées aux cathéters veineux centraux (CVC) chez l'enfant sont majoritairement d'origine bactérienne, avec une prédominance des bactéries à Gram positif. Le spectre microbiologique varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'âge de l'enfant, le type de cathéter utilisé, la durée de son maintien en place, le service d'hospitalisation et l'existence éventuelle d'une immunodépression [12,13].

Bactéries à Gram positif :

Les cocci à Gram positif représentent les agents pathogènes les plus fréquemment isolés. Les staphylocoques à coagulase négative, en particulier *Staphylococcus epidermidis*, sont très fréquemment impliqués, surtout chez le nouveau-né prématuré [14,16]. Bien que leur virulence soit faible, leur capacité à former des biofilms constitue un facteur majeur de persistance et de résistance [17].

Staphylococcus aureus, quant à lui, est un agent plus virulent, responsable de complications graves telles que thrombophlébites ou embolies septiques [15]. La résistance à la méthicilline (SARM) est un enjeu thérapeutique croissant [12,18].

Les entérocoques, notamment *E. faecalis* et *E. faecium*, sont aussi retrouvés dans les infections liées aux dispositifs de longue durée, surtout chez les patients immunodéprimés [19].

Bactéries à Gram négatif :

Les entérobactéries (*E. coli*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.*) sont souvent impliquées dans les unités de soins intensifs, en lien avec la translocation bactérienne [13,16]. *Pseudomonas aeruginosa* est également un pathogène préoccupant, en raison de sa multirésistance [15,18].

Levures :

Les infections fongiques, en particulier dues aux *Candida spp.*, sont fréquentes chez les nouveau-nés prématurés ou les enfants immunodéprimés [16]. *Candida parapsilosis* est notoirement associé aux dispositifs intravasculaires [19].

6. Mécanismes de survenue des infections (colonisation du site, lumière interne, manipulation)

➤ Les voies de contamination :

La contamination du cathéter, bien plus fréquente que la contamination des solutés de perfusion, se fait en règle à partir de la peau ou du connecteur et semble facilitée par la fréquence des manipulations de la ligne veineuse. La colonisation à partir d'un foyer infectieux n'est pas rare, surtout en unité de soins intensifs ; la colonisation après translocation bactérienne intestinale est exceptionnelle, sauf chez les malades immunodéprimés.

De nombreux facteurs de risque soit hospitaliers, soit liés au malade ou au matériel utilisé, doivent être connus pour optimiser l'indication, la durée et le mode d'utilisation des différents matériels désormais disponibles

Donc en général, la colonisation du cathéter veineux central peut se faire par 3 voies : la voie extraluminale, la voie endoluminale et la voie hématogène.

La colonisation des CVC de courte durée (<15-20j) se fait surtout à partir du site de ponction (**donc extraluminale**), alors que la colonisation des cathéters de durée plus longue se fait **par la voie endoluminale** à partir de la contamination du raccord. Dans les deux cas, les germes en cause proviennent en majorité de la flore cutanée commensale du patient lui-même, plus rarement par transmission manuportée. Un facteur favorisant majeur est la formation d'un biofilm aussi bien sur la face extraluminale qu'endoluminale.

La voie hématogène : Elle est secondaire à la colonisation du manchon de fibrine entourant l'extrémité intravasculaire du cathéter par des bactéries provenant d'un foyer infectieux à distance à l'occasion d'une bactériémie. Le cathéter peut alors constituer un foyer relais responsable d'une bactériémie

secondaire ou persistante, malgré le traitement du foyer initial. Ce troisième mode de colonisation ne représente que 5% des infections liées aux CVC.

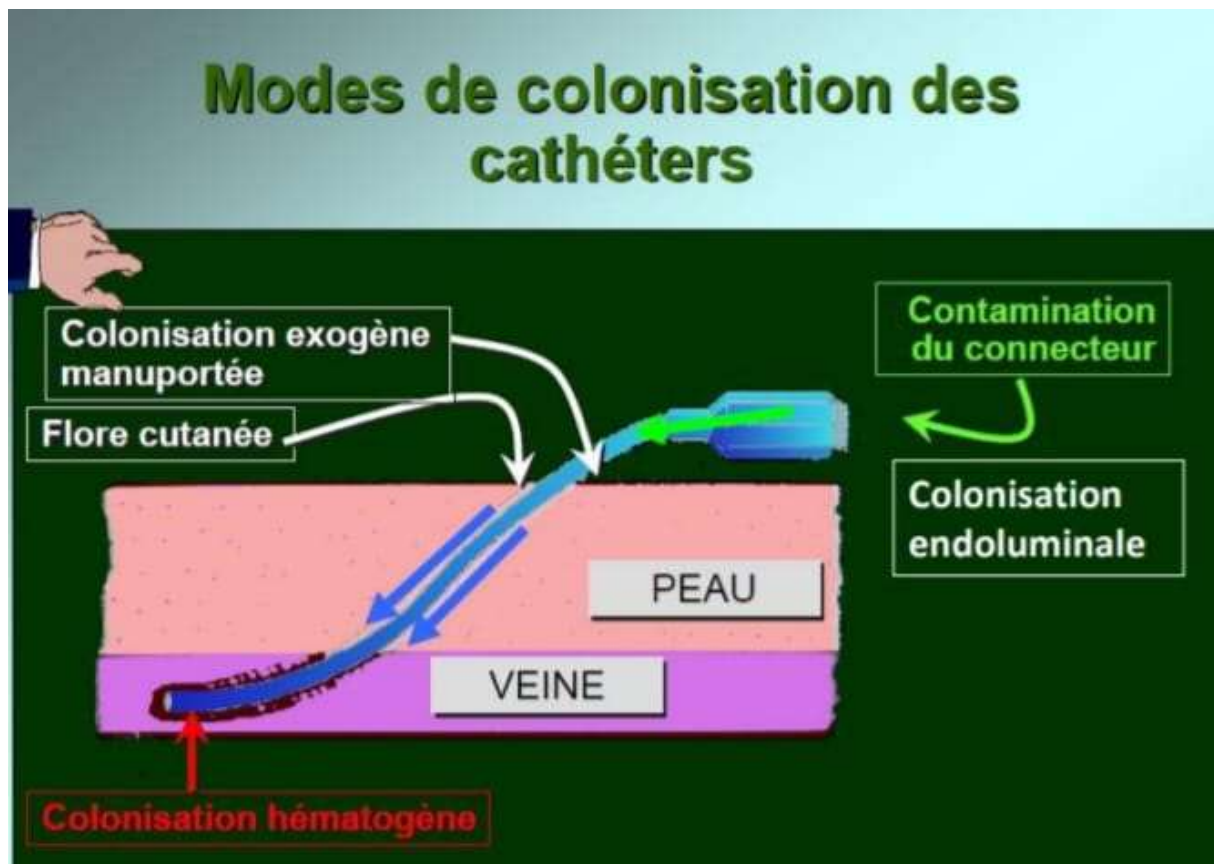
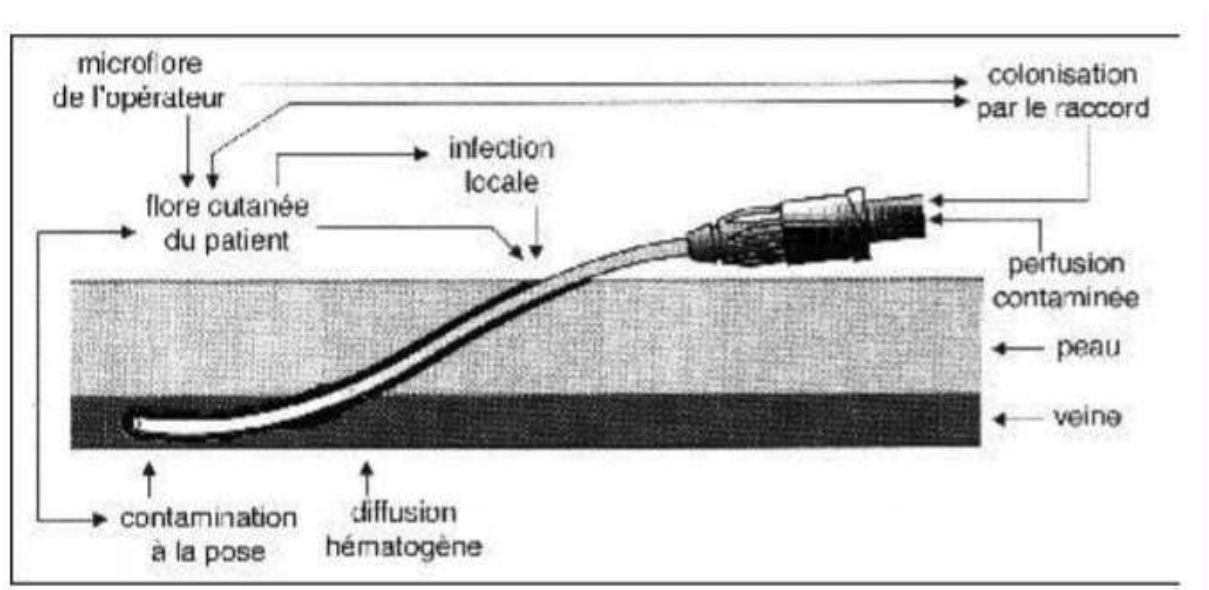


Figure : mode de colonisation des cathéters



➤ Les mécanismes de colonisation :

Le contact entre le sang et le cathéter entraîne la formation d'un manchon fibreux qui tapisse rapidement sa portion intravasculaire. Ce manchon contient des protéines qui favorisent l'adhérence bactérienne. Les mécanismes d'adhésion spécifiques des bactéries à ces protéines ne sont que partiellement connus et ils sont multiples et différents d'une bactérie à l'autre. Enfin, certaines bactéries possèdent la capacité d'adhérer de manière non spécifique et de s'enchâsser dans une substance polysaccharidique ou slime. Le passage de colonisation à infection est fonction du germe et de sa pathogénicité, de la gravité de la pathologie sous-jacente, de l'état de nutrition et du niveau d'immunodépression du patient.

