

# GESTION ANESTHESIQUE PER ET POSTOPERATOIRE EN NEUROCHIRURGIE PEDIATRIQUE

## Résumé

L'anesthésie pédiatrique représente, en soi, un défi important pour l'anesthésiste.

Les particularités physiologiques et anatomiques du nouveau-né, du nourrisson et de l'enfant, liées à la croissance, contribuent largement au défi anesthésique.

Le but de notre étude est de mettre en exergue les modalités de la prise en charge anesthésique peropératoire et postopératoire au niveau du service de neurochirurgie du CHU de Bejaia par la réalisation d'une étude descriptive rétrospective s'étalant sur une année du 01 janvier au 31 décembre 2019.

Nous avons recensé 46 patients dont 28 patients de sexe masculin et 18 de sexe féminin avec un sex-ratio de 1.55. La moyenne d'âge est de 4 ans avec un pic de fréquence dans la tranche d'âge [6 -16 ans].

Les interventions dans le cadre d'urgence nécessitent une adaptation anesthésique adéquate à cette situation ; la gestion de l'induction et de l'entretien permet le bon déroulement du geste chirurgical et réduit la morbi-mortalité.

L'hémorragie peropératoire constitue la complication la plus fréquente dans notre série avec une fréquence de 30%, a pu être jugulée grâce aux habitudes du service.

Dans les complications propre à l'anesthésie nous souligneront les accidents respiratoires pouvant survenir au cours des différentes étapes de l'anesthésie; bronchospasme 9 %, laryngospasme 7 %.

Néanmoins, nous avons enregistré 3 décès, dont 2 par engagement cérébral et 1 par retard de transfusion.

**Mots clés :** anesthésie, pédiatrie, neurochirurgie, peropératoire, postopératoire.

Université Abderrahmane Mira Bejaia

CHU de BEJAIA

FACULTE DE MEDECINE



## Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de Docteur en Médecine

# GESTION ANESTHESIQUE PER ET POSTOPERATOIRE EN NEUROCHIRURGIE PEDIATRIQUE



Présentée et soutenue publiquement le 09 Novembre 2020 par :

**BOUCHEKOURA HAMZA & BOUKRARA INES**

Encadrés par : Dr. HADJADJ

*Membres du jury :*

*Président :* Pr. IZIROUEL

*Examineurs :*

Dr. DJOULANE

Dr. FERKANE

2019-2020

**GESTION ANESTHESIQUE PER ET POSTOPERATOIRE  
EN NEUROCHIRURGIE PEDIATRIQUE**

**Thèse**

**En vue de l'obtention du diplôme de Docteur en Médecine**

*Présentée et soutenue publiquement le 09 Novembre 2020 par :*

**BOUCHEKOURA HAMZA & BOUKRARA INES**

**Encadrés par : Dr. HADJADJ**



SERMENT D'  
HIPPOCRATE

« Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père. Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque. »



L'Ordre des Médecins



## **Remerciements**

Après avoir rendu grâce à Dieu le Tout Puissant et le Miséricordieux, nous tenons à remercier vivement tous ceux qui ; de près ou de loin ; ont participé à la réalisation de ce travail. Il s'agit particulièrement de :

Professeur IZIROUEL ; c'est par plaisir que nous recevons l'honneur  
que vous nous faites en présidant notre jury.

Vous avez franchement contribué à notre formation et vous resterez pour  
vos élèves un exemple par la clarté et la richesse de votre enseignement, par  
votre sagesse et dévouement.

Recevez cher professeur, l'expression de notre profond respect et  
considération.

Docteur HADJADJ ; notre encadreur de thèse ; Vous nous avez guidées  
avec beaucoup de rigueur dans la réalisation de ce travail malgré vos  
nombreuses occupations.

Qu'il nous soit permis ici de vous témoigner notre plus grande gratitude et  
respect.

Docteur DJOULANE et Docteur FERKANE ; vous nous faites  
l'honneur d'examiner ce modeste travail.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre reconnaissance et notre grand  
respect.

Nous tenons également à remercier tous les professeurs et maîtres assistants de la faculté de  
médecine de Bejaia.

Recevez chers maitres nos sincères remerciements.

## Dédicaces

A mes chers parents,

Aux deux êtres qui m'ont prodigué tant d'amour, d'affection, et de bonheur, qui ont fait tant de sacrifices pour mon éducation, mes études et mon bien-être, qui m'ont comblée par leur soutien et encouragements, leurs prières

durant toute mon existence.

Vous êtes pour moi l'exemple de droiture, de patience et de persévérance, je vous aime.

A mes chères sœurs Chanez et Melissa, je suis

très reconnaissant pour le bonheur, l'amour et la bonne humeur que vous m'apportez, grâce à votre présence et au soutien que vous m'avez toujours exprimé. Je vous souhaite tout le bonheur, la réussite et la bonne santé.

A mes tantes maternelles:

Je ne pourrais jamais exprimer le respect que j'ai pour vous. Vos prières, vos encouragements et votre soutien m'ont toujours été d'un grand secours.

A tous les membres de ma famille, à qui j'exprime toute mon affection et mon respect.

A celle qui a toujours été là pour moi quelles que soient les circonstances, ma bouffée d'oxygène, merci pour TOUT. Que dieu nous garde l'un pour l'autre.

H. BOUCHEKOURA

## **Dédicaces**

A ma chère mère,

Cette femme forte et courageuse qui m'a appris à persévérer dans la vie et à toujours donné plus pour avoir mieux.

Aujourd'hui c'est grâce à toi que je suis devenue médecin je te dédie cette réussite et te fais la promesse de continuer à faire mieux et plus.

A mon cher père,

Cette homme fière et ambitieux, qui a toujours été là pour m'offrir un avenir meilleur. Aujourd'hui je réalise l'un de tes rêves je te dédie cette réussite et te remercie d'être mon papa.

A mon cher petit frère Anis et à ma chère petite sœur Melissa, je vous suis reconnaissante pour ce que vous apportez à ma vie chaque jour. Je vous souhaite tout le bonheur, la réussite et bonne santé.

A mes grands-parents maternels et paternels, à mes oncles, et à mes tantes, à mes cousins et cousines à qui j'exprime toute mon affection et mon respect.

A mon binôme sans qui se travail n'aurait pu être achevé ; à mon ami qui a apporté sa petite touche personnelle à nos plus belles années en médecine ; à mon confident qui a su m'accepter et faire jaillir en moi une lueur d'espoir, à toi qui a changé le cour de ma vie, aujourd'hui nous réalisant une des plus importantes étapes de notre vie ensemble dans l'espoir de rester l'un à coté de l'autre pour tous se qui suivra.

I.BOUKRARA

### *Liste des abréviations*

ACSOS : Agressions Cérébrales Secondaires d'Origine Systémique.

ATCD: Antecedents.

ASA: American Society of Anesthesiologists.

CAM : Concentration Alvéolaire Moyenne.

DVP : Dérivation Ventriculo-Péritonéale.

DVA : Dérivation Ventriculo-Atriale.

DSC : Débit Sanguine Cérébral.

HED : Hématome Extra Dural.

HIC : Hypertension Intra Crânienne.

IMC : Infirmité Motrice Cérébrale.

LCR : Liquide Céphalo Rachidien.

NCA : Nurse Controled Analgesia.

PIC : Pression Intra Crânienne.

PPC : Pression de Perfusion Cérébrale.

RVP : Résistance Vasculaire Périphérique.

SNC : Système Nerveux Central.

SCG : Glasgow Coma Score.

TC : Traumatisme Crânien.

## *Liste des figures*

Figure 01 : Classification ASA.

Figure 02 : Localisation supra-sellaire du craniopharyngiome à l'IRM.

Figure 03 : Tumeur des voies optiques visualisées à l'IRM.

Figure 04 : Localisation de la glande pinéale.

Figure 05 : Visualisation de la tumeur pinéale à l'IRM.

Figure 06 : Localisation du plexus choroïde.

Figure 07 : Classification topographique des tumeurs cérébrales de l'enfant.

Figure 08 : Présentation d'un enfant atteint d'une scaphocéphalie.

Figure 09 : Présentation d'un enfant atteint d'une trigonocéphalie.

Figure 10 : Présentation d'un nouveau-né atteint d'une plagiocéphalie.

Figure 11 : Présentation d'un nourrisson atteint d'une brachycéphalie.

Figure 12 : Présentation d'un enfant atteint d'une oxycéphalie.

Figure 13 : Présentation d'un enfant atteint du syndrome de Crouzon.

Figure 14 : Présentation du syndrome d'alpert.

Figure 15 : Présentation d'un enfant atteint du syndrome de Saerthre-Chötzen.

Figure 16 : Présentation d'un nourrisson atteint d'une hydrocéphalie.

Figure 17 : Etiologies des hydrocéphalies.

Figure 18 : Présentation d'un scalp chez un enfant.

Figure 19 : Fracture de la voute mise en évidence par radiographie du crâne.

Figure 20 : Embarrure en balle de pingpong.

Figure 21 : Représentation selon les tranches d'âge.

Figure 22 : Représentation selon le sexe des patients.

Figure 23 : Répartition des pathologies neurochirurgicales selon le sexe.

Figure 24 : Répartition selon les ATCD médicaux.

Figure 25 : Répartition selon les ATCD chirurgicaux.

Figure 26 : Répartition selon le caractère urgent ou programmé de l'intervention.

Figure 27 : Répartition selon les interventions programmées.

Figure 28 : Répartition selon les interventions urgentes.

Figure 29 : Répartition selon les pathologies.

Figure 30 : Répartition selon les motifs d'intervention.

Figure 31 : Répartition selon le score ASA.

Figure 32 : Répartition selon l'antibioprophylaxie.

Figure 33 : Répartition selon les produits d'induction.

Figure 34 : Répartition selon les produits d'entretien.

Figure 35 : Répartition des produits anesthésique en fonction du caractère urgent ou programmé de l'intervention.

Figure 36 : Répartition selon les analgésiques utilisés.

Figure 37 : Répartition selon les curares utilisés.

Figure 38 : Répartition selon le type de sonde d'intubation.

Figure 39 : Répartition selon le positionnement du malade.

Figure 40 : Répartition des positionnements selon les pathologies.

Figure 41 : Répartirons selon complications peropératoires.

Figure 42 : Répartition selon la transfusion.

Figure 43 : Répartition selon le type du sang transfusé.

Figure 44 : Répartition selon la durée d'intervention.

Figure 45 : Répartition selon les complications postopératoire.

Figure 46 : Répartition des complications postopératoire selon les pathologies.

Figure 47 : Le taux de mortalité.

Figure 48 : Classification ALTMEIER.

### ***Liste des tableaux***

Tableau 01 : Représentation selon les tranches d'âge.

Tableau 02 : Représentation selon le sexe.

Tableau 03 : Répartition des pathologies neurochirurgicales selon le sexe.

Tableau 04 : Répartition selon les ATCD médicaux.

Tableau 05 : Répartition selon les ATCD chirurgicaux.

Tableau 06 : Répartition selon le caractère urgent ou programmé de l'intervention.

Tableau 07 : Répartition selon les interventions programmées.

Tableau 08 : Répartition selon les interventions programmées.

Tableau 09 : Répartition selon les pathologies.

Tableau 10 : Répartition selon les motifs d'intervention.

Tableau 11 : Répartition selon le score ASA.

Tableau 12 : Répartition selon l'antibioprophylaxie.

Tableau 13 : Répartition selon les produits d'induction.

Tableau 14 : Répartition selon les produits d'entretien.

Tableau 15 : Répartition des produits anesthésique en fonction du caractère urgent ou programmé de l'intervention.

Tableau 16 : Répartition selon les analgésiques utilisés.

Tableau 17 : Répartition selon les curares utilisés.

Tableau 18 : Répartition selon le type de sonde d'intubation.

Tableau 19 : Répartition selon le positionnement du malade.

Tableau 20 : Répartition des positionnements selon les pathologies.

Tableau 21 : Répartirons selon complications peropératoires.

Tableau 22 : Répartirons des complications hémorragiques selon les pathologies.

Tableau 23 : Répartition selon la transfusion.

Tableau 24 : Répartition selon le type du sang transfusé.

Tableau 25 : Répartition selon la durée d'intervention.

Tableau 26 : Répartition selon les complications postopératoire.

Tableau 27 : Répartition des complications postopératoire selon les pathologies.

Tableau 28 : Le taux de mortalité.

Tableau 29 : Sex-ratio selon les séries.

Tableau 30 : Sex-ratio dans la pathologie traumatique selon les séries.

Tableau 31 : Incidence de bronchospasme selon les séries.

Tableau 32 : Les différents taux de complications infectieuses rapportés dans la littérature.

Tableau 33 : Le taux de mortalité selon les séries.

## *Table des matières*

### **PARTIE THEORIQUE**

I.	Introduction.....	1
II.	Généralités et définitions.....	2
A.	Une induction anesthésique :.....	2
1.	L'induction inhalatrice :.....	2
2.	L'induction intraveineuse :.....	3
B.	L'entretien de l'anesthésie :.....	3
C.	Une analgésie intraveineuse :.....	3
D.	Une curarisation :.....	4
E.	L'anesthésie en neurochirurgie :.....	5
III.	Historique.....	7
IV.	Particularités anesthésiques de l'enfant :.....	9
A.	Les particularités psychologiques :.....	9
B.	Les particularités anatomiques :.....	9
1.	Abord veineux :.....	9
a)	Abord veineux périphérique :.....	9
b)	Abord veineux central :.....	9
2.	Intubation trachéale :.....	10
a)	Choix du type de sonde :.....	10
C.	Les particularités pharmacologiques en anesthésie pédiatrique.....	10
D.	Les particularités physiologiques :.....	11
1.	L'équilibre thermique :.....	11
2.	Besoins hydriques :.....	11
3.	Ventilation :.....	11
E.	Complication particulière à l'anesthésie de l'enfant :.....	12

1.	Le laryngospasme :.....	12
2.	Le bronchospasme :.....	12
F.	Classification du risque de l'anesthésie pédiatrique : .....	12
V.	Anesthésie-réanimation des tumeurs :.....	14
A.	Tumeurs de l'enfant :.....	14
1.	Craniopharyngiome :.....	14
2.	Tumeurs des voies optiques :.....	14
3.	Tumeurs de la région pinéale : .....	15
4.	Tumeurs des plexus choroïdes :.....	15
5.	Tumeurs de la fosse cérébrale postérieure :.....	16
B.	Impératifs anesthésiques :.....	17
C.	Période préopératoire :.....	18
D.	Période peropératoire :.....	18
1.	Complication peropératoire :.....	20
E.	Période postopératoire :.....	20
1.	Réanimation postopératoire :.....	20
2.	Complication postopératoire : .....	21
F.	Particularité des tumeurs supra-tentorielle :.....	21
G.	Particularité des tumeurs sous-tentorielle :.....	21
VI.	Anesthésie réanimation des craniosténoses : .....	22
A.	Type de craniosténose : .....	22
1.	La scaphocéphalie : .....	22
2.	La trigonocéphalie :.....	23
3.	La plagiocéphalie :.....	23
4.	La brachycéphalie :.....	24
5.	L'oxycéphalie :.....	24
6.	Les formes syndromiques de craniosténoses :.....	25

a)	Syndrome de Crouzon :	25
b)	Syndrome d'alpert :	25
c)	Syndrome de Pfeiffer :	26
d)	Syndrome de Saerthre-Chötzen :	26
B.	Impératifs anesthésiques :	26
C.	Période préopératoire :	27
D.	Période per opératoire :	28
1.	Monitoring per opératoire :	28
2.	Technique anesthésique :	28
3.	Complication peropératoire :	30
E.	Période postopératoire :	31
1.	Réanimation postopératoire :	31
2.	Complication postopératoire :	32
VII.	Anesthésie réanimation des hydrocéphalies :	33
A.	Types d'hydrocéphalies :	33
1.	Hydrocéphalie obstructive (non communicante) :	33
2.	Hydrocéphalie communicante :	33
3.	Hydrocéphalie à pression normale :	33
B.	Etiologies des hydrocéphalies [67] :	33
C.	Impératifs anesthésiques :	34
D.	Période préopératoire :	34
E.	Période peropératoire :	34
F.	Période postopératoire :	35
1.	Complication mécanique :	35
2.	Complications infectieuses :	35
VIII.	Anesthésie réanimation des traumatismes cranio- cérébraux :	36
A.	Types de lésions :	36

1.	Lésions primaires crano-encéphalique :	36
a)	Les plaies du scalp :	36
b)	Les fractures de la voûte :	36
c)	Les fractures de la base :	37
d)	Les hématomes intracrâniens :	37
2.	Les lésions parenchymateuses primaires :	37
3.	Les lésions secondaires :	37
B.	Impératifs anesthésiques :	38
C.	Période préopératoire :	40
D.	Période per opératoire :	41

## **PARTIE PRATIQUE**

I.	Introduction :	43
A.	Buts spécifiques :	43
II.	LE MATERIEL :	44
A.	Le lieu d'étude :	44
B.	Infrastructures et personnels :	44
C.	Activités :	45
III.	METHODOLOGIE :	46
A.	Critères d'inclusion :	46
B.	Critères d'exclusion :	46
IV.	RESULTATS :	51
A.	Identification du patient :	51
1.	Répartition selon les tranches d'âge :	51
2.	Répartition selon le sexe :	52
3.	Répartition des pathologies neurochirurgicales selon le sexe :	53
B.	Données cliniques :	54
1.	Antécédents médico-chirurgicaux :	54

a)	Antécédents médicaux :	54
b)	Antécédents chirurgicaux :	55
C.	Caractère programmé ou urgent de l'intervention :	57
1.	Les interventions programmées :	58
2.	Interventions urgentes :	59
D.	Répartition selon les pathologies :	60
E.	Evaluation du patient :	62
1.	Période préopératoire :	62
a)	Paramètres biologique :	63
2.	Période peropératoire :	64
a)	Antibioprophylaxie :	64
b)	Données anesthésiques :	65
c)	Répartition des produits anesthésique en fonction du caractère urgent ou programmé de l'intervention :	67
d)	Les analgésiques :	68
e)	Les curares :	69
f)	Les sondes d'intubation :	70
g)	Ventilation :	71
h)	Positionnement :	71
i)	Complications :	74
j)	Transfusion :	76
k)	Durée d'innervation :	78
3.	Période postopératoire :	79
a)	Complication postopératoire :	79
F.	Mortalité :	82
V.	Discussion :	84
A.	Epidémiologie :	84

1.	Identification du patient :.....	84
a)	Répartition selon l'âge :.....	84
b)	Répartition selon le sexe :.....	84
B.	Donnée clinique :.....	86
1.	Antécédents médicaux chirurgicaux :.....	86
C.	Caractère programmé ou urgent de l'intervention :.....	86
D.	Evaluation du patient :.....	87
1.	Période préopératoire :.....	87
2.	Période peropératoire :.....	87
a)	Antibioprophylaxie :.....	87
b)	Données anesthésique :.....	88
3.	Période postopératoire :.....	94
a)	Complications postopératoire :.....	94
E.	La mortalité :.....	96
VI.	Recommandations :.....	97
VII.	Conclusion :.....	98
	Bibliographie :.....	99

# Partie théorique

## I. Introduction

L'enfant n'est pas un adulte miniature, il présente des particularités physiologiques, physiopathologiques et psychologiques qui peuvent influencer la présentation clinique, le retentissement et les complications d'une pathologie cérébrale, et donc la prise en charge.

