



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
+٠٢٤٧٠١١ + ٠١٤١١٤٤٤ ٨ + ٠٠٠٧٠٠
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANESTHÉSIE ET ANALGÉSIE EN CHIRURGIE THORACIQUE PÉDIATRIQUE

MEMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur BELKHEIRI BACHIR
Né le 12 Mai 1987 à Fès

MEMOIRE DE FIN DE SPECIALITE

OPTION : **ANESTHÉSIE RÉANIMATION**

Sous la direction de :

Professeur BERDAI MOHAMED ADNANE

Session: juillet 2020

PLAN

PLAN	1
LISTE DES ABREVIATIONS	5
LISTE DES FIGURES	6
LISTE DES TABLEAUX	8
INTRODUCTION	9
MATERIEL & METHODES	11
I. Type d'étude :	12
II. Objectifs :	12
III. Critères d'inclusion :	12
IV. Critères d'exclusion :	12
V. Recueil des données :	12
FICHE D'EXPLOITATION	13
RESULTATS	18

I.	Caractéristiques épidémiologique	19
	A. Effectif	19
	B. Age	19
	C. Sexe	20
	D. Pathologie thoracique	20
II.	Evaluation pré opératoire	23
	A. Consultation et visite pré anesthésique	23
	B. Poids	23
	C. Hémoglobine	23
	D. Imagerie thoracique.....	23
III.	Anesthésie	23
	a. Mise en condition	23
	b. Induction anesthésique.....	25
	c. Entretien anesthésique.....	26
IV.	Intubation	27
	A. Intubation sélective	27
V.	La ventilation	29
	A. Ventilation mécanique	29
	B. Les pressions	29
	C. La fraction inspirée en oxygène (FiO ₂)	29
	D. La pression partielle expirée en CO ₂	29
VI.	La chirurgie	30
	A. L'abord chirurgical.....	30
	B. Drainage thoracique	30
VII.	Les complications	31
	A. Hypoxémie	31

B. Hypercapnie	32
C. Hémorragie	32
VIII. Analgésie	33
A. Médicamenteuse	33
B. Anesthésie locorégionale	34
C. Score d'évaluation de la douleur	34
IX. Réanimation	35
X. Pronostic	36
DISCUSSION	37
I. Evaluation préopératoire	38
II. Étiologies	39
III. Conduite de l'anesthésie.....	40
A. Monitoring	40
B. Agents anesthésiques	40
C. Antibioprophylaxie	41
D. Installation chirurgicale	41
IV. Spécificités de l'anesthésie pour chirurgie thoracique pédiatrique : la ventilation uni pulmonaire	42
A. Physiologie de la ventilation unie pulmonaire pédiatrique.....	42
B. Techniques de ventilation uni pulmonaire	43
C. Ventilation uni pulmonaire.....	57
V. Analgésie postopératoire	59
VI. La période post opératoire	63
CONCLUSION	64
RESUME	66
BIBLIOGRAPHIE	69

LISTE DES ABREVIATIONS

Hb : Hémoglobine.
PQ : Plaquettes.
GB : Globules blancs.
PNN : Polynucléaire Neutrophiles.
CRP : C Réactive Protéine.
CREAT : Créatinine.
Sd : Syndrome.
TDM : Tomodensitométrie.
PNI : Pression Non Invasive.
FC : Fréquence Cardiaque.
SaO₂ : Saturation Artérielle en Oxygène.
VT : Volume Courant.
IOT : Intubation Orotrachéale.
P Crête : Pression de Crête.
PET CO₂ : Pression Télé Expiratoire en CO₂.
DD : Décubitus Dorsal.
DLD : Décubitus Latéral Droit.
DLG : Décubitus Latéral Gauche.
DV : Décubitus Ventral.
SaO₂ : Saturation Artérielle en Oxygène.
VNI : Ventilation Non Invasive.
EVA : Echelle Visuelle Analogique.
VVP : Voie Veineuse Périphérique.
ALR : Anesthésie Locorégionale.
BPV : Bloc Para Vertébral.
APD : Analgésie Péri Durale.
ETT : Endo Trachéale Tube.
CPAP : Continuous Positive Airway Pressure.
DLT : Double Lumen Tube.
USG : Ultra Sono Graphie.
ECMO: Extra Corporeal Membrane Oxygenation.
PCEA: Patient Controlled Epidural Analgesia.

LISTE DES FIGURES

FIG 1 : Tranche d'âge	19
FIG 2 : Répartition selon le sexe	20
FIG 3 : Pathologie thoracique	21
FIG 4 : Etiologie de la pathologie thoracique	21
FIG 5 : localisation	22
FIG 6 : Nombre d'abord veineux périphériques	24
FIG 7 : Calibre des VVP.....	24
FIG 8 : Induction anesthésique	25
FIG 9 : Intubation sélective	27
FIG 10 : Coté de sélectivité.....	27
FIG 11 : Moyen d'intubation sélective.	28
FIG 12 : Contrôle de L'intubation.....	28
FIG 13 : Voie d'abord chirurgicale.....	30
FIG 14 : Drainage thoracique	30
FIG 15 : Hypoxémie.....	31
FIG 16 : Hypercapnie	32
FIG 17 : Hémorragie.....	32
FIG 18 : Moyens analgésique médicamenteux.....	33
FIG 19 : Anesthésie locorégionale.....	34
FIG 20 : Admission en réanimation	35
FIG 21 : Modalités d'admission en réanimation.....	36
FIG22 : Relation perfusion-ventilation chez le patient anesthésié en décubitus latéral avec un thorax ouvert).	42
FIG 23: Quatre bloqueurs bronchiques de gauche à droite	46
FIG24: Cathéter d'embolectomie de Fogarty taille 3-F.....	47
FIG25 : Le bloqueur endo-bronchique d'Arndt placé avec un bronchoscope à fibres optiques	49
FIG26 : Le bloqueur bronchique Uniblocker de Fuji Systems.....	50
FIG27 : Schéma du tube Univent avec bloqueur bronchique en position	51
FIG28 : Tube double lumière	52
FIG29 : Technique de placement d'un DLT gauche.....	53

FIG30 : Vue en fibroscopie bronchique de la carène trachéale et bronchique avec tube double lumière côté gauche en place (a-d).	54
FIG31 : Graphique superposant le dispositif respiratoire préféré pour l'isolement pulmonaire pour chaque âge donné.	55
FIG32 : Échographie pulmonaire en mode M montrant Le signe du pouls pulmonaire du poumon gauche. Les lignes verticales correspondent aux battements de cœur.....	56
FIG33: PEC d'une hypoxémie en ventilation uni pulmonaire	58
FIG34 : Kit de péridural pédiatrique	59
FIG35 : coupe anatomique de l'espace para vertébrale.....	61
FIG36: repérage échographique de l'espace para vertébrale	61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau représentant les étiologies des affections thoracique	39
Tableau 2 : Taille des sondes adaptée à l'intubation endo-bronchique	45
Tableau 3 : Doses suggérés pour l'analgésie péridurale nécessitant la chirurgie...	60

INTRODUCTION

L'anesthésie pour chirurgie thoracique pédiatrique constitue un défi de prise en charge pour le médecin anesthésiste. La population pédiatrique présente des particularités physiologiques avec des contraintes hémodynamiques et respiratoires différentes de la population adulte.

La chirurgie thoracique pédiatrique traite toute les tranche de la population pédiatrique de j1 de vie jusqu'à 16 ans présentant des affections malformative, infectieuse ou tumorale ce qui rend ce domaine d'étude très intéressant de par la spécificité de prise en charge lié au processus pathologique et son retentissement physiopathologique sur l'enfant.

L'anesthésie pour la chirurgie thoracique requiert un haut niveau d'expertise, en particulier, la gestion de la ventilation pendant la chirurgie et l'analgésie postopératoire efficace. Même dans les pays développés, où l'équipement, les médicaments et le personnel qualifié sont toujours disponible, la chirurgie thoracique est un défi. Les problèmes sont multipliés et amplifiés lorsque les patients sont pauvres, mal nourris, anémiques et se présentent en retard pour la prise en charge thérapeutique par ignorance, superstition ou pauvreté; ou le personnel médical peut avoir une formation limitée et ou les équipements de prise en charge et de surveillance peuvent être inexistant ou inadaptés.

Notre étude a pour objectif d'observer les pratiques et le processus de prise en charge de l'équipe d'anesthésie réanimation de l'hôpital mère enfant du CHU Hassan II de Fès, d'analyser les résultats de prise en charge et les comparer aux pratiques et standards internationaux. Afin de pouvoir capitaliser sur les acquis et se projeter sur les manquements à combler pour rendre notre centre une référence nationale et africaine de la chirurgie thoracique pédiatrique.

MATERIEL &METHODES

I. Type d'étude :

Il s'agit d'une étude transversale descriptive intitulée anesthésie en chirurgie thoracique pédiatrique réalisée au service d'anesthésie réanimation Mère Enfant du CHU Hassan II de FES sur une durée de 18 mois (du 01 Juillet 2018 au 31 Décembre 2019).

II. Objectifs :

- ❖ Déterminer le profil épidémiologique des enfants candidats à une chirurgie thoracique.
- ❖ Décrire les techniques anesthésiques utilisées pour la prise en charge anesthésique de la chirurgie thoracique pédiatrique.
- ❖ Déterminer le pronostic et l'évolution à une année des enfants opérés.

III. Critères d'inclusion :

Nous avons inclus tous les enfants de 0 âge à 16 ans admis pour chirurgie thoracique au niveau du bloc central de l'hôpital mère enfants du CHU HASSAN II de Fès.

IV. Critères d'exclusion :

Ont été exclus de cette étude, les enfants opérés au niveau du bloc des urgences et les enfants ayant bénéficié de bronchoscopie diagnostic ou thérapeutique au niveau de l'unité d'exploration pédiatrique.

V. Recueil des données :

Les données ont été recueillies sur la fiche d'exploitation ci jointe :

Fiche d'exploitation de l'étude transversale anesthésie et analgésie en la chirurgie thoracique pédiatrique

I) Identification

Nom prénom :

Age

Tranche d'âge : nouveau-né nourrisson enfant

Sexe :

II) Pathologie

2.1 Type : tumorale infectieuse inflammatoire malformative traumatique

2.2 Localisation : pariétale pleurale parenchymateuse médiastinale

III) Evaluation préopératoire

3.1 Avis pré anesthésique : Oui/Non

3.2 Poids

3.3 Biologie

Hb Pq Groupage ABO Gb Pnn CRP Urée

Créat

3.4 Radiologie

Radio thorax : sd ep liquidien sd ep aerien sd intersitiel sd condensation

TDM thoracique : sd ep liquidien sd ep aerien sd intersitiel

sd condensation

3.5 Monitoring préopératoire

PNI FC Sao2

Pression invasive

Monitoring de la curarisation

IV) Mise en condition

4.1 Abords veineux : Périphérique nombre calibre

Central siège calibre nbr de lumières

4.2 Pré remplissage : type VT/Kg

4.3 Antibioprophylaxie : Classe ttt dose-poids

V) Induction anesthésique

- 5.1 Type : inhalatoire IV Mixte
- 5.2 Hypnotique :
- | | |
|------------------------|------------|
| Halogéné : sevoflurane | Halothane |
| Intraveineux : Type | Dose/poids |
- 5.3 Antalgique : Type Dose/poids
- 5.4 Myorelaxant : Type Dose/poids

VI) Entretien anesthésique

- 6.1 Hypnotique :
- | | |
|------------------------|------------|
| Halogéné : sevoflurane | Halothane |
| Intraveineux : Type | Dose/poids |
- 6.2 Antalgique : Type Dose/poids
- 6.3 Myorelaxant : Type Dose/poids

VII) Control des voies aérienne supérieur

- 7.1 Moyens : Masque facial Masque laryngé : taille
- | | |
|--------------------|-----------|
| IOT : taille sonde | ballonnet |
|--------------------|-----------|
- 7.2 Intubation sélective : oui/non droite/gauche
- 7.2.1 Moyens : aveugle ; guide métallique ; bloqueurs ; sonde double lumière (taille)
- 7.2.2 Nombre de tentatives :
- 7.2.3 Control : auscultation ; écho pp ; fibroscopie ; per opératoire.
- 7.2.4 : Désaturation<85% : oui/non durée/min :

VIII) Ventilation : unipulmonaire/bipulmonaire

- 8.1 Volume controlé: VT/KG FR I/E P crête P plat PEP
- FIO2 PetCo2
- 8.2 Pression controlée : Pins FR I/E Vte P plat PEP
- FIO2 PetCO2
- 8.3 Position : DD DLD DLG DV

11.2.5 Rachianalgesie :	niveau	AL	dose
adjuvant	dose		
11.2.4 Infiltration chirurgicale :	AL	dose	concentration
volume/kg			

XII) Réveil

12.1 Score aldrete : extubation	Admission SSPI	sortie SSPI
12.2 Extubation : patient endormi	patient éveillé	accidentelle

XIII) Surveillance SSPI

13.1 EVA :	H0	H2	H6	H24
13.2 Sao2:	H0	H2	H6	H24
13.3 Saignement /ml:	H0	H2	H6	H24

XIV) Réanimation

14.1 Admission : Programmé	Urgente				
14.2 Raison : Surveillance analgésie ;	Complication chirurgicale/Anesthésique				
14.3 EVA:	H0	H2	H6	H12	H24
14.4 Sao2:	H0	H2	H6	H12	H24
14.5 Gazo :	H0	H2	H6	H12	H24
14.5 Saignement/ml:	H0	H2	H6	H12	H24
14.6 Soins : VNI	Drainage thoracique	Ré intubation			
14.7 Durée séjour/j :					

XV) Complication

15.1 Hémorragique ; Infectieuse ; Respiratoire ; Neurologique

XVI) Survie

- 15.1 J+30
- 15.2 Une année

XVII) Analyse statistique :

L'analyse des données a été réalisée en utilisant le logiciel EPI info version 7.2
Les variables qualitatives ont été exprimées en pourcentage et les variables quantitatives ont été exprimées en médiane ou moyenne.

RESULTATS

I. Caractéristiques épidémiologique

A Effectif

Notre étude transversale étalée de juillet 2019 à décembre 2019 soit 18 mois a colligé 30 cas d'enfants opérés pour chirurgie thoracique pédiatrique pris en charge conjointement par l'équipe d'anesthésie réanimation et chirurgie pédiatrique de l'hôpital mère enfant du CHU HASSAN II de Fès.

B Age

L'Age moyen de notre population d'étude est de 7,65 ans avec un écart type \pm 4,8, un âge médian de 8 ans les âges extrêmes vont de 2 mois à 16 ans.

La répartition de la population d'étude en fonction des tranches d'âge retrouve 27 enfants et 3 nourrissons.

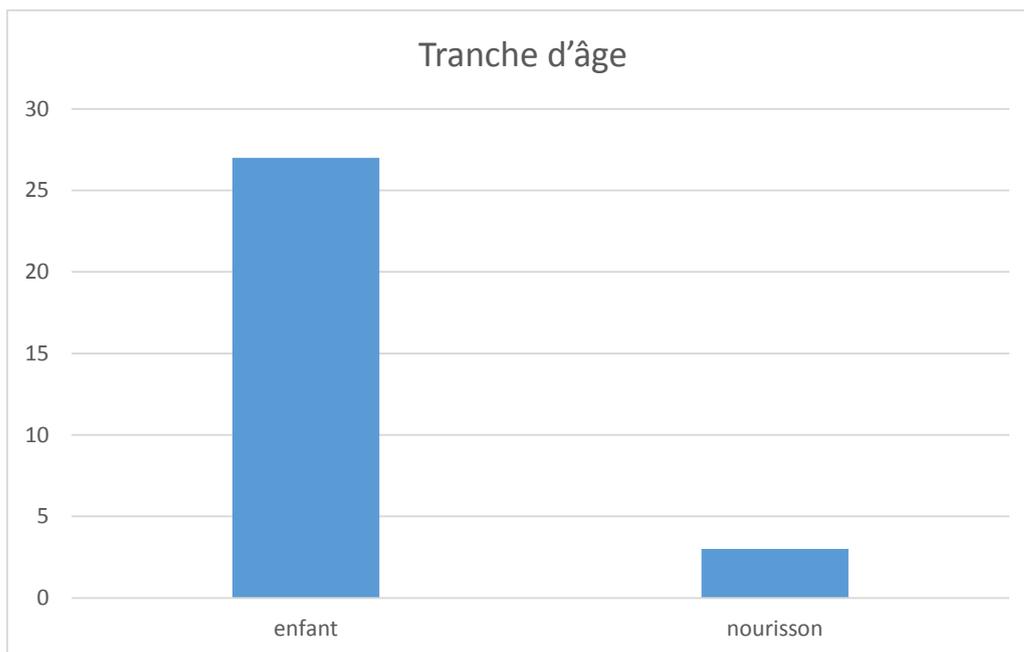


FIG 1 : Tranche d'âge

C Sexe

La répartition selon le sexe retrouve 53% de sexe masculin et 47% de sexe féminin

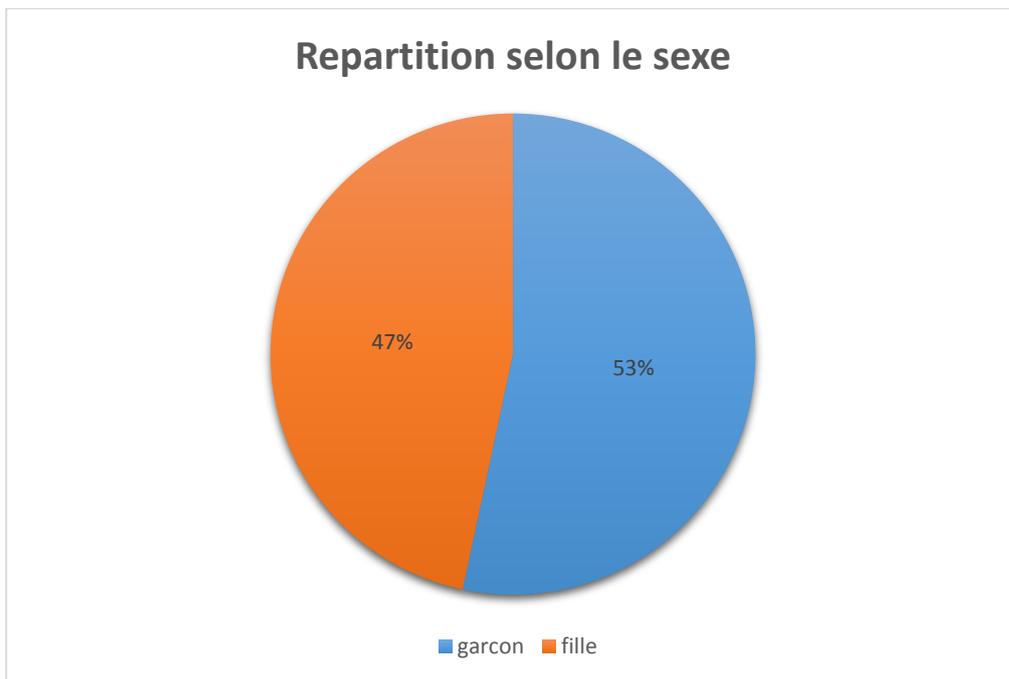


FIG 2 : Répartition selon le sexe

D Pathologie thoracique

1 Classe pathologique

La pathologie infectieuse constitue la principale cause d'intervention de chirurgie thoracique pédiatrique avec 24 cas ce qui représente 80% du nombre totale des interventions suivi par la pathologie malformative avec 4 cas soit 14%, pour les pathologies traumatiques et tumorales, on recense un cas chacune représentant 3% des cas.