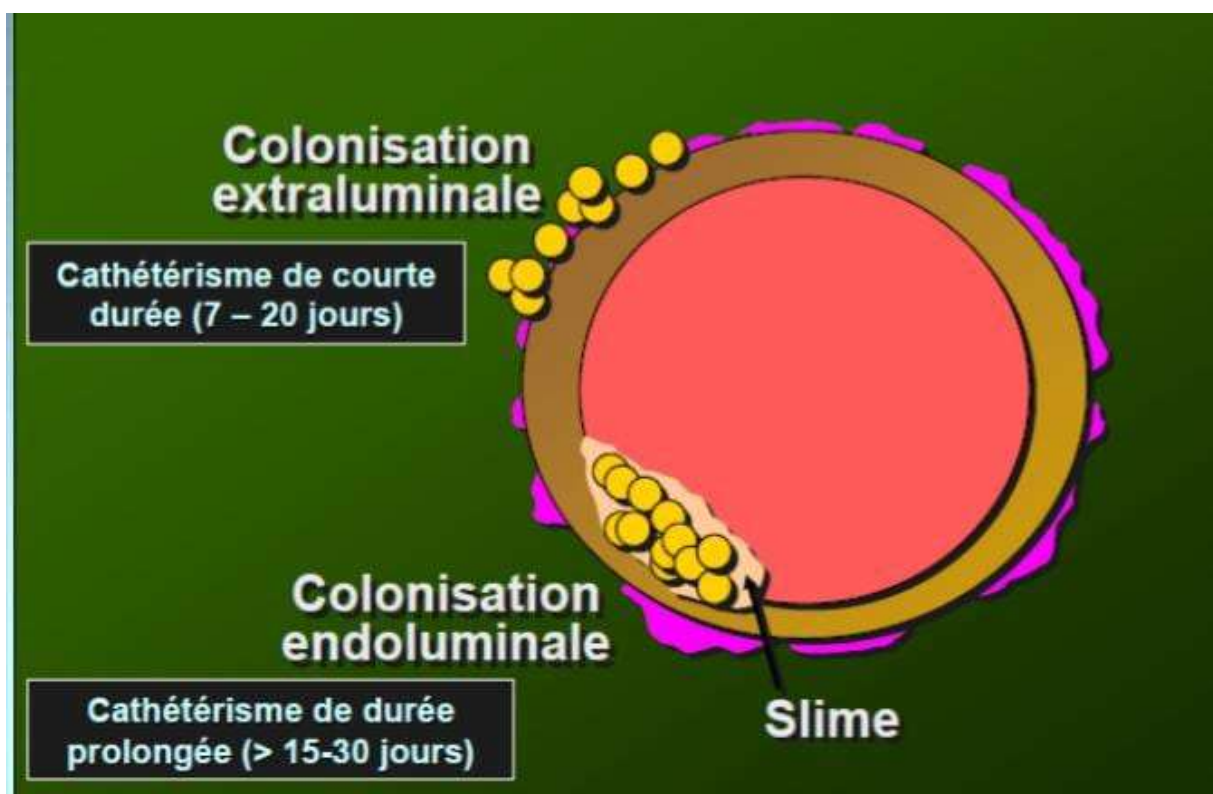


Figure : mécanismes de colonisation

Etapes de la formation du biofilm

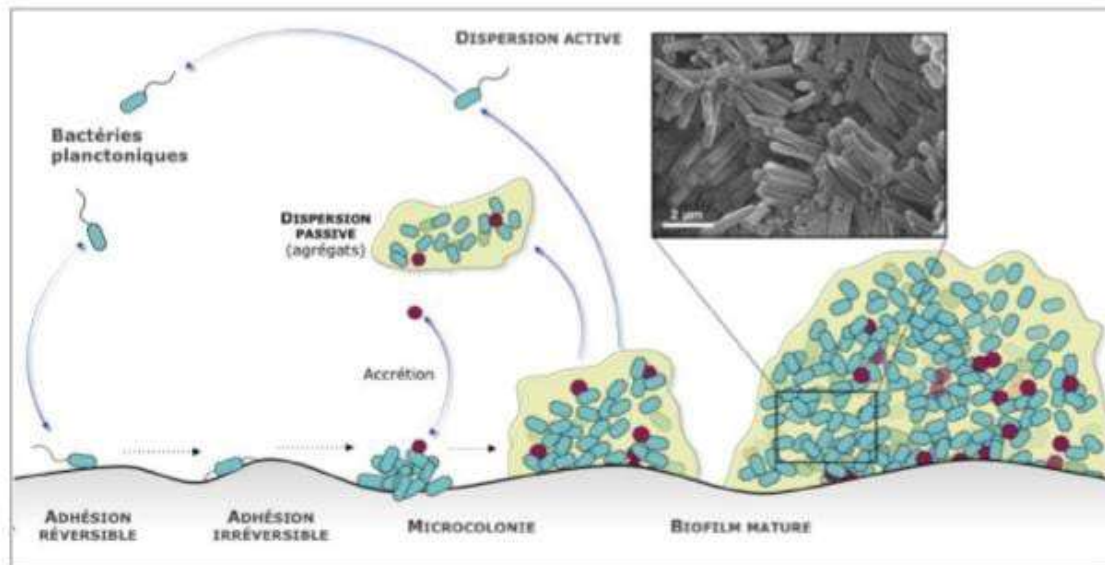


Figure : Etapes de formation du biofilm

B. Facteurs de risque et diagnostic des infections liées aux CVC

1. Facteurs de risque :

Plusieurs caractéristiques propres au patient peuvent favoriser la survenue d'une infection liée au cathéter veineux central. Ces facteurs incluent:

- **L'état immunitaire** : les enfants immunodéprimés (cancers, greffes, VIH, traitements immunosuppresseurs) présentent un risque accru de colonisation et d'infection.
- **L'âge** : prématurés, nourrissons plus à risque.

- **Les affections chroniques** : Les patients atteints d'insuffisance rénale, hépatique, de diabète ou encore la dénutrition présentaient une durée d'intubation significativement plus longue et des séjours en USIP plus longs, similaires aux résultats d'autres auteurs, ce qui reflète l'état critique du patient, son exposition à des dispositifs et procédures invasifs, son accès répété aux cathéters veineux centraux, la sélection de bactéries résistantes et la colonisation par des micro-organismes nosocomiaux.
- **La durée d'hospitalisation** : plus elle est prolongée, plus le risque d'infection augmente, notamment en unité de soins intensifs.
- **Type de cathéter** : les cathéters courts non tunnelisés présentent un risque infectieux plus élevé que les chambres implantables.
- **Durée de pose** : plus un CVC reste en place longtemps, plus le risque d'infection est élevé, en particulier au-delà de 7 à 10 jours pour les cathéters non tunnelisés.
- **Technique de pose** :
 - Les matériaux : les polyuréthanes et les élastomères de silicones entraînent moins d'ILC que les PVC.
 - Le site d'insertion : les voies fémorale et probablement jugulaire interne présentent un risque d'infection supérieur à la voie sous-clavière; ce point n'est pas clairement démontré chez l'enfant (point non résolu).
 - La technique de pose : les CVC s'infectent plus en l'absence de condition d'asepsie chirurgicale, une pose réalisée dans des

conditions non optimales (urgence, absence d'asepsie rigoureuse, pose fémorale) augmente le risque d'infection

- **Soins d'entretien** : le non-respect des protocoles d'asepsie lors des soins, des manipulations ou des perfusions est un facteur déterminant.
- **Facteurs de risque liés à l'utilisation** :
 - ✓ La fréquence des manipulations de la ligne veineuse
 - ✓ Les produits perfusés par la voie veineuse : la prophylaxie par un antibiotique lors de la pose d'un CVC ne réduit pas le risque d'infection de CVC; cependant, l'utilisation d'antibiotiques intraveineux pendant la durée d'insertion du cathéter est associée à un risque moindre d'infection.
 - **Qualité de la formation du personnel** : l'adhésion aux bonnes pratiques dépend fortement du niveau de formation et de sensibilisation des soignants.

2. Diagnostic clinique :(28,29,30)

Le clinicien est habituellement confronté à un malade porteur d'un cathéter veineux central qui développe un syndrome infectieux sans point de départ cliniquement évident. L'examen clinique n'est généralement d'aucune utilité pour l'orientation étiologique. La présence de signes locaux au site d'insertion du cathéter (rougeur, douleur, œdème) est plus souvent le reflet d'une inflammation localisée en rapport avec un corps étranger qu'un argument pour l'ILC. ***La présence de pus est plus évocatrice, mais ne permet en aucun cas un diagnostic de certitude.*** Une corrélation entre la colonisation ou l'ILC bactériémique et différents signes cliniques (érythème, douleur,

œdème) a été recherchée à partir d'un collectif de 1263 cathéters : 26 % des cathéters étaient considérés comme colonisés et 2,7 % étaient responsables d'une ILC bactériémique. La présence de signes cliniques locaux a été peu fréquemment observée, moins de 10 % des cathéters (Tableau 1). Lorsque ces signes étaient présents, la culture du cathéter était le plus souvent stérile. Seul l'absence de signes locaux pouvait permettre d'éliminer une ILC bactériémique avec une bonne valeur prédictive négative. Les signes généraux associent le plus souvent **une fièvre** et une **hyperleucocytose**, avec parfois **des signes de mauvaise tolérance (marbrures, choc)** ; ils n'ont malheureusement aucune spécificité pour l'ILC. En pratique, le recours au laboratoire de microbiologie est indispensable dans la démarche diagnostique.

Tableau 1

Performance des signes locaux dans la prédiction de la colonisation du cathéter (valeurs supérieures) ou de l'infection bactériémique (valeurs inférieures) étudiée à partir d'un collectif de 1263 cathéters [1]

	<i>n</i>	Sensibilité	Spécificité	VPP	VPN
Érythème	25	4	94	17	73
	(2 %)	3	98	4	97
douleur	25	6	92	46	47
	(2 %)	0	95	0	94
Œdème	126	15	91	30	80
	(10 %)	0	94	0	97

- Variabilité selon l'âge

- Chez les nouveau-nés : signes peu spécifiques (hypothermie, apnée, mauvaise perfusion)
- Chez l'enfant plus grand : tableau infectieux plus typique

3. Diagnostic microbiologique (hémocultures, culture de l'embout, critères de CDC ou INS)

L'ILC est définie par une culture de cathéter significativement positive (> 1000 ufc/ml) et au moins l'un des signes suivants : régression des signes d'infection dans les 48 heures suivant l'ablation du cathéter, présence d'une purulence de l'orifice d'entrée du cathéter ou une tunnelite avec si possible mise en évidence du même germe. Les malades de réanimation, en particulier de chirurgie, peuvent avoir une persistance des signes inflammatoires sans cause infectieuse et entrent mal dans le cadre de cette définition.

La bactériémie liée au cathéter est l'association d'une bactériémie survenant dans les 48 heures encadrant le retrait du cathéter et une culture significative du cathéter (> 1000 ufc/ml) ou la culture du site d'insertion du cathéter qui retrouvent le même germe. Un rapport hémoculture centrale sur hémoculture périphérique supérieure ou égale à 5 est également proposé. Enfin, le délai différentiel de positivité des hémocultures qualitatives prélevées en périphérie > 2 heures, bien que recommandé, mérite encore d'être évalué.

Les techniques microbiologiques sont indispensables au diagnostic de l'ILC.

Les méthodes utilisées sont :

- ✓ **Soit directes** : ablation du cathéter, avec examen microscopique et mise en culture du cathéter
- ✓ **Soit indirectes** : maintien du cathéter en place, et culture du site d'insertion et/ou du pavillon du cathéter et/ou hémocultures quantitatives ou qualitatives.

➤ **Culture du cathéter :**

○ **Technique qualitative**

La technique la plus ancienne consiste à plonger l'extrémité du cathéter dans un bouillon de culture (technique qualitative). Cette technique est sensible mais peu spécifique. Une contamination lors de l'ablation du cathéter suffit à positiver la culture ce qui a conduit à l'abandon de cette technique.

○ **Technique semi-quantitative**

Dans les années 1970, Maki et al. ont promu une technique semi-quantitative, où l'extrémité endo-vasculaire du cathéter est roulé sur une gélose puis mise en culture. Le seuil de positivité est de 15 unités formant colonies (ufc). Cette technique a été validée avec des cathéters veineux périphériques mais pas avec des cathéters veineux centraux. Elle est plus spécifique que la culture qualitative mais ignore les infections endoluminales et manque de sensibilité.

○ **Technique quantitative**

Les techniques quantitatives n'ont pas cet inconvénient. La sonication ou l'agitation permettent de décoller les bactéries adhérentes à la surface interne et externe du cathéter. Lorsqu'on utilise un seuil de 10³ ufc/ml, ces techniques sont les plus intéressantes. Une méta-analyse a comparé les performances des techniques qualitative (n = 5), semiquantitative (n = 13) et quantitatives (n = 5) dans le diagnostic de l'ILC bactériémique. Les études ont inclus des populations hétérogènes provenant de services de réanimation, d'hématologie, de pédiatrie et d'adulte. La technique qualitative est sensible mais pas spécifique. La technique semiquantitative est plus spécifique, mais

perd en sensibilité (infections endoluminales). Les techniques qui paraissent avoir le meilleur rendement sont les techniques quantitatives.

Sensibilité et spécificité des méthodes de culture de l'extrémité endovasculaire pour le diagnostic des infections bactériémiques liées au cathéter [5]

	<i>n</i>	Sensibilité (%)	Spécificité (%)
Qualitative	5	95	75
Semi-qualitative	13	85	85
Quantitative	5	94	92

Tableau : comparaison entre les méthodes de culture qualitative, semi-qualitative et quantitative

➤ **Maintien du cathéter**

Dans un grand nombre de cas, le retrait du cathéter est inutile, voire dangereux, puisqu'il n'était pas à l'origine du syndrome infectieux. D'autres méthodes diagnostiques microbiologiques laissant le cathéter en place ont été développées. Le maintien du cathéter n'est envisageable qu'en dehors des situations suivantes : présence de signe de gravité sans aucun autre foyer infectieux possible, localisation septique à distance, thrombophlébite septique sur cathéter, pathologie préexistante à risque d'endocardite ou lorsqu'il existe du pus au point de ponction d'entrée du cathéter. La technique la plus intéressante est l'écouvillonnage du site d'insertion du cathéter qui a été largement évaluée dans la littérature. Elle n'est pas utile lorsqu'elle est réalisée de façon systématique chez tous les patients porteurs d'un cathéter veineux central. Lorsque l'on est confronté à une suspicion d'ILC et que l'on peut laisser le cathéter en place parce que l'infection est bien tolérée, un écouvillonnage stérile du site d'insertion du cathéter permet d'éliminer la responsabilité du cathéter. Cette technique est peu onéreuse, facile d'accès, et ne nécessite pas de compétence microbiologique particulière.