Les interventions neurochirurgicales ne vont faire qu'amplifier la complexité de la conduite de l'anesthésie chez l'enfant. Même si le médecin anesthésiste n'a que peu de contrôle sur les conséquences de la lésion neurochirurgicale primaire, il peut influencer directement le résultat final et contribuer à réduire mortalité et morbidité, par un choix précis de la technique anesthésique utilisée, une sélection méticuleuse des agents anesthésiques et une conduite adéquate de la réanimation per et postopératoire.

La nature de la lésion, l'état clinique de l'enfant, ainsi que l'importance et la durée de l'intervention chirurgicale déterminent l'équipement et le monitoring peropératoire, l'importance de la réanimation peropératoire et la nécessité d'une éventuelle ventilation postopératoire en réanimation.

## II. Généralités et définitions

L'anesthésie est cette action de perte locale ou générale de la sensibilité, en particulier de la sensibilité à la douleur (analgésie), produite par un agent anesthésique[1].

L'anesthésie générale associe trois types d'action :

- ✓ La narcose (perte de conscience, sommeil profond), qui est due à l'administration d'un agent anesthésique ;
- ✓ L'analgésie (disparition de la douleur), qui est obtenue grâce aux substances morphinomimétiques ;
- ✓ La curarisation (emploi d'une substance paralysante), qui permet le relâchement musculaire nécessaire au bon déroulement de l'intervention.

Le choix de ces agents dépend de caractéristiques propres au patient pédiatrique :

- ✓ Poids ;
- ✓ Age :
  - Nouveau-né : 0 -28 jours de vie ;
  - Nourrisson : de 28 jours à 2 ans ;
  - Petit enfant : de 2 ans à 6 ans ;
  - Grand enfant : de 6 ans à 15 ans et 12 mois.
- ✓ Antécédents médicaux (maladie cardiaque, rénale, hépatique) ;
- ✓ Durée prévisible de l'examen ou de l'intervention chirurgicale [2].

L'anesthésie du malade est assurée par l'anesthésiste-réanimateur durant toute la durée de l'intervention chirurgicale, au cours de cette période peropératoire, la gestion de l'anesthésie répond au protocole suivant :

### A. Une induction anesthésique :

Phase initiale de l'anesthésie générale au cours de laquelle l'opéré est endormi[2].

Deux modalités principales d'induction anesthésique sont utilisées chez l'enfant :

#### 1. L'induction inhalatrice :

L'halothane : agent anesthésique volatil halogéné[3].

Le sévoflurane : agent anesthésique volatil de la famille des éthers halogénés[4].

Le réveil post anesthésique après une anesthésie à l'halothane est plus lent qu'avec le sévoflurane mais plus calme, ce qui constitue un critère de choix dans certains cas[5].

## 2. L'induction intraveineuse :

Le thiopental reste l'agent intraveineux de référence, excellent agent d'induction chez le nouveau-né en l'absence de contre-indication ( porphyrie , hypovolémie non corrigée , abord veineux douteux les posologies varie avec l'âge[6].

Le propofol présente plusieurs avantage sur le thiopental : élimination rapide , réveil vécu comme agréable par l'enfant , et effet anti émétique propre , a l'inverse il ne doit pas être utiliser pour la sédation de longue durée chez l'enfant[7].

L'étomidate est peu utilisé chez l'enfant [5], il a pour inconvénient d'entraîner une douleur à l'injection, des vomissements, des myoclonies, et une inhibition de plusieurs heures de la synthèse du cortisol. La principale indication est l'induction pour une urgence chez un enfant instable sur le plan hémodynamique.

### B. L'entretien de l'anesthésie :

La phase d'entretien de l'anesthésie débute à la fin de l'induction et dure jusqu'au moment où l'on entreprend les manœuvres de réveil, elle comporte 04 volets :

- ✓ Le maintien de l'état d'inconscience (ou narcose) ;
- ✓ L'analgésie ;
- ✓ Le relâchement musculaire ;
- ✓ Le control des fonctions vitales.

Les 03 dernières actions sont identiques quelques soit l'approche adoptée ; seul l'entretien de la perte de conscience diffère selon que l'on a recourt à des agents d'inhalation ou anesthésique intraveineux, associé à une technique d'analgésie efficace, et lorsqu'un relâchement musculaire est nécessaire on aura recours à une curarisation.

### C. Une analgésie intraveineuse :

Les analgésiques parentéraux utiliser en anesthésie sont le plus souvent des agonistes morphiniques d'origine synthétique : ils risquent tous de provoquer une rigidité thoracique (avec apnée et parfois difficulté de ventilation au masque) ; ils doivent faire l'objet d'une surveillance étroite pendant plusieurs heures en utilisant un oxymètre de pouls et un moniteur d'apnée. au-delà de 03 mois de vie la sensibilité au morphinique est similaire à celle des enfants plus grands et il n'y a plus de risque accrue de dépression respiratoire[8].

Les trois morphiniques classiques les plus utilisés sont le :

- Fentanyl (100 fois plus puissant que la morphine) ;
- Le sufentanyl (5 à 10 fois plus puissant que le fentanyl) ;
- Et dans une moindre mesure alfentanyl (20 fois plus puissant que la morphine).

Ce dernier a été supplanté par l'arrivée du rémifentanyl (2 fois plus puissant que le fentanyl) d'une très grande brièveté d'action d'où son administration en perfusion continue.

#### D. Une curarisation :

En France, l'intubation trachéale chez l'enfant est le plus souvent réalisée sans utilisation de curare. En effet l'utilisation d'une induction au sévoflurane éventuellement associée à l'injection d'une faible dose de propofol, permet d'obtenir des conditions d'intubation satisfaisantes sans morbidité évidente.

Les avantages de cette technique, outre sa simplicité, sont essentiellement représentés par sa maniabilité et sa réversibilité, de plus elle permet d'éviter l'utilisation de curares lorsque le geste chirurgical ne requiert pas en lui-même de relaxation musculaire profonde.

Néanmoins, chez les enfants ne présentant pas de contre-indication à leur utilisation, l'administration de curare pour la réalisation de l'intubation trachéale procure, d'excellentes conditions d'intubation. Cependant leur utilisation impose un monitoring de la dépression musculaire et de façon quasi systématique une antagonisation avant l'extubation, compte-tenu des risques de curarisation résiduelle[9].

La néostigmine est l'agent de réversion standard [10] a raison de 0.02 à 0.05 mg.kg après l'administration d'atropine ou de glycopyrolate.

À la fin de l'intervention le réveil du patient se prépare, au moment de la suture des plaies chirurgicales le plus souvent dans une salle calme car le bruit est un facteur de stimulation susceptible de masquer une morphinisation résiduelle, qui ne se réveillera que plus tard, dans un environnement plus calme.

Une fois la récupération complète des fonctions motrices, le sevrage des anesthésiques généraux est réalisé en s'assurant que l'analgésie du patient est adéquate.

## E. L'anesthésie en neurochirurgie :

ROSENORN, en 1985 a démontré que la pression des écarteurs sur le cerveau est d'autant plus importante que la lésion est profonde et le cerveau tendu, et qu'une élévation de pression au-dessus de 20 mmHg pendant 20 minutes, provoque un infarctissement du parenchyme sous-jacent.

L'anesthésie en jouant le rôle "d'écarteur chimique" réduit les lésions d'écartement ; permettant d'obtenir une détente cérébrale optimale tout en préservant l'hémodynamique cérébrale. Elle participe ainsi à la qualité du geste opératoire et à celle du résultat fonctionnel.

De ce fait les agents anesthésiques de choix en neurochirurgie doivent répondre aux critères suivants :

### ✓ Au niveau cérébral :

- Ils n'augmentent pas la pression intracrânienne, voire la diminuent ;
- Ne sont pas épileptogènes ;
- N'augmentent pas le volume sanguin cérébral voire le diminuent ;
- Protègent les cellules cérébrales de l'ischémie.

### ✓ Au niveau général :

Ils ne doivent pas provoquer de dépression cardiovasculaire afin que la pression de perfusion cérébrale (PPC) = [pression artérielle moyenne (PAM) - pression intracrânienne (PIC)] soit préservée et que l'on prévienne l'ischémie cérébrale, ou que l'on n'aggrave pas une ischémie préexistante.

L'anesthésie doit être rapidement réversible afin que l'état neurologique postopératoire du patient soit évaluable cliniquement.

Peu d'agents anesthésiques répondent à l'ensemble de ces critères :

- ✓ Le thiopental et le propofol sont les agents anesthésiques généraux intraveineux les plus utilisés.
- ✓ Parmi les halogénés, on n'utilise que l'isoflurane en hyperventilation contrôlée, car tous les autres agents sont peu ou pas vasodilatateurs cérébraux ou épileptogènes.

Les morphiniques sont utilisés au cours de toute anesthésie, bien que les temps douloureux de la neurochirurgie soient limités à l'ouverture et à la fermeture du scalp et de la dure mère, le temps cérébral lui-même étant insensible.

Leurs effets déprimeurs respiratoires sont systématiquement combattus par une hyperventilation contrôlée modérée ayant pour objectif de maintenir une PaCO<sub>2</sub> entre 30 et 35 mmHg et une PaO<sub>2</sub> 100 mmHg.

Les curares ne sont utilisés que pour la mise en place de la sonde d'intubation.

### III. Historique

L'anesthésie est cette discipline médicale qui vise à faire supporter aux patients, avec le moins de conséquences possible, une intervention chirurgicale.

Si depuis l'antiquité déjà, il y eut quelques tentatives de soulager la douleur ou d'obnubiler la conscience, l'histoire de l'anesthésie moderne commence au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle par une farce foraine (découverte de l'utilité anesthésique du protoxyde d'azote ou gaz hilarant en 1844). En 1846, Morton fit au Massachusetts General Hospital de Boston la première démonstration publique d'une anesthésie à l'éther. L'anesthésie chirurgicale à proprement parler, était née, mais il n'y avait pas encore de médecins spécialistes en anesthésiologie.

L'anesthésie était la plupart du temps confiée à des auxiliaires plus ou moins expérimentés ou informés. Pour ne rien arranger, l'éther et son grand concurrent, le chloroforme, étaient des vapeurs anesthésiques difficiles à doser, franchement toxiques et il n'existait aucun moyen adapté pour surveiller l'état du patient ou même d'assurer une oxygénation minimale. Le premier médecin spécialiste en anesthésiologie fut un épidémiologiste anglais, le docteur John Snow (1813-1858). Il publia, en 1847, un texte sur " l'inhalation des vapeurs d'éther " contenant des cas cliniques et une description élaborée des traditionnels signes et stades de l'anesthésie à l'éther.

Aux Etats-Unis, il faudra attendre la fin du 19<sup>ème</sup> siècle pour voir l'émergence d'une catégorie de médecins clairement orientés vers l'anesthésie. Au début du 20<sup>ème</sup> siècle, ces médecins spécialistes se regroupent en une association qui deviendra des années plus tard l'American Society of Anesthetists qui lors de sa fondation en 1936 regroupe quelque 484 adhérents. Elle en compte à l'heure actuelle plus de 40000. D'autres noms prestigieux se pencheront sur le berceau de l'anesthésie comme les frères Mayo et le célèbre Cushing qui fut le premier chirurgien à rétribuer un médecin, Walter M. Boothy, à titre d'anesthésiste dans sa clinique de Boston.

En Europe continentale, c'est à l'**Université catholique de Louvain** que revient le mérite d'avoir établi dans son hôpital universitaire le premier service d'anesthésie (en 1948). C'est en effet le Pr William de Weerde, un interniste cardiologue qui après une formation à Oxford, initia l'enseignement d'une pratique sûre et codifiée de l'anesthésie en Belgique.

Depuis, plusieurs centaines de médecins anesthésiologiste ont été formés par cette école. Leurs compétences ont incontestablement contribué au développement sans précédent de la pratique chirurgicale. Plutôt que des noms ou des techniques prestigieuses, le résultat de la prise en

charge de l'enseignement de l'anesthésie s'exprime mieux par des chiffres. Il y a 50 ans, la mortalité liée directement à l'anesthésie était de 1/1560 ; actuellement, elle est inférieure à 1/250.000.

Intéressant également est de constater qu'aux Etats-Unis, la date choisie pour le "Doctors' Day" journée qui doit symboliser auprès du grand public les bienfaits de la médecine et la compassion est le 30 mars en souvenir du 30 mars 1842 date de la première utilisation de l'éther par le docteur Crawford Long pour anesthésier un de ses amis lors de l'ablation d'une tumeur cervicale[10].

#### IV. Particularités anesthésiques de l'enfant :

##### A. Les particularités psychologiques :

La présence d'un parent lors de l'induction de l'anesthésie permet d'éviter les cris et les pleurs au moment de la séparation à l'entrée du bloc opératoire mais ne garantis pas une meilleur collaboration de l'enfant au moment de l'induction[11][12] . Les enfants qui bénéficient le plus de la présence d'un parent sont :

- ✓ Les enfants de 6 mois à 6- 7 ans surtout si le parent accompagnant est calme confiant et bien préparé[13] ;
- ✓ Les enfants souffrants de pathologies chroniques avec interventions itératives ;
- ✓ Les enfants handicapés.

##### B. Les particularités anatomiques :

###### 1. Abord veineux :

###### a) Abord veineux périphérique :

Il est indispensable lors de toutes anesthésies.

Difficile chez le nourrisson joufflu de 2 à 18 mois et chez l'enfant dont le capital veineux a déjà été entamé, les sites de ponction les plus utilisé sont par ordre de fréquences :

- ✓ La face dorsale de la main ;
- ✓ Le pli du coude ;
- ✓ La face dorsale du pied ;
- ✓ Les veines épicroâniennes des cuirs chevelus ;
- ✓ La veine jugulaire externe ;
- ✓ En dernier recours la face antérieure du poignet.

###### b) Abord veineux central :

Le cathétérisme veineux central est limité à des indication précise en pédiatrie[14] :

- ✓ Chirurgie hémorragique ;
- ✓ Prévision d'une nutrition parentérale postopératoire ;
- ✓ Mesure de la pression veineuse centrale ;
- ✓ Administration d'agent inotrope, soluté hypertonique ou antibiotique agressifs.

## 2. Intubation trachéale :

Tous les agents anesthésiques interfèrent avec la fonction respiratoire.

L'intubation doit tenir compte des particularités anatomiques propres à l'enfant :

- ✓ Volume de la tête plus important par rapport au reste du corps, et occiput proéminent ;
- ✓ Cou court ;
- ✓ Macroglossie ;
- ✓ Epiglotte longue, large, et rigide ;
- ✓ Larynx antérieur et haut placé à hauteur de C1-C2 ;
- ✓ Espace sous glottique particulièrement étroit et différent de celui de l'adulte.