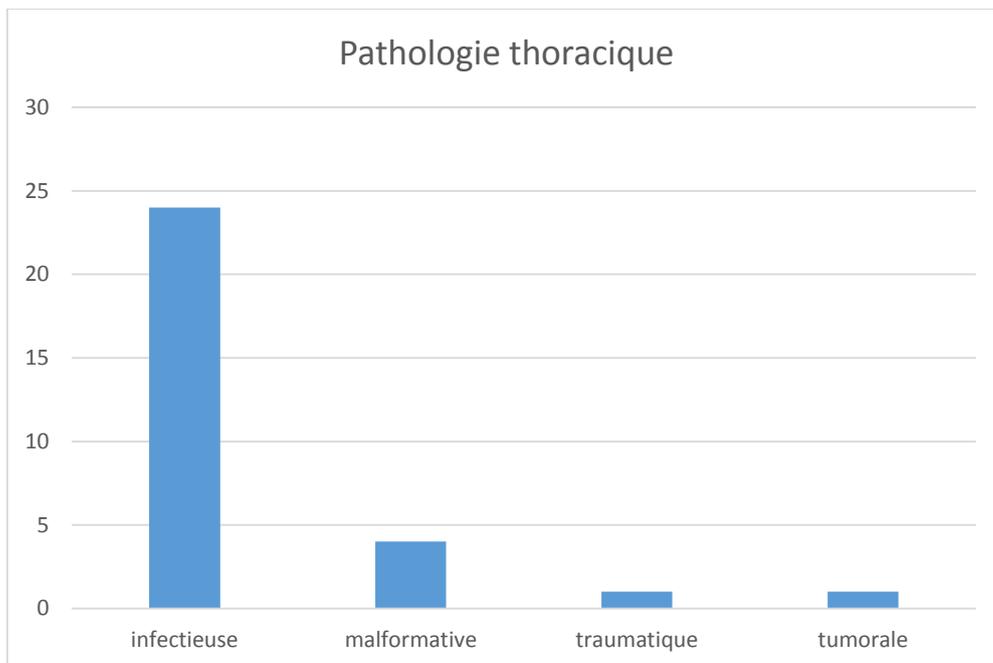


FIG 3 : Pathologie thoracique

2 Etiologies de pathologie thoracique

Le kyste hydatique du poumon (KHP) représente l'étiologie la plus fréquente de la chirurgie thoracique pédiatrique avec 18 cas représentant 60% du total des interventions.

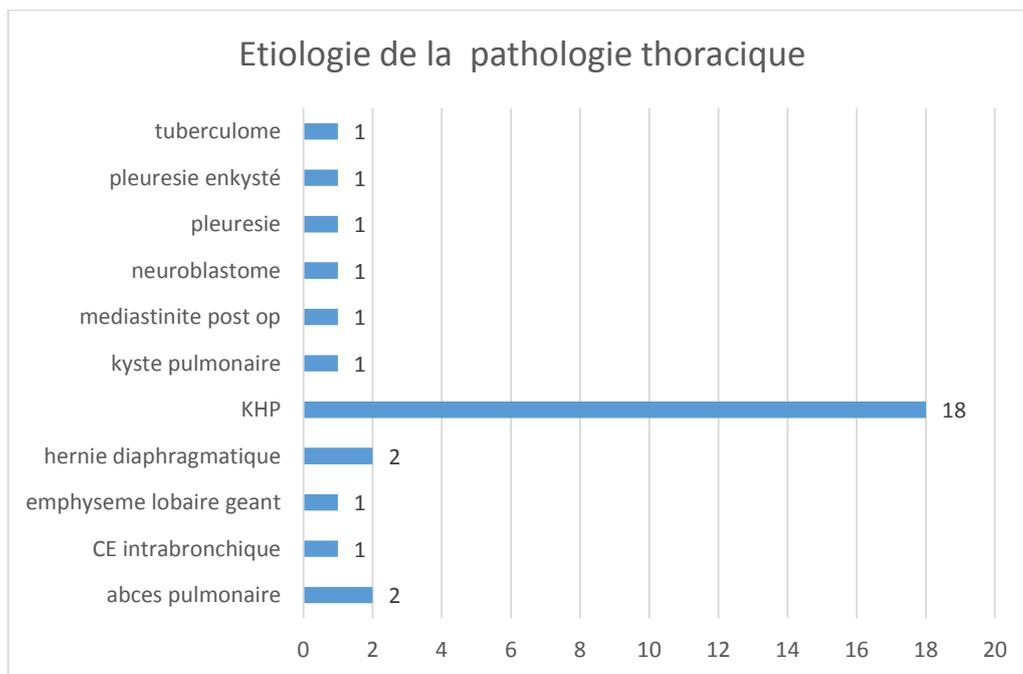


FIG 4 : Etiologie de la pathologie thoracique

3 Localisation

L'atteinte parenchymateuse était la plus fréquente chez 23 enfants représentant 77% de notre série.

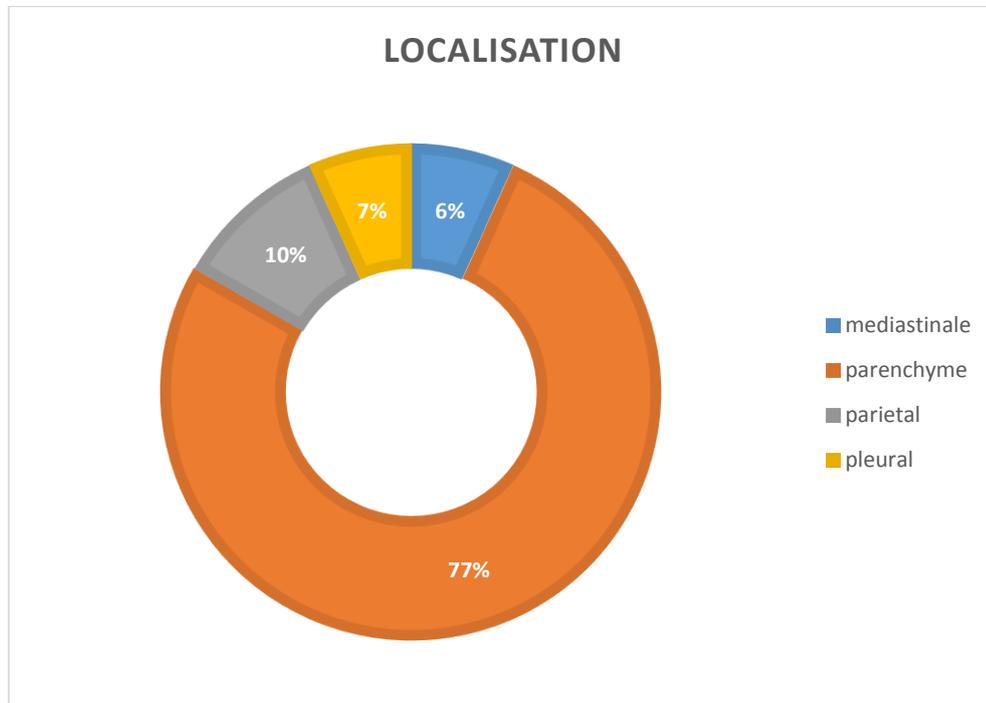


FIG 5 : localisation

II. Evaluation pré opératoire

A Consultation et visite pré anesthésique

L'ensemble des enfants candidats à une chirurgie thoracique ont bénéficié d'une évaluation pré anesthésique pour évaluer les risque lié au terrain et les risques liés à la pathologie afin d'élaborer la stratégie anesthésique et analgésique personnalisé optimale pour la prise en charge intégré de chacune des procédures de la chirurgie thoracique pédiatrique.

B Poids

Le poids moyen de notre population d'étude est de 25 Kg avec un écart type de ± 11 , un poids médian de 30 Kg le poids minimal était de 4 Kg et le maximal était de 50Kg.

C Hémoglobine

Le taux moyen d'hémoglobine des enfants candidats à la chirurgie thoracique était de 11,54g/l avec un écart type $\pm 1,48$, un taux minimal de 9,5g/l et maximal de 16,4g/l.

D Imagerie thoracique

L'ensemble des enfants de notre série ont bénéficié d'une radiographie thoracique à des fins diagnostiques et d'évaluation pré anesthésique.

Une TDM thoracique a été réalisée chez 12 enfants soit 40% de notre série.

III. Anesthésie

A Mise en condition

1 Monitoring

Tous les enfants admis au bloc opératoire ont bénéficié d'un monitoring à base d'électro-cardio-scope fait d'un monitoring ECG, Spo2, PNI.

La Spo2 pré opératoire était en moyenne de 95% avec un écart type de $\pm 7,8$ une médiane à 99% une valeur minimale à 72% et maximale à 100%.

2 Abord veineux

Tous les enfants opérés pour chirurgie thoracique ont bénéficié d'un abord veineux périphérique, les enfants ayant bénéficié de deux abords étaient au nombre de 13 soit 43% de notre série.

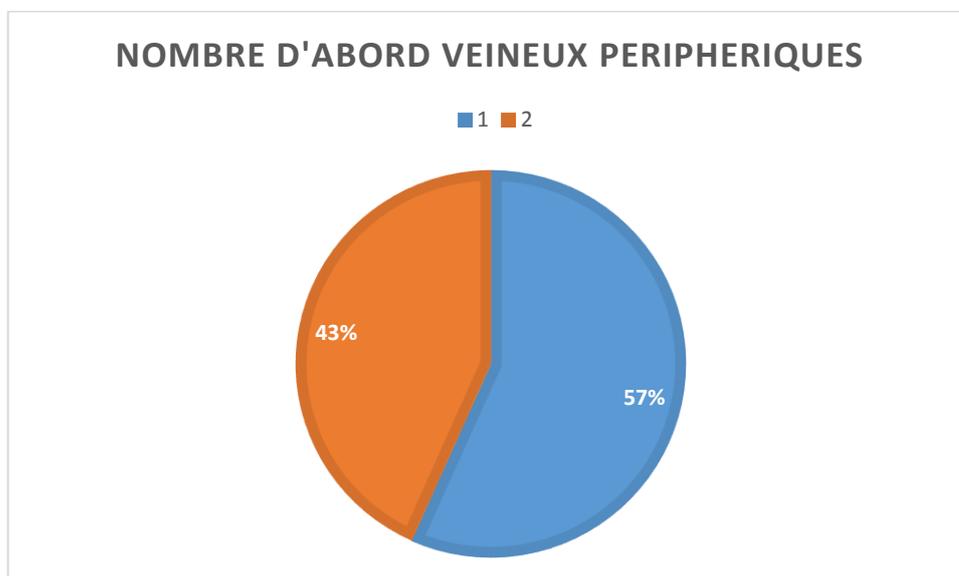


FIG 6 : Nombre d'abord veineux périphériques

Le calibre des abords veineux périphériques posé variait entre 20G, 22G et 24G en fonction du poids des enfants.

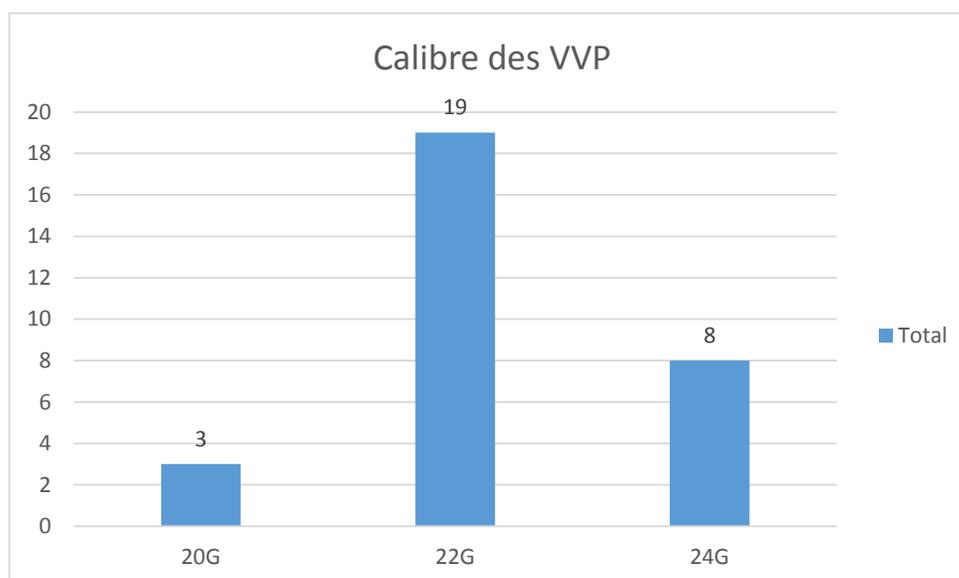


FIG 7 : calibre des VVP

Un seul enfant a nécessité la mise en place d'un abord veineux central en site jugulaire interne droit sous guidage échographique.

3 Pré remplissage

Tous les enfants ont bénéficié d'une optimisation de leur débit cardiaque au moyen d'un remplissage par soluté cristalloïde, le volume moyen en ml/kg de soluté perfusé était de 15,4 avec un écart type de $\pm 5,4$ une valeur médiane de 17,5, un minimum de 5ml/kg et un maximum de 20ml/kg.

4 Antibioprophylaxie

L'ensemble des enfants de notre population d'étude candidat aux différentes procédures de chirurgie thoracique ont bénéficié d'une antibioprophylaxie à base d'amoxicilline/ acide clavulanique.

B Induction anesthésique

1 Type

L'induction anesthésique était mixte inhalatoire et intraveineuse chez 22 patient soit 76%, intraveineuse stricte chez 6 patient soit 21% et inhalatoire chez un patient soit 3%.

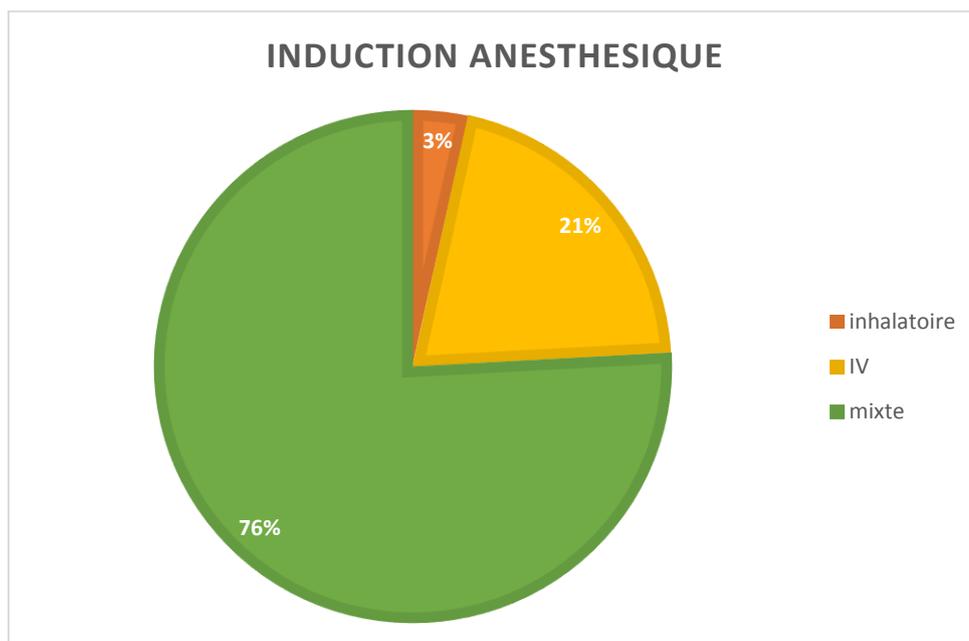


FIG 8 : Induction anesthésique

2 Hypnotique

L'hypnotique utilisé chez la population de notre étude était le Popofol, la dose moyenne utilisée était de 4,23 mg/kg avec un écart type de $\pm 2,45$, une médiane à 4 mg/kg et des extrêmes allant de 0,6mg/kg à 10 mg/kg.

3 Morphinique

Le morphinique utilisé pour les inductions anesthésique des enfants pour chirurgie thoracique était la Fentanyl la dose moyenne d'induction était de 3 μ g/kg avec un écart type de $\pm 0,5$, la médiane à 3 μ g/kg une dose minimale de 2 μ g/kg et maximale de 4 μ g/kg.

4 Curares

Deux types de curares ont été utilisés pour l'induction anesthésique le cis-atracurium et le Rocuronium qui était le curare le plus utilisé chez 97% des patients la dose moyenne de Rocuronium utilisée était de 0,76mg/kg avec un écart type de $\pm 0,2$ une médiane à 0,7mg/kg, une dose minimale à 0,6mg/kg et maximale à 1,2mg/kg.

C Entretien anesthésique

L'entretien de l'hypnose a été assuré par voie inhalatoire par le Sevoflurane chez l'ensemble des enfants anesthésiés.

L'entretien des morphinique a été mis en place chez 33% des enfants par bolus de Fentanyl.

L'entretien de la myorelaxation par bolus de Rocuronium était de mise chez 13% des patients.

IV. Intubation

A Intubation sélective

L'intubation sélective est une technique de contrôle des voies aériennes supérieures qui permet la ventilation uni pulmonaire elle a été réalisée chez 20 enfants soit 67% des enfants opérés pour chirurgie thoracique.