➤ Hémocultures

Les hémocultures offrent toute une série de possibilités. Les hémocultures qualitatives conventionnelles peuvent être prélevées en périphérie, via le cathéter incriminé ou les deux. Les hémocultures quantitatives peuvent également être prélevées en périphérie, sur le cathéter ou les deux. Celles-ci sont considérées comme significatives lorsque l'hémoculture prélevée sur cathéter donne un compte de bactéries > 1000 ufc/ml ou lorsque le rapport hémoculture- cathéter/hémoculture-périphérie est > 2 à 10 . Ces techniques quantitatives sont relativement onéreuses et nécessitent un gros travail au laboratoire. Elles ont été peu validées en réanimation, et semblent plus adaptées au cathétérisme de longue durée. En pratique, elles sont réservées aux unités accueillant des enfants ou des patients d'oncohématologie. Le délai différentiel de positivité des hémocultures qualitatives a été récemment proposé. Il consiste à prélever deux hémocultures conventionnelles, l'une sur le cathéter et l'autre en périphérie, et de les mettre à l'étuve. Les laboratoires utilisent des automates qui permettent de déterminer à quel moment les hémocultures poussent. En cas d'ILC bactériémique, l'hémoculture prélevée sur le cathéter se positive plus rapidement que celle prélevée en périphérie. Tout se passe comme si l'inoculum bactérien était plus important au niveau du site infectieux donc du cathéter. En utilisant un seuil de deux heures, les valeurs prédictives positives (94 %) et négative (91 %) observées semblaient intéressantes. Malheureusement, ce travail a été conduit sur des cathéters de longue durée chez des patients d'oncohématologie. Un travail conduit chez des patients de réanimation ne retrouvait pas de différentiel de temps de positivité entre les

patients qui avaient une ILC bactériémique et les autres. Cette technique mérite d'être mieux évaluée.

- **Critères de diagnostic CDC (Centers for Disease Control and Prevention) ou de l'INS (Infusion Nurses Society)**
- Les critères du CDC (Centers for Disease Control and Prevention) ou de l'INS (Infusion Nurses Society) sont utilisés pour confirmer une infection liée au cathéter (CRBSI : *Catheter-Related Bloodstream Infection*). (4–11)
- Un délai de positivité différentiel des hémocultures (cathéter + périphérie) supérieur à deux heures est également un critère diagnostique fort. (26–27)
- **Examens complémentaires :**
 - **Bilan biologique** : syndrome inflammatoire biologique (CRP, hyperleucocytose),
 - **Imagerie** (échographie ou scanner) : en cas de suspicion de thrombophlébite septique ou d'abcès profond.

C. Prévention et prise en charge des infections liées aux CVC, (31 – 37)

a. Hygiène des mains

C'est le geste barrière le plus fondamental (3). Il doit être systématiquement réalisé :

Effectuer une hygiène des mains en se lavant les mains avec du savon et de l'eau ou en utilisant une solution hydro alcoolique (SHA). L'hygiène des mains doit être réalisée avant et après la palpation des sites d'insertion du cathéter, ainsi qu'avant et après l'insertion, le remplacement, l'accès, la réparation ou le pansement d'un cathéter intravasculaire. La palpation du site d'insertion ne doit pas être effectuée après l'application d'un antiseptique, sauf si la technique aseptique est maintenue

Maintenir une technique aseptique lors de l'insertion et des soins des cathéters intravasculaires

Porter des gants propres, plutôt que des gants stériles, pour l'insertion des cathéters intravasculaires périphériques, si le site d'accès n'est pas touché après l'application d'antiseptiques cutanés.

Porter des gants stériles pour l'insertion des cathéters artériels, centraux et médianes

Utiliser de nouveaux gants stériles avant de manipuler le nouveau cathéter lors des échanges de guide.

Porter des gants propres ou stériles lors du changement du pansement des cathéters intravasculaires.

b. Préparation cutanée

Une **antisepsie rigoureuse de la peau** est indispensable avant la pose du cathéter :

- Utilisation de **chlorhexidine alcoolique** à 2 %, recommandées par les CDC et la SF2H (3,5). L'usage de bundles de soins a prouvé son efficacité pour réduire les infections (5).
- Application en mouvements circulaires, temps de contact respecté (30 secondes minimum),
- Ne jamais revenir sur une zone déjà désinfectée.
- En cas de contre-indication à la Chlorhexidine, la teinture d'iode, un iodophore ou l'alcool à 70 % peuvent être utilisés comme alternatives

Aucune comparaison n'a été faite entre l'utilisation de préparations à base de chlorhexidine avec alcool et la povidone-iode en solution alcoolique pour la préparation de la peau propre.

Aucune recommandation ne peut être faite concernant la sécurité ou l'efficacité de la Chlorhexidine chez les nourrissons de moins de 2 mois.

Les antiseptiques doivent être laissés sécher conformément aux recommandations du fabricant avant de placer le cathéter

Les micro-organismes présents sur le site d'insertion du cathéter ou sur son pavillon sont les principaux responsables des infections liées aux cathéters (ILC) en réanimation. Le risque d'infection augmente avec la densité microbienne, ce qui souligne l'importance d'une désinfection cutanée rigoureuse pour prévenir ces infections.

Les antiseptiques les plus couramment utilisés sont des solutions aqueuses ou alcooliques à base de polyvidone iodée (PVI) ou de chlorhexidine (CHG). Plusieurs études ont comparé l'impact de ces antiseptiques sur le risque de colonisation (COL) et de bactériémies liées aux cathéters (BLC), principalement pour les cathéters veineux centraux et artériels. Il a été démontré que la PVI aqueuse à 10 % est moins efficace que la CHG à 2 % ou que les solutions associant CHG et alcool pour prévenir la COL et les ILC.

1. Protocoles de prévention :

La prévention des infections liées aux cathéters est essentielle en réanimation et repose sur des stratégies structurées. Un programme efficace inclut formation, identification des risques, groupes de travail et suivi des résultats. Trois mesures générales sont cruciales : prévention des bactéries multi résistantes, hygiène des mains et surveillance des infections nosocomiales. L'approche par « bundles » (mesures combinées) permet de réduire les infections, avec des actions comme l'utilisation de l'abord sous-clavier, l'antisepsie à l'alcool, l'inspection quotidienne du site et le retrait des cathéters inutiles.

a. Technique de pose stérile

- La pose doit être réalisée dans un environnement stérile :
 - Port de gants stériles, blouse, charlotte, masque chirurgical,
 - Utilisation de champs stériles larges,
 - Limiter le nombre de tentatives de ponction.
- Évaluer les risques et les bénéfices du placement d'un dispositif veineux central à un site recommandé afin de réduire les complications infectieuses par rapport au risque de complications

mécaniques (par exemple, pneumothorax, ponction de l'artère sous-clavière, lacération de la veine sous-clavière, sténose de la veine sous-clavière, hémithorax, thrombose, embolie gazeuse et mauvais positionnement du cathéter

- Aucune recommandation ne peut être faite concernant un site d'insertion préféré pour minimiser le risque d'infection lors du placement d'un CVC tunéliné.
- Éviter le site sous-clavier chez les patients hémodialysés et ceux atteints d'une maladie rénale avancée afin de prévenir la sténose de la veine sous-clavière
- Utiliser une fistule ou une greffe chez les patients atteints d'insuffisance rénale chronique au lieu d'un CVC pour un accès permanent à la dialyse
- Utiliser l'échoguidage pour placer les cathéters veineux centraux (si cette technologie est disponible) afin de réduire le nombre de tentatives de canulation et les complications mécaniques. L'échoguidage ne doit être utilisé que par des personnes entièrement formées à cette technique
- Utiliser un CVC avec le nombre minimal de ports ou de lumières nécessaires à la prise en charge du patient
- Retirer rapidement tout cathéter qui n'est plus essentiel
- Lorsque le respect des règles d'asepsie ne peut être garanti (c'est-à-dire lors de l'insertion de cathéters en situation d'urgence médicale), remplacer le cathéter dès que possible, c'est-à-dire dans un délai de **48 heures**.

b. Entretien du cathéter

L'entretien quotidien est un moment à haut risque :

- Changement régulier des pansements (tous les 7 jours si sec, immédiatement s'il est souillé ou décollé),
- Manipulation des lignes de perfusion avec gants non stériles et désinfection de la connectique (technique du "scrub the hub"),
- Utilisation de valves à pression positive ou dispositifs sans aiguille.

c. Formation et éducation du personnel :

Former le personnel de santé sur les indications de l'utilisation des cathéters intravasculaires, les procédures appropriées pour leur insertion et leur entretien, ainsi que sur les mesures de prévention des infections liées aux cathéters intravasculaires

Évaluer périodiquement les connaissances et l'adhésion aux directives par l'ensemble du personnel impliqué dans l'insertion et l'entretien des cathéters intravasculaires Désigner uniquement du personnel formé et compétent pour l'insertion et l'entretien des cathéters intravasculaires périphériques et centraux.

Assurer un effectif infirmier adéquat dans les unités de soins intensifs (USI).

Fiche technique de pose de la voie centrale

Lavage des mains au savon



Se frictionner les mains avec de la solution hydro-alcoolique



Enfiler les gants stériles



Préparation du matériel du CVC, champs stérile, antiseptique, Bétadine et film transparent semi-perméable	
Positionnement du patient	
Préparation de la peau/ désinfection	

Désinfection à la Bétadine	
Pose de la voie centrale	
Pose de pansement occlusif → film transparent semi-perméable	

Fiche technique de changement de pansement :

Lavage des mains au savon	
Se frictionner les mains avec de la solution hydro-alcoolique	
Enfiler les gants propres	

Désinfection / asepsie	
Changement du film transparent semi-perméable dans 7j si pas de conditions (pansement souillé/ décollé/ humide)	
Si pansement souillé, décollé ou humide → réflexion immédiate	

2. Prise en charge curative :

La prise en charge des infections liées aux CVC nécessite souvent le retrait du dispositif infecté, suivi d'un traitement antibiotique adapté aux germes isolés (6,7). Un suivi clinique et biologique est indispensable pour détecter d'éventuelles complications (7).

Le diagnostic et le traitement initial d'une infection liée à un cathéter veineux central (CVC) reposent sur l'analyse de trois éléments : les signes locaux, les manifestations cliniques générales et les résultats des prélèvements microbiologiques (locaux et hémocultures). Des hémocultures doivent être systématiquement réalisées, au moins en périphérie et, de préférence, simultanément à partir du cathéter et de la périphérie en cas de suspicion d'infection liée au cathéter (ILC). Deux questions se posent alors en premier lieu :

- Est-il nécessaire de retirer le cathéter suspect ?
- Faut-il initier un traitement antibiotique ?

L'ablation immédiate du cathéter suspecté d'infection est nécessaire dans les situations suivantes :

- En cas de signes locaux évidents (cellulite, tunnelite, collection purulente).
- En présence d'une infection associée à une thrombophlébite ou une endocardite, ou lorsque le germe est à haut risque (*S. aureus*, *Pseudomonas*, ou *Candida*) avec bactériémie.
- En cas de signes de gravité (comme un choc septique) sans autre cause identifiable.

- Lorsqu'un patient immunodéprimé ou porteur de prothèses endo-vasculaires ou de valves cardiaques présente une bactériémie.