### a) Choix du type de sonde :

Jusqu'à la fin des années 90, l'utilisation de sonde d'intubation trachéale sans ballonnet[15] était la règle pour l'intubation chez les enfants de moins de 8 ans lors d'une anesthésie ou en soins intensifs pédiatriques.

Les arguments en défaveur des sondes d'intubation avec ballonnet (SITAB) sont :

- ✓ Nécessité d'utiliser un tube d'un diamètre interne plus faible pour la place du ballonnet, d'où la nécessité d'utiliser des pressions de ventilations plus élevées ;
- ✓ Nécessité d'un monitoring supplémentaire et d'ajustement de la pression de gonflage du ballonnet ;
- ✓ La potentielle morbidité résultant de la pression du ballonnet ;
- ✓ La possibilité d'un placement inapproprié du tube ou hernie du ballonnet.

Cependant, Aucune étude n'a démontré un risque accru de complications des voies aériennes supérieures en relation avec l'utilisation de SITAB sous condition que la taille de la sonde soit adaptée et que la pression du ballonnet soit monitorée[16].

### C. Les particularités pharmacologiques en anesthésie pédiatrique

La posologie de chaque molécule administrée à l'enfant doit être adaptée :

- ✓ Au poids de l'enfant ;
- ✓ Les caractéristiques d'immaturité enzymatiques de son organisme.

## D. Les particularités physiologiques :

### 1. L'équilibre thermique :

Les pertes thermiques sont augmentées chez le nouveau-né et le nourrisson, chez qui les frissons sont inexistantes.

La prévention de l'hypothermie est systématique chez le nouveau-né et le nourrisson :

- ✓ Port de bonnet en Jersey en per opératoire ;
- ✓ Table radiante ou lampe chauffante ;
- ✓ Couverture chauffante ;
- ✓ Réchauffement des liquides ;
- ✓ Mesures de la température.

### 2. Besoins hydriques :

Ils sont d'autant plus importants que l'enfant est jeune du fait de l'importance relative du secteur extracellulaire, de l'immaturation rénale qui favorise la déshydratation et la perte sodée, ainsi que des pertes insensibles par la peau et les muqueuses.

Solution idéale : RL + G 1 à 2%

Apports hydriques (besoins de base) :

- < 10 kg : 4 ml/kg
- Entre 10 et 20 kg : 40 ml + 2 ml/kg
- > 20 kg : 60 ml + 1 ml/kg au-delà de 20 kg
- + 1 ml/kg/H par 1°C > 37°C
- + 2 ml/kg/H si pas de nez artificiel :
- + 6-10 ml/kg/H laparotomie

### 3. Ventilation :

Chez l'enfant les résistances pulmonaires totales sont élevées et il existe une étroitesse des voies aériennes supérieures.

L'intubation augmente les RVP et supprime le frein expiratoire (auto-PEEP par fermeture des cordes vocales en fin d'expiration).

Il est conseillé d'éviter la ventilation spontanée prolongée chez le nouveau-né < 3 mois intubé.

## E. Complication particulière à l'anesthésie de l'enfant :

L'incidence des évènements respiratoires (laryngospasme, bronchospasme, toux, désaturation, apnée, stridor) susceptibles d'émailler le déroulement d'une anesthésie chez l'enfant varie selon les séries.

Ces évènements ne se limitent pas à l'induction et à la période per opératoire. Plus d'un tiers des évènements surviennent en phase de réveil [17].

### 1. Le laryngospasme :

Le laryngospasme se définit comme une adduction active, prolongée, involontaire des cordes vocales provoquant une obstruction brutale des voies aériennes potentiellement mortelle pouvant se produire pendant toute les phases de l'anesthésie mais préférentiellement au réveil et à l'induction de l'enfant[18].

c'est une complication fréquente de l'anesthésie pédiatrique, avec une fréquence estimée entre 1.06 et 1.40 selon deux études prospectives récente[18].

### 2. Le bronchospasme :

Est une contraction des fibres musculaires lisses péri-bronchique initiées par un mécanisme réflexe involontaire fréquemment retrouvé en début d'anesthésie.

## F. Classification du risque de l'anesthésie pédiatrique :

La société américaine des anesthésiologistes a défini une classification de l'état général du patient qui a été universellement adoptée ; bien qu'il y ait une corrélation entre la classification ASA et le risque de morbi-mortalité péri anesthésique se score ne permet pas de prédire avec précision le risque anesthésique.

Cotation	Caractéristiques cliniques
1	Patient en bonne santé
2	Patient ayant une maladie générale de gravité modéré
3	Patient ayant une maladie générale de gravité sévère, limitant son activité mais n'entraînant pas d'incapacité
4	Patient ayant une affection générale entraînant une incapacité et mettant en jeu son pronostic vital de manière permanente
5	Patient moribond, dont l'espérance de vie est inférieure à 24h avec ou sans chirurgie
6	Patient en état de mort cérébrale dont les organes vont être prélevés

Figure 01 : classification ASA

Lorsque l'intervention doit être réalisée en urgence la cotation ASA est suivie de la lettre U pour urgence[19].

## V. Anesthésie-réanimation des tumeurs :

### A. Tumeurs de l'enfant :

#### 1. Craniopharyngiome :

Malformation tissulaire embryonnaire de la région supra-sellaire, les craniopharyngiomes sont des tumeurs cérébrales non gliales bénignes, les plus fréquentes chez l'enfant[20].

Elles compriment sans envahir les structures de voisinage.

Le risque évolutif principal de ces tumeurs est constitué par les troubles visuels, pouvant aboutir à la cécité et des troubles endocriniens associant un pan hypopituitarisme et un diabète insipide[21].

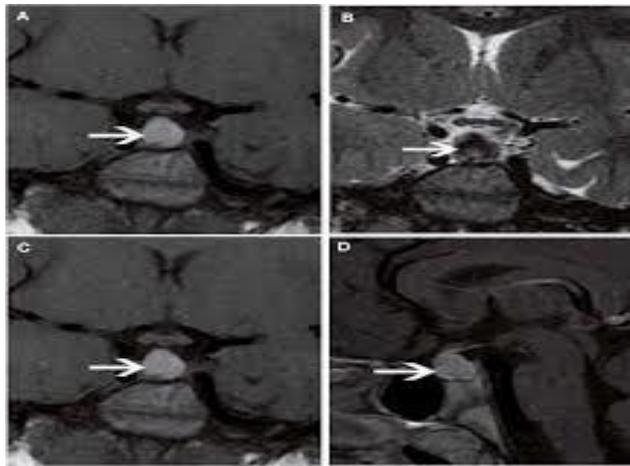


Figure 02 : localisation supra-sellaire du craniopharyngiome à l'IRM[22].

#### 2. Tumeurs des voies optiques :

Les gliomes des voies optiques entrent pour environ un tiers d'entre elles dans le cadre d'une neurofibromatose. Ce sont des astrocytomes pilocytiques, bénins, le plus souvent localisés au chiasma optique, à partir duquel elles peuvent s'étendre aux nerfs optiques, aux bandelettes optiques et à l'hypothalamus.

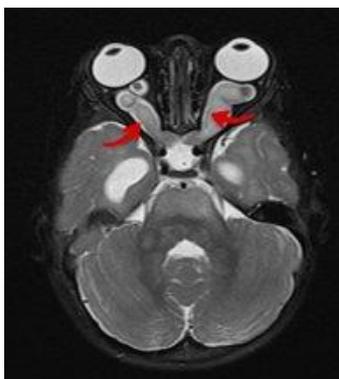


Figure 03 : tumeur des voies optique visualisé à l'IRM[23].

### 3. Tumeurs de la région pinéale :

Il existe dans la région pinéale une grande variété de tumeurs, bénignes, malignes ou mixtes. La plus fréquente est aussi la plus importante dont le traitement peut être non chirurgical est le germinome, tumeur maligne observée surtout chez le garçon.

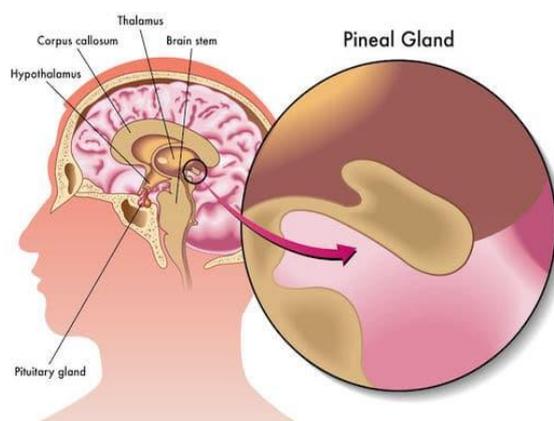


Figure 04 : localisation de la glande pinéal[24].

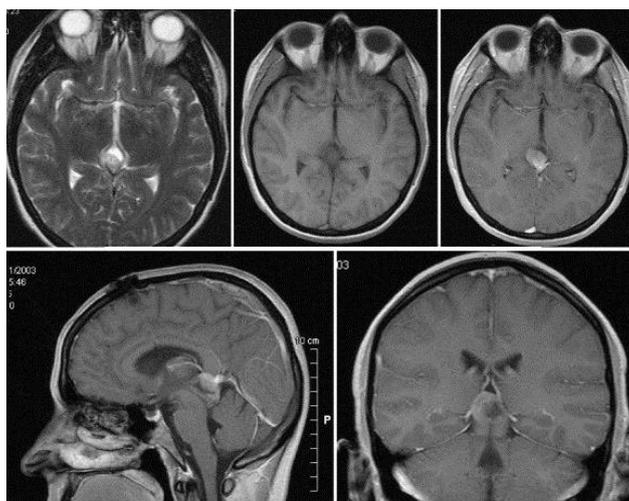


Figure 05 : visualisation de la tumeur pinéal a l'IRM[25].

### 4. Tumeurs des plexus choroïdes :

Bénignes (papillome) ou malignes (adénocarcinome), ces tumeurs se révèlent par une hydrocéphalie rapidement évolutive, voire aiguë. Elles peuvent, surtout dans leur variété maligne, poser d'importants problèmes chirurgicaux car elles sont hyper vascularisées et la perte sanguine peropératoire peut être rapide, difficile à compenser chez les plus petits enfants.

Dans ces cas, une embolisation préopératoire est à discuter, et on peut même être amené à programmer l'exérèse tumorale sur plusieurs interventions[26].

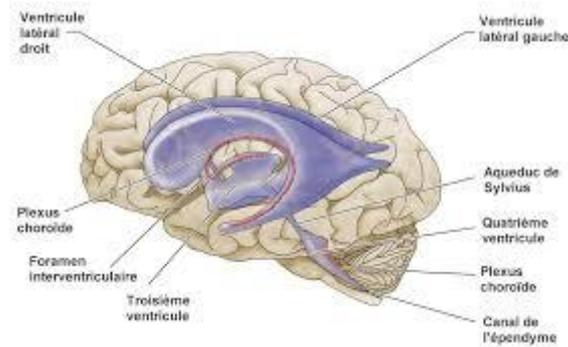


Figure 06 : localisation du plexus choroïde[27].

### 5. Tumeurs de la fosse cérébrale postérieure :

Les différentes tumeurs que l'on peut rencontrer à ce niveau peuvent être classées en fonction de leur type histologique et des structures où elles prennent naissance. On observe principalement :

- ✓ Le médulloblastome qui appartient au groupe des tumeurs neuro-ectodermiques primitives (tumeurs embryonnaires) dont la localisation est le cervelet ;
- ✓ Les tumeurs gliales avec 2 grands types fondamentalement différents :
  - Les gliomes infiltrant du tronc cérébral (de haute malignité) ;
  - L'astrocytome du cervelet (habituellement bénin).
- ✓ Les épendymomes développés à partir du revêtement épendymaire du IVème ventricule.

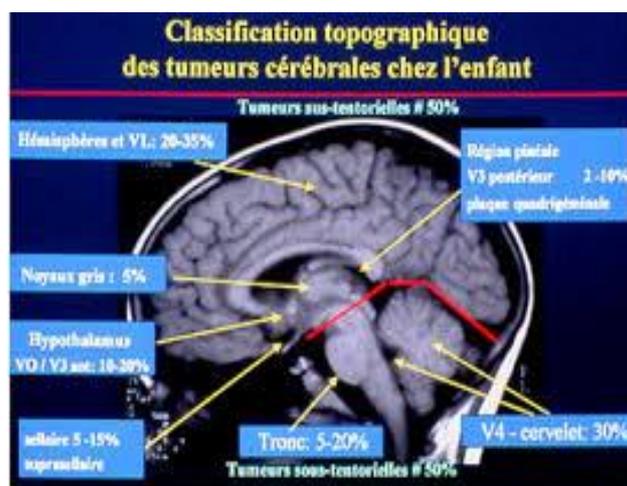


Figure 07 : classification topographique des tumeurs cérébrales de l'enfant[28].

## B. Impératifs anesthésiques :

Chez l'enfant, les tumeurs cérébrales occupent le deuxième rang après les leucémies dans la pathologie néoplasique. Elles représentent 40 à 50% des tumeurs solides observées et plus de 50% d'entre elles sont localisées dans la région infra-tentorielle[29].

Leur retentissement est double :

- ✓ Direct par envahissement ou compression des structures fonctionnelles de voisinage ;
- ✓ Indirect par compression des structures ventriculaires.

Quelque soit la pathologie tumorale, l'examen préopératoire recherche des signes d'hypertension intracrânienne et en apprécie l'évolutivité.

<b>Nourrisson</b>	<b>Enfants</b>	<b>Signes communs</b>
Irritabilité Tension de la fontanelle Disjonction des sutures Augmentation du périmètre crânien Yeux en "coucher de soleil"	Céphalées posturales et matinales Diplopie Œdème papillaire	Somnolence, apathie, coma Vomissements répétés, en jet Torticolis (engagement axial) Triade de Cushing

L'existence d'une somnolence croissante, d'une bradycardie, de troubles non spécifiques du rythme et de la repolarisation, d'une diplopie, d'un torticolis douloureux et irréductible chez les enfants porteurs d'une tumeur sous-tentorielle doivent faire poser le diagnostic d'HIC menaçante.

Plus rarement, le diagnostic est posé à un stade tardif. L'association d'un coma, d'une triade de Cushing (bradycardie, hypertension, hyperventilation), d'une réaction en décortication ou décérébration et d'anomalies pupillaires doivent faire poser le diagnostic d'engagement cérébral aigu. Le traitement immédiat doit comporter une intubation trachéale et une ventilation assistée après induction anesthésique quel que soit la profondeur du coma.

Le risque de décompensation suraigüe de HIC et d'inhalation est majeur à l'induction.

Le traitement associé aux mesures non spécifiques de réanimation, une ponction ventriculaire de sauvetage et la perfusion d'un bolus de Mannitol à 25% (0,5g/kg en 15 minutes). Le sérum salé hypertonique à 7,5% pourrait également trouver une bonne indication dans ces circonstances[30].

Les craniopharyngiomes posent des problèmes spécifiques différents. L'urgence est essentiellement représentée par le risque de baisse de l'acuité visuelle qui peut rapidement aboutir à une cécité. Une décompression en urgence des voies optiques est alors nécessaire.

#### C. Période préopératoire :

En l'absence d'urgence un jeûne classique est respecté. Il ne met cependant pas à l'abri du risque de vomissements et de régurgitations chez les enfants porteurs d'une tumeur cérébrale.

L'enfant qui présente des signes cliniques d'HIC, doit être considéré comme ayant l'estomac plein.

La prémédication administrée en anesthésie pédiatrique fait le plus souvent appel à une benzodiazépine administrée per os.

#### D. Période peropératoire :

Avant l'induction de l'anesthésie générale le monitoring habituellement utilisé en anesthésie pédiatrique sera mis en place, comportant :

- ✓ La surveillance électrocardioscopique (ECG) ;
- ✓ La mesure de la saturation artérielle en oxygène par un oxymètre de pouls (SpO<sub>2</sub>) ;
- ✓ La mesure automatique de la pression artérielle non invasive ;
- ✓ La mesure de la température par sonde rectale ;
- ✓ Le monitoring de la PCO<sub>2</sub> télé-expiratoire (PetCO<sub>2</sub>) et des fractions inspirées et expirées en halogénés est systématique.

La position opératoire est en premier lieu conditionnée au choix de la voie d'abord. Ainsi que des modifications hydrodynamiques et hémodynamiques cérébrales induites par la position[31].

Toute compression jugulaire bilatérale ou du côté dominant, du fait d'une rotation excessive ou d'une flexion du cou, entraîne une augmentation de la pression veineuse, de la PIC et de l'œdème cérébral. Le retour veineux postérieur dépendant du système rachidien est souvent négligé. Cependant, son rôle capacitant largement dépendant de la pression transmurale exercée par le système ventriculaire est très important, les deux systèmes se compensant en fonction des conditions hémodynamiques locales.

Ainsi en position proclive et assise, le système rachidien prend le pas sur le système jugulaire, alors que l'inverse se produit en décubitus ventral et surtout dorsal[32].