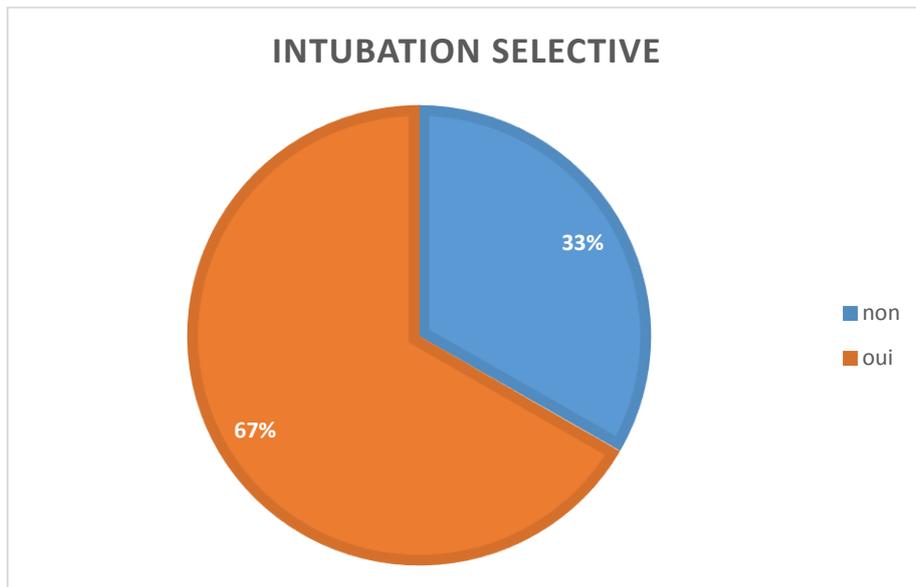


FIG 9 : Intubation sélective

L'intubation été sélective à droite chez 11 enfants et à gauche chez 9 enfants.

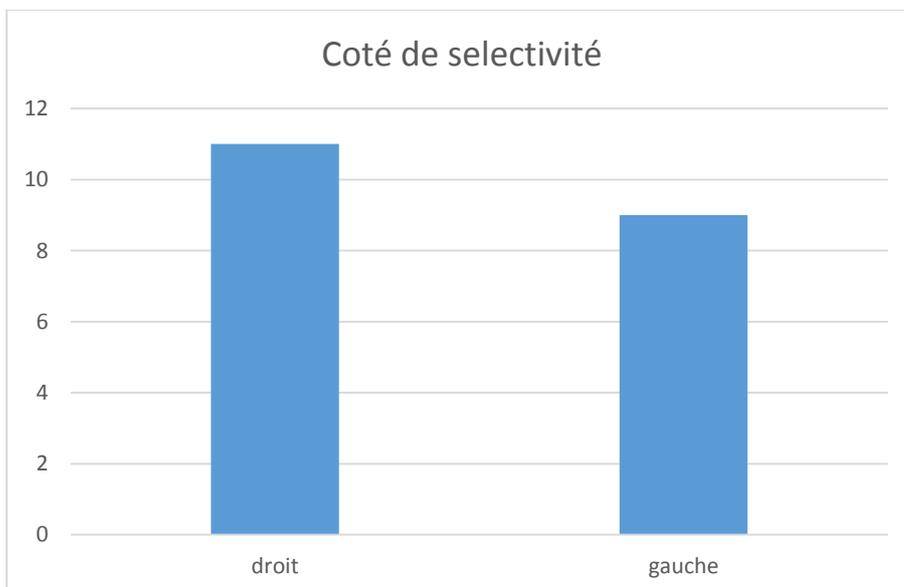


FIG 10 : Coté de sélectivité

L'intubation sélective a été réalisé par sonde double lumière chez 4 enfants soit 20% des patients et par une sonde d'intubation simple lumière chez 16 enfants soit 80% de notre population d'étude.

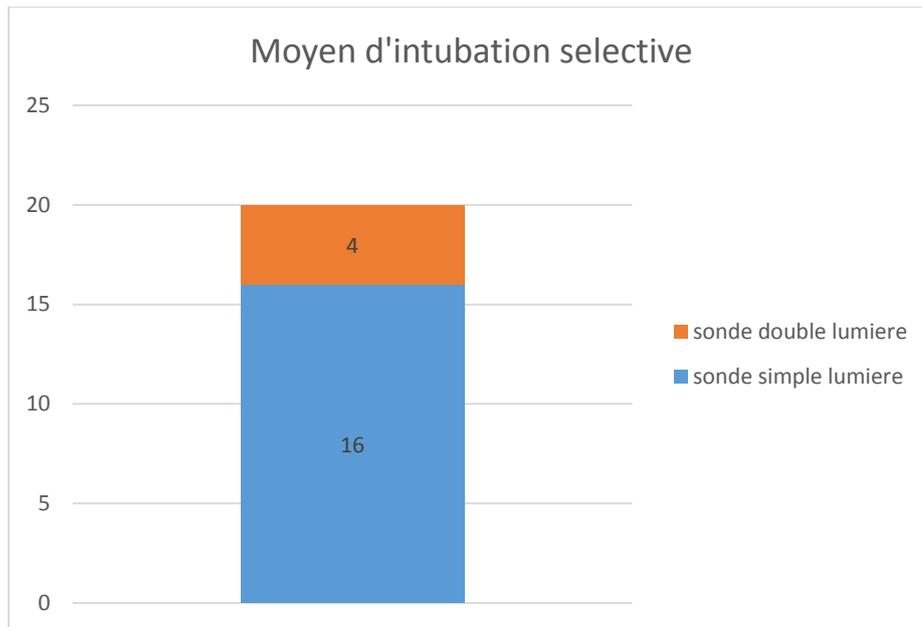


FIG 11 : Moyen d'intubation sélective.

La médiane des tentatives pour réussir une intubation sélective était de 1 avec un minimum d'une tentative et un maximum de 3 tentatives.

Le contrôle de l'intubation sélective était fait par l'examen clinique à travers l'auscultation pulmonaire chez la majorité des enfants soit 16, représentant 80% des opérés et par échographie thoracique chez 4 enfants soit 20% de notre série.

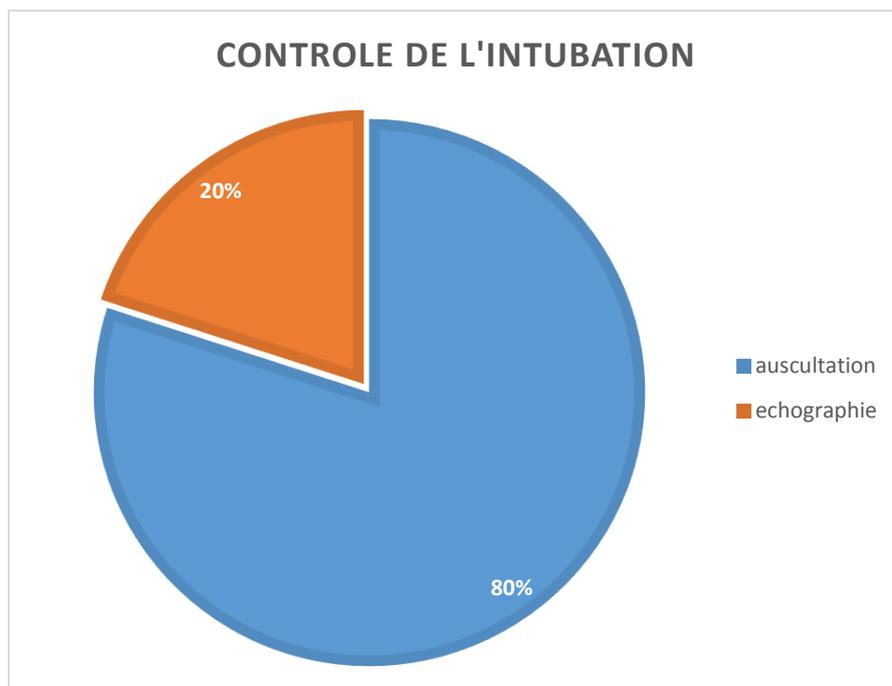


FIG 12 : Contrôle de L'intubation

V. La ventilation

A La ventilation mécanique

Le volume courant moyen était de 7ml/kg de poids idéal théorique avec un écart type ± 2 une médiane à 6ml/kg, un volume minimale de 4ml/kg et maximale de 12ml/kg.

La fréquence respiratoire moyenne était de 21 cycle/min avec un écart type de ± 5 une médiane à 22c/min, une valeur minimale de 12c/min et maximale de 30c/min.

B Les pressions

La pression de crête moyenne était dans notre série de 25 cm H₂O avec un écart type de ± 8 .une médiane à 29 cmH₂o, une pression minimal à 12 et maximale à 36 cm H₂O.

La pression de plateau moyenne était dans notre série de 19 cm H₂O avec un écart type de ± 6 .une médiane à 19 cmH₂o, une pression minimal à 9 et maximale à 33 cm H₂O.

La pression expiratoire positive PEP moyenne était dans notre série de 3,8 cm H₂O avec un écart type de $\pm 1,2$.une médiane à 4 cmH₂o, une pression minimal à 2 et maximale à 6 cm H₂O.

C La fraction inspirée en oxygène (FiO₂)

La fraction inspirées en oxygène moyenne pendant la ventilation des enfants pour chirurgie thoracique était de 60% avec un écart type de $\pm 18\%$, une médiane à 50%, une saturation minimale à 50% et maximale à 100%.

D La pression partielle expirée en CO₂

La pression partielle en CO₂ (ET CO₂) expirée en mm Hg pendant la ventilation des enfants pour chirurgie thoracique était de 27 mm Hg avec un écart type de ± 5 , une médiane à 28 une saturation minimale à 21 et maximale à 35.

VI. La chirurgie

A L'abord chirurgical

La voie d'abord chirurgicale la plus utilisée fut la thoracotomie chez 26 enfants soit 87% tandis que la thoraco-scopie a été réservé à 4 patients représentant 13% de la population d'études.

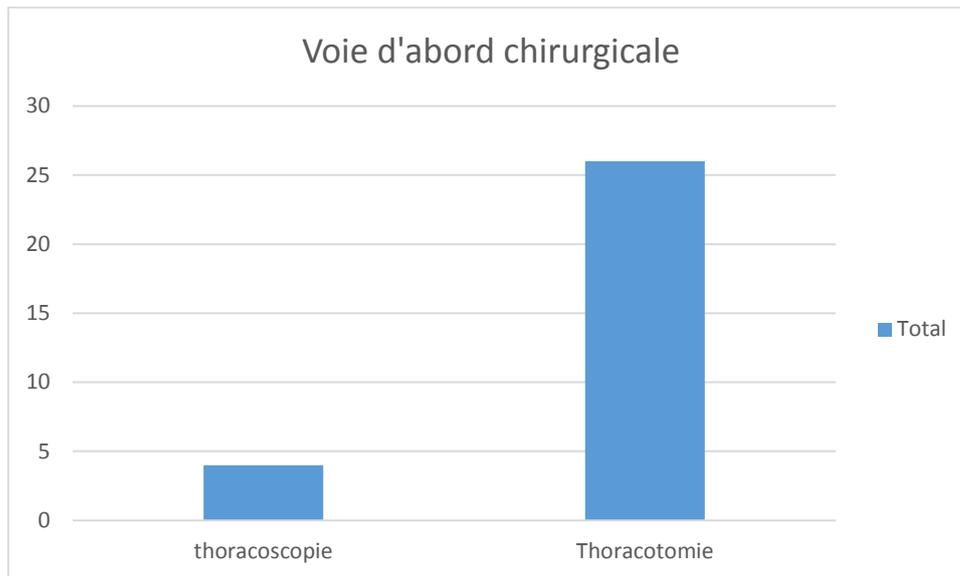


FIG 13 : Voie d'abord chirurgicale

B Drainage thoracique

Le drainage thoracique a été réalisé chez la majorité des enfants soit 27 enfant représentant 90% de notre série.

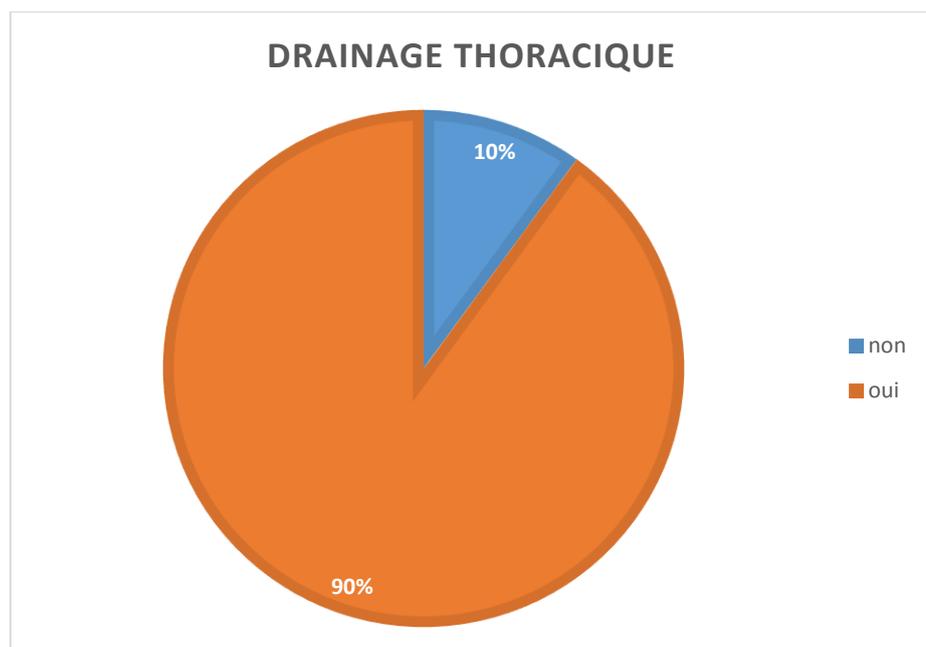


FIG 14 : Drainage thoracique

VII. Les complications

A Hypoxémie

L'hypoxémie a été définie dans notre étude par une désaturation avec une spo2 inférieure ou égale à 90%. Elle a été objectivée chez 7 enfants soit 23% de notre population d'étude, la profondeur de la désaturation était variable avec des extrêmes allant de 90% à 40% pour la plus grave.

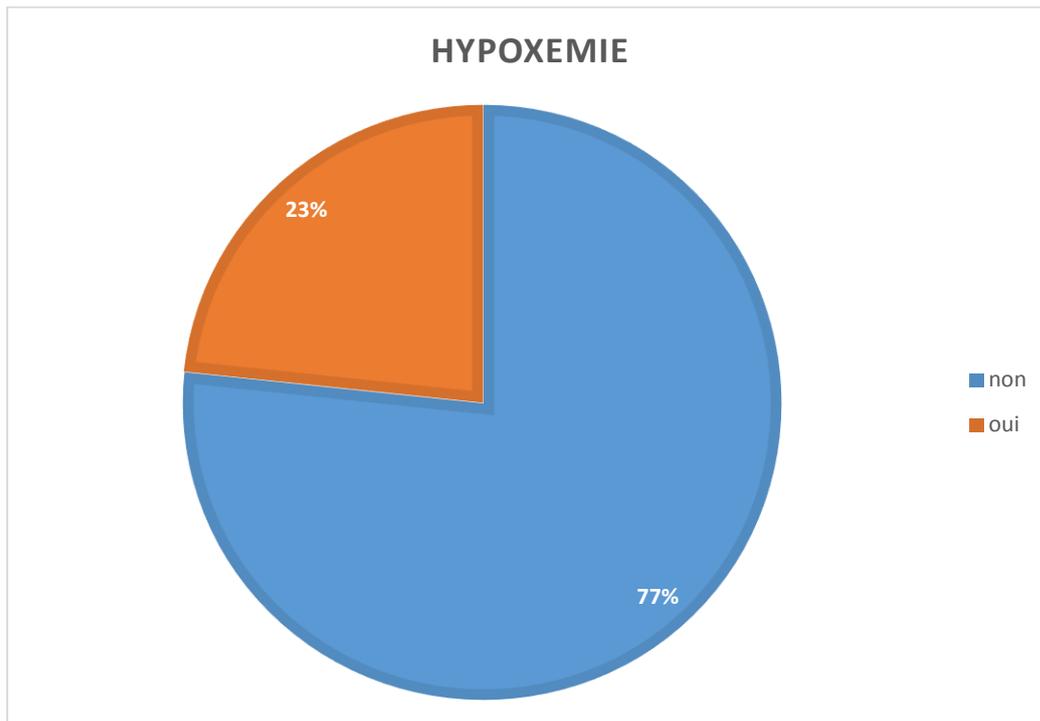


FIG 15 : Hypoxémie

B Hypercapnie

Le seuil d'hypercapnie retenu dans notre étude était de 45 mmHg, cinq enfants ont présenté en per opératoire une hypercapnie représentant 16% de l'effectif global notre série.

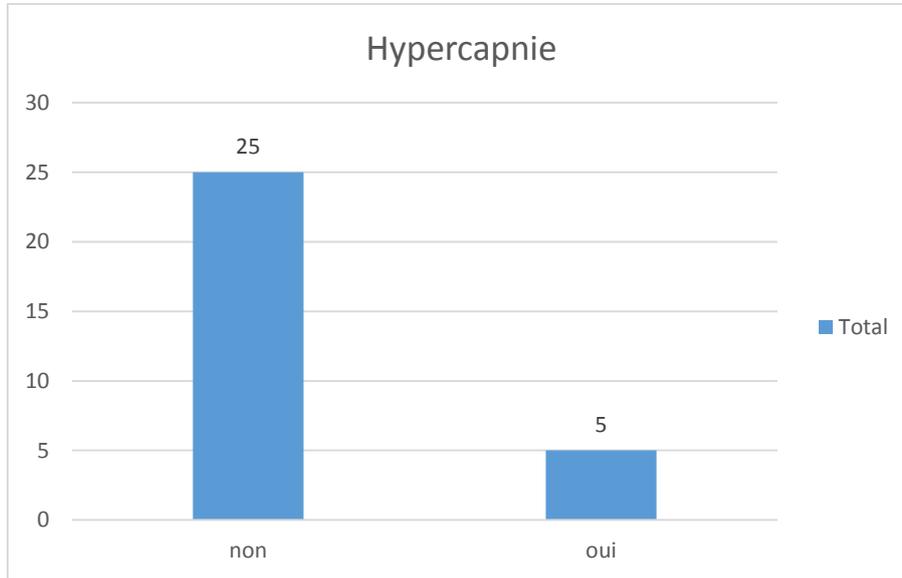


FIG 16 : Hypercapnie

C Hémorragie

L'hémorragie a été définie dans notre série comme tout saignement dépassant les pertes sanguines acceptable calculées à partir du poids, tranche d'âge et Hg initiale ou mal tolérées sur le plan hémodynamique nécessitant une transfusion par culots globulaires pour rétablir l'hématose.