Si aucun signe local manifeste d'infection n'est observé et qu'il n'y a pas de signes généraux de gravité, plusieurs options sont envisageables. Lorsqu'il y a une faible ou modérée suspicion d'infection liée au cathéter, la probabilité d'enlever un cathéter stérile par erreur est élevée (environ 80%). Par ailleurs, implanter un nouveau cathéter sur un autre site expose à des risques de complications mécaniques.

En l'absence de signes locaux, il est possible de réaliser un changement de cathéter sous guide pour confirmer ou, plus souvent, infirmer l'infection tout en maintenant l'accès vasculaire. Cette approche est particulièrement recommandée en cas de suspicion faible ou modérée d'infection, notamment par un germe à faible risque.

Les options conservatrices consistent à confirmer ou infirmer indirectement l'infection du cathéter en le laissant en place, au moins au début. Cela peut être fait par :

- Des prélèvements locaux (du site d'insertion, du pavillon) qui, s'ils sont négatifs, permettent d'écarter l'infection.
- Et/ou par la réalisation d'hémocultures, avec des prélèvements de sang effectués à la fois en périphérie et à travers le cathéter.

a. Retrait du cathéter :

Le retrait du cathéter en cas d'infection sanguine liée au cathéter confirmée reste la norme de soins, car le cathéter est le foyer de l'infection en cours. Cependant, cette décision est rarement simple et doit être équilibrée avec la nécessité de poursuivre des traitements vitaux via le cathéter veineux

central (CVC) et l'absence de sites alternatifs pour le cathéter. Dans ce contexte, il convient d'éviter un retrait inutile. Un essai contrôlé randomisé (ECR) mené auprès d'adultes en soins intensifs a montré qu'il n'y avait pas d'effets indésirables dans les cas de ILCVC suspectée non compliquée lorsque le cathéter n'était pas immédiatement retiré, mais retiré si une bactériémie prouvée ou une instabilité hémodynamique se développaient. Les seuls ECR sur le retrait du cathéter en cas des ILCVC spécifique à un organisme concernent les infections dues aux espèces de *Candida*. Une analyse par sous-groupe des patients présentant une ILCVC, issue de deux ECR menés chez des adultes atteints de candidémie, n'a montré aucune différence de résultat, que le cathéter soit retiré ou non. Cependant, une méta-analyse d'essais portant sur des adultes atteints de candidémie de toute cause a montré que le retrait du cathéter était associé à une augmentation de la survie et à un succès clinique accru. Les données observationnelles chez les adultes, enfants et nourrissons concernant la CLABSI causée par des organismes spécifiques ont suggéré des complications accrues si le cathéter est conservé, en particulier dans les CLABSI causées par *S. aureus*, des organismes Gram-négatifs et les espèces de *Candida*. Des études observationnelles chez les adultes, enfants et nourrissons ayant une ILCVC due à des CoNS (coagulas-négatifs staphylocoques) n'ont montré aucune différence dans la résolution initiale de l'infection avec la rétention du cathéter par rapport au retrait, mais certaines ont montré des taux de récurrence plus élevés en cas de rétention du cathéter.

Ces données observationnelles sont limitées par des facteurs de confusion et les inconvénients des données rétrospectives:

Bon nombre de ces études ont également été menées avant que des thérapies supplémentaires, telles que les traitements de verrouillage, ne soient couramment disponibles.

Les directives de l'IDSA recommandent le retrait du cathéter dans les cas de ILCVC associés aux cathéters centraux à court terme (à l'exception des ILCVCI causées par des CoNS, où le maintien du cathéter avec un traitement de verrouillage peut être envisagé) ; et dans les CLABSI liées aux cathéters à long terme lorsque l'un des facteurs énumérés dans la figure ci-dessous s'applique. Avec d'autres organismes, le retrait du cathéter à long terme est parfois recommandé en fonction de l'analyse du rapport risques-avantages, comme dans les cas de CLABSI causée par *S. aureus*.²⁹

Le retrait du cathéter est souvent conseillé dans les cas de CLABSI dues à des mycobactéries non tuberculeuses en raison des taux élevés d'échec du traitement lorsque la conservation du cathéter est tentée, et dans les organismes Gram-positifs tels que les espèces de *Corynebacterium*, *Bacillus*, *Micrococcus* et *Propionibacterium*, bien qu'ils soient des organismes moins virulents, leur éradication soit difficile.

En pratique, très peu d'organismes causatifs nécessitent un retrait immédiat du cathéter en l'absence de choc septique, de complications ou de bactériémie persistante.

Si un CVC doit être remplacé après avoir été retiré dans le cadre du traitement d'une CLABSI, le scénario idéal est de disposer d'une période de temps (24 à 48 heures) avec un accès intraveineux périphérique jusqu'à ce que les cultures de sang répétées soient négatives, avant l'insertion d'une nouvelle ligne. Si cela n'est pas possible, la nouvelle ligne doit être insérée dans un

autre site pendant que le traitement antibiotique systémique est en cours. L'échange par guide-fil n'est pas recommandé, car une méta-analyse de ECR a montré une tendance non significative à une augmentation des taux de colonisation du cathéter, d'infection du site de sortie du cathéter et de CLABSI par rapport à l'insertion dans un nouveau site.

Si aucune alternative n'est disponible et qu'un remplacement par guide-fil est absolument nécessaire, les experts conseillent d'utiliser un cathéter imprégné d'antimicrobiens.

Table 4 Indications for central venous catheter (CVC) removal due to suspected CLABSI. ^{23,29,62,112}

The CVC is no longer essential
The patient has features of septic shock such as hypotension
Complications:
• Local: tunnel infection, pocket infection
• Endovascular: infectious endocarditis, suppurative thrombophlebitis
• Metastatic infection: bone or organ abscess (skin, retina, lung, liver, kidneys, spleen)
Specific pathogens: <i>Candida</i> species, multi-resistant bacteria and other bacteria depending on risk-benefit assessment of CVC salvage
Ongoing bacteraemia/fungaemia after 48–72 h of appropriate antimicrobial therapy
No improvement (or worsening) after 48–72 h of appropriate antimicrobial therapy
CVC — central venous catheter, CLABSI — central line-associated blood stream infection.

Figure : indications du retrait du cathéter suite une infection liée au cathéter veineux central chez les enfants

- Dans certains cas particuliers (chambre implantable, patient immunodéprimé, absence de choc), une conservation transitoire peut être discutée.

b. Traitement antibiotique

Des hémocultures doivent être réalisées et des antibiotiques parentéraux empiriques doivent être administrés (de préférence par toutes les lumières de la voie centrale) dès qu'une infection du cathéter central est suspectée afin de réduire la morbidité et la mortalité et de tenter de sauver la voie.

Le choix de l'antimicrobien empirique est guidé par les facteurs de risque du patient, l'épidémiologie locale et les antibiogrammes, ainsi que les antécédents d'infections et d'allergies.

Pour les enfants suspectés d'infection du cathéter central, le traitement empirique recommandé comprend une couverture à la fois des bactéries Gram positives et Gram négatives.

Pour la couverture contre les bactéries Gram positives, la vancomycine est généralement choisie en raison des taux élevés de résistance des staphylocoques aux pénicillines antistaphylococciques. Une couverture empirique contre les bactéries Gram négatives doit être active contre *Pseudomonas aeruginosa* (par exemple, une céphalosporine anti-pseudomonas, une association bêta-lactamine/bêta-lactamase ou un carbapénème). En cas de sepsis associé ou de risque de résistance aux médicaments, l'ajout d'un second agent empirique contre les bactéries Gram négatives, souvent un aminoside, est recommandé. En cas de risque d'infection à bactéries Gram négatives multi résistantes, un traitement empirique par carbapénème doit être envisagé. Un traitement antifongique empirique doit être envisagé en cas de facteurs de risque de fongémie, tels qu'un traitement prolongé aux antibiotiques à large spectre, une immunosuppression ou une

infection multi-sites par des espèces de *Candida*. Les recommandations incluent soit une échinocandine, soit du fluconazole en l'absence d'exposition récente aux azolés et en cas de faible risque de *Candida krusei* ou de *Candida glabrata*, ces organismes étant résistants au fluconazole.

Une fois le germe responsable et les sensibilités connus, le traitement antimicrobien doit être ciblé de manière appropriée. Les recommandations consensuelles sont souvent adaptées des études menées chez l'adulte, si elles sont disponibles.

La durée du traitement est calculée à partir de la date de la première hémoculture négative, et elle doit être prolongée si le cathéter est conservé, ainsi que pour traiter toute complication présente, telle qu'une endocardite infectieuse.

La rifampicine ne doit pas être utilisée en monothérapie pour le traitement de l'infection en raison du développement rapide d'une résistance aux antibiotiques.

En cas de retrait du cathéter, les patients doivent recevoir un traitement systémique approprié pendant 10 à 14 jours. Un traitement oral peut être envisagé si un médicament approprié est disponible et si l'accès intraveineux est difficile à maintenir. Un traitement plus court de 5 à 7 jours est raisonnable pour les infections bactériennes du côlon et du rectum dues à des staphylocoques à coagulase négative si le cathéter est retiré et que les hémocultures sont rapidement claires.

c. Surveillance et suivi

- Répétition des hémocultures pour s'assurer de la stérilisation de la circulation sanguine,
- Suivi de l'état clinique, des paramètres infectieux (CRP, température),
- Surveillance d'éventuelles complications : **endocardite, abcès, thrombose**, etc.

D. Complications liées aux cathéters veineux centraux (38–59) :

1 – Facteurs liés au cathéter

Une différence majeure entre les enfants et les adultes est que, chez les patients pédiatriques, l'âge et, en particulier, le poids et la taille du patient sont des facteurs déterminants dans le choix du type et du calibre du cathéter veineux central (CVC).

Les CVC non tunnelisés insérés par voie percutanée sont utilisés pour des durées d'indwelling courtes à intermédiaires en milieu hospitalier ou en unité de soins intensifs pédiatriques (USIP), tandis que les cathéters tunnelisés et/ou implantés (port-à-cath) sont principalement utilisés lorsque l'on prévoit une durée d'indwelling plus longue (semaines ou mois), notamment dans un cadre de soins à domicile (partiel ou complet).

Les cathéters insérés par voie percutanée présentent un risque important de déplacement en raison de l'agitation naturelle des jeunes enfants. L'un des principaux avantages des ports totalement implantés et tunnelisés est le risque faible voire négligeable de déplacement de la partie centrale du cathéter.

De manière générale, après une procédure d'insertion chirurgicale, les cathéters implantés semblent présenter une incidence significativement plus

faible de complications mécaniques par rapport aux cathéters externes. Les coûts et les risques de l'intervention chirurgicale doivent être soigneusement mis en balance avec les avantages potentiels. Cependant, il convient de noter que chez les patients pédiatriques, les cathéters externes tunnelisés sont également souvent insérés chirurgicalement.

3. Complications liées au site d'insertion

Les veines fémorale, jugulaire, sous-clavière et cubitale sont les plus fréquemment utilisées pour l'insertion de cathéters veineux centraux (CVC) chez les enfants. Chez les nouveau-nés, les veines cubitales et la veine saphène sont également fréquemment utilisées pour l'insertion de cathéters centraux insérés par voie périphérique (PICC).

Veines sous-clavières :

Une étude menée chez des enfants âgés de 4 jours à 15 ans a rapporté un taux global de complications de 4 % associé à l'insertion percutanée de cathéters veineux sous-claviers. Le risque de malposition et d'autres complications était significativement plus élevé lorsque le CVC était placé dans la veine sous-clavière droite par rapport à la veine sous-clavière gauche. Bonventre et al. n'ont pas trouvé de différences dans les taux de complications graves liées aux sites d'insertion, mais ont signalé une incidence légèrement plus élevée de malposition lors d'une insertion du côté droit. Par conséquent, nous recommandons de privilégier une approche du côté gauche lors de l'utilisation des veines sous-clavières, à condition qu'il n'y ait pas de contre-indications.

Veines jugulaires :

Chez les enfants, en raison de leur anatomie différente et de leur poids corporel plus faible, le risque accru de pneumothorax dépasse probablement celui des infections, en particulier pour les périodes d'utilisation courtes. Ainsi, chez les enfants sédatisés avec des voies respiratoires contrôlées, la veine jugulaire est le site privilégié pour un accès percutané aux CVC.