Pour les tumeurs supra-sellaires, le choix n'existe guère et l'abord sous frontal le plus fréquemment utilisé impose le recours au décubitus dorsal avec un certain degré de rotation de la tête.

La protection des points d'appui doit être particulièrement rigoureuse pour ces interventions de longue durée et toute rotation excessive de la tête prévenue par une installation au besoin en décubitus latéral.

En revanche, pour la chirurgie de la fosse postérieure, le choix de la position opératoire reste un sujet de controverse important. La position ventrale est adoptée par de nombreux centres en particulier aux états unis et en Grande Bretagne[33][34]. Le risque d'embolie gazeuse en position assise est le principal argument.

L'intubation trachéale doit être réalisée de façon atraumatique, sans hyper extension ni rotation excessive du cou, et en anesthésie profonde. La voie orale est la règle en cas d'urgence ou d'estomac plein, alors que la voie nasale est préférée dans les autres cas.

La laryngoscopie et l'intubation sont des stimuli nociceptifs puissants pouvant engendrer une poussée hypertensive artérielle et une élévation de PIC dangereuses[35][36].

La couverture des besoins hydroélectrolytiques de base est habituellement assurée par une perfusion de chlorure de sodium à 0,9% sur la base de  $02 \text{ ml.kg}^{-1} .\text{h}^{-1}$ . L'objectif est d'éviter toute hypo-osmolarité.

En dehors du nouveau-né dont le cerveau est très susceptible à l'hypoglycémie, mais résistant à l'hyperglycémie, l'enfant court le risque d'une aggravation des lésions ischémiques en cas d'hyperglycémie associée[37], il est donc recommandé de ne pas administrer de solutés glucosés en peropératoire, mais de contrôler régulièrement la glycémie lors d'interventions longues[17].

Actuellement, le choix du soluté de remplissage se porte essentiellement sur les colloïdes artificiels (hydroxy éthyle amidon surtout) chez les enfants les plus grands et sur l'albumine (diluée à 5%) chez les nourrissons[38].

## 1. Complication peropératoire :

Les risques opératoires varient de façon importante suivant la nature et la localisation de la tumeur.

La chirurgie tumorale de la fosse postérieure est une chirurgie de longue durée exposant aux risques de lésions peropératoires des structures du tronc cérébral[39].

En cours d'intervention, le traumatisme chirurgical du tronc cérébral et du plancher du troisième ventricule se traduit par une bradycardie, des troubles du rythme, une hypertension artérielle. L'arrêt des manipulations est le plus souvent le seul traitement nécessaire ; La répétition de ces épisodes préfigure le risque de lésions définitives et doit faire interrompre le geste d'exérèse.

La chirurgie de la région hypothalamo-hypophysaire est une chirurgie difficile qui expose comme toute chirurgie supratentorielle au risque d'aggravation d'un œdème cérébral. La perfusion, dès l'incision du scalp, de mannitol associé à une hypocapnie modérée permet d'obtenir le plus souvent un meilleur relâchement cérébral.

Si une transfusion per opératoire est rarement nécessaire au cours des exérèses des tumeurs hémisphériques cérébelleuses, 30 à 50% des enfants bénéficiant d'une exérèse de tumeurs intra ventriculaires doivent être transfusés.

## E. Période postopératoire :

### 1. Réanimation postopératoire :

L'agitation postopératoire, la désadaptation du respirateur, l'hypoxie, l'hypercapnie et la toux augmentent de façon considérable le risque d'hémorragie et d'œdème cérébral postopératoires. L'extubation ne doit donc être réalisée que chez un enfant calme, normotherme et ayant récupéré ses réflexes de protection des voies aériennes[40][41].

Une ventilation contrôlée de principe dans les 12 à 24 premières heures postopératoires est le plus souvent choisie.

La douleur postopératoire, le plus souvent modérée, peut être facilement contrôlée par une analgésie associant du paracétamol et des morphiniques si nécessaire avec une administration de type NCA à faibles doses.

## 2. Complication postopératoire :

Les manipulations chirurgicales sont la source d'œdème hémisphérique postopératoire quel que soit la localisation de la tumeur. Les fortes doses de corticoïdes ( $2 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{J}^{-1}$  de méthyl prednisolone) trouvent là une bonne indication et sont utilisées de façon systématique pendant les 3 à 4 premiers jours postopératoires.

Les complications infectieuses sont rares, en dehors de la chirurgie d'urgence, le risque étant évalué à moins de 5%.

Les hématomes intracrâniens postopératoires nécessitant une réintervention précoce sont devenus exceptionnels depuis l'utilisation systématique de la coagulation bipolaire[42].

### F. Particularité des tumeurs supratentorielles :

Les suites opératoires sont dominées par le risque d'apparition de troubles endocriniens et de troubles hydroélectrolytiques. La fréquence des atteintes hypophysaires peropératoires justifie une hormonothérapie substitutive systématique. Une dose unique de Levothyrox associée à de faibles doses d'hydrocortisone permettent habituellement de prévenir la survenue d'une insuffisance pan hypophysaire[43].

### G. Particularité des tumeurs sous-tentorielle :

Les paralysies étagées des nerfs crâniens se rencontrent fréquemment au décours de la chirurgie des tumeurs du tronc cérébral et du plancher du quatrième ventricule. Si ces troubles existaient déjà en préopératoire, ils persistent le plus souvent, voire s'aggravent en postopératoire immédiat. Une grande prudence est de rigueur lors de l'extubation de ces enfants qui ne se conçoit qu'après une évaluation précise des possibilités de déglutition chez un enfant coopérant.

## VI. Anesthésie réanimation des craniosténoses :

### A. Type de craniosténose :

#### 1. La scaphocéphalie :

La scaphocéphalie résulte d'une fermeture prématurée, par soudure anticipée, de la suture sagittale (entre les os pariétaux), le crâne est rétréci en largeur et allongé, elle est la forme la plus fréquente.



Figure 08 : présentation d'un enfant atteint d'une scaphocéphalie[44] .

## 2. La trigonocéphalie :

La trigonocéphalie, correspond à une atteinte de la suture métopique, le front est rétréci et triangulaire, affectant la forme d'une proue de bateau, avec une crête médiane verticale.



Figure 09 : présentation d'un enfant atteint d'une trigonocéphalie[45].

## 3. La plagiocéphalie :

La plagiocéphalie est une grande asymétrie fronto-faciale avec synostose d'une suture coronale. Il en résulte une désaxation faciale, l'axe orbitaire ayant perdu son horizontalité et l'axe nasal sa verticalité.



Figure 10 : présentation d'un nouveau-né atteint d'une plagiocéphalie[46].

#### 4. La brachycéphalie :

La brachycéphalie est un défaut d'expansion frontale vers l'avant, prédominant à sa base, dans la région sus-orbitaire. Elle correspond à une atteinte bilatérale de la suture coronale.



Figure 11 : présentation d'un nourrisson atteint d'une brachycéphalie[47].

#### 5. L'oxycéphalie :

L'oxycéphalie apparaît vers l'âge de 2 ou 3 ans. Il s'agit d'une atteinte bi coronale, souvent associée à une atteinte de la suture interpariétale, l'exorbitisme y est constant. Les atteintes lambdoïdes sont très rares [37].



Figure 12 : présentation d'un enfant atteint d'une oxycéphalie[48].

6. Les formes syndromiques de craniosténoses :

Il existerait des formes syndromiques de craniosténose[49], notamment :

a) **Syndrome de Crouzon :**

Dysostose crânio-faciale associant une craniosténose le plus souvent de type brachycéphalie avec une atteinte bi coronale et une hypoplasie du massif facial.



Figure 13 : présentation d'un enfant atteint du syndrome de Crouzon[50]

b) **Syndrome d'alpert :**

Ou acrocéphalosyndactylie d'une extrême gravité, elle associe une façade-craniosténose (bi-coronale) et des syndactylies des quatre extrémités[51].

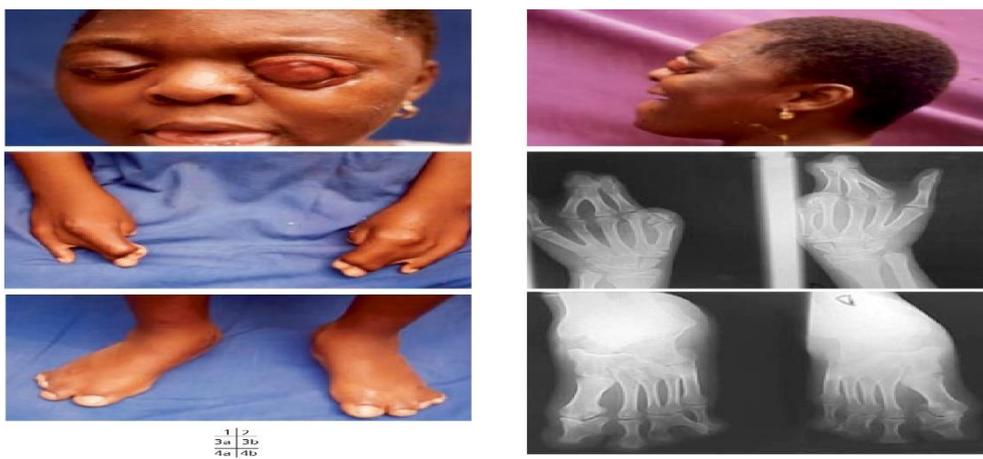


Figure 14 : présentation du syndrome d'alpert[52].

c) **Syndrome de Pfeiffer :**

Associe une brachycéphalie à des syndactylies membraneuses des mains et des pieds et surtout à un élargissement et une déviation caractéristique de la première phalange des pouces et des gros orteils.

d) **Syndrome de Saerthre-Chötzen :**

Associe une craniosténose coronale, un ptosis, et une syndactylie membraneuse des deuxièmes et troisièmes rayons.



Figure 15 : présentation d'un enfant atteint du syndrome de Saerthre-Chötzen[53].

**B. Impératifs anesthésiques :**

L'indication opératoire même si elle paraît indiscutable compte tenu du retentissement socio-psychologique majeur que représente une dysmorphie sévère non corrigée, est essentiellement une indication esthétique[54][55][56].

Le risque principal de la chirurgie réparatrice des craniosténoses est l'hémorragie peropératoire.

L'incision cutanée bi coronale, le décollement cutané et périosté et la réalisation de craniectomies étendues sont source de pertes sanguines importantes, obligatoires et souvent brutales. Des pertes équivalentes à une masse sanguine totale peuvent ainsi être observées en moins de 30 minutes[57].

Ces pertes sanguines surviennent chez des enfants de poids souvent inférieur à 10 kg, dont la masse sanguine totale est d'environ 80 ml/kg.

Il faut donc avoir recours non seulement à une surveillance hémodynamique invasive qui permet d'apprécier en permanence le retentissement de l'hémorragie et l'efficacité de sa compensation, mais aussi à une appréciation pratique des pertes. Les mesures répétées de

l'hématocrite et la formule décrite par Kearney et Coll. permettent d'estimer l'ensemble des volumes en termes de masse globulaire [57][58].

En préopératoire, le volume globulaire estimé total (VGEt) est calculé à partir de l'hématocrite (Hte) mesuré selon la formule  $VGEt = Hte \cdot 80 \text{ ml/kg}$ .

Le volume globulaire perdu (VGP) au cours de l'intervention est égal au produit de VGEt par la variation d'Hte.

Si l'âge des enfants et la durée de l'intervention ne conditionnent pas directement l'importance des pertes sanguines, le type de craniosténose et le type de procédure chirurgicale sont des facteurs déterminants.

Les craniectomies linéaires simples, réservées à certaines formes mineures de scaphocéphalie, comportent le moindre risque, les avancements et reconstructions frontales et surtout les craniectomies incluant un geste postérieur entraînent des pertes hémorragiques plus importantes qui restent cependant inférieures à celles des avancées crânio-faciales simultanées.

### C. Période préopératoire :

En dehors du traitement d'un foyer infectieux, la préparation à l'intervention ne présente pas de particularités dans les cas les plus simples.

La découverte d'une anémie préopératoire à distance de l'intervention peut faire poser l'indication d'un traitement martial préalable.

Un retard de croissance staturo-pondéral peut bénéficier d'un régime adapté.

La veille de l'intervention, une réévaluation complète de l'enfant et un nouvel entretien avec les parents sont réalisés.

Le jeûne préopératoire est limité pour les plus jeunes enfants à 3 heures avant l'intervention. Une prémédication par une benzodiazépine (Midazolam 0,5 mg/kg ou Clorazépatate 1 à 2 mg/kg) est administrée par voie orale 01 heure avant l'induction anesthésique.

Le rasage, limité à la zone d'incision cutanée est réalisé au bloc opératoire après induction anesthésique.

## D. Période per opératoire :

### 1. Monitoring per opératoire :

Le monitoring de base comporte la mise en place :

- ✓ D'un électrocardioscope ;
- ✓ D'un brassard automatique de mesure de la pression artérielle et d'un oxymètre de pouls ;
- ✓ La mise en place d'une sonde thermique est également indispensable ;
- ✓ La surveillance continue de la fraction expirée de CO<sub>2</sub> est systématique ; Elle permet une adaptation précise de la ventilation dont le but est de maintenir une hypocapnie modérée de l'ordre de 30 mmHg afin de favoriser le relâchement cérébral nécessaire au cours de l'intervention. Elle permet également la détection d'une embolie gazeuse peropératoire dont le risque théorique paraît important[59] ;
- ✓ Un monitoring invasif de la pression artérielle ;
- ✓ La mise en place d'un cathéter veineux en position centrale pour mesure continue de la PVC est également nécessaire.

La surveillance de la diurèse est également un élément important dans ces interventions souvent longues et comportant une transfusion massive et rapide.

Le monitoring biologique comporte obligatoirement la mesure des gaz du sang artériel et de l'hématocrite. Lorsque la transfusion dépasse 50% de la masse sanguine théorique une exploration de l'hémostase est systématique afin de guider au mieux l'utilisation de facteurs de coagulation.

Pour toutes les interventions de durée supérieure à 3 heures et/ou comportant une transfusion massive il est nécessaire de contrôler régulièrement l'ionogramme sanguin, le calcium ionisé plasmatique et l'osmolarité.

### 2. Technique anesthésique :

L'induction de l'anesthésie est réalisée sur table chauffante pour les plus petits.

Une induction rapide au masque par une technique d'"overshoot" avec un mélange d'oxygène pur et de 07% de Sevoflurane paraît être une technique sûre permettant la mise en place dans de bonnes conditions d'un abord veineux.

La concentration d'halogénés dans le mélange est ensuite rapidement diminuée et l'induction est complétée par voie veineuse par un bolus de 03 à 05 mg/ kg de Fentanyl et 0,5 mg/kg d'Atracurium.

Chez les plus grands, et en cas d'hypertension intracrânienne, il est préférable d'effectuer une induction intraveineuse par un bolus de Fentanyl et d'Atracurium associé à du propofol 03 à 05 mg/kg.

L'intubation trachéale est réalisée par voie orale avec une sonde classique sans ballonnet, sauf lorsque le geste opératoire comporte un blocage mandibulaire. La fixation de la sonde est particulièrement soignée surtout lorsqu'un temps facial est nécessaire.

Une ventilation contrôlée en circuit semi-fermé maintenant une normoxie et discrète hypocapnie est instituée avec un mélange équimolaire d'O<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>O et une concentration de 0,5 à 1% d'Isoflurane.

Une sonde oro-gastrique est associée.

Un minimum de 2 voies d'abord veineux périphérique de calibre  $\geq 22$  G, dont l'une est reliée à une ligne complète de transfusion comportant un système de réchauffement et un accélérateur électrique de perfusion, est nécessaire.

Une perfusion de base de soluté salé isotonique couvrant les pertes insensibles est suffisante. Une troisième voie d'abord périphérique de plus petit calibre est réservée à l'entretien de l'anesthésie par une perfusion continue de Fentanyl dont le débit est adapté aux besoins anesthésiques et aux conditions hémodynamiques.

L'injection d'Atropine est réalisée à la demande, elle est systématique lorsque l'intervention comporte une traction oculaire.

L'installation des enfants se fait le plus souvent en position proclive dans une tête en fer à cheval ou en position transatlantique, une antéflexion du cou étant ajoutée lorsqu'un temps postérieur est nécessaire. Dans certains cas le décubitus ventral ou une position en "concorde" sont préférés[60].

Quel que soit la position adoptée, une surveillance renforcée et une coordination parfaite sont nécessaires au cours des mobilisations du patient. La position définitive doit tenir compte à la fois des impératifs anesthésiques et des nécessités chirurgicales et la protection des points d'appui doit être particulièrement rigoureuse[49].

### 3. Complication peropératoire :

L'hémorragie per opératoire fait partie intégrante de ce type de chirurgie.

Des épisodes d'hypotension sont observés chez 35% des patients ont été décrit[57]. Ces épisodes sont le plus souvent transitoires et ne peuvent être correctement dépistés que par une surveillance hémodynamique continue.