Dans notre série ont a objectivé quatre cas d'hémorragie représentant 13% des enfants opérés pour chirurgie thoracique.

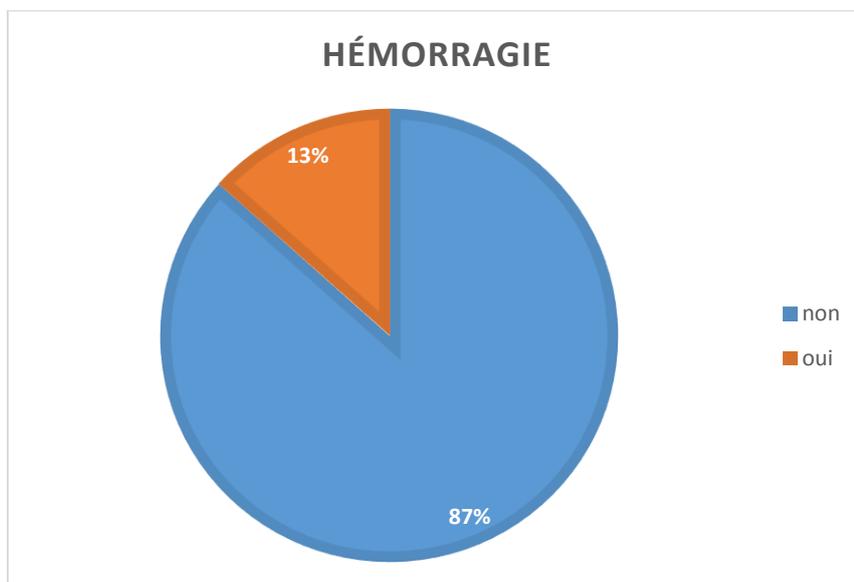


FIG 17 : Hémorragie

VIII. Analgésie

A Médicamenteuse

Les moyens médicamenteux ont toujours été de mise pour la prise en charge de la douleur chez les enfants ayant bénéficié de chirurgie thoracique.

Le paracétamol a été utilisé chez tous les enfants de notre série.

Les AINS ont été utilisés chez 12 enfants soit 40% des patients de notre série.

L'administration de morphine a été de mise chez 8 enfants soit 26% de notre population d'étude.

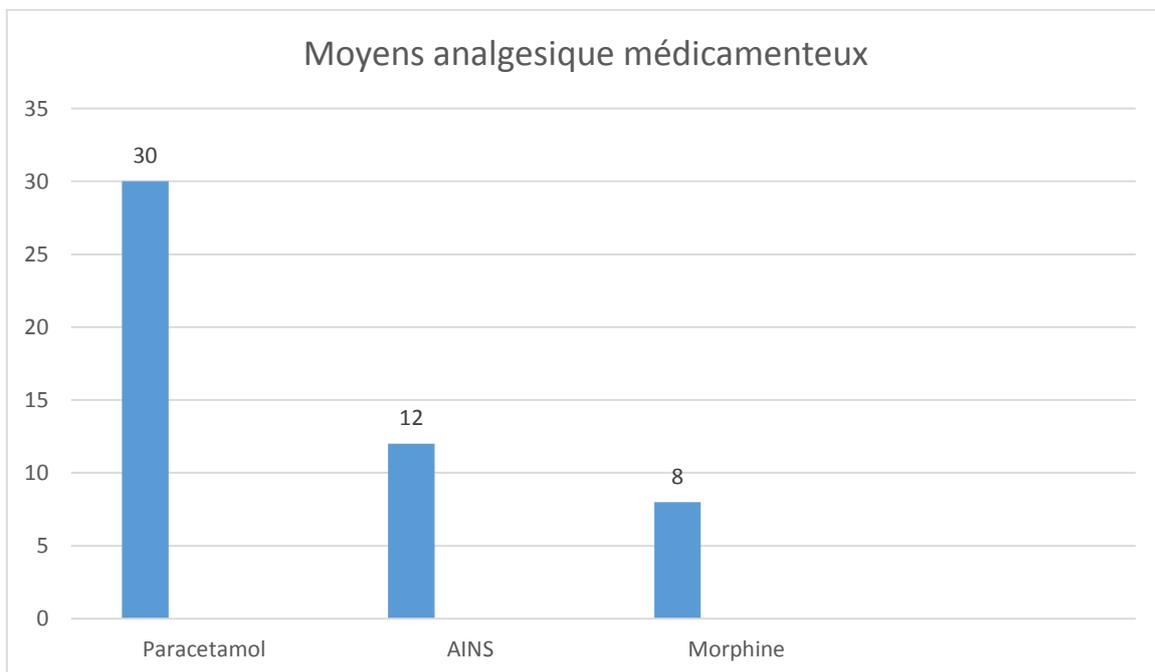


FIG 18 : Moyens analgésique médicamenteux

B Anesthésie locorégionale

L'anesthésie loco régionale est un pilier essentiel dans la prise en charge intégrée de la douleur en péri opératoire de la chirurgie thoracique pédiatrique.

Huit enfants ont bénéficié de ce moyen analgésique soit 26% reparti entre le bloc para vertébral pour 4 enfants représentant 13% du total des interventions recensés pendant la durée de notre étude. L'analgésie péridurale chez deux enfants soit 7% de notre série et infiltration chirurgicale pour 2 enfants soit 7%.

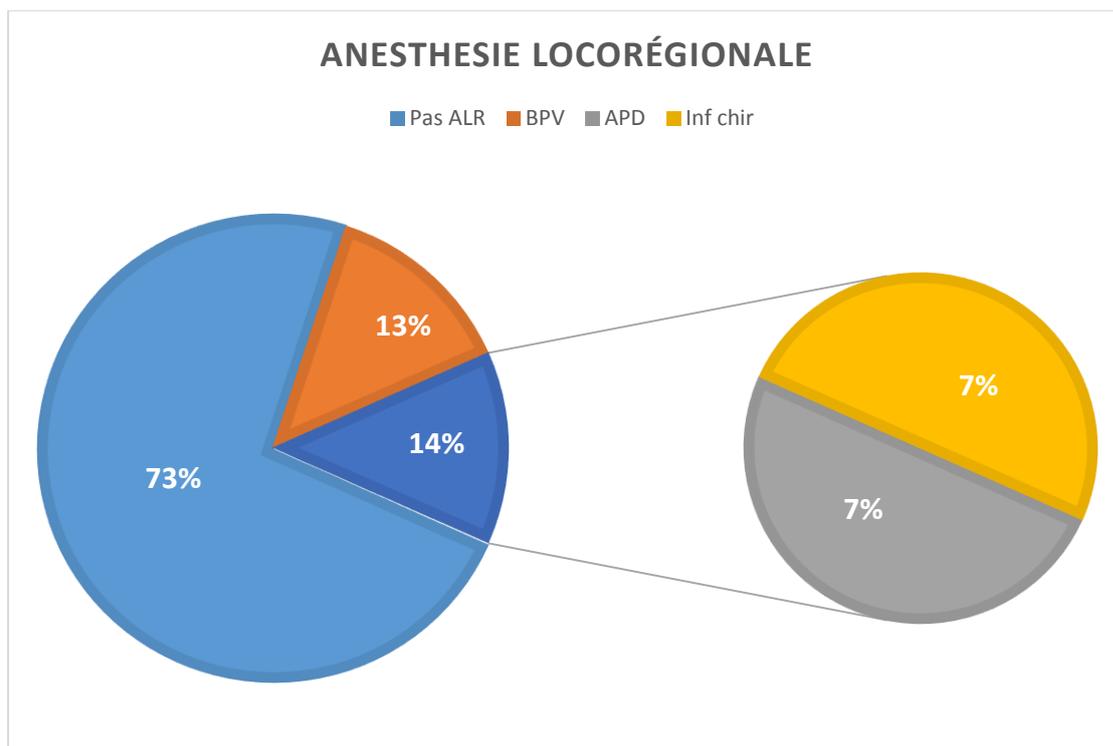


FIG 19 : Anesthésie locorégionale

C Score d'évaluation de la douleur

L'échelle visuelle analogique a été le moyen d'évaluation de la douleur chez les enfants communiquant.

Le score moyen à H+2 post opératoire était de 3,7cm avec un écart type de $\pm 1,5$ une médiane à 4 cm, une valeur minimale 2cm et maximale de 6 cm.

IX. Réanimation

L'admission en réanimation en post opératoire de la chirurgie a été de mise pour 14 enfants soit 47% de notre série.

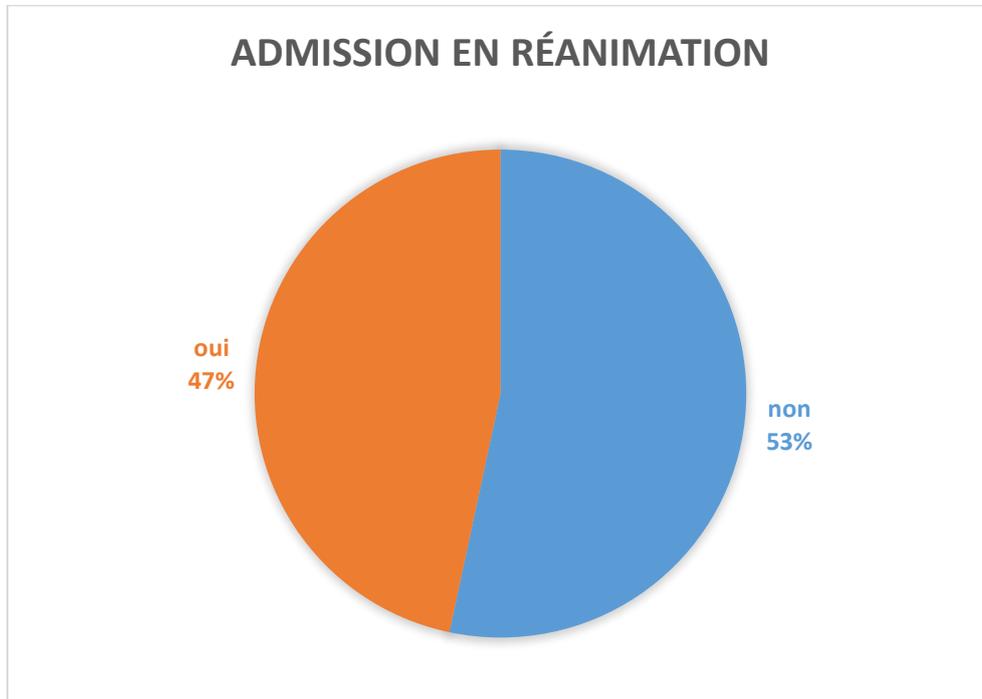


FIG 20 : Admission en réanimation

L'admission en réanimation était programmée chez 11 enfants soit 78% des admissions en réanimation. Les raisons de l'admission programmée en réanimation étaient essentiellement l'optimisation de l'analgésie et la surveillance post opératoire de chirurgie lourde et prolongée.

L'admission en réanimation était en urgence pour trois enfants motivée par la gestion de complication per opératoire chirurgicale ou anesthésique.

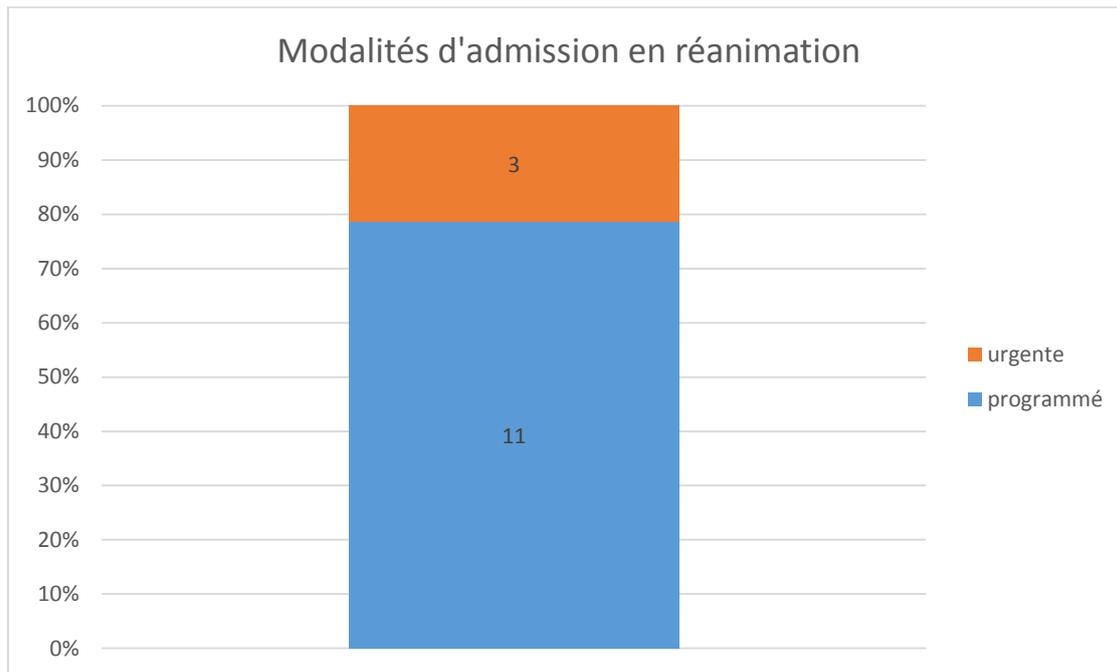


FIG 21 : Modalités d'admission en réanimation

La durée moyenne de séjour en réanimation était de 1,5 jour avec un écart type de $\pm 0,7$, une médiane d'une journée. La durée minimale de séjour était d'une journée et la maximale de 3 journées.

X. Pronostic

La survie a une année a pu être étudié chez les enfants inclus dans notre série ayant été opéré au courant de l'année 2018.

Parmi les onze enfants opérés pendant le 2^{ème} semestre de l'année 2018, neuf se sont présentés à la consultation de suivi à une année, ce qui implique une survie à une année chez 100% des enfants suivi.

Il est a noté que deux enfants ont été perdu de vu parmi les 11 enfants opérés pour chirurgie thoracique.

DISCUSSION

I. Evaluation préopératoire

Une évaluation préopératoire comprenant l'imagerie et les examens biologique selon le type d'affection thoracique est essentielle dans la prise en charge de la population pédiatrique candidate pour une chirurgie thoracique.

Une attention particulière doit être accordée à l'état clinique de l'enfant, et au terrain sous-jacent qui peuvent impacter la période péri opératoire.

L'histoire de la maladie chez les enfants plus âgés implique la recherche de dyspnée, cyanose, respiration sifflante, toux, et perte de poids. Les nourrissons présentent souvent des signes moins spécifiques, comme une mauvaise alimentation, une irritabilité ou un changement dans les habitudes de sommeil.

L'examen physique s'intéressera à l'inspection du thorax, à la recherche d'une expansion asymétrique et à l'utilisation des muscles respiratoires accessoires et ensuite à l'auscultation pour la recherche de sifflements ou de râles.

La Mesure de la saturation en oxygène par oxymétrie de pouls et évaluation du HCO₃ veineux, élevé chez les enfants ayant une rétention chronique de CO₂, généralement pourra supplanter la nécessité d'une analyse des gaz du sang artériel.

Bien que les tests de la fonction pulmonaire puissent être utiles chez les nourrissons et les enfants pour suivre les progrès de leur processus pulmonaire sous-jacent, il n'est pas utilisé en routine pour une évaluation péri opératoire.

La préparation à la chirurgie commence par une discussion sur l'anesthésie proposée avec les parents et, le cas échéant, l'enfant. Le plan anesthésique, y compris le monitoring, les complications possibles sont discutées. Le jeûne, le choix de la prémédication et la préparation de la salle d'opération sont semblables à toute chirurgie lourde.(1)

II. Étiologies

Plusieurs affections thoracique peuvent nécessiter une prise en charge chirurgicale ci-joint un tableau recensant l'essentiel de ces pathologies(2).

Tableau 1 :Tableau représentant les étiologies des affections thoracique nécessitant la chirurgie(2)

Etiology	Examples
Congenital	Congenital diaphragmatic hernia Tracheo-esophageal fistula Esophageal atresia Congenital lobar emphysema Congenital cystic adenomatoid malformation Pulmonary sequestrations
Neoplastic	Lymphoma (lymphoblastic lymphoma, Hodgkin lymphoma) Teratoma Neuroblastoma Thymoma
Infectious	Empyema thoracis Consolidated pneumonia/abscess
Acquired	Thoracic trauma Inhaled foreign body Tracheal stenosis
Chest deformities	Pectus excavatum/carinatum

Dans notre série le kyste hydatique du poumon était l'étiologie la plus fréquente avec 18 cas parmi les 30 cas que compte notre série, ses résultats concorde avec l'étude Khatala et all allant de janvier 2004 à décembre 2011, 142 malades ont été hospitalisés pour cure de KHP (3).

Cette forte incidence s'explique par le problème de santé publique que constitue l'hydatidose au Maroc. Un programme du ministère de la sante lui a été dédié afin de limiter son incidence (4) mais les résultats escomptés n'ont pas été atteint.

III. Conduite de l'anesthésie

A Monitoring

Il est le plus souvent non invasif sauf risque cardiovasculaire particulier. Quelques particularités doivent être rappelées :

- la capnographie nécessite une analyse critique ; en effet, le gradient entre pression télé expiratoire de CO₂ (PetCO₂) et pression artérielle CO₂ (PaCO₂) peut être supérieur à 10mmHg. De plus, le gradient varie durant l'intervention en fonction du mode de ventilation (ventilation bi- ou uni pulmonaire), de l'état hémodynamique, voire de l'état fonctionnel du parenchyme. Il ne faut donc pas modifier les constantes ventilatoires à partir de la seule capnographie, même si on utilise la fraction de CO₂ dans le gaz télé expiratoire (FeCO₂) mesurée après une expiration prolongée ;

Les indications de mise en place d'un cathéter artériel systémique ou d'un cathéter artériel pulmonaire doivent être discutées de la même façon que pour les autres types de chirurgie (risque hémorragique, insuffisance coronarienne, altération de la fonction ventriculaire). Le clampage artériel pulmonaire entraîne des conséquences hémodynamiques modestes qui ne rendent pas nécessaire la mise en place d'un monitoring invasif pour cette seule raison(4).