Veines fémorales :

Chez les enfants, la veine fémorale est utilisée plus fréquemment que chez les adultes, car la procédure d'insertion est relativement simple et peut souvent être réalisée avec une sédation légère et une analgésie locale. Cependant, une méta-analyse a révélé que chez les nourrissons et les jeunes enfants (âge médian de 1,1 an), l'insertion d'un CVC dans la veine fémorale était associée à un risque plus élevé de complications mécaniques par rapport aux autres sites (10,1 % contre 1,8 %). Le diamètre relativement grand du cathéter par rapport au vaisseau (chez les jeunes enfants) pourrait expliquer en partie cette observation.

Le registre canadien des complications thromboemboliques veineuses a indiqué que l'insertion de CVC dans le système veineux supérieur pourrait être associée à une incidence plus élevée de thrombose veineuse profonde chez les enfants âgés de 0 à 18 ans. Sur la base de ces données, nous recommandons l'utilisation de la veine fémorale comme site d'insertion de prédilection pour un accès vasculaire central rapide chez les enfants non sédatisés, lorsque l'on prévoit une durée d'utilisation relativement courte (≤ 5 jours).

- Aspects liés au patient et facteurs liés à l'insertion du cathéter

L'insertion percutanée des cathéters veineux centraux (CVC) chez l'enfant nécessite souvent une anesthésie générale pour un accès jugulaire ou sous-clavier. Les complications les plus fréquentes incluent pneumothorax, hémithorax, et ponction artérielle, avec des conséquences parfois graves. Le risque de complications augmente en cas de tentatives multiples ou de cathétérisations répétées au même site, mais l'âge n'est pas toujours un facteur déterminant. L'expérience du médecin joue un rôle important, bien que contesté par certaines études.

L'échographie et la fluoroscopie peuvent aider à l'insertion du CVC, mais elles ne sont pas toujours nécessaires. Une radiographie post-procédurale est recommandée chez les jeunes enfants en raison du risque élevé de mauvais positionnement du cathéter

Formation de thrombus induite par les CVC

Formation de thrombus liée au cathéter

La formation de thrombus peut survenir à l'extrémité du cathéter veineux central (CVC) ou au site de pénétration du vaisseau. La gaine de fibrine qui se forme autour du cathéter peut s'étendre le long de celui-ci. Le sang constituant un milieu favorable à la prolifération bactérienne, la présence prolongée d'un CVC représente un facteur de risque d'infections hématogènes et de dissémination bactérienne.

La formation de thrombus peut entraîner des complications mécaniques telles que l'obstruction de la lumière du cathéter, l'obstruction circulatoire et l'embolie. Bien que rares, des complications cardiaques comme l'endocardite

ou le dysfonctionnement mécanique du cœur peuvent survenir si le cathéter est mal positionné dans l'atrium droit au lieu de la veine cave supérieure.

L'incidence de la thrombose liée aux CVC varie largement (0,4 % à 61 %), selon les méthodes de détection employées (ultrasons, phlébographie, ou diagnostic clinique). Une grande proportion des thromboses (31 à 85 %) reste asymptomatique.

Facteurs de risque

Les principaux facteurs de risque de thrombose liée aux CVC sont :

- **Taille et position du cathéter** : un rapport élevé entre la taille du cathéter et celle du vaisseau augmente le risque de thrombose, notamment pour les CVC courts positionnés dans la veine brachiocéphalique.
- **Durée d'utilisation** : plus le cathéter reste en place longtemps, plus le risque de thrombus est élevé.
- **Âge et morphologie** : certains travaux suggèrent que les jeunes enfants ont un risque accru en raison d'un rapport cathéter/vaisseau plus élevé.
- **Pathologies sous-jacentes** : les patients ayant une prédisposition thrombotique ou souffrant d'un cancer sont plus exposés.
- **Nutrition parentérale** : peut également favoriser la thrombose.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

A. Matériel d'étude :

1. Présentation de l'étude :

Cette étude est de nature rétrospective, monocentrique, à visée descriptive et analytique. Elle s'étend sur une période de six mois, de janvier à juin 2023, et porte sur les cathéters veineux centraux (CVC) posés chez des patients pédiatriques hospitalisés dans le service de réanimation mère-enfant du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) Hassan II de Fès.

2. Critères d'inclusion

Sont inclus dans l'étude :

- Tous les patients admis en réanimation, dont la durée d'hospitalisation a dépassé 48 heures, et ayant bénéficié de la pose d'un cathéter veineux central.
- Après le retrait de chaque CVC, son extrémité distale a été envoyée au laboratoire de bactériologie pour mise en culture.
- En cas de suspicion d'infection, des hémocultures périphériques ont été systématiquement réalisées au moment du retrait.

Le diagnostic d'infection liée au cathéter (ILC) est posé selon les critères suivants :

En l'absence de bactériémie :

- Culture quantitative du cathéter $\geq 10^3$ UFC/ml.
- Disparition partielle ou complète des signes infectieux dans les 48 heures suivant le retrait.
- Présence de purulence au niveau de l'orifice d'insertion ou d'une tunnelite.

En cas d'infection bactériémique liée au cathéter :

- Association d'une bactériémie survenant dans les 48 heures avant ou après le retrait du cathéter et,
- Une culture positive du site d'insertion identifiant le même germe, ou
- Une culture quantitative du cathéter $\geq 10^3$ UFC/ml isolant le même germe, ou
- Un ratio hémoculture centrale/périphérique ≥ 5 , ou
- Un délai différentiel de positivité des hémocultures ≥ 2 heures.

Cas d'infection non liée au cathéter :

- Cathéter stérile.
- Culture positive du cathéter, mais souche différente de celle isolée dans le sang ou dans un autre foyer infectieux présent, sans amélioration après retrait du cathéter.
- Culture positive du cathéter avec une souche identique à celle retrouvée dans un foyer infectieux identifié au moins 48 heures avant le retrait, sans amélioration clinique après ablation, ce qui suggère une colonisation secondaire à partir d'un foyer distant.

3. Critères d'exclusion :

- Cathéters veineux centraux posés dans un autre service que la réanimation mère-enfant.
- Cathéters artériels.
- CVC utilisés exclusivement pour l'épuration extrarénale.

B. Méthode d'étude

1. Recueil des données

Pour chaque patient porteur d'un cathéter veineux central, une fiche de collecte a été remplie, comprenant :

- **Données démographiques :**
 - Âge et sexe,
 - Pathologie à l'admission,
 - Score de gravité IGS II (Annexe 2),
 - Présence d'un autre foyer infectieux,
 - Antécédents de cathétérisme.
- **Données relatives au cathétérisme :**
 - Indication de la pose : administration de drogues vasoactives et/ou inotropes, mesure de la pression veineuse centrale (PVC), difficulté d'accès veineux périphérique, nutrition parentérale.
 - Site de ponction : jugulaire, sous-clavier ou fémoral.
 - Recours ou non au guidage échographique lors de la pose.
 - Type de cathéter utilisé.
 - Type de désinfectant employé : Chlorhexidine-alcool ou Povidone-iodée/alcool.
 - Motif de retrait : fin de traitement, suspicion d'infection ou décès.
 - Résultats des prélèvements bactériologiques.
 - Prise en charge thérapeutique.
 - Évolution clinique.

2. Analyse statistique

Les données ont été saisies et analysées à l'aide de Microsoft Excel 2013.

- Les variables qualitatives ont été exprimées en pourcentages.
- Les variables quantitatives sont présentées sous forme de moyennes ou de médianes

RÉSULTATS

A. Incidence

Au cours de la période d'étude (janvier à juin 2023), un total de **79 cathéters veineux centraux (CVC)** a été posé chez des patients hospitalisés en réanimation pédiatrique. Parmi eux, **14 cathéters** ont été associés à une infection, soit une **incidence de 47% sur 6 mois**.

B. Répartition selon l'âge

L'âge moyen des patients était de **6 ans**, avec des extrêmes allant de **6 mois à 16 ans**.

Tranche d'âge	Effectif
Nourrissons (< 2 ans)	12
Enfants (< 5 ans)	22
Enfants (> 5 ans)	45

Les patients âgés de plus de 5 ans représentaient la majorité des cas.

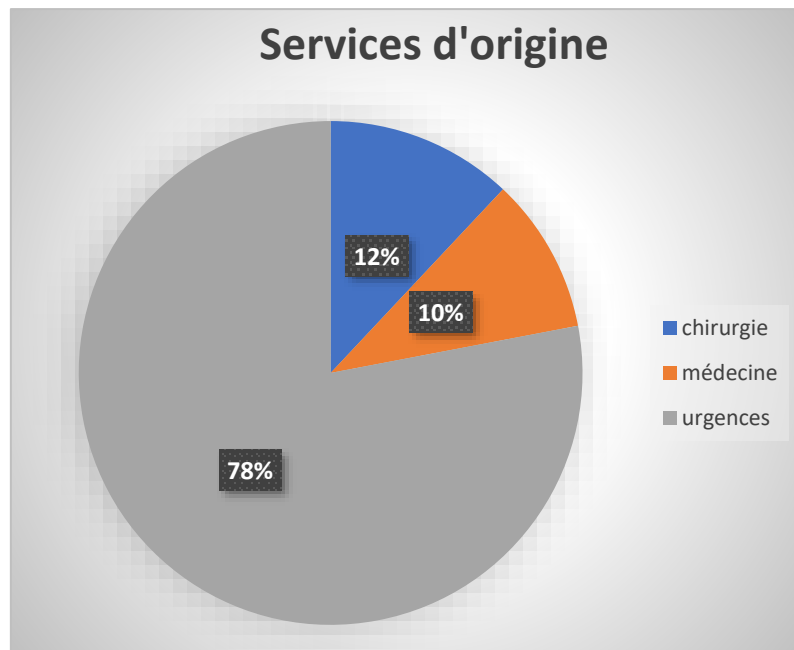
C. Répartition selon le sexe

La répartition des cathéters, en fonction du sexe et de leur statut infectieux, est détaillée ci-dessous :

Sexe	Effectif total	Cathéters stériles	Cathéters infectés
Sexe	Fréquence	KT stérile	KT infecté
Masculin	49 (61%)	41 (63%)	8 (57%)
Féminin	30 (38%)	24 (37%)	6 (42%)
Total	79	65	14

Les cathéters étaient majoritairement posés chez les garçons, qui représentaient aussi la majorité des infections.

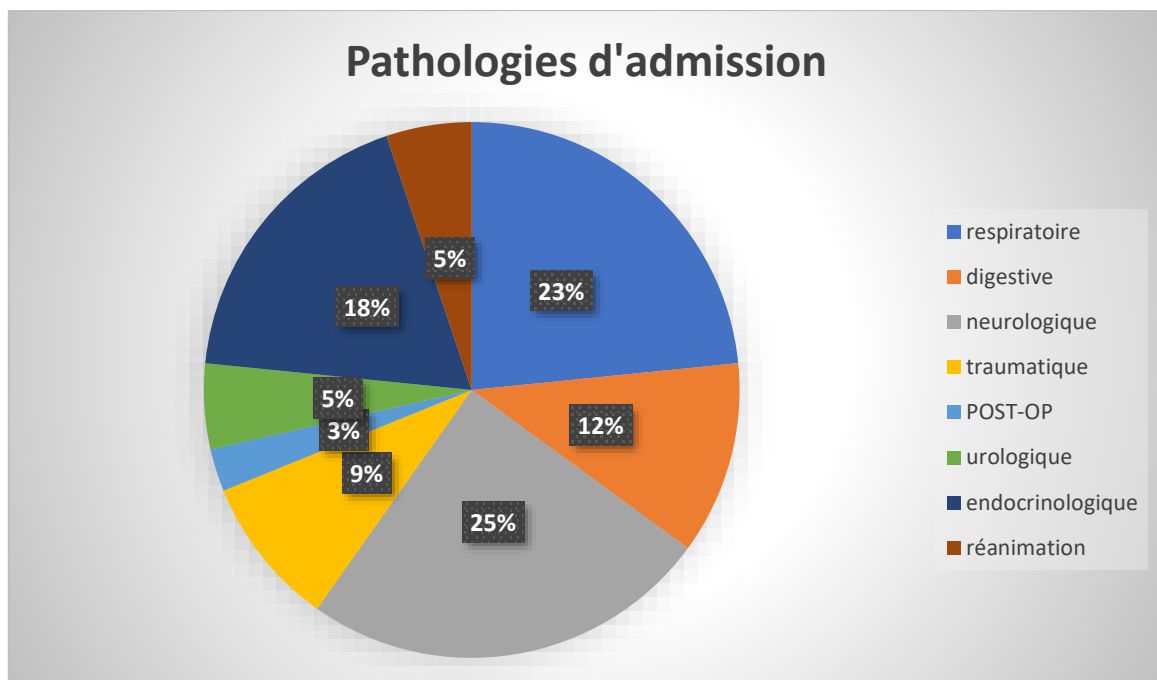
D. Origine des patients



La majorité des patients cathétérisés provenaient du service des urgences.