La répétition de ces phénomènes de bas débit est à l'origine d'une acidose métabolique évoluant à bas bruit qui doit être dépistée de manière systématique et qui nécessite une correction rigoureuse.

L'effraction vasculaire accidentelle en cours d'intervention d'un sinus veineux crânien est un risque surajouté. Ce risque est particulièrement important lors des craniotomies occipitales et lorsqu'il existe des anomalies anatomiques de ces sinus. Ces plaies sont à l'origine d'une hémorragie massive et brutale survenant dans un contexte d'hémorragie "subaigüe" et peuvent être à l'origine d'une inefficacité circulatoire surtout si ce phénomène survient dans un contexte d'acidose métabolique non-compensée. sur 130 interventions analysées, est survenu dans ces circonstances, Loftness et Coll. rapportait, quant à eux, une incidence de 3% d'inefficacité circulatoire peropératoire [61].

Les plaies dure-mériennes mineures sont plus des incidents que de véritables complications.

L'œdème cérébral peropératoire est une complication décrite. Une prévention par une ventilation constante en hypocapnie modérée est le plus souvent efficace.

Des perturbations cardiovasculaires liées aux manipulations chirurgicales peuvent être observées. La survenue d'une bradycardie vagale lors des manipulations du cadre orbitaire et des avancées faciales est classique, toujours régressive à l'arrêt de la stimulation, son traitement repose sur l'injection intraveineuse de vagolytiques.

Plus rarement d'autres manifestations de type hypertension-bradycardie ou hypotension-tachycardie et augmentation de la PVC peuvent être observées. Elles surviennent en dehors d'épisodes d'hémorragie aiguë, probablement dues à des manipulations chirurgicales ou à des variations brutales de gradients de pression intracérébrale, elles doivent faire interrompre transitoirement l'intervention.

Les lésions cérébrales parenchymateuses sont exceptionnelles.

L'embolie gazeuse peropératoire est une complication rencontrée au cours de toute chirurgie crânienne. La position proclive fréquemment employée et les variations hémodynamiques observées au cours d'épisodes hémorragiques soudains favorisent l'installation d'un régime de pression veineuse sub-atmosphérique au niveau de larges tranches de section osseuse et donc la survenue d'embolies gazeuses. En utilisant des moyens de détection particulièrement sensibles, Harris et Coll. retrouvaient une incidence d'embolie gazeuse peropératoire de 66% [59].

Les problèmes respiratoires observés au cours de ces interventions[62] retentissent de façon majeure sur la pression cérébrale et doivent être prévenus par une surveillance extrêmement rigoureuse. Ils résultent le plus souvent de fautes anesthésiques : fixation insuffisante de la sonde entraînant une extubation, intubation partiellement sélective non diagnostiquée lors des changements de position, ou chirurgicales : section, déconnection ou compression de la sonde d'intubation.

#### E. Période postopératoire :

##### 1. Réanimation postopératoire :

En fin d'intervention un drain de Redon non-aspiratif sous-cutané est mis en place.

Un monitoring, y compris biologique, du même type que celui employé en peropératoire est utilisé pendant la période postopératoire.

L'enfant est maintenu de manière systématique sous ventilation contrôlée, l'extubation étant réalisée en moyenne dans les quatre heures postopératoires. D'autres équipes préfèrent une extubation précoce sur table[63][64][62]. Les enfants ayant subi de grandes avancées fronto-faciales ou des reconstructions complexes sont quant à eux maintenus intubés et ventilés pendant un minimum de 48 heures en postopératoire. Leur sevrage progressif pose souvent des problèmes complexes.

Dans la période postopératoire immédiate, des antalgiques mineurs de type Paracétamol sont utilisés de façon systématique associés à des anti-inflammatoires non stéroïdiens. Seuls les enfants ayant bénéficiés d'ostéotomies faciales semblent nécessiter une analgésie plus importante essentiellement sous la forme de morphine avec une technique de "Nurse Controlled Analgesia" (NCA).

Un jeûne de principe est institué dans les 6 heures suivant l'extubation.

Le lendemain de l'intervention, le monitoring invasif est retiré, les suites à distance sont le plus souvent simples et ne nécessitent pas de thérapeutique spécifique en dehors d'antalgiques mineurs et d'un traitement martial systématique.

## 2. Complication postopératoire :

Des pertes sanguines postopératoires doivent faire rechercher en premier lieu une anomalie de l'hémostase dont la correction est un impératif.

Les hématomes sous-cutanés sont fréquents et s'accompagnent souvent d'un petit train fébrile. Ils sont une source de gêne importante pour l'enfant mais régressent en quelques jours.

Les hématomes intracrâniens extra-parenchymateux sont exceptionnels, liés à un défaut de réadaptation rapide du cerveau au volume crânien.

Des complications de réanimation très particulières sont observées au décours des interventions complexes incluant de grandes avancées faciales chez les enfants porteurs de malformations médianes complexes de la face. Ce sont essentiellement des troubles hydroélectrolytiques majeurs se rapprochant du "cérébral Saltwasting Syndrome", dont l'évolution est souvent difficile et la physiopathologie inconnue.

Les complications infectieuses sont rares.

Les méningites sont exceptionnelles.

## VII. Anesthésie réanimation des hydrocéphalies :



Figure 16 : présentation d'un nourrisson atteint d'une hydrocéphalie[65].

### A. Types d'hydrocéphalies :

#### 1. Hydrocéphalie obstructive (non communicante) :

Se produit lorsque la circulation du liquide céphalo rachidien est bloquée dans le système ventriculaire.

#### 2. Hydrocéphalie communicante :

Se produit lorsqu'il y a altération de la résorption du liquide céphalorachidien.

#### 3. Hydrocéphalie à pression normale :

Augmentation de la quantité du liquide céphalo-rachidien avec peu ou pas d'augmentation de la pression intracrânienne, observé chez le sujet âgé.

### B. Etiologies des hydrocéphalies [67] :

	Nouveau-né	Nourrisson	Enfant
Malformation	+++	++	+/-
Infection	++	++	+/-
Hémorragie	++	+	+/-
Tumeur	+	+	+++

Figure 17 : étiologies des hydrocéphalies

### C. Impératifs anesthésiques

L'implantation chirurgicale de matériel de dérivation du liquide céphalo-rachidien (LCR), a transformé le pronostic vital et fonctionnel des enfants atteints d'hydrocéphalie.

Cette procédure compte cependant ces propres complications, notamment infectieuses, et des considérations anesthésiques spécifiques doivent être évoquées.

En effet, aux risques d'hypoperfusion et d'hypoxie cérébrale lors de l'induction anesthésique, se surajoute alors celui de l'estomac plein.

### D. Période préopératoire :

La prémédication est déterminée par l'état clinique du patient.

### E. Période peropératoire :

Le monitoring utilisé est standard associant la surveillance de :

- ✓ L'ECG ;
- ✓ De la saturation périphérique en oxygène (SPO<sub>2</sub>) ;
- ✓ Du CO<sub>2</sub> expiré, et de la fraction inspirée et expirée d'halogénés ;
- ✓ De la température ;
- ✓ La pression artérielle par voie non invasive.

Chez les enfants sans HTIC évidente, lorsqu'une voie veineuse périphérique est disponible ou facilement accessible, une induction intraveineuse par du thiopental (3-5 mg/kg) associé à un pachycurare de courte durée d'action est préférable. Le relai de la ventilation spontanée est assuré en hyperventilation au masque dans un mélange N<sub>2</sub>O/O<sub>2</sub> et une faible concentration d'halogéné (< 1 CAM).

L'intervention se fait en décubitus dorsal, tête en légère rotation latérale.

L'intubation orale est la règle, une sonde gastrique est aussi mise en place pour assurer la vacuité gastrique.

Dès l'induction anesthésique, une antibioprofylaxie est systématiquement utilisée pour limiter les risques d'infection postopératoire.

## F. Période postopératoire :

### 1. Complication mécanique :

L'engagement "a retro" lié aux fuites massives du LCR sous pression avec mouvement du tronc cérébral vers le haut.

Une rupture des veines corticales superficielles est aussi possible lors des affaissements hémisphériques par collapsus ventriculaire aboutissant à la formation d'un hématome sous-dural.

La mise en place de shunt chez les patients présentant une anomalie de la charnière occipito-cervicale, peut entraîner une décompensation postopératoire avec apparition de déficits des dernières paires crâniennes, paralysie des cordes vocales ou du carrefour aéro-digestif avec un risque important de fausses routes et de majoration d'un stridor souvent déjà présent en préopératoire.

Les perforations d'organe creux ou de vessie lors de l'insertion du cathéter abdominal.

Les dérivations ventriculo-atriales ont leurs complications propres : arythmies parfois sévères et embolies gazeuses.

### 2. Complications infectieuses :

L'infection demeure la complication la plus préoccupante des systèmes de dérivation du LCR dans le traitement de l'hydrocéphalie. En plus du risque d'infection du SNC, c'est une cause fréquente de dysfonctionnement des shunts, un facteur de déficit intellectuel et de trouble visuel lié à l'hypertension intracrânienne, voire de décès.

Les dérivations ventriculo-péritonéales (DVP), qui sont les plus utilisées, peuvent s'infecter selon plusieurs mécanismes. De loin le plus fréquent, on retiendra la contamination du champ opératoire par des germes commensaux de la peau, essentiellement des staphylocoques blancs ou dorés, conduisant à une infection précoce, généralement dans les deux premiers mois postopératoires (toujours avant 6 mois).

## VIII. Anesthésie réanimation des traumatismes cranio- cérébraux :

### A. Types de lésions :

#### 1. Lésions primaires cranio-encéphalique :

##### a) Les plaies du scalp :

Peuvent entraîner chez le jeune enfant, dont le volume sanguin total est limité (70 à 80 ml/kg), une spoliation sanguine sévère responsable à elle seule d'un collapsus.



Figure 18 : présentation d'un scalp chez un enfant[65].

##### b) Les fractures de la voûte :

Linéaires : elles constituent un facteur important de dissipation de l'énergie cinétique en surface et se compliquent rarement de lésions sous-jacentes.

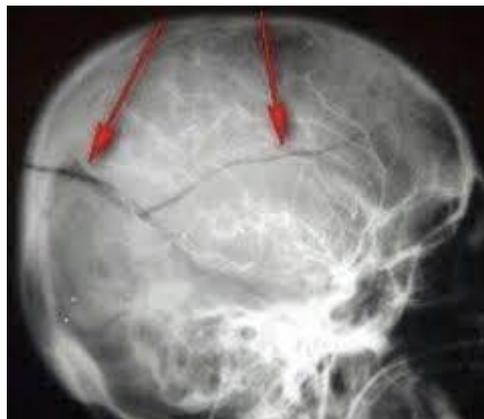


Figure 19 : fracture de la voûte mise en évidence par radiographie du crane[66].

Multifocales ou embarrées : elles exposent au risque de lésions méningées, vasculaires et parenchymateuses.

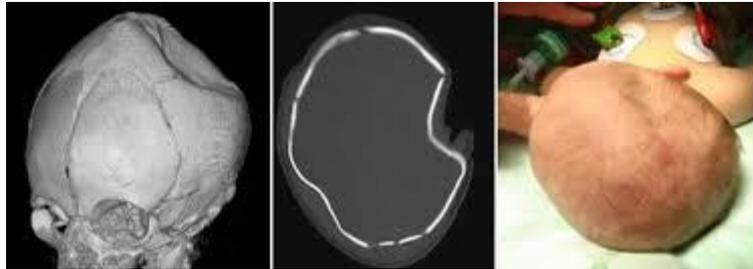


Figure 20 : embarrure en balle de Pingpong[67].

c) **Les fractures de la base :**

S'intègrent le plus souvent dans le cadre d'un traumatisme crânio-facial et doivent faire rechercher une brèche méningée.

d) **Les hématomes intracrâniens :**

Sont beaucoup plus rares chez l'enfant que chez l'adulte. Le risque relatif a été évalué dans une série de plus de 8 000 TC, toute gravité confondue, à 0,25% pour les adultes contre 0,04% chez les enfants[68].

2. **Les lésions parenchymateuses primaires :**

sont dominées par les lésions axonales diffuses de cisaillement de la substance blanche responsables du coma d'emblée[69].

Les lésions du tronc cérébral sont quant à elles très rares, même lors des traumatismes sévères, une préservation préférentielle du débit sanguin cérébral (DSC) au niveau du diencéphale a été évoquée pour expliquer ce phénomène[70].

3. **Les lésions secondaires :**

Les agressions cérébrales secondaires d'origine systémique (ACSOS) alourdissent considérablement le pronostic[71].

L'ensemble de la prise en charge médicale et chirurgicale vise à limiter au maximum ces ACSOS afin de prévenir les lésions secondaires, alors que les neurones détruits dans la lésion primaire sont définitivement perdus.

Les ACSOS principales sont :

- ✓ L'hypotension ;
- ✓ L'hypoxie ;
- ✓ L'hypercapnie et l'hypocapnie ;
- ✓ L'anémie ;
- ✓ Les désordres hydroélectrolytiques (hyponatrémie, hyper- et hypoglycémie) ;
- ✓ L'hyperthermie ;
- ✓ Les troubles de coagulation et de l'hémostase.

Le rôle délétère de l'hypotension et de l'hypoxie a été largement démontré, y compris chez les enfants[72] [73]. La présence d'un de ces éléments lors de la prise en charge initiale multiplie le risque d'évolution défavorable ou de décès par 3 à 4[73].

#### B. Impératifs anesthésiques :

Les TC sont les lésions traumatiques les plus fréquentes dans l'enfance, présentes chez 70 à 80% des enfants victimes d'un accident[74].

A côté des TC graves qui représentent environ 10% des TC, les TC modérés ou mineurs, restent l'un des premiers motifs de consultation hospitalière.

La stratégie de prise en charge diagnostique de ces enfants a largement bénéficié des conclusions de l'étude de Masters et Coll, en 1987[75]. Chez les enfants de plus de 2 ans porteurs d'un TC léger le risque de découverte de lésions intracrâniennes est très faible, la pratique systématique de radiographies simples du crâne est inutile, aucun examen complémentaire n'est nécessaire et une hospitalisation pour surveillance est inutile, sauf cas particulier. En cas de doute, le patient doit être considéré comme présentant un TC modéré et l'examen complémentaire de référence est alors la tomodensitométrie qui permettra le diagnostic d'éventuelles lésions intracrâniennes.

La réanimation préopératoire et peropératoire d'un enfant avec TC grave, répond aux principes thérapeutiques :

- ✓ Éviter et prévenir les ACSOS (hypertension artérielle, hypoxémie, hypercapnie, hypocapnie, anémie, hyperglycémie, convulsion) ;
- ✓ Assurer une PPC et un DSC optimal ;
- ✓ et prendre en charge l'HTIC le cas échéant.

Ouverture des yeux > 1 an	< 1 an	
4 Spontanée 3 À l'appel 2 À la douleur 1 Aucune	4 Spontanée 3 À des cris 2 À la douleur 1 Aucune	
Réponse motrice > 1 an	< 1 an	
6 Exécute les ordres 5 Réaction adaptée et localisée 4 Rétraction à la douleur 3 Réaction anormale en flexion (décortication) à la douleur 2 Réaction anormale en extension (décérébration) à la douleur 1 Aucune réaction à la douleur	6 Mouvements spontanés 5 Réaction adaptée (localisée), repousse examinateur 4 Rétraction à la douleur 3 Réaction anormale en flexion (décortication) à la douleur 2 Réaction anormale en extension (décérébration) à la douleur 1 Aucune réaction à la douleur	
Réponse verbale > 5 ans	2 – 5 ans	0 – 2 ans
5 Orienté, discute 4 Désorienté, discute 3 Mots incohérents 2 Sons incompréhensibles 1 Aucune	5 Mots compréhensibles 4 Mots incompréhensibles 3 Pleurs persistants, inconsolables 2 Gémissements ou sons 1 Aucune	5 Babillage 4 Pleure, se calme 3 Inconsolable 2 Gémissements, sons 1 Aucune

Score de Glasgow (GCS) et adaptation selon l'âge [3]

### C. Période préopératoire :

Il est impératif de mettre en place un monitoring invasif dès l'admission.

En raison d'une très fréquente distension gastrique chez l'enfant, tout TC est considéré à estomac plein, il est conseillé de mettre en place, par voie orale, une sonde gastrique pour vider l'estomac[76].

En cas de TC grave avec[76] :

- ✓ Score de Glasgow (GCS) < 8 ou baisse de 2 ;
- ✓ Agitation non coordonnée ;
- ✓ Signes de localisation ;
- ✓ Crises convulsives itératives ;
- ✓ Embarrure ou plaie crânio-cérébrale ;
- ✓ Troubles précoces de l'hémostase.

L'enfant doit être systématiquement intubé et mis en ventilation mécanique[77] visant une normoxie et normo capnie ; L'hypoxémie (< 65mmHg) et l'hypercapnie (> 45 mm Hg) sont des facteurs majeurs d'aggravation des lésions cérébrales, par vasodilatation cérébrale et augmentation du DSC. Toute augmentation de 1 mm Hg de la pression partielle en CO<sub>2</sub> entraîne une augmentation de 4 à 5% du DSC.