B Agents anesthésiques

Une anesthésie avec des agents de courte durée d'action est pratiquée en général pour permettre une extubation « sur table » en fin d'intervention.

Le protoxyde d'azote est à éviter en cas de chirurgie thoracique en raison de bulles parenchymateuses ou de pneumothorax non/mal drainé dont le volume et la pression vont augmenter. Le propofol n'a aucun effet sur la vasoconstriction pulmonaire hypoxique(VPH) à l'inverse des halogénés. Toutefois, l'oxygénation est similaire en ventilation uni pulmonaire, que l'entretien de l'anesthésie Comprene du propofol ou du sévoflurane si ces deux agents sont administrés à un niveau similaire de profondeur d'anesthésie(5).

L'effet bronchodilatateur des halogénés est un argument en faveur de leur emploi associé à un profil pro-inflammatoire moindre que le propofol au cours de la ventilation uni pulmonaire(6).

La myorelaxation est indispensable pour éviter tout mouvement diaphragmatique lors de la dissection surtout en cas de vidéo-thoracoscopie.

C Antibioprophylaxie

La chirurgie d'exérèse pulmonaire est considérée comme une chirurgie propre contaminée (classe 2 d'Altemeier) du fait de l'ouverture des bronches ou de la trachée. L'antibioprophylaxie repose sur les céphalosporines de première génération en l'absence d'allergie(4).

D Installation chirurgicale

La plupart des interventions sont réalisées en décubitus latéral sur un billot thoracique, ce qui procure une très bonne exposition du hile. La vérification des différentes zones d'appui, de la position des bras, des perfusions et de la pression artérielle est primordiale avant l'incision, tout comme l'installation d'un coussin placé sous la tête pour prévenir l'étirement des racines cervicales, l'occlusion des yeux. Il faut enfin vérifier la symétrie des pouls radiaux pour dépister la compression d'une artère axillaire(4).

IV. Spécificités de l'anesthésie pour chirurgie thoracique pédiatrique : la ventilation uni pulmonaire

A Physiologie de la ventilation unie pulmonaire pédiatrique

La ventilation est normalement distribuée préférentiellement aux régions dépendantes du poumon, de sorte qu'il y ait un gradient d'augmentation de la ventilation des zones les plus indépendants aux segments pulmonaires les plus dépendants. En raison des effets de la gravité, la perfusion suit normalement une distribution similaire, avec une augmentation du flux sanguin vers le poumon dépendant. Par conséquent, la ventilation et la perfusion sont normalement bien assorties. Pendant la chirurgie thoracique, plusieurs facteurs agissent pour augmenter l'inadéquation ventilation / perfusion (V / Q). La compression du poumon dépendant lors du décubitus latéral peut provoquer une atélectasie. La rétraction chirurgicale et / ou la vidéo thoracoscopie entraînent un effondrement du poumon opéré. La vasoconstriction pulmonaire hypoxique agit pour détourner le sang pour s'écouler loin des régions pulmonaires sous-ventilées, ce qui minimise l'inadéquation V / Q , elle peut être diminuée par les agents anesthésiques par inhalation. L'effet global de la position du décubitus latéral sur l'inadéquation V / Q est différent chez les nourrissons par rapport aux enfants plus âgés et aux adultes.

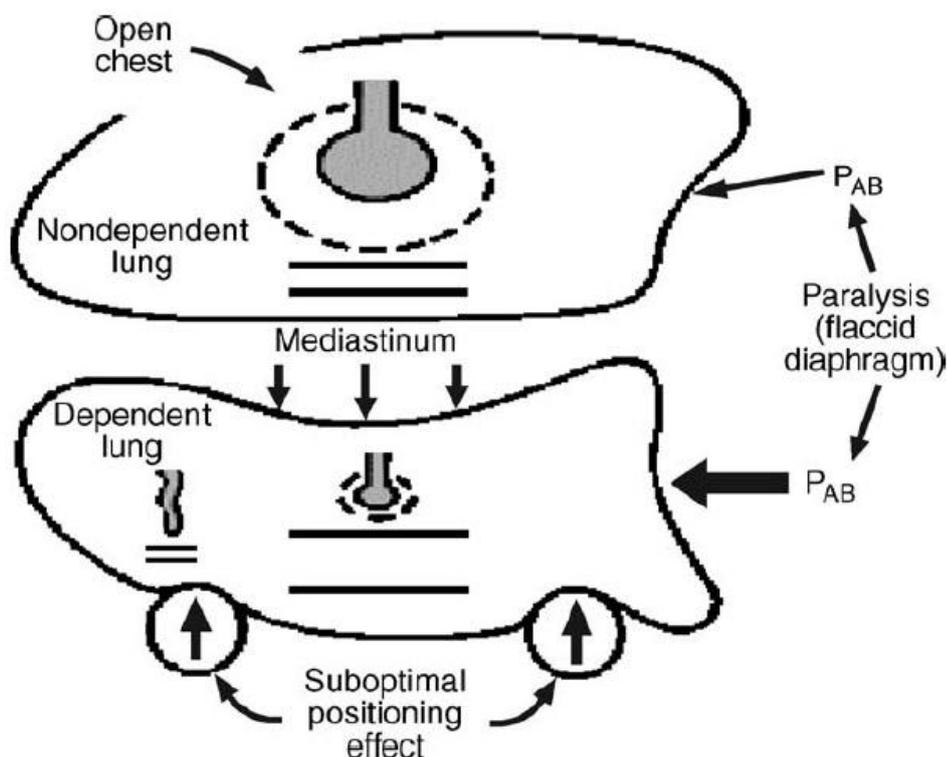


FIG22 : Relation perfusion-ventilation chez le patient anesthésié en décubitus latéral avec un thorax ouvert(7)

Chez les nourrissons atteints d'une maladie pulmonaire unilatérale, l'oxygénation est améliorée avec le poumon sain «en haut». Nombreux facteurs expliquent cet écart entre les adultes et les nourrissons. Les nourrissons ont une cage thoracique souple et facilement compressible qui ne peut pas soutenir pleinement le poumon sous-jacent. Donc, la capacité résiduelle fonctionnelle est plus proche du volume résiduel, ce qui rend probable la fermeture des voies respiratoires dans le poumon. Quand l'adulte est placé en décubitus latéral, le diaphragme dépendant à un avantage mécanique, car il est «Chargé» par le gradient de pression hydrostatique abdominale. Ce gradient de pression est réduit chez les nourrissons, ce qui réduit l'avantage fonctionnel du diaphragme dépendant.

La petite taille du nourrisson entraîne également un gradient de pression hydrostatique réduit entre le poumon non dépendant et dépendant. Par conséquent, l'augmentation favorable de la perfusion au poumon dépendants, ventilé est réduit chez les nourrissons.

Enfin, les besoins accrus en oxygène du nourrisson, couplé à une petite capacité résiduelle fonctionnelle, prédispose à l'hypoxémie. Les nourrissons consomment normalement 6 à 8 ml de O₂ / kg / min par rapport à une consommation normale d'O₂ adultes de 2-3 ml / kg / min. Pour ces raisons, les nourrissons ont un risque accru de désaturation importante en oxygène pendant chirurgie en décubitus latéral(8).

B Techniques de ventilation uni pulmonaire

1 Indications(9)

Indications de la ventilation uni pulmonaire :

- ❖ Contrôle de la répartition de la ventilation: fistules broncho pleurale (cutanée), gigantesques kystes pulmonaires unilatéraux ou bulles, ventilation pulmonaire différentielle.
- ❖ Pour éviter la contamination du poumon sain par le poumon pathologique: infection, hémorragie et lavage pulmonaire unilatéral.
- ❖ Pour l'optimisation des conditions opératoires : thoraco-scopie, thoracotomie, et chirurgie non pulmonaire thoracique.

Contre-indications :

- ❖ Incapacité à placer le matériel d'isolation pulmonaire en toute sécurité
- ❖ Atteinte respiratoire sévère.

2 Moyens de ventilation uni pulmonaire

Les techniques et le choix du dispositif pour une ventilation pulmonaire chez les enfants peuvent varier considérablement en fonction de la taille de l'enfant et du niveau de confort du clinicien avec un dispositif ou une technique donnée. Les techniques les plus courantes comprennent: l'intubation endo-bronchique, la mise en place d'un bloqueur bronchique ou la mise en place d'un tube à double lumière(10).

a Intubation endo-bronchique : sonde d'intubation simple lumière

Méthode préférée pour les âges: 0 à 6 mois(11)

Méthode acceptable pour les âges: 0-18 ans(11)

L'intubation du tronc principal ou l'intubation endo-bronchique reste une approche courante pour réaliser une ventilation uni pulmonaire chez les petits enfants. En termes d'avantages, la technique globale dans la plupart des cas est assez facile à réaliser. Cependant, les principales préoccupations de cette approche sont les contraintes anatomiques de l'arbre trachéo-bronchique d'un nourrisson. Dans de nombreux cas, les bronches du tronc principal sont en réalité significativement plus petites que la trachée au niveau du cricoïde, dans une certaine mesure, une sonde endo-trachéale qui convient à la gestion normale des voies respiratoires peut en fait être trop grande pour passer dans une bronche du tronc principal donnée. Cela est particulièrement vrai lorsque vous essayez de placer une sonde endo-trachéale dans la bronche du tronc principal gauche qui semble être encore plus petite que la bronche du tronc principal droit chez la plupart des enfants, indépendamment de l'âge.

En conséquence, plusieurs fois, le clinicien peut être amené à sélectionner une sonde endo-trachéale de taille inférieure à ce qui pourrait être considéré comme approprié en fonction de l'âge de l'enfant. Un résumé des tailles de tube pour l'intubation endo-bronchique est présenté dans ce tableau.

Tableau 2 : taille des sondes adaptée à l'intubation endo-bronchique(10)

Table 1 Endotracheal tube size for endobronchial intubation

Age	Endotracheal tube size
0–5 months	3.0 uc
6–12 months	3.0 c, 3.5 uc
1 year	3.5 c, 4.0 uc
2 years	3.5 c, 4.0 c
3 years	4.0 c
4 years	4.0 c

c, cuffed; uc, uncuffed.

Les stratégies de placement comprennent le passage de la sonde endotrachéale dans la bronche souche désirée, l'avancement à l'aveugle avec auscultation ou le placement par fibroscope pour diriger la sonde endotrachéale dans la bronche souhaitée(12).

Les inconvénients de l'approche endo-bronchique comprennent:

- ❖ une incapacité à passer rapidement d'une ventilation unipulmonaire à une ventilation bipulmonaire.
- ❖ l'occlusion de la lumière du tube endotrachéal avec du sang ou des sécrétions entraînant une hypoventilation et une hypoxémie.
- ❖ une lésion des bronches due à un tube endotrachéal surdimensionné,
- ❖ obstruction du lobe supérieur droit en raison de sa proximité avec la carène lorsque le tube endotrachéal est avancé dans la bronche souche droite, ce qui entraîne une hypoventilation et potentiellement une hypoxémie.

b Bloqueurs bronchique

Méthode préférée pour les âges: 2 à 8 ans (technique coaxiale)

Méthode préférée pour les âges: 6 mois à 2 ans (technique parallèle)

Méthode acceptable pour les âges: 6 mois à 18 ans(11)

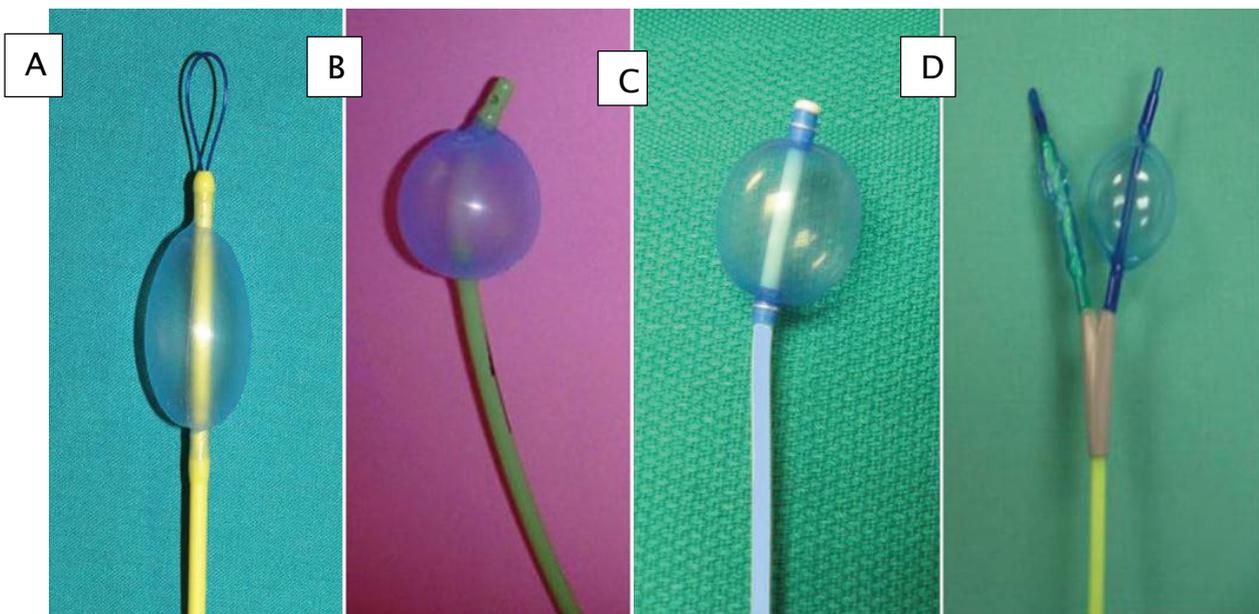


FIG 23: Quatre bloqueurs bronchiques de gauche à droite A) Arndt (Arndt® Cook Critical Care), (B) la pointe Cohen® (Cook Critical Care), (C) Uniblocker®, (Fuji systems, (D) EZ-blocker (Teleflex)(13)

Les avantages des bloqueurs bronchiques :

- ❖ La bronche est complètement occluse avec un bloqueur qui permet un collapsus pulmonaire plus rapide.
- ❖ Transition facile du poumon simple au poumon double ventilation

Les inconvénients des bloqueurs bronchiques :

- ❖ Les bloqueurs peuvent migrer dans la trachée, entravant la ventilation aux deux poumons entraînant une hypoxémie aiguë
- ❖ De nombreux bloqueurs sont «fermés»; ne permettant pas l'application de l'aspiration ou la CPAP sur le poumon opératoire
- ❖ Difficile de le positionner pour ceux qui ont une expérience limitée.

Les bloqueurs bronchiques comprennent :

- **Cathéters d'embolectomie de Fogarty**

Le cathéter d'embolectomie de Fogarty est livré avec un stylet en fil qui peut être courbé à l'extrémité distale (environ 20°) pour permettre de diriger l'extrémité du cathéter latéralement dans la bronche principale souhaitée. Le bloqueur peut être placé soit à côté de la sonde d'intubation endo-trachéale (ETT) ou via l'ETT.

Pour placer le bloqueur à côté de l'ETT, il est avancé dans le larynx par laryngoscopie directe, avec la concavité tournée vers l'avant. Une fois dans la trachée, la pointe du cathéter bloqueur est tournée de 90° vers la droite pour un

placement à droite et 90° vers la gauche pour un placement sur le côté gauche, avant d'avancer le bloqueur dans les bronches souches désirées.

L'ETT est ensuite placé dans la trachée, à côté du bloqueur. Le ballonnet de cathéter est positionné dans la branche souche proximale sous guidage visuel par fibre optique.

L'avantage de ce bloqueur est qu'il peut être utilisé avec succès même chez les nourrissons (taille 3-F). Avec le ballon gonflé, les voies respiratoires sont occluses offrant un effondrement pulmonaire. Les cathéters à bout ouvert sont préférés aux bouts fermés parce que la lumière du cathéter facilite l'effondrement du poumon et peut être utilisé comme orifice d'aspiration ou pour l'insufflation d'oxygène(7).

Les problèmes potentiels incluent le délogement du bloqueur dans la trachée, avec une obstruction de la ventilation, et comme le ballonnet de cathéter a des propriétés de faible volume et de haute pression, une sur distension du ballon peut endommager ou même rompre les voies respiratoires(14).

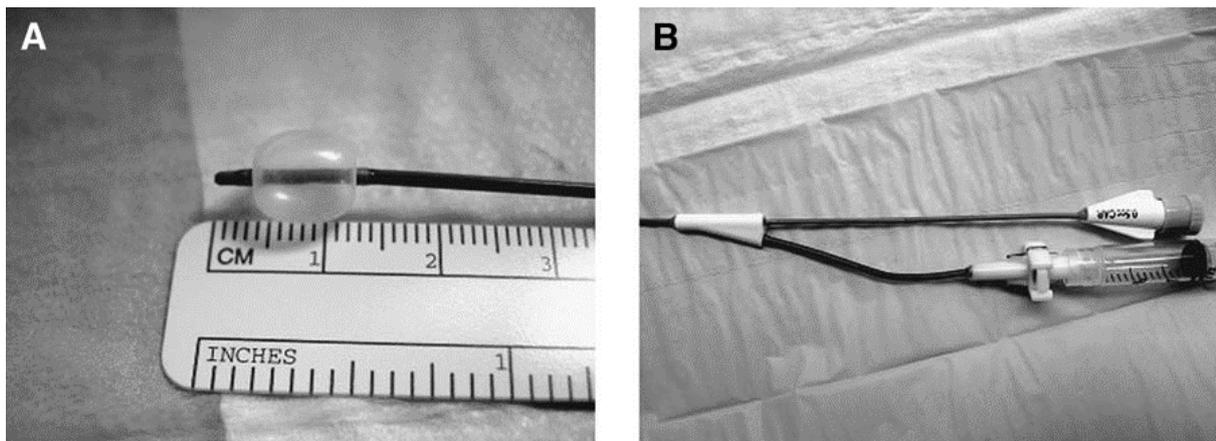


FIG24: Cathéter d'embolectomie de Fogarty taille 3-F. A, le ballon gonflé ne mesure que 0,8 mm de long, adapté pour une utilisation même chez un nourrisson. B, deux ports proximaux du cathéter, un pour gonfler le ballon et l'autre logeant le stylet qui s'étend jusqu'à l'extrémité distale du cathéter

- **Le bloqueur bronchique d'Arndt**

Le bloqueur bronchique d'Arndt est l'un des bloqueurs les plus couramment utilisés en pédiatrie.