E. Pathologies d'admission :

Les patients admis présentaient une variété de pathologies. La pathologie la plus fréquemment rencontrée était de nature **neurologique** (25%).



F. Répartition selon les pathologies/ spécialités :

Pathologies	Diagnostics
Respiratoires	Infections respiratoires OAP néphrogénique Inhalation par corps étranger Bronchospasme
Viscérales	Hépatoblastome Péritonite appendiculaire IIA compliquée d'une occlusion intestinale
Neurologiques	EME Infections neuro-méningées Paraplégie avec faiblesse musculaire des membres supérieurs Polyradiculonévrites
Traumatologiques	Polytraumatisme
Réanimation	TCG Brûlure thermique à 10% avec critères de gravité Intoxication par ingestion de produits caustiques Etat de choc septique Envenimation scorpionique
Urologiques	Néphroblastome Néphrectomie Valves de l'urètre postérieur
Endocrinologiques	DAC

G. Site de ponction des cathéters

Site de ponction	Fréquence	KT stériles	KT infectés
Jugulaire	31 (39%)	23 (35%)	8(57%)
Fémorale	23 (29%)	20 (30%)	3(21%)
Axillaire	2 (2,5%)	0	2(14%)
Non mentionné	23 (29%)	22 (33%)	1(7%)
Total	79	65	14

Le site jugulaire était le plus utilisé pour la pose.

H. Usage de l'échoguidage

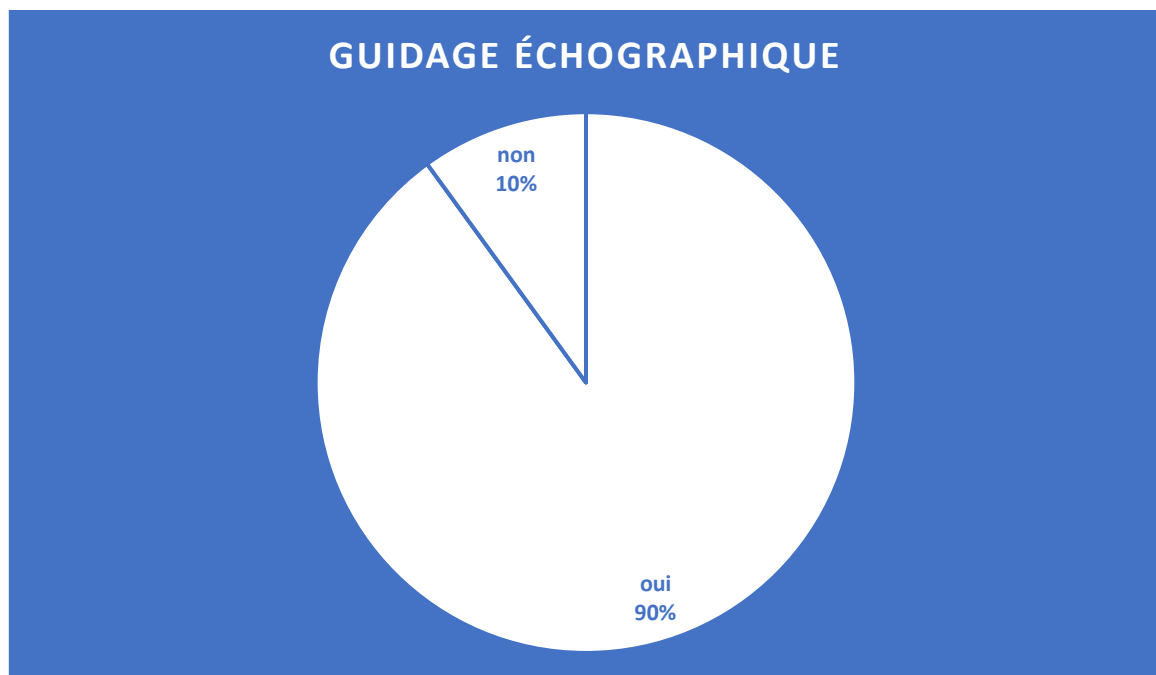


Figure : Utilisation de l'échographie pour la pose du cathétérisme

I. Foyers infectieux associés :

Un foyer infectieux concomitant a été identifié chez **28 patients**.

<u>Foyer</u>	<u>KT stérile</u>	<u>KT infecté</u>
<u>Respiratoire</u>	<u>13</u>	<u>11</u>
<u>Neurologique</u>	<u>1</u>	<u>0</u>
<u>Urinaire</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
<u>Total</u>	<u>16 (57%)</u>	<u>12 (42%)</u>

J. Durée du cathétérisme

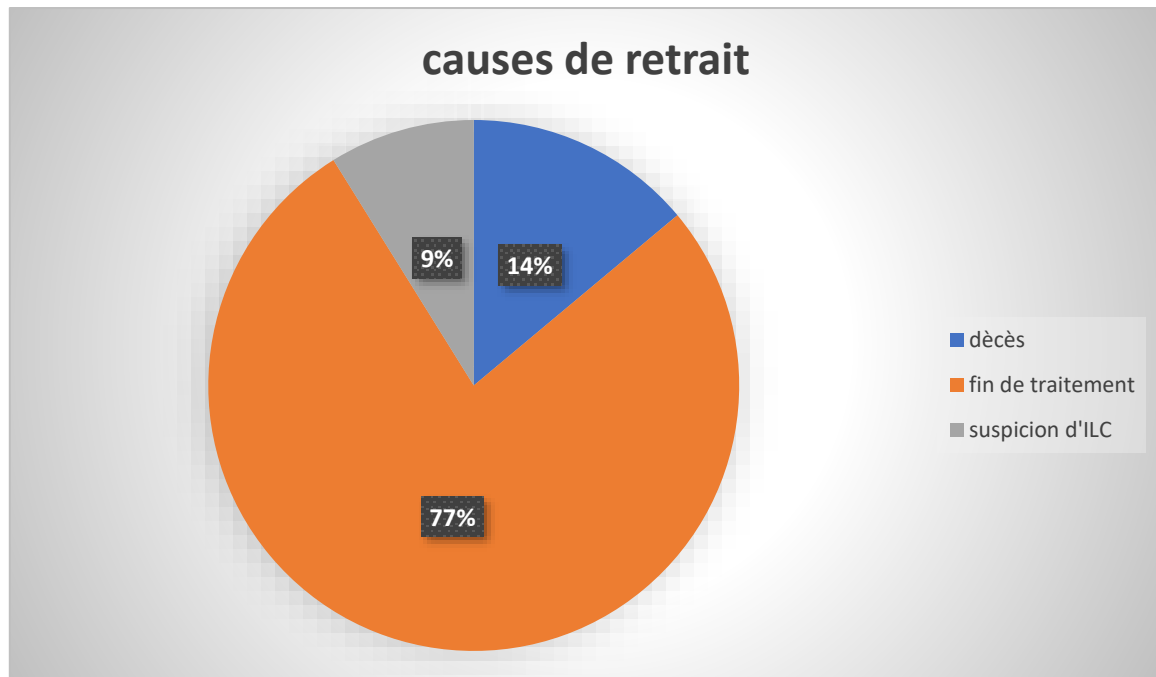
La durée d'utilisation des cathéters était nettement plus longue en cas d'infection.

	KT stériles	KT infectés
Durée moyenne (jours)	8,2jours	25,45 jours

K. Causes de retrait

Les motifs de retrait des cathéters sont listés ci-dessous :

Causes de retrait	Fréquence	Pourcentage
Suspicion d'ILC (fièvre/ infection d'orifice...)	7	8,86%
Fin de traitement	61	77,21%
Décès	11	13,92%



L. Résultats bactériologiques

La culture de l'extrémité distale a révélé une infection dans 14 cas (17,7%).

Tableau : fréquence de l'infection

	Nombre	Pourcentage
Cathéters stériles	65	82%
Cathéters infectés	14	17,7%

Tableau : germes responsables de l'infection

Germes isolés	Nombre	Pourcentage en %
ACINETOBACTER BAUMANNII	8	57%
STAPHYLOCOCCUS AUREUS	2	14%
PSEUDOMONAS AERUGINOSA	2	14%
SERRATIA MARCESCENS	1	7%
ENTEROCOCCUS FAECALIS	1	7%
ENTEROCOCCUS FAECIUM	1	7%

L'*Acinetobacter baumannii* était le germe le plus fréquemment isolé.

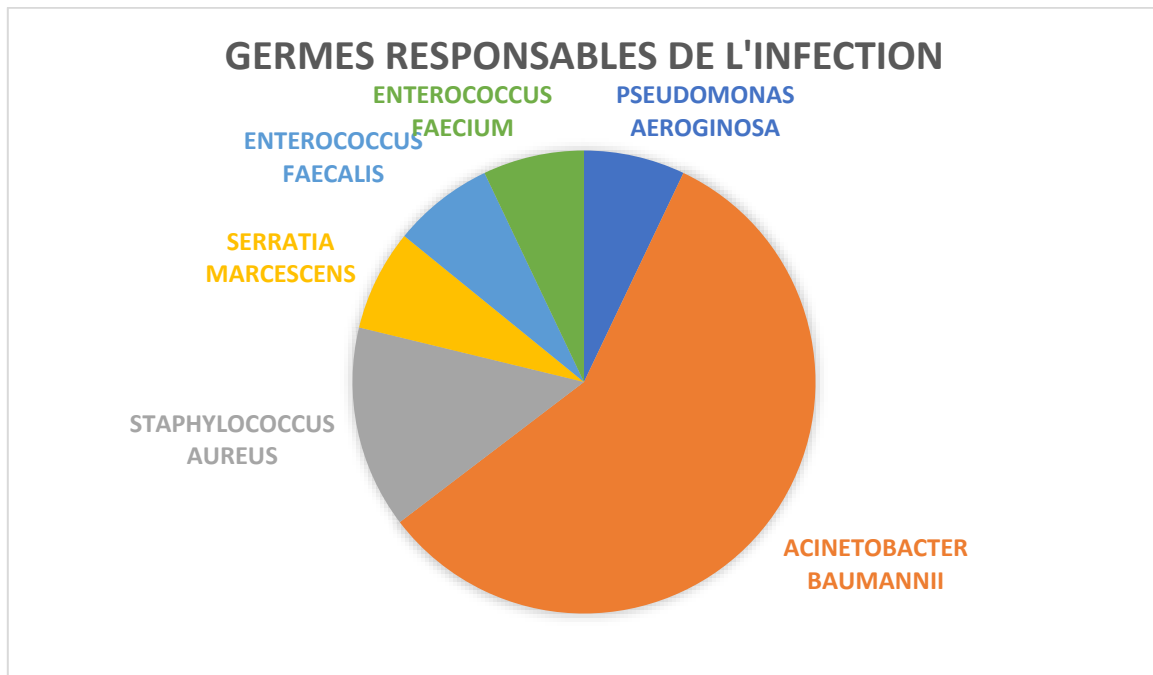


Figure : les germes responsables de l'infection

Tableau : répartition selon la présence ou pas de l'infection du cathéter et la présence ou pas de l'hémoculture