L'intubation oro-trachéale, doit être réalisée après mise en place d'une sédation, et la manœuvre de Sellick, sauf en cas d'arrêt cardiaque, d'instabilité hémodynamique majeure ou d'une intubation difficile prévisible.

Le protocole de sédation recommandé chez l'enfant, fait appel à une induction en séquence rapide associant :

- l'étomidate chez l'enfant de plus de 2 ans (0,3 à 0,4 mg/kg IV) ou la kétamine chez l'enfant de moins de 2 ans (3 à 4 mg/kg IV chez l'enfant < 18 mois et 2 mg/kg IV chez l'enfant plus âgé) ;
- la succinylcholine (2 mg/kg IV chez l'enfant < 18 mois et 1 mg/kg IV chez l'enfant plus âgé).

Pour certains, un morphinique d'action rapide (sufentanil 0,1 à 0,3 gammas/kg en IV) pourrait être associé afin de réduire l'élévation de PIC[78].

Après cette induction, il faut poursuivre par une sédation continue associant généralement une benzodiazépine (midazolam : 30 à 100 gammas/kg en IV continue) et un morphinique (sufentanil : 0,05 à 0,1 gammas/kg en IV continue)[79].

Contrôle de la température corporelle Toute augmentation de la température corporelle au-dessus la température normale est susceptible d'aggraver les séquelles neurologiques[80].

Il existe une relation entre le pronostic neurologique et la pression artérielle systolique appropriée pour l'âge, il est primordial de maintenir une PAM correcte.

Tous les cristalloïdes sont utilisables selon les mêmes principes que pour le remplissage des hypovolémies[81]. En revanche, les solutés hypo osmolaires, telles que le Ringer-lactate et les solutés glucosés, peuvent aggraver l'œdème cérébral et sont contre-indiqués[82]. Les solutés glucosés sont d'autant plus contre-indiqués qu'il existe une relation directe entre l'hyperglycémie et un mauvais pronostic après TC chez l'enfant[83].

La dopamine est utilisée pour maintenir une PPC optimale[84]. Chez l'enfant comme chez l'adulte, la noradrénaline qui permettrait d'obtenir une réponse plus prévisible qu'avec la dopamine pour élever la PPC semble de plus en plus avoir un intérêt[85].

#### D. Période per opératoire :

La réanimation per opératoire d'un patient avec TC grave, s'inscrit dans la continuité des traitements décrits plus haut ; cependant elle pourrait être modifiée en fonction du contexte chirurgical.

Lors des TC graves avec hématome intracérébral, on observe fréquemment une « hypotension de décompression » lors de l'ouverture de la dure mère, par perte de la réponse de Cushing, favorisée par l'induction anesthésique et l'hypovolémie. Elle doit être anticipée, notamment chez les patients en coma profond, avec signe d'engagement temporal, n'ayant plus de citernes mésencéphaliques au scanner. Toute hypertension artérielle devra être respectée ou traitée avec prudence.

# Partie pratique

## I. Introduction :

L'anesthésie en neurochirurgie pédiatrique est très diversifiée et doit s'adapter non seulement à la pathologie du patient, mais aussi à sa tranche d'âge.

Le rôle de l'anesthésiste est primordial au bon déroulement de l'intervention chirurgicale, tout en agissant sur le pronostic global de l'enfant.

Motivant notre étude menée au service de neurochirurgie du CHU de Bejaia, dans le but de mettre en évidence les conduites des anesthésistes chez la tranche d'âge pédiatrique lors d'intervention neurochirurgicales.

### A. Buts spécifiques :

- ✓ Evaluer la préparation préopératoire en neurochirurgie pédiatrique ;
- ✓ Evaluer la gestion peropératoire en neurochirurgie pédiatrique ;
- ✓ Evaluer la prise en charge postopératoire en neurochirurgie pédiatrique ;
- ✓ Evaluer les moyens de la prise en charge en neurochirurgie pédiatrique ;
- ✓ Ressortir les failles de la prise en charge péri-opératoire en neurochirurgie pédiatrique.

## II. LE MATERIEL :

### A. Le lieu d'étude :

Notre étude a eu pour cadre d'étude le service de neurochirurgie du CHU de Bejaia.

### B. Infrastructures et personnels :

- Le service de neurochirurgie est situé dans l'aile droite au quatrième étage du CHU, il est composé de :
  - ✓ Un service d'hospitalisation comportant 08 chambres divisées en deux cotés ; le premier pour les hommes et le deuxième pour les femmes et les enfants, contenant 30 lits.
  - ✓ Quatre bureaux :
    - -01 pour le Pr Tliba, qui occupe le poste de chef de service ;
    - -01 pour Dr Takbou ;
    - -01 pour les médecins ;
    - -01 pour les résidents.
  - ✓ 01 salle de colloque ;
  - ✓ Une Pharmacie ;
  - ✓ Une salle de soins ;
- Le bloc opératoire est composé de :
  - ✓ Une salle de réveil partagée avec les autres spécialités chirurgicales (chirurgie générale et orthopédique) ;
  - ✓ 02 salles opératoires (urgence et à froid bien équipé et doté d'un microscope neurostimulateur, d'une aspiration ultrasonique, un neuro-endoscope et une neuro-navigation) ;
  - ✓ Salle de stérilisation ;
  - ✓ Une pharmacie du bloc.

Au premier étage, il existe également le service de réanimation, recevant les malades en détresse de toutes les spécialités médicales et chirurgicales.

C. Activités :

- ✓ La visite pédagogique se fait quotidiennement le matin au chevet du malade en présence de tous les médecins, les étudiants, le chef de service et le personnel infirmier accompagné d'un psychologue ;
- ✓ Un colloque du matin qui se fait chaque jour après la visite médicale ;
- ✓ Le programme opératoire chaque mercredi de façon hebdomadaire ;
- ✓ Les hospitalisations de manière régulière ;
- ✓ Les interventions ont lieu chaque jour ;
- ✓ Des consultations externes tous les jours hormis le jeudi au niveau de polyclinique Sidi Ahmed.

### III. METHODOLOGIE :

Nous présentons une étude rétrospective de type descriptif de 46 cas d'enfants opérés pour pathologies neurochirurgicales à l'hôpital Khelil Amrane du centre hospitalier universitaire de Bejaia, sur une période d'une année, allant du 1<sup>er</sup> janvier 2019 au 31 décembre 2019.

#### A. Critères d'inclusion :

- ✓ Âge : de la naissance à 15ans et 12mois ;
- ✓ Enfants ayant bénéficiés d'un traitement chirurgical.

#### B. Critères d'exclusion :

- ✓ Âge supérieur ou égal à 16 ans ;
- ✓ Enfants ayant bénéficiés uniquement d'un traitement médical.

Le recueil des données a été réalisé à partir des documents disponibles au service de neurochirurgie à savoir :

- Les dossiers médicaux ;
- Les fiches d'anesthésie ;
- Les registres ;

En se basant sur fiche d'exploitation établie à cet effet.

La fiche d'exploitation comprend les données suivantes :

## Fiche technique

### **I. Etat civil :**

N du dossier :

sexe :

Age :

Tranche d'âge :    nouveau né            nourrisson            petit enfant  
grand enfant

Adresse :

### **II. Antécédents :**

Familiaux :

notion de consanguinité :

Personnel :

    Médicaux :

    Chirurgicaux :

    Anesthésie antérieure :

    Traitement actuel :

### **III. Motif d'admission :**

Durée d'hospitalisation :

Intervention programmée :

indication :

Intervention d'urgence :

indication :

### **IV. Période per opératoire :**

#### **1. Préparation de l'intervention :**

    Type d'anesthésie :

    Position du patient :

    Matériel :

        Instruments :

        Drogue :

        Solutés de perfusion :

#### **2. Surveillance per opératoire :**

    Drogues et réactivité :

    Perfusion :

        Sérum

        Sang

    Paramètres vitaux :

        Tension artérielle :

□

Pouls cardiaques :

Fréquences respiratoires :

Températures :

Diurèse :

Ventilation :

Spontanée :

Respirateur :

Intubation :

Problème à l'intubation :

traitement :

Aspiration bronchique :

### 3. Observations éventuelles : (complications per opératoire)

Hémodynamiques :

Gestes effectués

Respiratoires :

Gestes effectués

Neurologiques :

Gestes effectués :

### 4. Prescriptions chirurgicales :

Drain :

Mèche :

Sonde :

Pansement :

### 5. Durée de l'intervention :

### 6. Réveil :

Retard au réveil :

Problème du réveil :

---

**V. Période post opératoire :**

Surveillances des paramètres vitaux :

Tension artérielle :

Pouls cardiaques :

Fréquences respiratoires :

Températures :

Diurèse :

Notion de douleurs et analgésie :

**VI. Complication :**

Post op immédiate :

Post op tardive :

La saisie des textes et des données, leur analyse statistique et celles des graphiques ont été faites sur les logiciels Word et Excel 2013.

➤ Le respect des règles éthiques :

Notre étude a été réalisée dans le respect des règles d'éthiques et de la confidentialité de l'information, concernant l'identité de la personne opérée.

#### IV. RESULTATS :

##### A. Identification du patient :

##### 1. Répartition selon les tranches d'âge :

L'âge médian des patients inclus dans notre étude est de 4 ans avec des extrêmes d'âge allant de 07 jours à 14 ans, et un pic de fréquence pour la tranche d'âge [6 -16 ans [.

Tranches d'âge	Effectif	Pourcentage
[0 à 28 jours [	1	2%
[28 jours à 2 ans [	13	28%
[2 à 6 ans [	15	33%
[6 à 16 ans [	17	37%

Tableau 01 : représentation selon les tranches d'âge

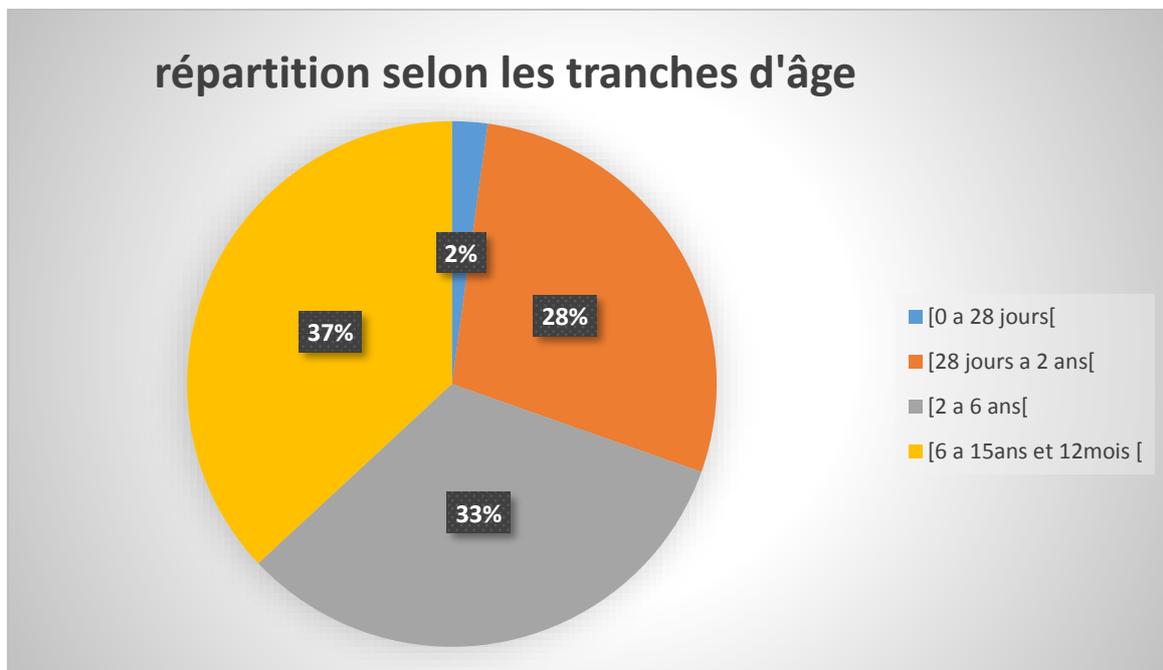


Figure 21 : Représentation selon les tranches d'âge.

## 2. Répartition selon le sexe :

Sur les 46 patients, l'étude retrouve 28 patients de sexe masculin (61%) et 18 de sexe féminin (39%) avec un sex-ratio H/F de 1.55.

Sexe	Effectif	Pourcentage
Féminin	18	39%
Masculin	28	61%
Total général	46	100%

Tableau 02 : représentation selon le sexe



Figure 22 : Représentation selon le sexe des patients.

### 3. Répartition des pathologies neurochirurgicales selon le sexe :

Dans les pathologies tumorales on retrouve une prédominance masculine avec un sex-ratio H /F à 1.17.

Dans les pathologies traumatiques on retrouve une nette prédominance masculine avec un sex-ratio H/F à 5.

Dans les pathologies malformatives on retrouve une prédominance féminine avec un sex-ratio H/F à 0.57

Dans les hydrocéphalies il existe une prédominance masculine avec un sex-ratio H/F à 2.33

Les pathologies	Féminin	Masculin	Total général	Sex-ratio M/F
Traumatisme crânien	2	10	12	5
Tumeurs cérébrales	6	7	13	1.17
Malformations	7	4	11	0.57
Hydrocéphalie	3	7	10	2.33
<b>Total général</b>	<b>18</b>	<b>28</b>	<b>46</b>	

Tableau 03 : Répartition des pathologies neurochirurgicales selon le sexe.

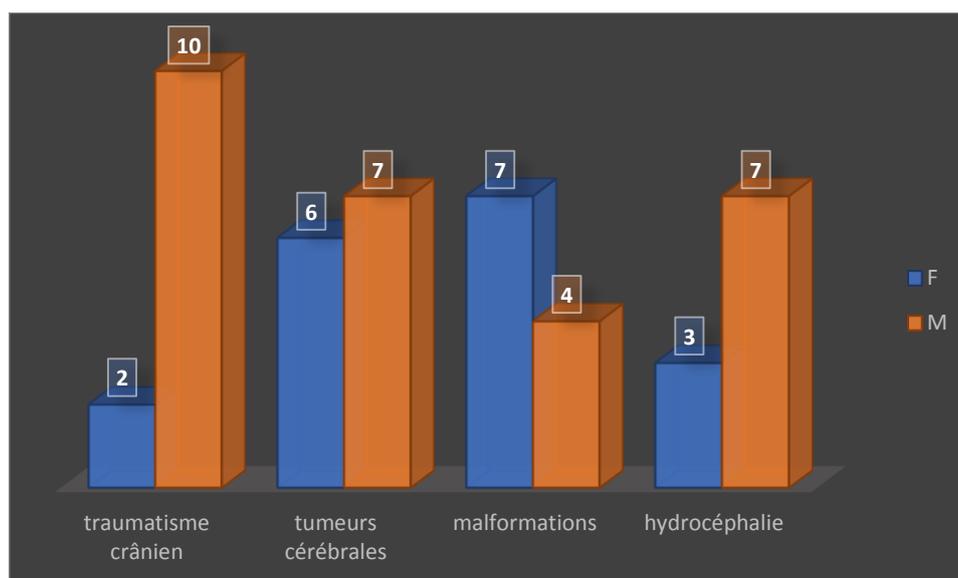


Figure 23 : Répartition des pathologies neurochirurgicales selon le sexe.

B. Données cliniques :

1. Antécédents médico-chirurgicaux :

a) Antécédents médicaux :

Dans notre série, 05 patients avaient des antécédents médicaux pathologiques (soit 11% des cas), dont :

- Deux patients présentaient une épilepsie ;
- Un enfant présentait une association d'IMC et d'épilepsie ;
- Un enfant présentait des pathologies endocriniennes faites d'Hypothyroïdie et Insuffisance corticotrope :

Le reste des patients de la série (41 malades) n'avaient aucun antécédent pathologique particulier, soit 89% des cas.