La technique de son le placement est décrite ci-dessous:

1. Tube endo-trachéal à lumière unique(ETT) placé au milieu de la trachée.
2. Bloqueur placé via un adaptateur multiport.
3. Bronchoscope à fibre optique placé par l'adaptateur multiport et avancé avec la boucle de fil du bloqueur.
4. Le bronchoscope et le bloqueur couplé sont avancés du côté du poumon à bloquer (A).
5. Une fois dans la bronche souche principale, le bronchoscope est retiré et le brassard gonflé sous vision directe(B).
6. Bronchoscope à fibres optiques entièrement retiré.
7. La boucle de fil peut être rétractée de sorte que la pointe du bloqueur soit ouverte et puisse être utilisé pour l'aspiration ou CPAP.

Le bloqueur endo-bronchique Arndt le plus petit disponible est le 5 French avec un diamètre extérieur de 2,5 mm. Le plus petit bronchoscope à fibre optique disponible est généralement ~ 2,2 mm, donc le plus petit tube endo- trachéal (ETT) à travers lequel le bloqueur peut être placé est de 5 mm ID. Pour les patients pédiatriques qui nécessitent des ETT plus petits, le bloqueur peut être placé à l'extérieur de et à côté de l'ETT à lumière unique(15).

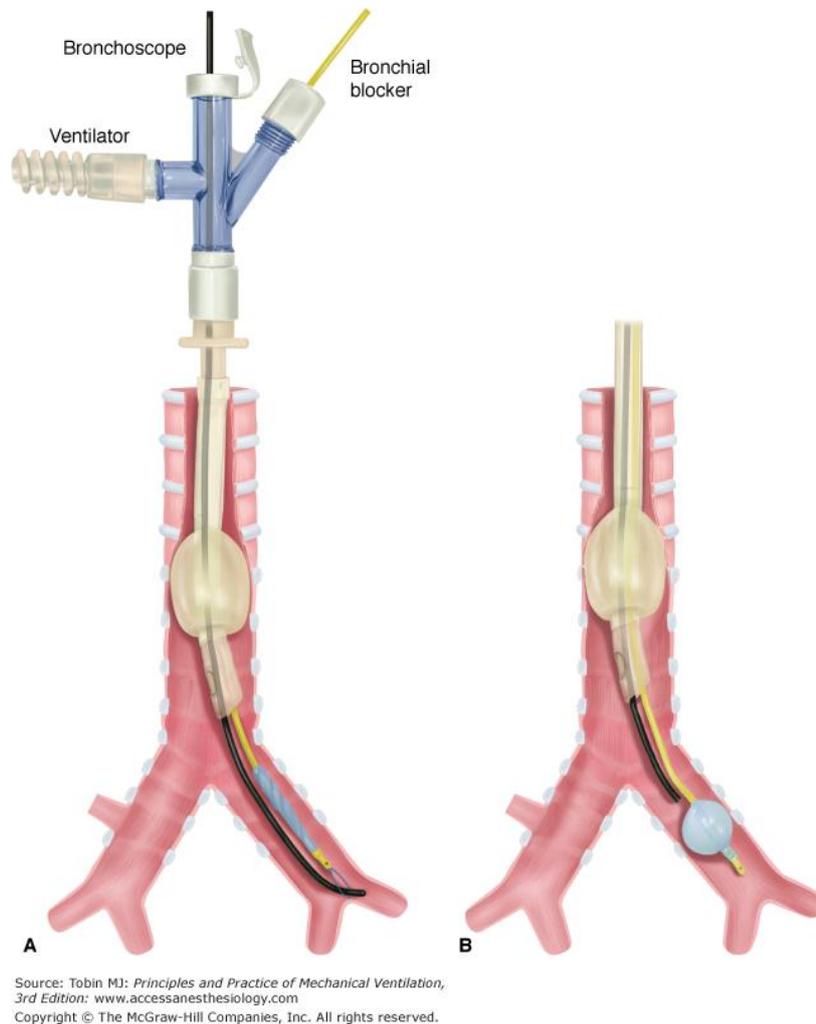


FIG25 : Le bloqueur endo-bronchique d'Arndt placé avec un bronchoscope à fibres optiques (A) suivi par gonflage du brassard sous vision directe (B)(16)

- **Uniblocker (Fuji Systems)**

Le bloqueur bronchique Uniblocker 5 Fr Fuji Systems est un nouveau bloqueur bronchique qui a un arbre rigide et une pointe inclinée pour le positionnement.

Il se décline dans une taille pédiatrique de 5 Fr qui convient aux enfants Jusqu'à 8 ans. Il est livré avec un connecteur pivotant de sorte qu'on puisse

Ventiler le patient pendant le placement. Le ballonnet a un volume maximal de 3ml est un maximum et une pression plus faible qui diminue théoriquement

Le risque de lésion des muqueuses bronchiques. Il n'y a pas de canal central pour CPAP ou aspiration.



FIG26 : Le bloqueur bronchique Uniblocker de Fuji Systems(17)

- **Tube univent**

Méthode préférée pour les âges: 6 à 8 ans

Méthode acceptable pour les âges: 6 à 18 ans

Le tube Univent est une sonde d'intubation qui a un bloqueur bronchique dans une lumière séparée. Si une ventilation bi pulmonaire est à nouveau nécessaire, le bloqueur bronchique peut être dégonflé et retiré dans la lumière trachéale à nouveau. Parce que le ballon bloqueur bronchique est à l'extrémité distale de la plus petite lumière et fixé à celle-ci, il y a moins de risques de délogement. Les tubes Univent sont disponibles en deux tailles pédiatriques, 3,5 et 4,5 mm ID. Dans les tubes Univent plus gros de 4,5 mm ID, il y a un canal supplémentaire dans le bloqueur qui permet la CPAP et l'aspiration du poumon opératoire. Un bronchoscope doit être utilisé pour positionner le bloqueur dans la bronche souhaitée.

Le principal inconvénient des tubes Univent est que le diamètre de la lumière de ventilation est plus petit afin d'accueillir la lumière bloquante. Cela augmente la résistance des voies respiratoires et limite également la taille de le bronchoscope à fibres optiques utilisé pour faciliter positionnement. Il est important de se rappeler que la taille d'un Univent TT fait référence à l'ID, où l'OD sera beaucoup plus grand que la sonde d'intubation simple lumière de taille équivalente(11).

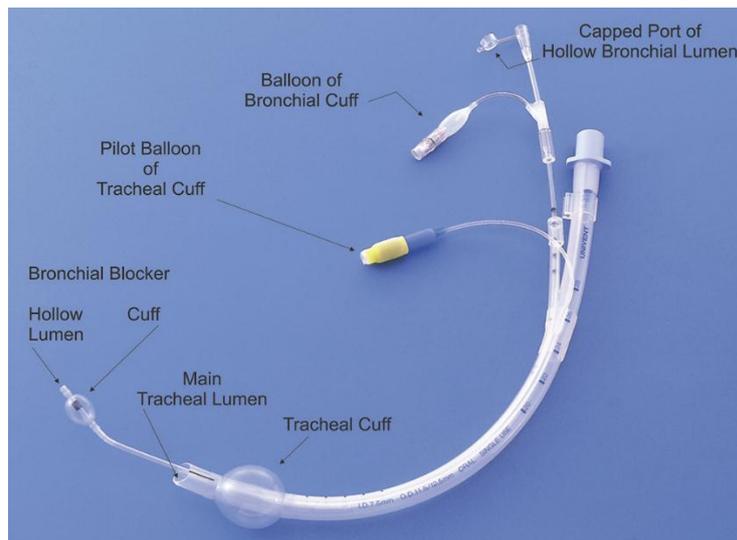


FIG27 :Schéma du tube Univent avec bloqueur bronchique en position(18)

c Tube double lumière

Méthode préférée pour les âges: 8 à 18 ans

Méthode acceptable pour les âges: 8 à 18 ans

Souvent considéré comme la méthode de référence pour l'isolement pulmonaire, le Tube double lumière ou DLT convient aux enfants de 8 ans ou plus. Le DLT est composé de deux lumières fusionnées en parallèle avec une lumière qui est inclinée et plus longue que l'autre et destinée à être insérée dans la bronche souche souhaitée, tandis que la lumière plus courte reste dans la trachée. Les deux lumières sont menottées de telle sorte que la ventilation à un seul poumon et la ventilation à deux poumons puissent être facilement réalisées en clampant et en libérant la lumière concernée sur l'adaptateur(11).



FIG28 : Tube double lumière(15)

L'équation Taille = Âge \times 1,5 + 14 peut aider à estimer la taille nécessaire. La plus petite taille DLT est un 26 Fr, qui convient généralement aux enfants de 8 à 10 ans. On suggère que l'utilisation du DLT 26 Fr peut être envisagée pour les enfants de 8 ans avec un poids minimal de 30 kg de poids et 130 cm de taille. Les DLT sont disponibles en tubes à gauche ou à droite, bien que le tube gauche est plus couramment utilisé car il évite potentiellement obstruant la bronche du lobe supérieur droit.

L'insertion est effectuée par laryngoscopie directe, ou dans le cas d'une intubation prévue difficile un échangeur peut être utilisé. Une fois la pointe du DLT passe devant les cordes vocales, le stylet préformé est retiré et le tube pivoté de 90 ° vers la bronche souhaitée. Le l'adaptateur est ensuite connecté et le brassard trachéal est gonflé et connecté au ventilateur.

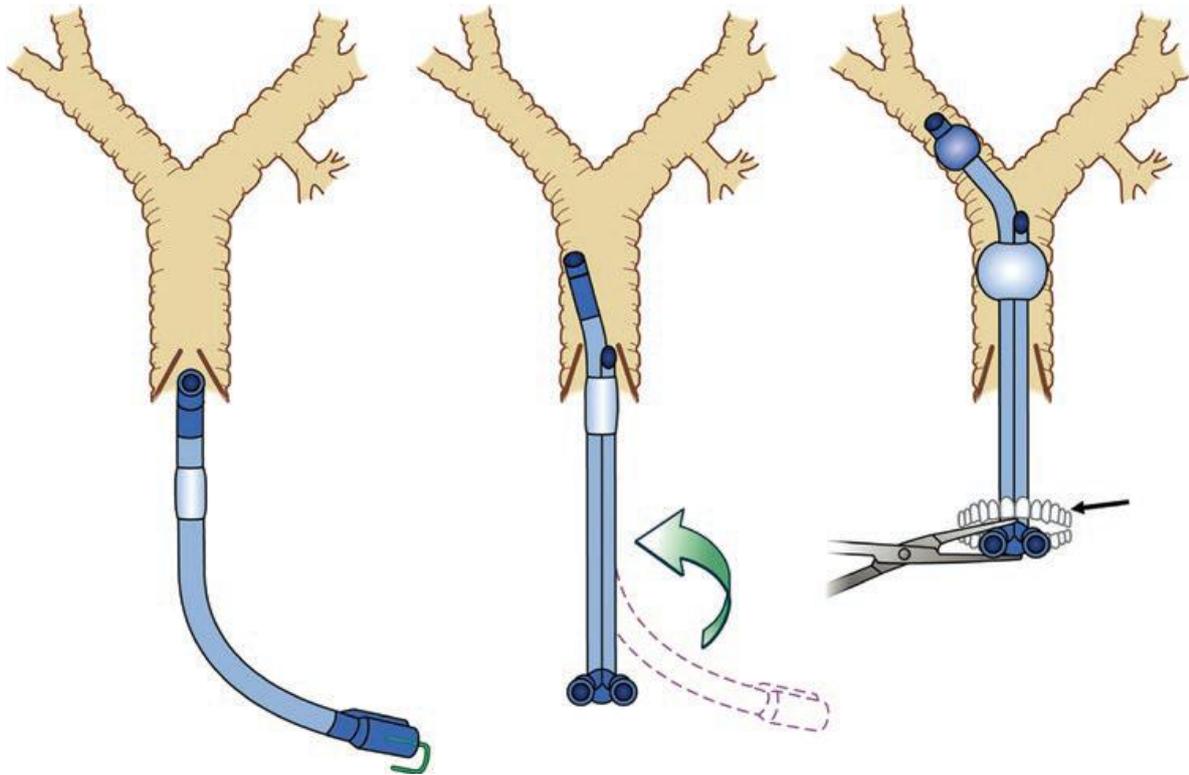


FIG29 : Technique de placement d'un DLT gauche(13)

La fibroscopie bronchique est recommandée pour confirmer le placement. Si un bronchoscope n'est pas disponible, le placement peut être confirmé par auscultation des poumons après occlusion de la ventilation au poumon désiré et vérifier le silence auscultatoire.

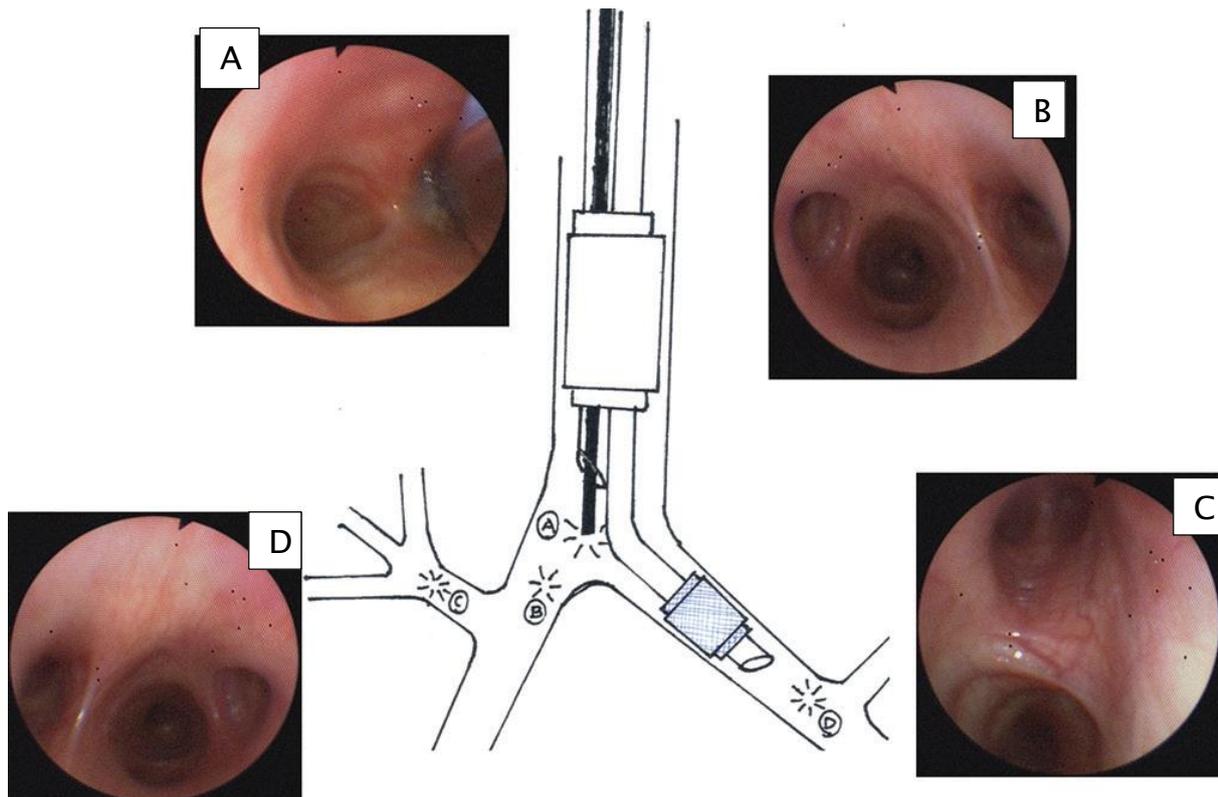


FIG30 : Vue en fibroscopie bronchique de la carène trachéale et bronchique avec tube double lumière côté gauche en place (a-d)(18)

Les avantages d'un DLT incluent :

- ❖ la possibilité d'alterner rapidement la ventilation uni pulmonaire et la ventilation bi pulmonaire.
- ❖ facilité de l'insertion.
- ❖ application de CPAP et aspiration du poumon opéré.

Les inconvénients les plus évidents du DLT en pédiatrie :

- ❖ la limitation de taille pour la population pédiatrique. En raison de sa configuration et son grand diamètre.
- ❖ le DLT est plus difficile à mettre en place pour les patients ayant des difficultés d'accès aux voies respiratoires.
- ❖ Si une intubation et une ventilation postopératoires sont nécessaires, le DLT devrait être remplacé par un SLT pour éviter un traumatisme inutile l'arbre trachéal-bronchique.

d Indication préférentiels d'isolation uni-pulmonaire (11)

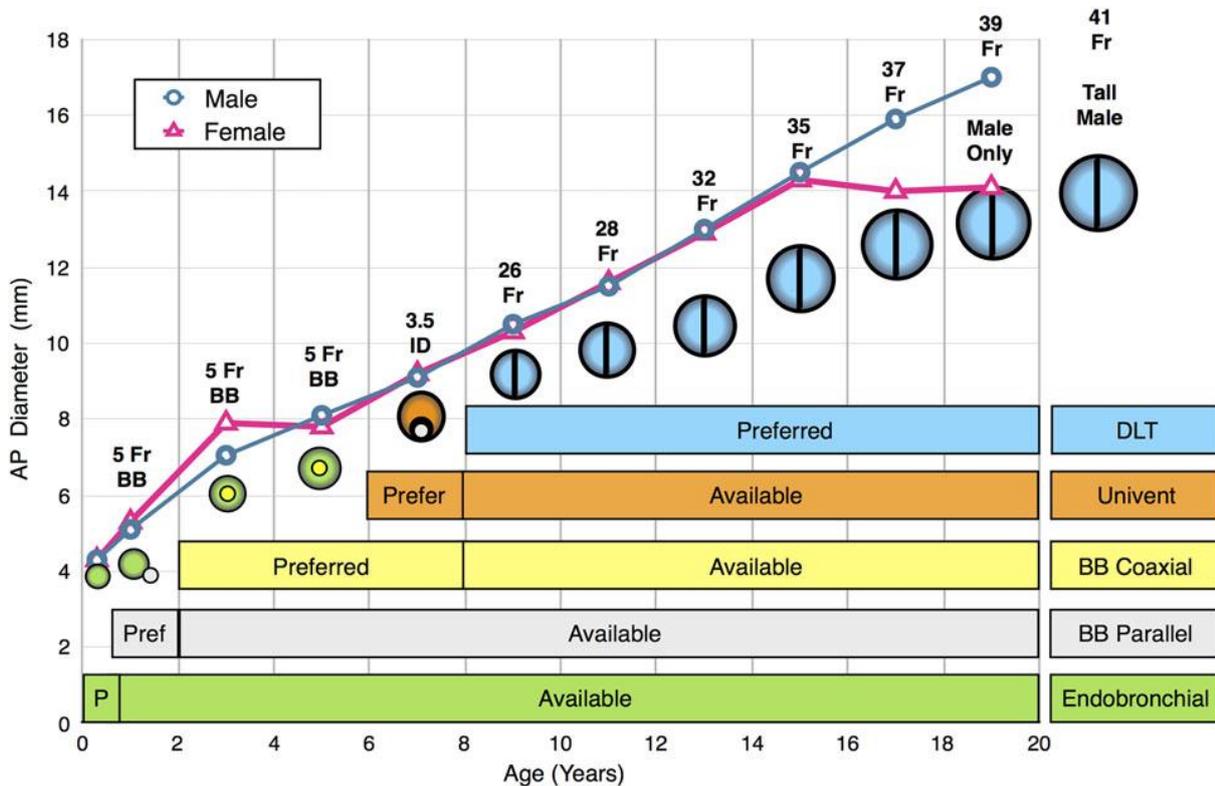


FIG31 : Graphique superposant le dispositif respiratoire préféré pour l'isolement pulmonaire pour chaque âge

e Place de l'échographie thoracique pour confirmer l'isolation pulmonaire

Une fois le tube double lumière(DLT) ou le bloqueur bronchique(BB) positionné, l'échographie thoracique (USG) peut être utilisée comme un outil pratique pour confirmer l'adéquation de l'isolement pulmonaire. Avec l'approche intercostale, une interface entre les tissus mous de la paroi thoracique et le poumon aéré est considéré comme une ligne hyperéchogène appelé «la ligne pleurale».