KT et hémoculture	KT+ sans hémoculture	KT+ avec hémocC + et hémocP + au même germe	KT+ avec hémocC+ et hémocP+ à un autre germe	KT+ avec hémoc -	KT+ à un germe non spécifique	KT- avec hémoc C et P au même germe	KT+ avec hémocC+ et P non faite
Nombre	2	0	2	3	2	3	2

L'infection bactériémique peut être retenue chez 3 de nos patients qui ont présenté une culture positive au même germe au niveau des hémocultures et de l'extrémité distale du cathéter

✓ Antibiogramme et germes

PATIENTS	GERMES	SENSIBILITE	RESISTENCE
1	<i>ENTEROCOCCUS FAECALIS</i>	Spiramycine/ teicoplanine	Amoxicilline/ acide clavulanique/ ampicilline/ cefotaxime/ceftriaxone/erythromycine / gentamycine
2	<i>ACINETOBACTER BAUMANNII</i>	colistine	Amikacine/ ceftazidime/ciprofloxacin/cotrimoxazole/imipénème/norfloxacin/Ticarcilline/acide clavulanique
3	<i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i>	Acide fucidique/ amikacine/amoxicilline+ acide clavulanique/cefotaxime/cefepime/ceftriaxone/ ciprofloxacin/erythromycine/ fosfomycine/ gentamycine/ lancomycine/ norfloxacin/oxacilline / teicoplanine/ vancomycine	
4	<i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i>	amikacine/ aztreonam/colistine/ gentamycine/ imipenem/piperacilline/ticarcilline/ acide clavulanique	Ampicilline
5	<i>SERRATIA</i>	imipenem/ gentamycine/ ticarcilline/ astero	amoxicilline protégée/ampicilline/ cefalotine/pipéracilline

6	<i>ACINETO</i>	colistine	amikacine/ aztreonam/ceftazidime/artrimoxazole /gentamycine/ imipénème/piépracilline/ tircacilline clavulanique
7	<i>ENTEROCOCCUS FAECIUM</i>	lancomycine/ teicoplanine/ vancomycine	levofloxacin/ceftriaxone/ cefotaxime/ampicilline/ amoxicilline+ acide clavulanique/ amoxicilline
8	<i>ACINETO</i>	colistine	amikacine/ aztreonam/ceftazidime/artrimoxazole /gentamycine/ imipénème/piépracilline/ tircacilline clavulanique:tobramycine/triméthopri me+ sulfaméthoxazole
9	<i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i>	acide fusidique/amoxicilline/ amoxocilline+acide clavulnique/cefotaxime/ cefoxitime/ ceftriaxone/ erythromycine/fosfomycin e/ gentamycine/oxicilline/tei coplanine/ vancomycine	amoxicilline/ ampicilline/ pénicilline G
10	<i>ACINETO</i>	colistine	amikacine/ aztreonam/ceftazidime/artrimoxazole /gentamycine/ imipénème/piépracilline/ tircacilline clavulanique:tobramycine/triméthopri me+ sulfaméthoxazole
11	<i>ACINETO</i>	colistine	amikacine/ aztreonam/gentamycine/ imipénème/piépracilline/ tircacilline clavulanique:tobramycine/triméthopri me+ sulfaméthoxazole
12	<i>ACINETO</i>	colistine	amikacine/ ceftazidime/ciprofloxacin/

			cotrimoxazole/gentamycine/ imipeneme/piperacilline/ norfloxacin / ticarcilline/ ticarcilline acide clavulanique
13	<i>ACINETO</i>	ceftriaxone	amikacine/amoxicilline/ amoxicilline+ acide clavulanique/ ampicilline/ cefixime/ cefotaxime/ cefuroxime/ colistine/ céfotetan
14	<i>ACINETO/PSEUDO MONAS</i>	colistine	amikacine/aztreonam/ciprofloxacine/ ceftazidime/gentamycine/imipeneme/ tobramycine

M. Evolution :

1. Durée de séjour

La durée moyenne de séjour en réanimation chez les malades ayant une infection de cathéter est de 25 jours (avec des extrêmes allant de 5 à 77j), contre 8 jours (avec des extrêmes allant de 1 à 88j) chez les malades ayant un cathéter stérile. Cette différence est significative à l'étude statistique (tableau)

Tableau : durée de séjour des patients en réanimation

	Cathéters stériles	Cathéters infectés
Durée moyenne de séjour	8 jours	25 jours

2. Mortalité

Les 11 décès survenus n'intéressent que la catégorie avec cathéter stérile.

✓ Répartition de la mortalité

Tableau : répartition de la mortalité

	Cathéters stériles (65)	Cathéters infectés (14)
Mortalité	11 (17%)	0%

✓ Causes de mortalité

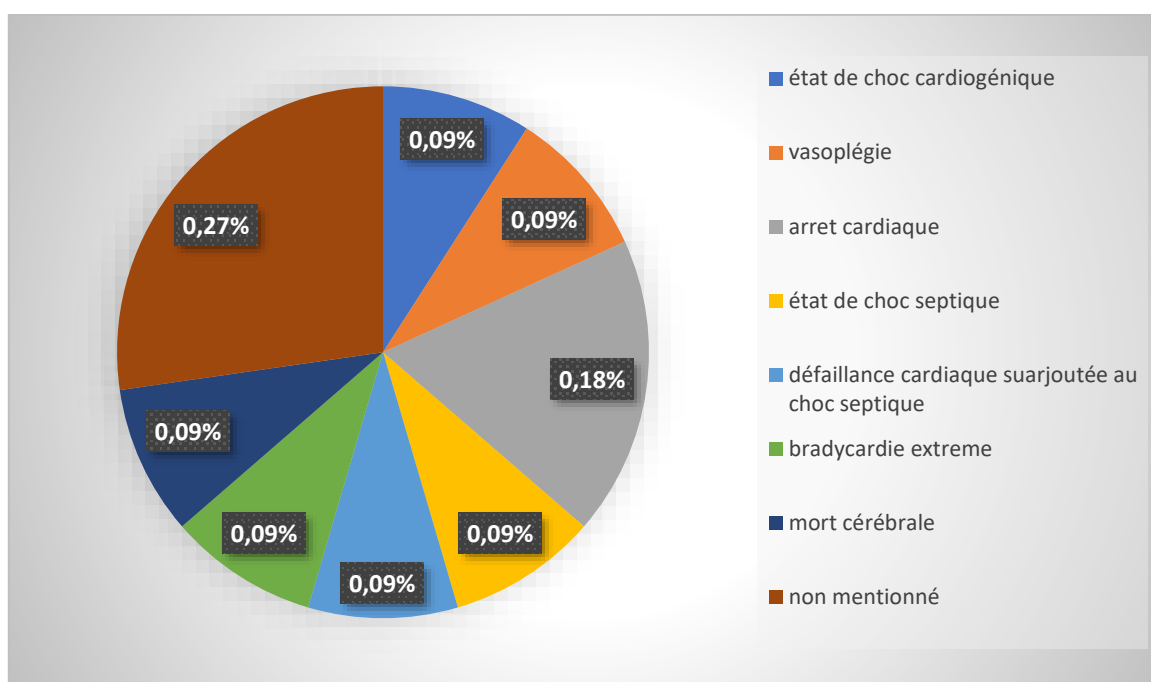


Figure : causes de mortalité

DISCUSSION

Les infections liées aux cathéters veineux centraux (ILC) restent un problème majeur en réanimation pédiatrique, en raison de leur fréquence et de leur impact sur la durée de séjour et la mortalité des patients. Dans notre étude, l'incidence des infections liées aux cathéters était de 17,7 %, un taux similaire à celui observé dans de nombreuses études internationales (20,21).

L'âge des patients, avec une moyenne de 6 ans et une répartition variant de 6 mois à 16 ans, est en accord avec les résultats précédents qui montrent que les jeunes enfants sont particulièrement vulnérables aux infections nosocomiales, y compris celles liées aux cathéters (22). Nos données montrent également que les enfants de moins de 2 ans sont les plus exposés, ce qui rejoint les observations de plusieurs études indiquant un risque accru chez les nourrissons en raison de leur système immunitaire immature et de la nécessité de soins invasifs fréquents (23).

Les infections liées aux CVC sont souvent liées à des pratiques de gestion des cathéters, comme l'insertion sans guidage échographique ou une mauvaise désinfection du site d'insertion. Dans notre étude, les cathéters jugulaires étaient les plus fréquemment impliqués dans les infections, ce qui est également observé dans d'autres études où ce site est considéré comme étant plus sujet à des complications infectieuses (Pittet et al., 2006). L'utilisation d'échographie pour la pose du cathéter a été rapportée comme une méthode efficace pour réduire les infections, mais dans notre série, elle était moins courante, ce qui pourrait expliquer une certaine incidence d'infections dans les CVC insérés sans guidage (25).

Les germes responsables des infections dans notre étude étaient dominés par *Acinetobacter baumannii* (57 %), une bactérie souvent associée

aux infections nosocomiales graves dans les unités de soins intensifs (21). D'autres agents pathogènes, tels que *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*, étaient également fréquemment retrouvés, ce qui confirme la diversité des agents responsables des infections liées aux cathéters et la nécessité d'une prise en charge rapide et ciblée (20; 24).

La durée du cathétérisme a été significativement plus longue chez les patients avec des cathéters infectés, corroborant les observations antérieures selon lesquelles une longue durée d'utilisation des CVC augmente le risque d'infection (22). Le traitement précoce des infections, accompagné d'une gestion rigoureuse des pratiques d'hygiène, reste crucial pour réduire ce risque.

Enfin, la mortalité observée dans notre étude a été exclusivement retrouvée chez les patients ayant des cathéters stériles, ce qui peut être en partie expliqué par la gravité de leur état sous-jacent. Bien que le lien direct entre infection et mortalité ne soit pas toujours évident, il est clair que les patients avec des infections bactériennes sur leurs cathéters ont des chances de récupération plus élevées grâce à une prise en charge adéquate (25).

CONCLUSION

Le cathétérisme veineux central est devenu une procédure courante en réanimation. Toutefois, ce geste n'est pas dénué de risques, notamment en raison des complications infectieuses qu'il peut entraîner, les infections étant les plus redoutées. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'incidence des infections liées aux cathéters veineux centraux chez les enfants (CVC), d'analyser l'apport diagnostique de la culture quantitative de l'extrémité distale du cathéter, et d'identifier les facteurs de risque associés à ces infections.

Durant la période d'étude, sur 79 patients porteurs de CVC pris en charge dans le service de réanimation mère et enfant au sein du CHU HASSAN II de FES, 14 infections de cathéter ont été recensées, soit une incidence de 17,7%.

L'infection liée au cathéter veineux central (ILCVC) est définie par la présence de micro-organismes sur la surface interne et/ou externe du cathéter, responsables d'infections locales ou systémiques. L'analyse des paramètres cliniques et biologiques a révélé que les infections survenaient plus fréquemment chez des patients présentant certains facteurs de risque

La plupart des études montrent que les agents pathogènes responsables appartiennent à la flore cutanée résidente (tels que les staphylocoques : *Staphylococcus aureus*) ou à la flore de substitution (incluant *Enterococcus*, entérobactéries, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*), provenant du patient lui-même ou du personnel soignant.

Les signes cliniques d'une ILCVC sont peu spécifiques. Toute fièvre inexpliquée chez un patient porteur d'un CVC doit faire évoquer ce diagnostic. La confirmation repose sur la culture de l'extrémité du cathéter associée aux

résultats des hémocultures.

Le traitement consiste en l'ablation immédiate du cathéter en cas de choc septique sans autre cause évidente, accompagnée d'une antibiothérapie probabiliste adaptée éventuellement après examen direct. Le retrait du cathéter est également recommandé en cas d'infection locale profonde. Dans d'autres situations, lorsque le maintien du cathéter est jugé indispensable ou que son remplacement présente des risques, un traitement conservateur peut être envisagé.

La prévention repose sur trois mesures essentielles à intégrer dans les protocoles d'insertion et de surveillance des CVC : formation et éducation du personnel soignant, l'hygiène rigoureuse des mains, et sélection du cathéter.