		Effectif	Pourcentage
Sans ATCD		41	89 %
Avec ATCD	Épilepsie	5	11%
	IMC, épilepsie		
	Infection urinaire a répétition		
	Obésité, Hypothyroïdie, Insuffisance corticotrope		
	Prématurité de 33 SA		
Total		46	100 %

Tableau 04 : répartition selon les ATCD médicaux

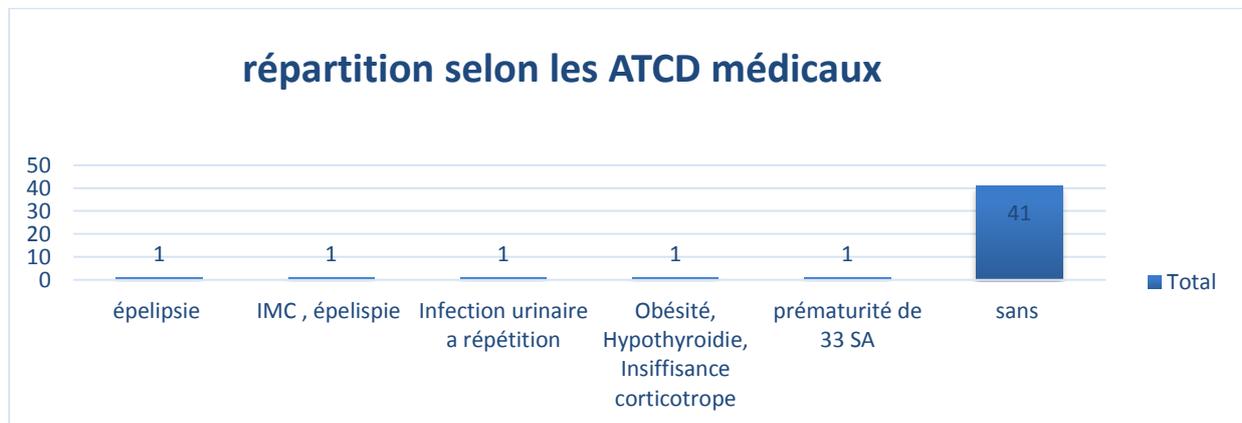


Figure 24 : répartition selon les ATCD médicaux

b) Antécédents chirurgicaux :

Dans notre série, 15 patients avaient des antécédents chirurgicaux (soit 33% des cas), dont :

- ✓ Neuf patients opérés pour mise en place d'une DVP ;
- ✓ Trois enfants présentaient une malformation d'Arnold chiari, dont cette dernière est associée à d'autres malformations à savoir :
  - Chez le premier on retrouve une cavité syringomyélique cervico-dorsale, Dysmorphisme lombo-sacrée avec moelle basse fixée ;
  - Chez le deuxième on retrouve un Myéломéningocèle de la charnière lombo-sacrée ;
  - Chez le troisième on retrouve une spina bifida ;
- ✓ Un enfant présentait un méga uretère gauche opéré en 2018 ;
- ✓ Un enfant présentait un craniopharyngiome opéré en 2017 et 2018 ;
- ✓ Un enfant présentait une malformation de Dandy-Walker.

Le reste des patients de la série (31 malades) n'avaient aucun antécédent pathologique particulier, soit 67% des cas.

<b>Les ATCD chirurgicaux</b>	<b>Effectif</b>
Méga uretère gauche opéré en 2018	1
Arnold chiari 1, Cavité syringomyélique cervico-dorsale, Dismorphisme lombo-sacrée avec moelle basse fixée	1
Arnold chiari 2, Myéломéningocéle de la charnière lombo-sacrée	1
arnold chiari 2 ,spina bifida	1
Craniopharyngiome opéré en 2017 et 2018	1
Dandy-Walker	1
DVP	9
Sans ATCD	31
<b>Total général</b>	<b>46</b>

Tableau 05 : répartition selon les ATCD chirurgicaux.

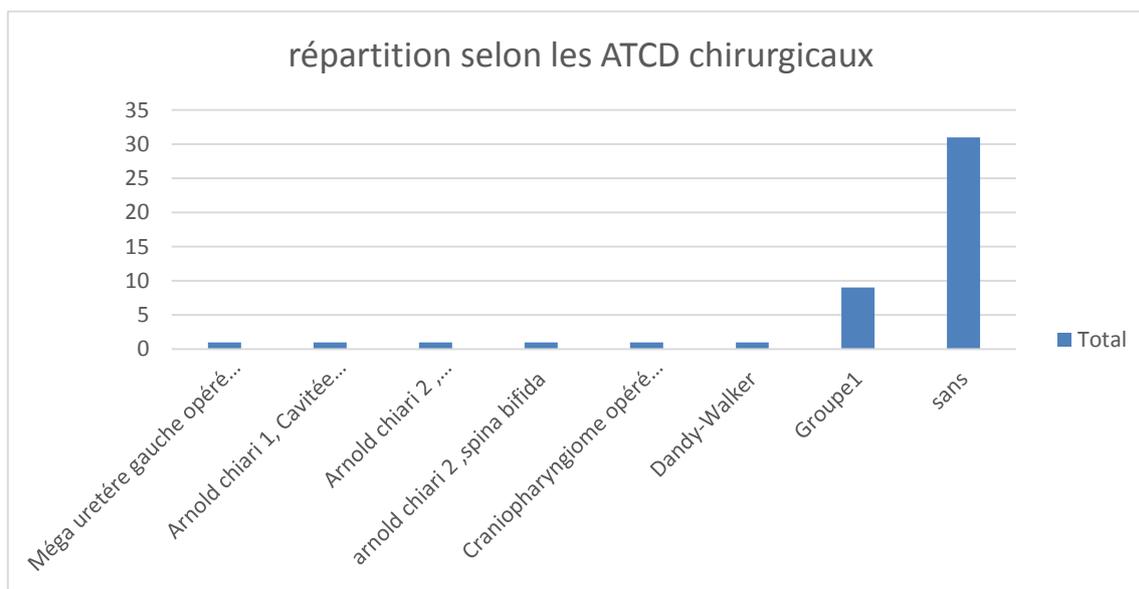


Figure 25 : répartition selon les ATCD chirurgicaux.

### C. Caractère programmé ou urgent de l'intervention :

Dans notre série 15 enfants ont été opérés dans le cadre de l'urgence, le reste des enfants 31 ont subi une intervention programmée.

	<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage</b>
Programme	31	67%
Urgence	15	33%
<b>Total général</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

Tableau 06 : répartition selon le caractère urgent ou programmé de l'intervention.

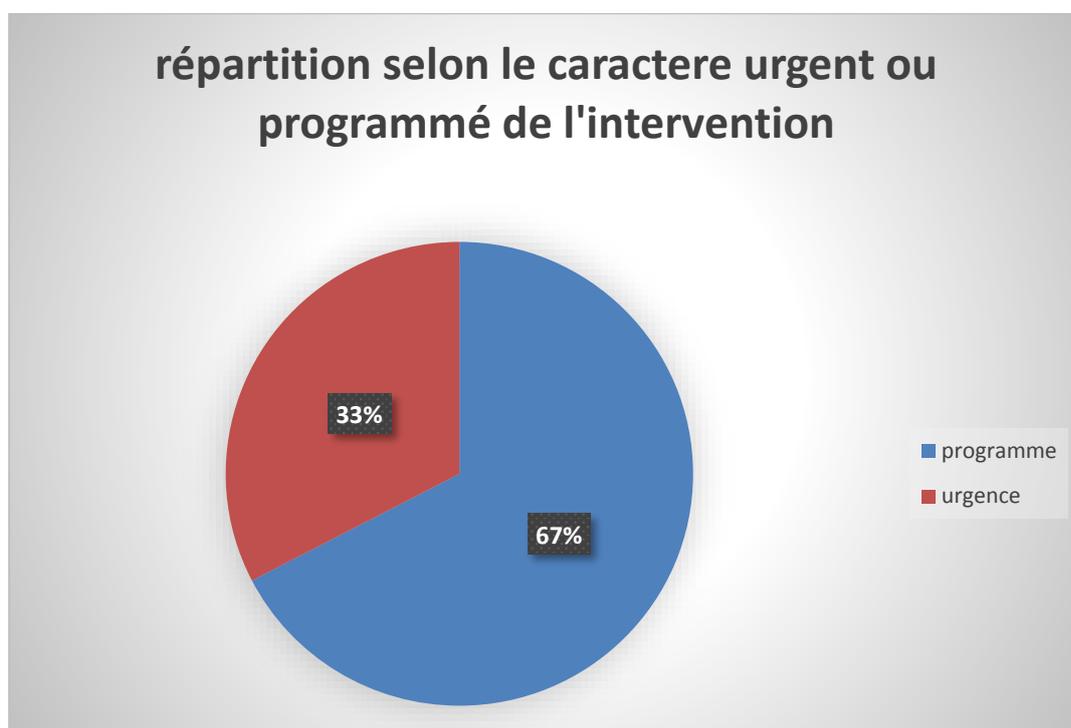


Figure 26 : répartition selon le caractère urgent ou programmé de l'intervention.

### 1. Les interventions programmées :

Dans notre série la pathologie neurochirurgicale qui occupe la première place est l'hydrocéphalie avec un effectif de 7 enfants.

En seconde place on retrouve à un effectif égal les myéломéningocèles et les PFCP.

Les pathologies	Nombre de patient
Atteinte du nerf poplité externe droit	1
Compression médullaire dorsale	1
Craniopharyngiome	2
Craniosténose	4
Décompression de la jonction occipito-vertébrale	1
Hydrocéphalie	7
Kyste arachnoïdien de la vallée sylvienne gauche	1
Kyste cérébrale	1
Méningocèle occipitale	1
Myéломéningocèle	5
Processus de la fosse cérébrale postérieure	5
Processus expansif intracrânien sub-frontal gauche	1
Révision de valve	1
<b>Total général</b>	<b>31</b>

Tableau 07 : répartition selon les interventions programmées.

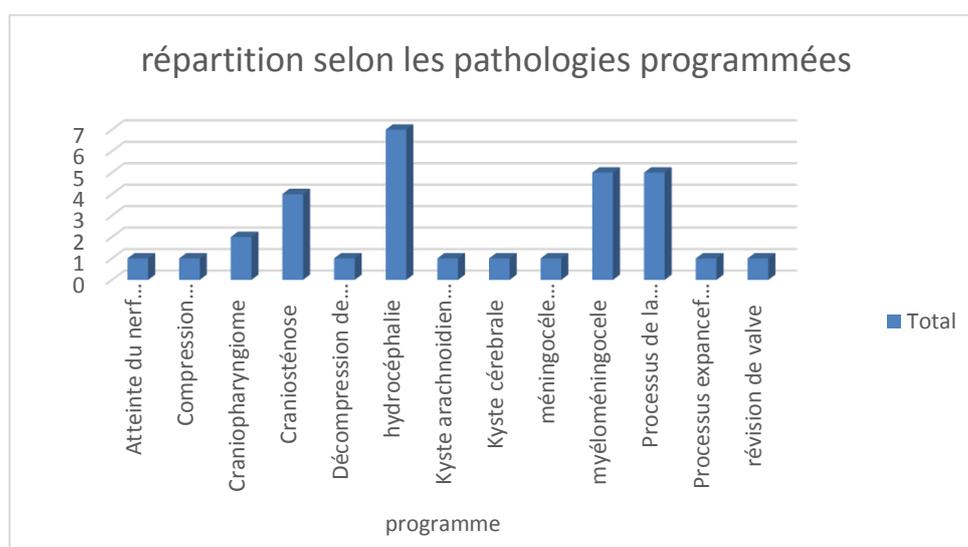


Figure 27: répartition selon les interventions programmées.

## 2. Interventions urgentes :

Les embarrures sont la pathologie de loin la plus fréquente dans notre série avec 8 enfants (53%) sur les 15 opérés dans le cadre d'urgence.

Les pathologies	Nombre de patient	Pourcentage
Compression médullaire dorsale	1	7%
Embarrure	8	53%
HED	3	20%
Kyste arachnoïdien rompu	1	7%
Révision de valve	2	13%
<b>Total général</b>	<b>15</b>	

Tableau 08 : répartition selon les interventions urgentes.

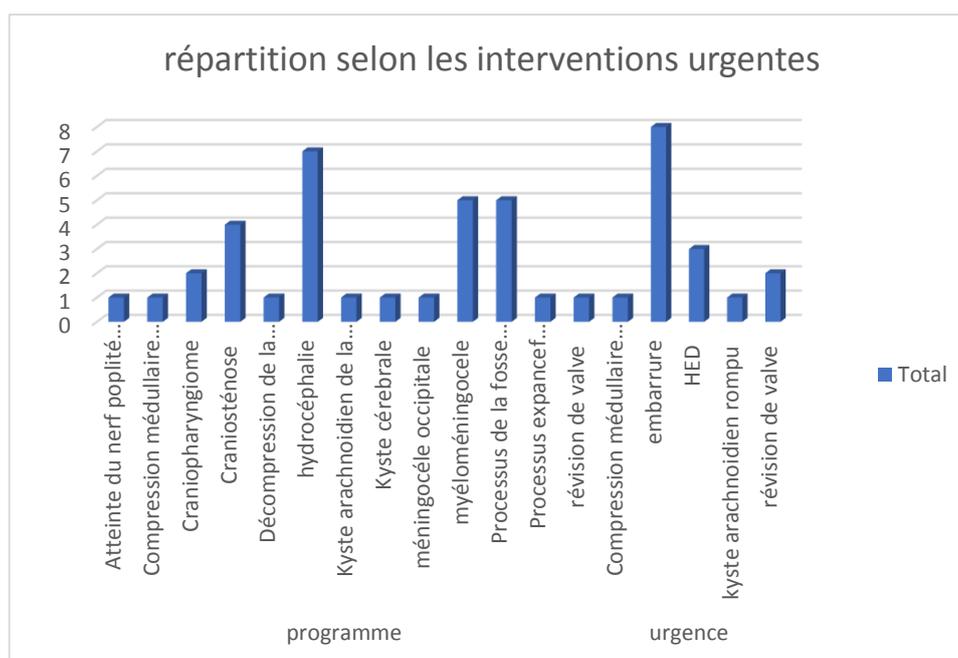


Figure 28 : répartition selon les interventions urgentes.

D. Répartition selon les pathologies :

Pathologies	Effectif	Pourcentage
Traumatisme crânien	12	26%
Tumeurs cérébrales	13	28%
Malformations	11	24%
Hydrocéphalie	10	22%
<b>Total général</b>	<b>46</b>	

Tableau 09 : répartition selon les pathologies

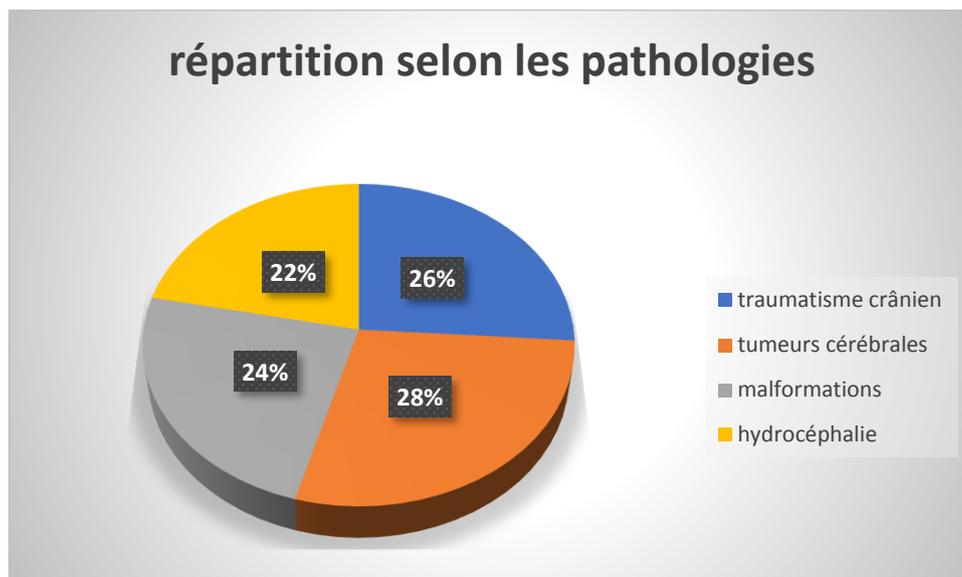


Figure 29 : répartition selon les pathologies

Les pathologies	Effectif	Pourcentage
Atteinte du nerf poplité externe droit	1	2%
Compression médullaire dorsale	2	4%
Craniopharyngiome	2	4%
Craniosténose	4	9%
Décompression de la jonction occipito-vertébrale	1	2%
Embarrure	8	17%
HED	3	7%
Hydrocéphalie	7	15%
Kyste arachnoïdien de la Valée sylvienne gauche	1	2%
Kyste arachnoïdien rompu	1	2%
Kyste cérébrale	1	2%
Méningocèle occipitale	1	2%
Myéломéningocèle	4	9%
Myéломéningocèle rompu	1	2%
Processus de la fosse cérébrale postérieure	5	11%
Processus expansif intracrânien sub-frontal gauche	1	2%
Révision de valve	3	7%
<b>Total général</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

Tableau 10 : répartition selon les motifs d'intervention.