Dans le poumon ventilé, il y a un mouvement de va-et-vient à la ligne pleurale qui correspond au mouvement des marées du poumon (signe du glissement pleurale). Dans le poumon non ventilé, il n'y a pas de glissement pleural, alors que dans poumon effondré, la ligne pleurale se déplace avec un rythme cardiaque de manière pulsatile (signe du pouls pulmonaire). Le pouls pulmonaire est sensible à 93% et spécifique à 100% pour l'identification de l'effondrement pulmonaire. Ainsi, si le poumon glisse d'un côté et pouls pulmonaire sur d'autres sont vus sur USG, un «L'isolement fonctionnel des poumons» peut être prédit(19).

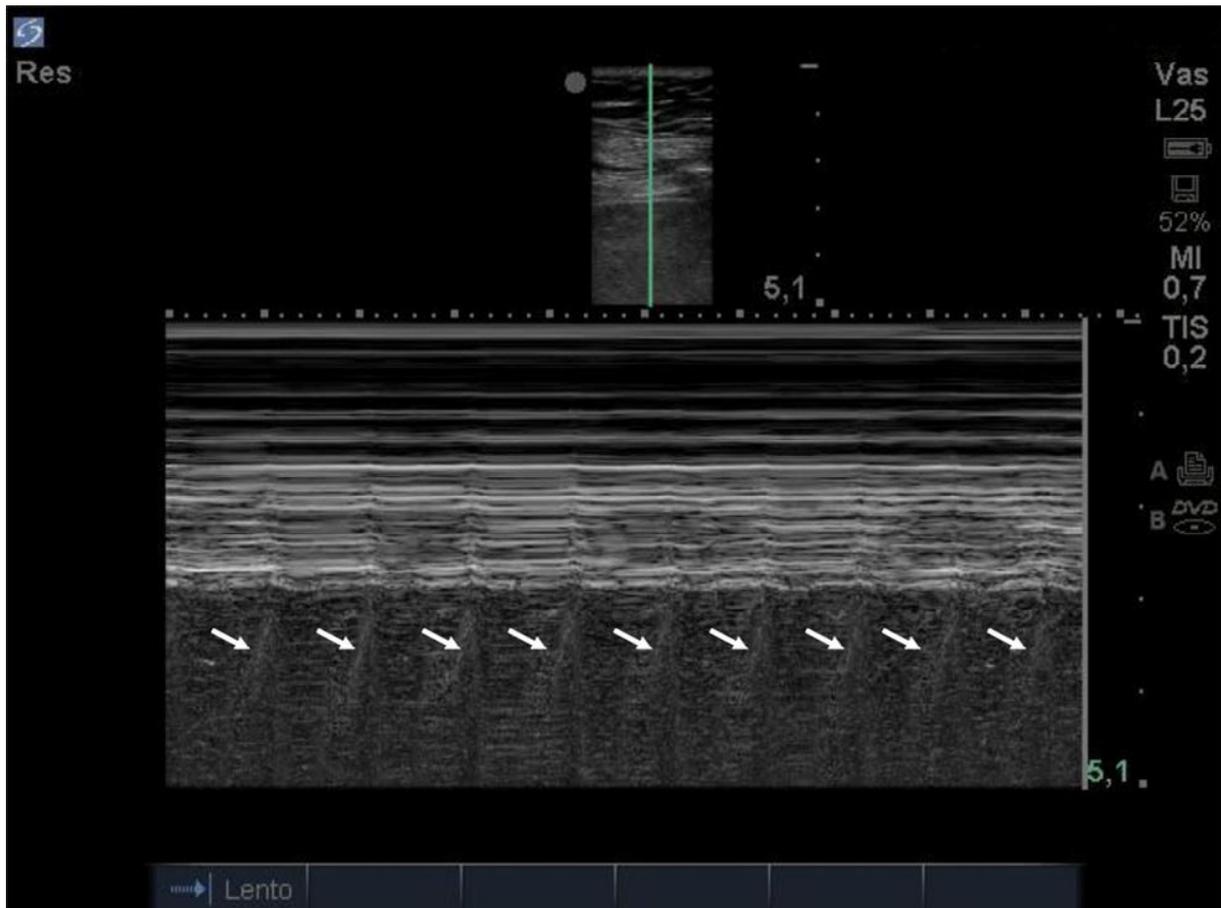


FIG32 : Échographie pulmonaire en mode M montrant Le signe du pouls pulmonaire du poumon gauche. Les lignes verticales correspondent aux battements de cœur(20)

C Ventilation uni pulmonaire

1 Ventilation protectrice

Il est actuellement recommandé une ventilation protectrice. Il s'agit de maintenir le poumon ouvert (concept d'*open lung*) en limitant les niveaux de pression de plateau. Un essai randomisé multicentrique démontre la validité de ce concept appliqué à l'anesthésie générale avec une nette réduction des complications postopératoires dans le groupe dit « ventilation protectrice » (21). Ainsi, il est possible de recommander une ventilation bi pulmonaire avec des volumes courants de l'ordre de 6 à 8ml/kg de poids idéal, avec une pression expiratoire Positive de l'ordre de 6cmH₂O. Par ailleurs, la fraction inspirée en oxygène (FiO₂) sera abaissée pour éviter la survenue d'atélectasies de dénitrogénéation. Toutefois, la limite inférieure reste discutée pour limiter les complications postopératoires(22). Une FiO₂ de l'ordre de 60% constitue aujourd'hui un compromis intéressant.

Lors du passage en ventilation uni pulmonaire, il convient de baisser le volume courant à 5 à 6ml/kg de poids idéal tout en maintenant une PEEP de 5 à 6cmH₂O. Il importe par ailleurs de définir pour chaque patient un seuil minimum de SpO₂ en fonction de ses comorbidités et du déroulement de l'intervention. En fin d'intervention, les réglages de ventilation bi pulmonaire seront préconisés à nouveau(23).

2 Gestion de l'hypoxémie

Une baisse de la SpO₂ isolée (pas de modification des pressions dans les voies aériennes) en cours de ventilation uni pulmonaire conduit tout d'abord à augmenter la FiO₂ jusqu'à 100 %. Ensuite, si l'acte chirurgical le permet, cas le plus fréquent, et en concertation avec le chirurgien, l'action la plus simple et rapidement efficace est la reventilation du poumon opéré pendant deux à trois cycles avec de l'oxygène pur puis à l'exclure de nouveau ; une telle manœuvre corrige l'hypoxémie pendant une dizaine de minutes. Cette manœuvre peut être répétée si nécessaire et suffit à régler le problème de l'hypoxémie dans la plupart des cas.

L'administration d'un faible débit d'oxygène ou le maintien d'une pression permanente (*continuous positive airway pressure* [CPAP]) Dans le poumon exclu n'est nécessaire qu'en cas de ventilation uni pulmonaire prolongée.

Dans certains cas, il est impossible de reventiler le poumon opéré et le traitement d'une hypoxémie persistante malgré la ventilation en oxygène pur repose alors sur les manœuvres de recrutement alvéolaire. Toutefois, ces manœuvres ne sont pas sans risque et peuvent être responsables d'instabilité hémodynamique en cas d'hypovolémie ou d'un barotraumatisme. C'est pourquoi, malgré son efficacité, cette technique doit surtout être employée à titre préventif dès l'induction anesthésique, avant la ventilation uni-pulmonaire et lors de la reventilation bi-pulmonaire en fin d'intervention. Enfin, en cas de fuite ou de modification des pressions, une fibroscopie permet d'éliminer tout déplacement de la sonde d'intubation et toute sécrétion obstructive(24).

Dans de rares situations, il faudra envisager le clampage en règle partiel de l'artère pulmonaire du côté non ventilé. En dernier recours, la pose d'une ECMO veino-veineuse ou veino-artérielle peut être nécessaire.

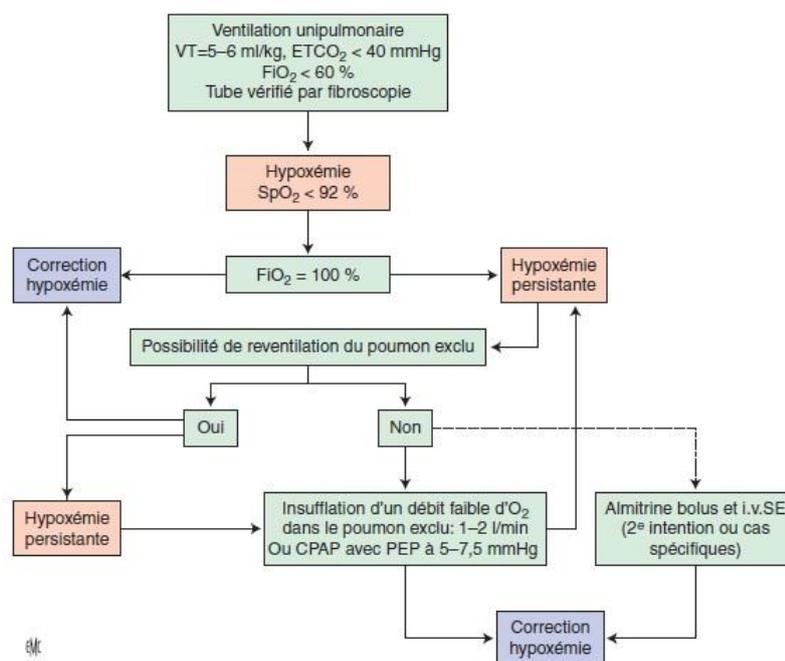


FIG33: PEC d'une hypoxémie en ventilation uni pulmonaire(4)

V. Analgésie postopératoire

La stratégie analgésique pour gérer de manière optimale la douleur postopératoire chez les patients de chirurgies thoraciques pédiatriques, ne doit pas dépendre uniquement d'un seul moyen analgésique mais devrait plutôt mettre en œuvre une approche multimodale incluant les moyens médicamenteux et les outils d'analgésie loco régionales.

A Analgésie péridurale

L'analgésie péridurale thoracique (TEA) est couramment utilisée chez les enfants subissant une chirurgie thoracique non cardiaque. Les deux les approches les plus courantes pour le placement du cathéter comprennent le placement direct par insertion d'une aiguille péridurale à T3 T7 ou via l'insertion d'un cathéter péridural au niveau du hiatus sacrococcygien qui est ensuite dirigé sous guidage fluoroscopique vers l'espace péridural thoracique (Figure 22). Les schémas d'administration peuvent comprendre un bolus unique ou perfusion continue d'anesthésiques locaux.

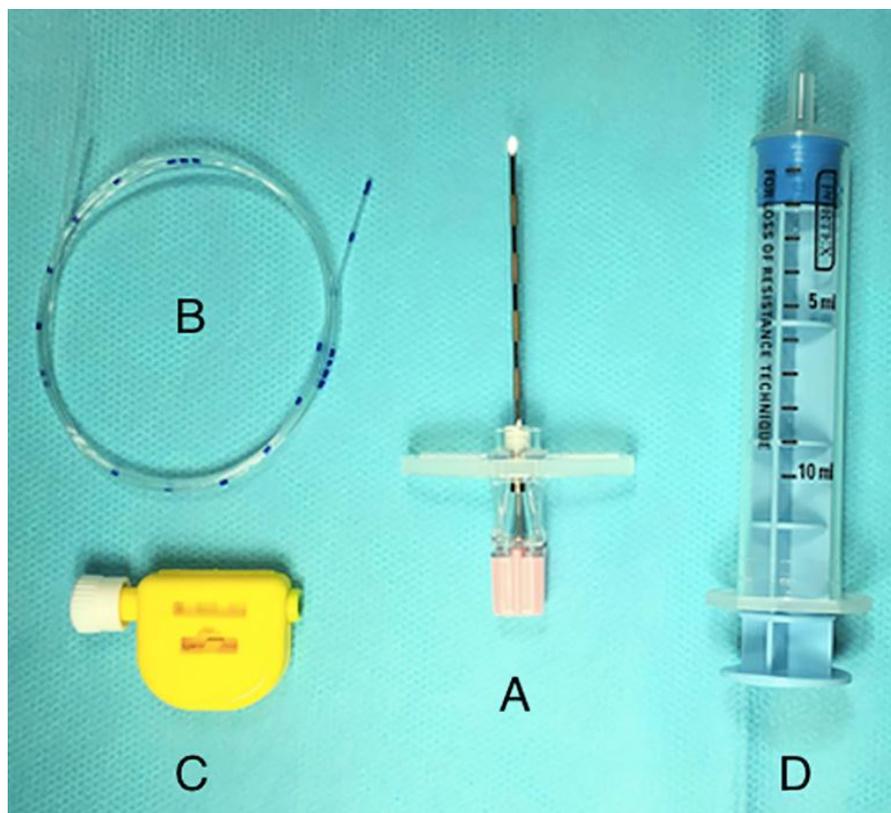


FIG34 : Kit de péridural pédiatrique; (A) Aiguille Tuohy 18 G; (B) cathéter 19 G; (C) Connecteur pour le cathéter; (D) seringue à faible résistance de 10ml(10)

L'approche directe du placement du cathéter péri-dural dans l'espace péri-dural est souvent raisonnablement simple à exécuter en raison de repères facilement palpables, courte distance entre la peau et l'espace péri-dural et l'anatomie favorable de la colonne vertébrale. Comme chez l'adulte, le clinicien doit utiliser une perte de résistance à l'air ou la technique saline pour identifier la espace péri-dural(25).

Les anesthésiques locaux couramment utilisés pour la perfusion péri-durale chez les patients pédiatriques sont la bupivacaïne, ropivacaïne et / ou lévobupivacaïne (tableau1). En plus du mode perfusion continu, la ropivacaïne peut également être administrée à un patient mode analgésie péri-durale contrôlée (PCEA)

Tableau 3 :Doses suggérées pour l'analgésie péri-durale(10)

Local anesthetic	Loading dose solution (%)	Loading dose (mL/kg)	Infusion solution (%)	Infusion limit (mg/kg/h)
Bupivacaine	0.25	0.5	0.1-0.125	<0.25-0.4
Ropivacaine	0.2	0.5	0.2	0.4
Levobupivacaine	0.25	0.5-1	0.0625-0.125	0.3

B Bloc para vertébrale thoracique

Le PVB est considéré dans de nombreux cas comme une alternative à APD pour les patients subissant une chirurgie thoracique(26). La technique, comme chez l'adulte, est généralement réalisée sous guidage par ultrasons permettant la localisation de l'espace péri-dural(27).la technique consiste à l'injection dans le plan de l'anesthésique local au niveau de l'espace para vertébrale correspondant au site de l'incision. Il existe deux modalités d'administration l'injection unique ou l'administration continue par la mise en place d'un cathéter.