RESUME

Les infections liées aux cathéters veineux centraux restent une complication fréquente et préoccupante en réanimation pédiatrique, avec des conséquences directes sur la morbidité, la durée d'hospitalisation et le coût des soins. Notre étude met en évidence une incidence significative, un lien étroit avec la durée de maintien du cathéter et une prédominance d'*Acinetobacter baumannii* comme agent pathogène.

L'application rigoureuse des mesures d'hygiène lors de la pose et la manipulation des CVC, le choix judicieux du site d'insertion, l'utilisation du guidage échographique et la limitation de la durée d'utilisation des cathéters sont autant de leviers essentiels pour réduire l'incidence de ces infections.

L'implémentation de protocoles de surveillance des infections nosocomiales, ainsi que la formation continue des équipes soignantes, reste un pilier fondamental pour améliorer la qualité et la sécurité des soins. La lutte contre l'émergence des germes multi-résistants, notamment *Acinetobacter baumannii*, impose également une gestion rigoureuse des antibiotiques selon les résultats d'antibiogrammes et les recommandations des comités d'antibiothérapie.

ABSTRACT

Central venous catheterization has become a common procedure in intensive care. However, this intervention is not without risks, particularly due to infectious complications, with infections being the most feared. This study aims to evaluate the incidence of infections related to central venous catheters (CVC) in children, analyze the diagnostic contribution of quantitative culture of the catheter's distal tip, and identify the associated risk factors.

During the study period, among 79 patients with CVCs admitted to the Mother and Child Intensive Care Unit at CHU HASSAN II of FES, 14 catheter-related infections were recorded, representing an incidence of 17.7%.

Central venous catheter-related infection (CVCRI) is defined by the presence of microorganisms on the internal and/or external surface of the catheter, responsible for local or systemic infections. Analysis of clinical and biological parameters revealed that infections occurred more frequently in patients with certain risk factors.

Most studies show that the pathogens involved belong to the resident skin flora (such as staphylococci: *Staphylococcus aureus*) or to the transient flora (including *Enterococcus*, Enterobacteriaceae, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*), originating from the patient or healthcare personnel.

The clinical signs of a CVCRI are nonspecific. Any unexplained fever in a patient with a CVC should raise suspicion of this diagnosis. Confirmation is based on culture of the catheter tip combined with blood culture results.

Treatment consists of immediate catheter removal in cases of septic shock without another obvious cause, accompanied by empiric antibiotic therapy, possibly adjusted after direct examination. Catheter removal is also

recommended in cases of deep local infection. In other situations, when maintaining the catheter is deemed essential or its replacement poses risks, conservative treatment may be considered.

Prevention is based on three key measures to be integrated into CVC insertion and monitoring protocols: training and education of healthcare personnel, rigorous hand hygiene, and careful catheter selection

ANNEXES

*Nouveau cathéter : oui ☐ non ☐

*Résultats bactériologique

- Brun-buisson
- Hémoculture
- Type de germe

*Pec thérapeutiques

- Ablation/ retrait du cathéter : oui ☐ non
- Traitement cathéter en place : oui ☐ non

* antibiothérapie :

- Le verrou local d'antibiotique: oui ☐ non -
- Antibiothérapie empirique : oui ☐ non -
 - Choix des molécules : -
 - Durée du traitement :

BIBLIOGRAPHIE

1. Mermel LA. What is the predominant source of intravascular catheter infections?
Clin Infect Dis. 2000;31(4):1014–8.
2. Timsit JF, Ruppé E, Barbier F, Tabah A, Bassetti M. Updated strategies to prevent catheter-related infections in ICU. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(7):e192–202.
3. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *MMWR Recomm Rep.* 2011;60(RR–10):1–34.
4. INS (Infusion Nurses Society). Infusion therapy standards of practice. *J Infus Nurs.* 2021;44(1S):S1–S224.
5. Société Française d'Hygiène Hospitalière (SF2H). Prévention des infections liées aux dispositifs intravasculaires. Recommandations SF2H; 2021. Disponible sur : <https://www.sf2h.net>
6. Ziegler MJ, Pellegrini DC, Safdar N. Central line-associated bloodstream infections: prevention, management, and recommendations. *Curr Treat Options Infect Dis.* 2020;12(3):207–21.
7. Lorente L. Central venous catheter-related infection in critically ill patients. *World J Crit Care Med.* 2014;3(4):97–104.
8. Haute Autorité de Santé. Prévention des infections nosocomiales liées aux dispositifs invasifs. HAS; 2022. Disponible sur : <https://www.has-sante.fr>
9. Brun-Buisson C. Infections nosocomiales et infections associées aux soins. 2e éd. Paris: Elsevier Masson; 2020.
10. Martin C, Viviani X, Leone M. Réanimation médicale. 7e éd. Paris: Masson; 2022.
11. Duflo A, Muller L. Soins infirmiers en anesthésie et réanimation. Paris: Elsevier Masson; 2019.
12. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis.* 2011;52(9):e162–e193.

13. Pittet D, Tarara D, Wenzel RP. Nosocomial bloodstream infection in critically ill patients: excess length of stay, extra costs, and attributable mortality. *JAMA*. 1994;271(20):1598–1601.
14. Garland JS. Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in neonates. *Curr Opin Infect Dis*. 2008;21(4):319–324.
15. Chopra V, Anand S, Krein SL, Chenoweth C, Saint S, Kuhn L. Bloodstream infection, venous thrombosis, and peripherally inserted central catheters: reappraising the evidence. *Am J Med*. 2013;126(8):733–741.
16. Stoll BJ, Hansen N, Fanaroff AA, Wright LL, Carlo WA, Ehrenkranz RA, et al. Late-onset sepsis in very low birth weight neonates: the experience of the NICHD Neonatal Research Network. *Pediatrics*. 2002;110(2):285–291.
17. Blot SI, Depuydt PO, Annemans L, Benoit D, Hoste EA, De Waele JJ, et al. Clinical and economic outcomes in critically ill patients with nosocomial catheter-related bloodstream infections. *Clin Infect Dis*. 2005;41(11):1591–1598.
18. Mermel LA. Prevention of intravascular catheter-related infections. *Ann Intern Med*. 2000;132(5):391–402.
19. Raad I, Hanna H, Maki D. Intravascular catheter-related infections: advances in diagnosis, prevention, and management. *Lancet Infect Dis*. 2007;7(10):645–657.
20. Mermel, L. A. (2000). Prevention of intravascular catheter-related infections. *Annals of Internal Medicine*, 132(5), 391–402.
21. O'Grady, N. P., et al. (2011). Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clinical Infectious Diseases*, 52(9), e162–e193.

22. Vincent, J. L., et al. (2009). Infection control in the ICU. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 180(4), 445–447.
23. López-Cerero, L., et al. (2012). Catheter-related infections in critically ill patients: epidemiology, diagnosis, and management. *Infectious Disease Clinics of North America*, 26(2), 285–296.
24. Pittet, D., et al. (2006). Hand hygiene and catheter-related infections: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infectious Diseases*, 6(10), 615–624.
25. Timsit, J. F., et al. (2001). Infections liées aux cathéters veineux centraux: épidémiologie, prévention et traitement. *Revue de Médecine Interne*, 22(7), 547–555.
26. Raad, I., Hanna, H., Maki, D. (2007). *Intravascular Catheter-Related Infections: Advances in Diagnosis, Prevention, and Management*. The Lancet Infectious Diseases, 7(10), 645–657.
[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(07\)70235-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(07)70235-9)
27. Bouza, E., Alvarado, N., Alcalá, L., Pérez, M. J., Rincón, C., Muñoz, P. (2005). *Comparison of Blood Culture Results Drawn from Central Venous Catheters and Peripheral Veins: Implications for Diagnosis of Catheter-Associated Bloodstream Infections*. Clinical Infectious Diseases, 41(9), 1171–1175. <https://doi.org/10.1086/444505>
28. Maki DG, Weise CE, Sarafin HW. A semiquantitative culture method for identifying intravenous-catheter-related infection. *N Engl J Med*. 1977;296(23):1305–9.

29. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis*. 2011;52(9):e162–e193.[Wikipedia](#)
30. Mermel LA, Allon M, Bouza E, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection
31. WHO. **Guidelines on Hand Hygiene in Health Care**. Geneva: World Health Organization; 2009.
32. Société Française d'Hygiène Hospitalière (SF2H). **Prévention des infections liées aux cathéters veineux**. Recommandations 2019.
33. Pronovost PJ, et al. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. *N Engl J Med*. 2006;355(26):2725–32.
34. Mermel LA, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection. *Clin Infect Dis*. 2009;49(1):1–45.
35. O'Grady NP, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis*. 2011;52(9):e162–93.
36. Raad II, Hanna HA. Intravascular catheter-related infections: new horizons and recent advances. *Arch Intern Med*. 2002;162(8):871–8.
37. IDSA Guidelines. **Diagnosis and Management of Intravascular Catheter-Related Infection**. *Clin Infect Dis*. 2009;49(1):1–45.
38. Juman K, Advani S, Shah SS, et al. Catheter-Associated Bloodstream Infections in Pediatric Patients. *Clin Infect Dis*. 2011;52(11):e108–e121.
39. Acord MA, et al. Central Venous Catheters in the Pediatric Population. *Crit Care Nurs Clin North Am*. 2017;29(3):319–330.

40. Bizzarro MJ, et al. Catheter-related infections in neonatal intensive care. *Infect Dis Clin North Am.* 2009;23(3):681–707.
41. Ullman AJ, et al. Complications with central venous access devices in children: a systematic review. *Pediatrics.* 2015;136(5):e1331–e1344.
42. Baskin KM, et al. Complications of tunneled central venous catheters. *Semin Intervent Radiol.* 2007;24(2):162–168.
43. Biffi R, et al. Central venous access devices in pediatric oncology: A position paper. *J Vasc Access.* 2012;13(2):165–177.
44. de Jonge RCJ, et al. Subclavian vein cannulation in children: a prospective study. *Anesth Analg.* 2005;100(5):1303–1308.
45. Bonventre JV, et al. Insertion site and mechanical complications of CVCs in children. *Pediatr Crit Care Med.* 2008;9(2):131–135.
46. Jobes DR, et al. Internal jugular vein cannulation: an ultrasound study. *Anesthesiology.* 1991;75(6):1045–1046.
47. Marcin JP, et al. Femoral vs subclavian venous catheterization in critically ill children. *Crit Care Med.* 2002;30(6):1203–1206.
48. Massicotte MP, et al. Central venous catheter-related thrombosis in children. *Blood.* 2005;106(7):2251–2257.
49. Polderman KH, Girbes ARJ. Central venous catheter use. Part 2: infectious complications. *Intensive Care Med.* 2002;28(1):18–28.
50. Raad I, et al. The relationship between the risk of infection and duration of central venous catheter use. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1993;14(7):328–331.
51. Lieberman JA, et al. Utility of postinsertion chest radiography in pediatric CVC placement. *J Pediatr Surg.* 2004;39(4):607–610.

52. Timsit JF, et al. Thrombosis and catheter-related infections. *Intensive Care Med.* 1998;24(8):856–864.
53. Wilson TJ, et al. Catheter-induced cardiac tamponade in children: a review. *Pediatr Crit Care Med.* 2013;14(3):e126–e132.
54. Journeycake JM, Buchanan GR. Catheter-related deep venous thrombosis and thromboembolism in children. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2003;17(1):281–297.
55. Male C, et al. Incidence of thromboembolism in children with cancer. *Blood.* 2002;99(7):2319–2324.
56. Revel-Vilk S, et al. Thrombosis associated with central venous catheter in children and adolescents. *Thromb Res.* 2012;130 Suppl 1:S8–S12.
57. Branchford BR, Mahajerin A. Pediatric catheter-associated thrombosis: epidemiology and risk factors. *Thromb Res.* 2016;143:90–95.
58. Monagle P, et al. Antithrombotic therapy in neonates and children. *Chest.* 2008;133(6 Suppl):887S–968S.
59. Nowak-Göttl U, et al. Thromboembolic complications in children: nutrition, CVC, and inflammation. *Eur J Pediatr.* 2004;163(9):563–568.