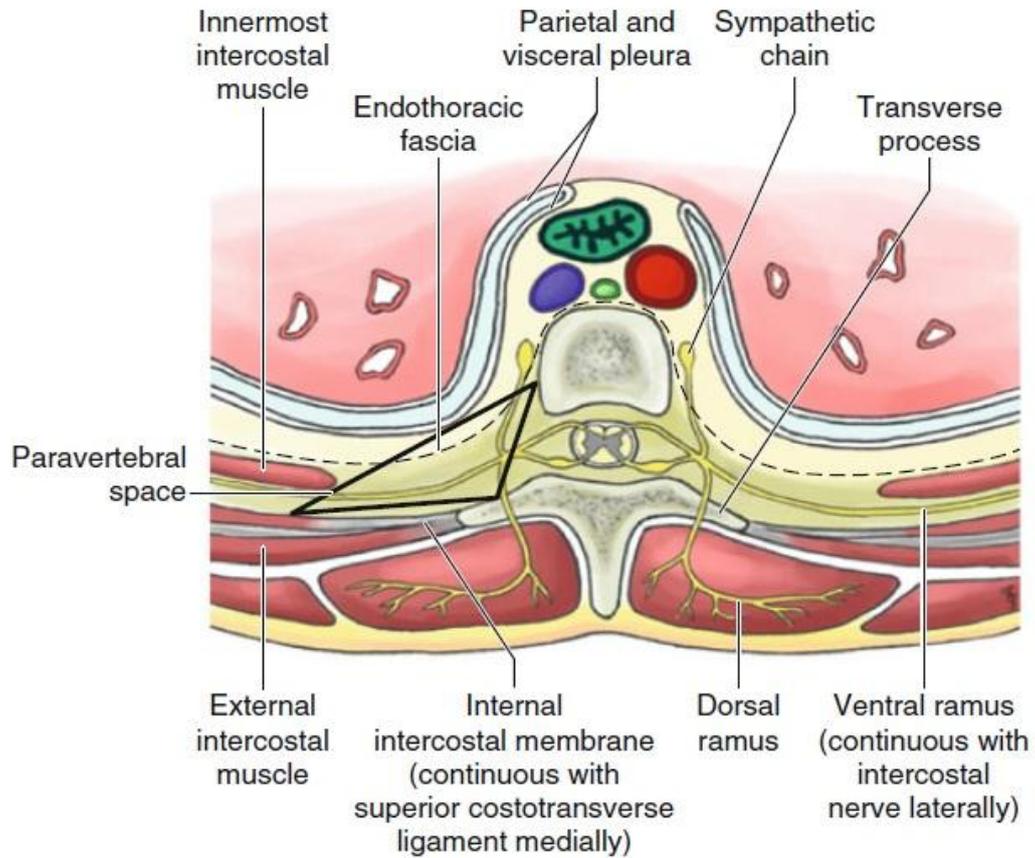


FIG35 : coupe anatomique de l'espace para vertébrale(28)

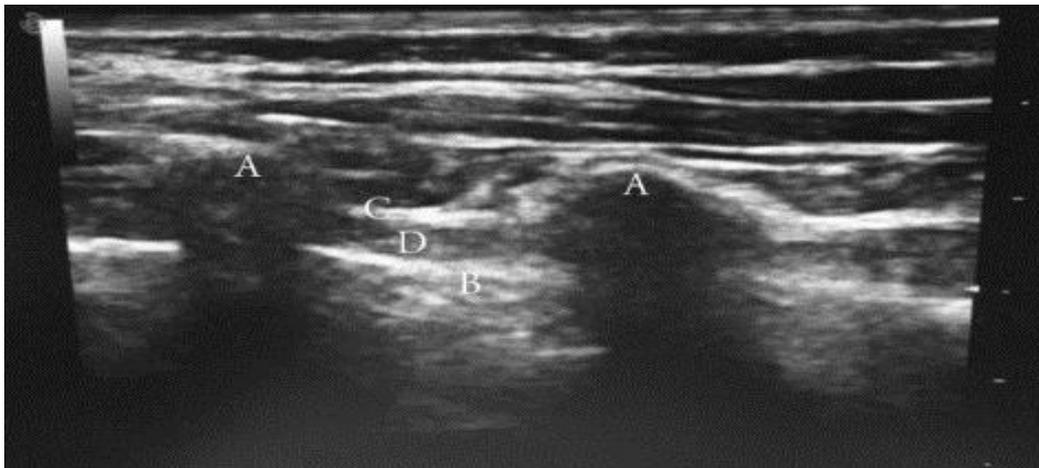


FIG36: repérage échographique de l'espace para vertébrale (A) processus transverse, (B) plèvre,(C) membrane intercostale,(D)espace para vertébrale(29)

C Bloc des érecteurs du rachis(ESPB)

L'ESPB est une nouvelle technique décrite pour la première fois chez l'adulte par Forero en 2016 (30). Dans ce bloc, l'anesthésique local est injecté sous guidage échographique dans le plan profond entre muscle érecteur du rachis et l'apophyse transverse à T5. Ce bloc est techniquement facile à exécuter dans la plupart des cas et est présumé être plus sûr qu'APD et BPV parce que le site d'injection est loin de la plèvre et des structures neuro axiales. De plus, il y a des preuves croissantes de l'efficacité de l'ESPB pour la gestion de la douleur après une chirurgie thoracique chez l'adulte. Chez les enfants, il n'existe encore que des rapports de cas pour documenter le placement et l'efficacité de ce bloc(31).

D Paracétamol et AINS

Indépendamment du fait que le clinicien ait ou non décidé de utiliser une technique régionale AINS et paracétamol devrait être administré de façon systématique tout en respectant leur rare contre-indication d'administration pour former la base d'une stratégie analgésique multimodale. Leurs impact sur la diminution de la consommation d'opioïdes est démontré(32).

E Morphinique

Les opioïdes restent une composante importante des protocoles multimodaux pour la gestion de la douleur modérée à sévère après chirurgie thoracique. Ils sont souvent combinés avec une seule technique d'analgésie locorégionale.

L'analgésie intraveineuse contrôlée par le patient (PCA) en est une des stratégies les plus courantes et les plus efficaces pour l'administration post opératoire des opioïdes aux patients. Pour les enfants, gestion des prises à la demande avec une PCA est généralement réservée aux patients de plus de 6 ans. Chez les enfants plus jeunes, souvent une infirmière ou un parent après un minimum de formation peut également servir de substitut à aider les jeunes patients à gérer une PCA. la perfusion basale continu d'opioïdes n'est généralement pas recommandée mais peut être envisagée en cas de soulagement insuffisant de la douleur(33).

VI. La période post opératoire

L'extubation trachéale à la fin de la chirurgie thoracique est souvent la règle. Cependant, le patient porteur d'une atteinte cardio-pulmonaire sévère, les complications liées au déroulement de la chirurgie et les complications postopératoire peuvent empêcher l'extubation en salle opératoire indiquant une extubation différée en réanimation après optimisation des différents paramètres.

Bien que la chirurgie thoracique soit une chirurgie délabrante et pourvoyeuse de douleur postopératoire intense responsable de limitation fonctionnelle et complications respiratoire importante, la stratégie d'analgésie multimodale associant une analgésie locorégionale, couplée aux moyens d'analgésie parentérale, permettent de minimiser l'inconfort et accélérer le processus de réhabilitation.

Que ce soit dans la salle d'opération ou dans la réanimation, avant l'extubation le patient doit être éveillé, bien respirer, capable de tousser et de maintenir ouverte ses voies aérienne, capable de maintenir une oxygénation acceptable avec pas plus de 40% d'oxygène inspiré. Une radiographie thoracique doit être obtenue dès que possible après la chirurgie pour détecter tout pneumothorax ou atélectasie. L'atélectasie est courante et répond généralement à la kinésithérapie respiratoire, à l'encouragement à la toux, et si nécessaire à l'aspiration endo trachéale.

L'évolution postopératoire dépend à la fois du terrain sous-jacent de l'enfant de l'affection thoracique et de l'intervention chirurgicale. Après lobectomie simple, la plupart des enfants se développent normalement et ont une tolérance à l'exercice normale(34).

CONCLUSION

L'anesthésie thoracique chez les nourrissons et les enfants est un défi pour l'anesthésiste. Il s'agit notamment de la préparation préopératoire, l'obtention d'une ventilation uni pulmonaire à travers des voies aériennes de petit calibre, le maintien d'un équilibre délicat entre la ventilation et la stabilité hémodynamique tout en permettant au chirurgien d'accéder à une cavité intra thoracique très limitée. La communication constante avec le chirurgien sur l'évolution des situations est essentielle pour le succès de la procédure.

L'anesthésie en chirurgie thoracique connaît des évolutions récentes marquées notamment par l'abord moins invasif de la chirurgie par vidéo thoracoscopie. Cette tendance associée aux protocoles analgésiques postopératoires incluant en plus des moyens d'analgésie parentérale, de nouvelles techniques d'analgésie locorégionale écho guidée, s'inscrivent dans une stratégie globale de réhabilitation accélérée ayant comme objectif de limiter la perte de fonction et la survenue d'événements indésirables postopératoires ainsi que le raccourcissement de la durée d'hospitalisation et le retour précoce à domicile.

Malgré les moyens techniques limités, les résultats observés dans notre série témoignent de la qualité et la sécurité des procédures de prise en charge anesthésique pour chirurgie thoracique pédiatrique, promulguées par l'équipe d'anesthésie réanimation de l'hôpital mère enfant du CHU Hassan II de Fès. Néanmoins des progrès restent à faire afin d'aligner nos pratiques avec ce qui se fait de mieux par le monde. Un processus de mise à niveau et de développement de nos protocoles de soins intégrant les dernières techniques de ventilation uni pulmonaire et d'analgésie écho guidée est déjà mis en œuvre basé sur l'engagement, la motivation et l'abnégation de l'ensemble de notre équipe.

RESUME

INTRODUCTION

L'anesthésie pour chirurgie thoracique pédiatrique constitue un défi de prise en charge pour le médecin anesthésiste. La population pédiatrique présente des particularités physiologiques avec des contraintes hémodynamique et respiratoire différente de la population adulte.

Notre étude a pour objectif d'observer les pratiques et le processus prise en charge de l'équipe d'anesthésie réanimation de l'hôpital mère enfant du chu Hassan II de Fès, d'analyser les résultats de prise en charge, de les comparer aux pratiques et standards internationaux. Afin de pouvoir capitaliser sur les acquis et se projeter sur le manquement à combler pour rendre notre centre un leader national et africain de chirurgie thoracique pédiatrique.

MATERIEL ET METHODES

Il s'agit d'une étude transversale descriptive intitulée anesthésie et analgésie pour chirurgie thoracique pédiatrique réalisée au service d'anesthésie réanimation Mère Enfant du CHU Hassan II de FES sur une durée de 18 mois (du 01 Juillet 2018 au 31 Décembre 2019) et ayant inclus 30 enfants.

Nous avons inclus tous les enfants de 0 âge à 16 ans admis pour chirurgie thoracique au niveau du bloc central de l'hôpital mère enfants du CHU HASSAN II de Fès.

RESULTATS

L'âge moyen de notre population d'étude est de 7,65 ans avec un écart type \pm 4,8, un âge médian de 8 ans les âges extrêmes vont de 2 mois à 16 ans. La répartition selon le sexe retrouve 53% de sexe masculin et 47% de sexe féminin ; La pathologie infectieuse constitue la principale cause d'intervention de chirurgie thoracique pédiatrique avec 24 cas ce qui représente 80% du nombre totale des interventions ;le kyste hydatique du poumon (KHP) représente l'étiologie la plus fréquente de la chirurgie thoracique pédiatrique avec 18 cas représentant 60% du total des interventions.

L'intubation sélective a été réalisée chez 20 enfants soit 67% des enfants opérés pour chirurgie thoracique. L'intubation sélective a été réalisée par sonde double lumière chez 4 enfants soit 20% des patients et par une sonde d'intubation simple lumière chez 16 enfants soit 80% de notre population d'étude. Le contrôle de

l'intubation sélective était fait par l'examen clinique à travers l'auscultation pulmonaire chez la majorité des enfants soit 16 représentant 80% des opérés et par échographie thoracique chez 4 enfants soit 20% de notre série.

La voie d'abord chirurgicale la plus utilisée fut la thoracotomie chez 26 enfants soit 87% tandis que la thoracoscopie a été réservée à 4 patient représentant 13% de la population d'études ; L'anesthésie loco régional est un pilier essentiel dans la prise en charge intégrée de la douleur en péri opératoire de la chirurgie thoracique pédiatrique. Huit enfants ont bénéficié de ce moyen analgésique soit 26% reparti entre le bloc para vertébral pour 4 enfants soit 13% du total des interventions recensés pendant la durée de notre étude. L'analgésie péridurale chez deux enfants soit 7% de notre série et l'infiltration chirurgicale pour 2 enfants soit 7%.

L'admission en réanimation en post opératoire de la chirurgie a été de mise pour 14 enfants soit 47% de notre série. La survie à une année était de 100% des enfants suivi.

CONCLUSION

L'anesthésie thoracique chez les nourrissons et les enfants est un défi pour l'anesthésiste. Il s'agit notamment de la préparation préopératoire, l'obtention d'une ventilation uni pulmonaire à travers des voies aériennes de petit calibre, le maintien d'un équilibre délicat entre la ventilation et la stabilité hémodynamique tout en permettant au chirurgien d'accéder à une cavité intra thoracique très limitée. La communication constante avec le chirurgien sur l'évolution des situations est essentielle pour le succès de la procédure.

BIBLIOGRAPHIE

1. Golianu B, Hammer GB. Pediatric thoracic anesthesia. *Current Opinion in Anesthesiology*. févr 2005;18(1):5.
2. Semmelmann A, Kaltofen H, Loop T. Anesthesia of thoracic surgery in children. *Paediatr Anaesth*. 2018;28(4):326-31.
3. Khattala K, Elmadi A, Rami M, Bouamama H, Bouabdallah Y. Kyste hydatique pulmonaire chez l'enfant traité par thoracoscopie: huit ans d'expérience. *Pan Afr Med J [Internet]*. 12 juill 2013 [cité 5 janv 2020];15. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3810153/>
4. Guen ML, Fischler M. Anesthésie pour chirurgie thoracique. /data/traites/an/36-59007/ [Internet]. 8 janv 2016 [cité 5 janv 2020]; Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/en/article/1024978>
5. Pruszkowski O, Dalibon N, Moutafis M, Jugan E, Law-Koune JD, Laloë PA, et al. Effects of propofol vs sevoflurane on arterial oxygenation during one-lung ventilation. *Br J Anaesth*. avr 2007;98(4):539-44.
6. Schilling T, Kozyan A, Senturk M, Huth C, Reinhold A, Hedenstierna G, et al. Effects of volatile and intravenous anesthesia on the alveolar and systemic inflammatory response in thoracic surgical patients. *Anesthesiology*. juill 2011;115(1):65-74.
7. Choudhry DK. Single-lung ventilation in pediatric anesthesia. *Anesthesiol Clin North Am*. déc 2005;23(4):693-708, ix.
8. pubmeddev, al ST et. Airway structure, function and development in health and disease. - PubMed - NCBI [Internet]. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14717868>
9. Foundations of Anesthesia - 2nd Edition [Internet]. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.elsevier.com/books/foundations-of-anesthesia/hemmings/978-0-323-03707-5>
10. Piccioni F, Templeton TW, Morris B, Valenza F. Pediatric thoracic anesthesia: airway management for lung isolation and postoperative analgesia. *Pediatric Medicine [Internet]*. 19 juin 2019 [cité 5 janv 2020];2(0). Disponible sur: <http://pm.amegroups.com/article/view/4892>
11. Letal M, Theam M. Paediatric lung isolation. *BJA Education*. févr 2017;17(2):57-62.

12. Kubota H, Kubota Y, Toyoda Y, Ishida H, Asada A, Matsuura H. Selective blind endobronchial intubation in children and adults. *Anesthesiology*. oct 1987;67(4):587-9.
13. Campos J. Lung Isolation. In: Slinger M FRCPC, Peter, éditeur. *Principles and Practice of Anesthesia for Thoracic Surgery* [Internet]. New York, NY: Springer; 2011 [cité 5 janv 2020]. p. 227-46. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0184-2_16
14. Borchardt RA, LaQuaglia MP, McDowall RH, Wilson RS. Bronchial injury during lung isolation in a pediatric patient. *Anesth Analg*. août 1998;87(2):324-5.
15. Fitzgerald DJ. TECHNIQUES FOR SINGLE LUNG VENTILATION IN INFANTS AND CHILDREN. 2015;7.
16. *Principles and Practice of Mechanical Ventilation, 3e* | AccessMedicine | McGraw-Hill Medical [Internet]. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <https://accessmedicine.mhmedical.com/book.aspx?bookID=520>
17. Fuji Systems Corporation UNIBLOCKER [Internet]. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: http://www.fujisys.co.jp/en/products/anesthesiology/product-ane_004_en.html
18. Purohit A, Bhargava S, Mangal V, Parashar VK. Lung isolation, one-lung ventilation and hypoxaemia during lung isolation. *Indian Journal of Anaesthesia*. 9 janv 2015;59(9):606.
19. Parab SY, Divatia JV, Chogle A. A prospective comparative study to evaluate the utility of lung ultrasonography to improve the accuracy of traditional clinical methods to confirm position of left sided double lumen tube in elective thoracic surgeries. *Indian Journal of Anaesthesia*. 8 janv 2015;59(8):476.
20. Álvarez-Díaz N, Amador-García I, Fuentes-Hernández M, Dorta-Guerra R. Comparison between transthoracic lung ultrasound and a clinical method in confirming the position of double-lumen tube in thoracic anaesthesia. A pilot study. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. juill 2015;62(6):305-12.
21. Futier E, Marret E, Jaber S. Perioperative positive pressure ventilation: an integrated approach to improve pulmonary care. *Anesthesiology*. août 2014;121(2):400-8.
22. Hovaguimian F, Lysakowski C, Elia N, Tramèr MR. Effect of intraoperative high inspired oxygen fraction on surgical site infection, postoperative nausea and vomiting, and pulmonary function: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesthesiology*. août 2013;119(2):303-16.

23. Kozian A, Schilling T, Schütze H, Senturk M, Hachenberg T, Hedenstierna G. Ventilatory protective strategies during thoracic surgery: effects of alveolar recruitment maneuver and low-tidal volume ventilation on lung density distribution. *Anesthesiology*. mai 2011;114(5):1025-35.
24. Rozé H, Lafargue M, Ouattara A. Case scenario: Management of intraoperative hypoxemia during one-lung ventilation. *Anesthesiology*. janv 2011;114(1):167-74.
25. Ivani G, Suresh S, Ecoffey C, Bosenberg A, Lonnqvist P-A, Krane E, et al. The European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy and the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Joint Committee Practice Advisory on Controversial Topics in Pediatric Regional Anesthesia. *Reg Anesth Pain Med*. oct 2015;40(5):526-32.
26. Visoiu M. Paediatric regional anaesthesia: a current perspective. *Curr Opin Anaesthesiol*. oct 2015;28(5):577-82.
27. Boretsky K, Visoiu M, Bigeleisen P. Ultrasound-guided approach to the paravertebral space for catheter insertion in infants and children. *Paediatr Anaesth*. déc 2013;23(12):1193-8.
28. Hartigan PM, éditeur. *Practical Handbook of Thoracic Anesthesia* [Internet]. New York: Springer-Verlag; 2012 [cité 12 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.springer.com/gp/book/9780387884929>
29. Kendigelen P, Özcan R, Emre Ş . Ultrasound-Guided Thoracic Paravertebral Block Experience in a Child. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. févr 2016;44(1):57-8.
30. Forero M, Adhikary SD, Lopez H, Tsui C, Chin KJ. The Erector Spinae Plane Block: A Novel Analgesic Technique in Thoracic Neuropathic Pain. *Reg Anesth Pain Med*. oct 2016;41(5):621-7.
31. Gaio-Lima C, Costa CC, Moreira JB, Lemos TS, Trindade HL. Continuous erector spinae plane block for analgesia in pediatric thoracic surgery: A case report. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. mai 2018;65(5):287-90.
32. Vittinghoff M, Lönqvist P-A, Mossetti V, Heschl S, Simic D, Colovic V, et al. Postoperative pain management in children: Guidance from the pain committee of the European Society for Paediatric Anaesthesiology (ESPA Pain Management Ladder Initiative). *Paediatr Anaesth*. 2018;28(6):493-506.
33. Grass JA. Patient-controlled analgesia. *Anesth Analg*. nov 2005;101(5 Suppl):S44-61.
34. Shaffer TH, Wolfson MR, Panitch HB. Airway structure, function and development in health and disease. *Paediatr Anaesth*. janv 2004;14(1):3-14.