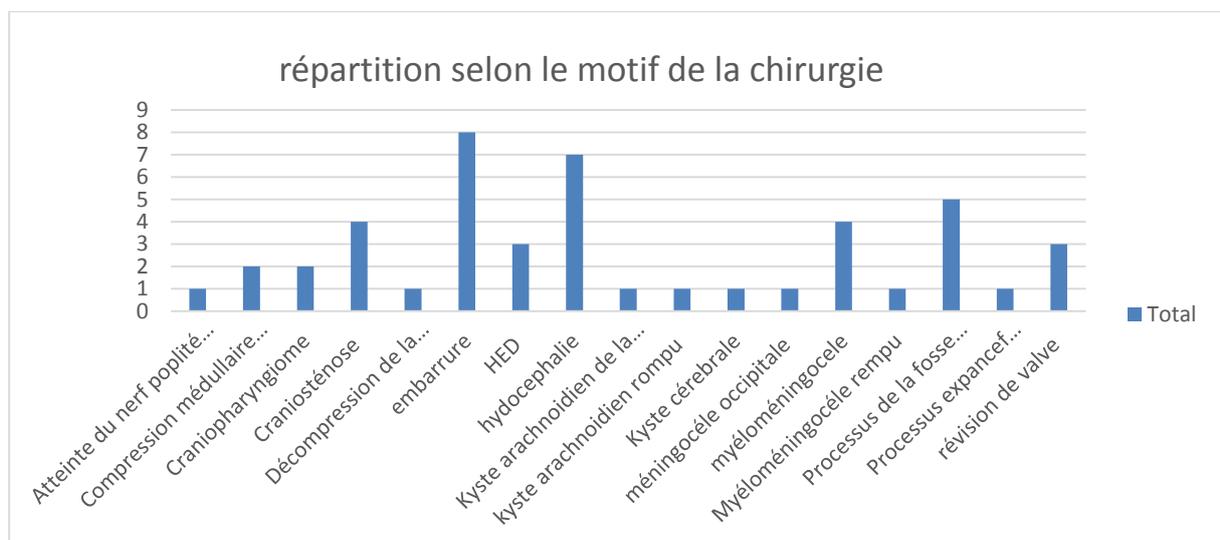


Figure 30 : répartition selon les motifs d'intervention.

E. Evaluation du patient :

1. Période préopératoire :

Le score ASA a été utilisé pour exprimer l'état de santé préopératoire.

Au cours de notre étude on a retrouvé 44 enfants scorés ASA 1 et seulement 2 enfants scorés ASA2.

Étiquettes de lignes	Effectif	Pourcentage
ASA 1	44	96%
ASA 2	2	4%
<b>Total général</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

Tableau 11 : répartition selon le score ASA.

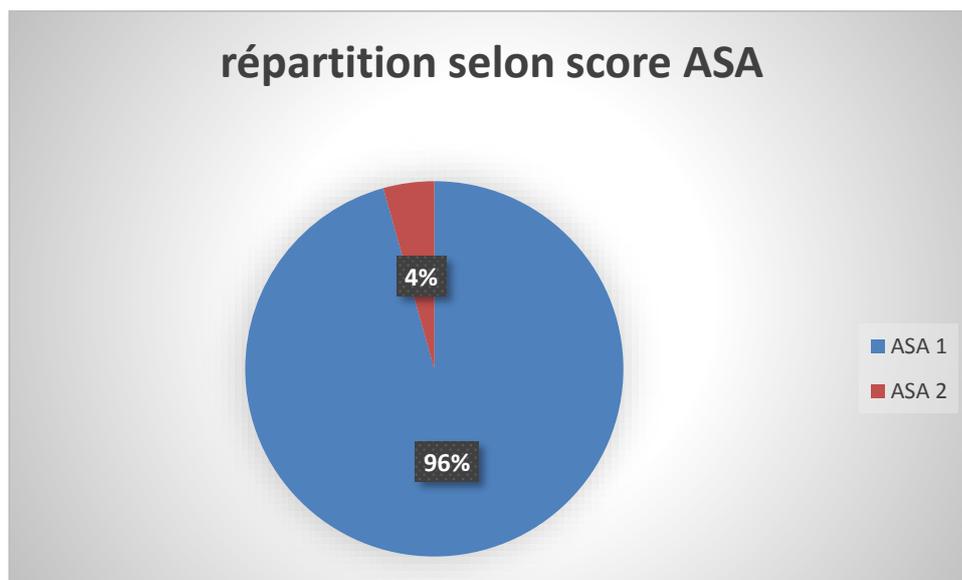


Figure 31 : répartition selon le score ASA.

a) Paramètres biologiques :

Tous nos patients ont bénéficié d'un bilan biologique standard préopératoire qui comprend :

- ✓ Une numération formule sanguine ;
- ✓ Un ionogramme sanguin ;
- ✓ Un bilan d'hémostase ;
- ✓ Un groupage ABO/Rhésus.

2. Période peropératoire :

a) Antibio prophylaxie :

La totalité des enfants ont reçu une antibio prophylaxie à type de céfoxitine.

Antibio prophylaxie	Effectif
Oui	46
<b>Total général</b>	<b>46</b>

Tableau 12 : répartition selon l'antibio prophylaxie.

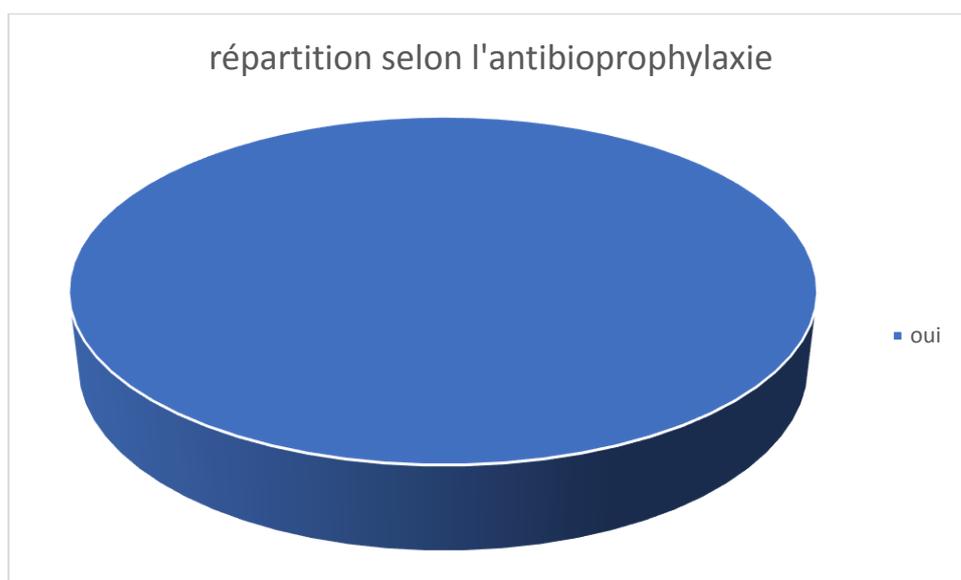


Figure 32 : répartition selon l'antibio prophylaxie.

b) Données anesthésiques :

Tous les patients de notre série ont bénéficié d'une anesthésie générale.

(1) Induction :

14 enfants (30%) de notre série ont reçu du PROPOFOL ;

On retrouve l'utilisation du Thiopental chez un seul enfant ;

Le reste des enfants (31) soit 67% ont reçu du sevoflurane.

Dans notre série on retrouve que l'hypnotique de loin le plus utilisé est le PROPOFOL.

Étiquettes de lignes	Nombre d'induction	
Propofol	14	30%
Sevoflurane	31	67%
Thiopental	1	2%
<b>Total général</b>	<b>46</b>	

Tableau 13 : répartition selon les produits d'induction.

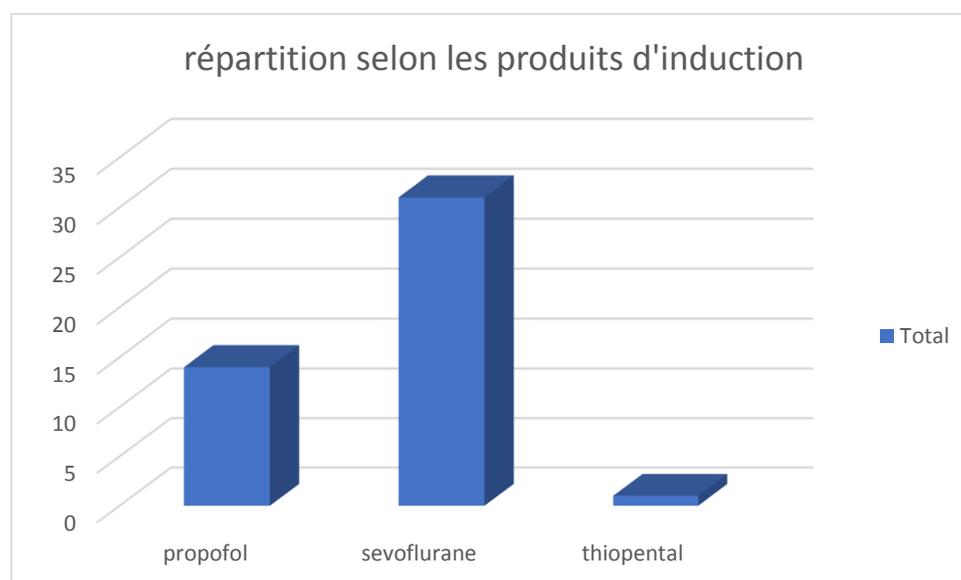


Figure 32 : répartition selon les produits d'induction.

(2) L'entretien anesthésique :

Dans notre série l'entretien anesthésique est assuré par le Sevoflurane dans 91% de notre échantillon.

Étiquettes de lignes	Nombre d'entretien	Pourcentage
Sevoflurane	42	91%
Propofol	3	7%
Thiopental	1	2%
<b>Total général</b>	<b>46</b>	

Tableau 14 : répartition selon les produits d'entretien.

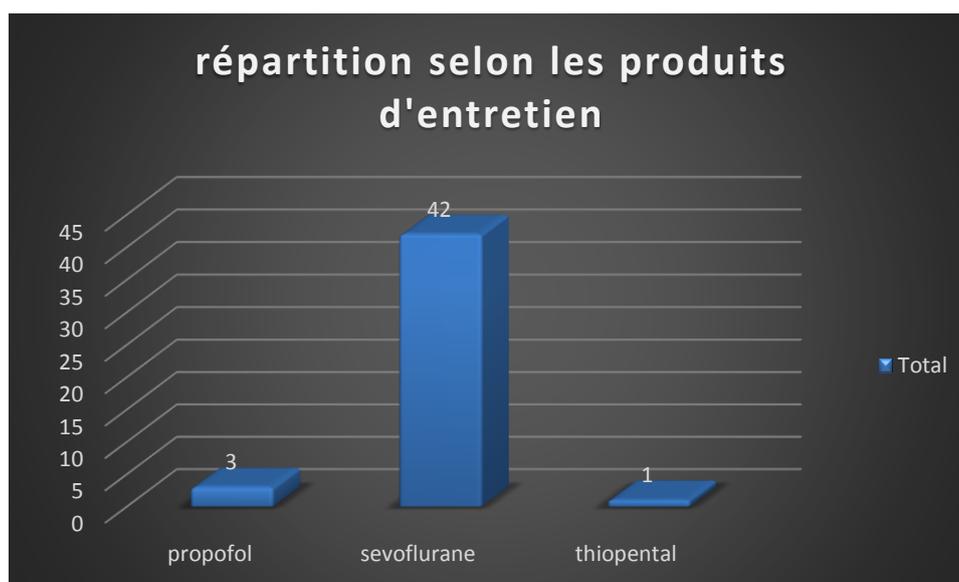


Figure 34 : répartition selon les produits d'entretien.

c) Répartition des produits anesthésique en fonction du caractère urgent ou programmé de l'intervention :

Dans notre étude on note :

Dans le cadre d'urgence, le sevoflurane et le propofol sont utilisés d'une façon égale pour l'induction ;

Alors que dans le cadre du programme le sevoflurane est de loin le plus utilisé pour l'induction.

Induction	Propofol	Sevoflurane	Sevoflurane	Thiopental	Total général
Entretien	Sevoflurane	Propofol	Sevoflurane	Thiopental	
Programme	7	3	21		31
Urgence	7		7	1	15
Total général	14	3	28	1	46

Tableau 15 : Répartition des produits anesthésique en fonction du caractère urgent ou programmé de l'intervention.

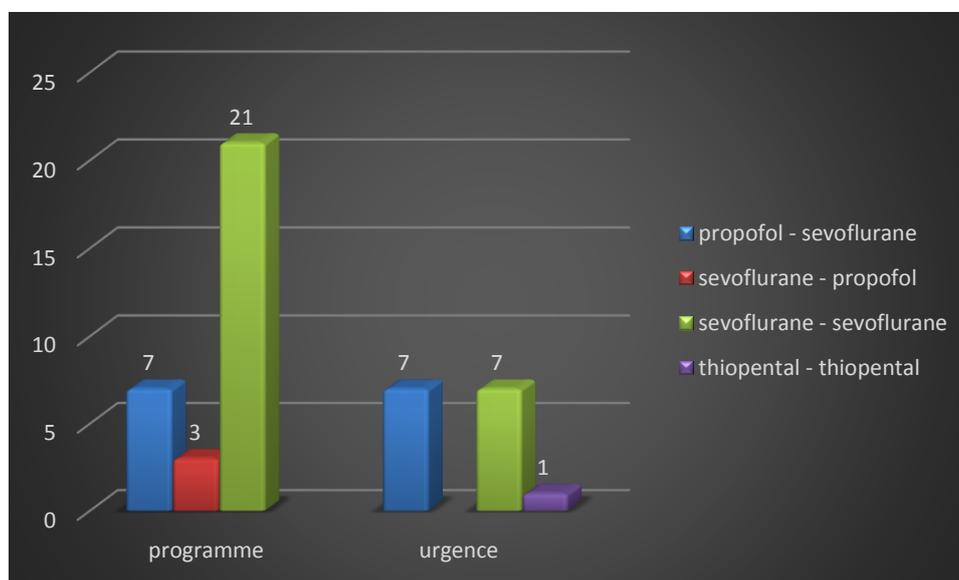


Figure 35 : Répartition des produits anesthésique en fonction du caractère urgent ou programmé de l'intervention.

d) Les analgésiques :

On retrouve l'utilisation du Sufentanil chez 38 enfants (83%) ;

L'utilisation du fentanil est retrouvée chez 8 enfants (17%) ;

L'analgésique le plus utilisé dans notre série est le SUFENTANIL.

Type d'analgésique	Effectif	Pourcentage
Fentanil	8	17%
Sufentanil	38	83%
Total général	46	100%

Tableau 16 : répartition selon les analgésiques utilisés.

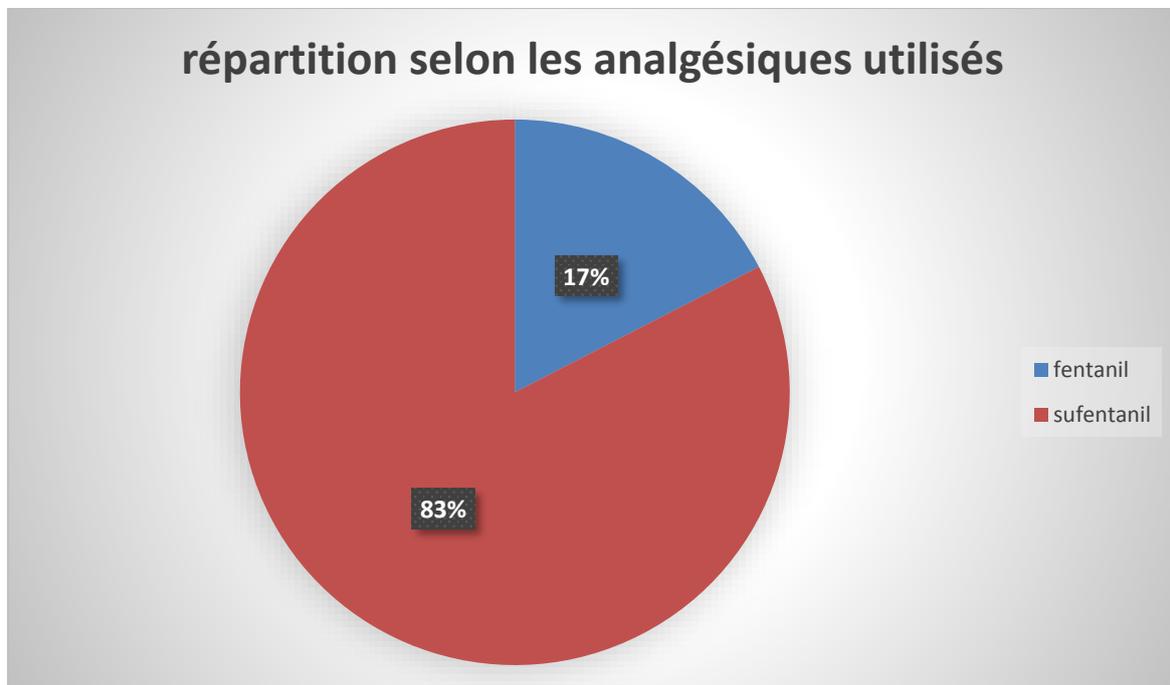


Figure 36 : répartition selon les analgésiques utilisés.

e) Les curares :

On retrouve l'utilisation du Esmeron chez 37 enfants (80%) ;

On retrouve l'utilisation du Atracurium chez un seul enfant (2 %) ;

On retrouve l'absence d'utilisation de curare chez 8 enfants (17 %).

	<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage</b>
Atracurium	1	2%
Esmeron	37	80%
Sans curare	8	17%
<b>Total général</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

Tableau 17 : répartition selon les curares utilisés.

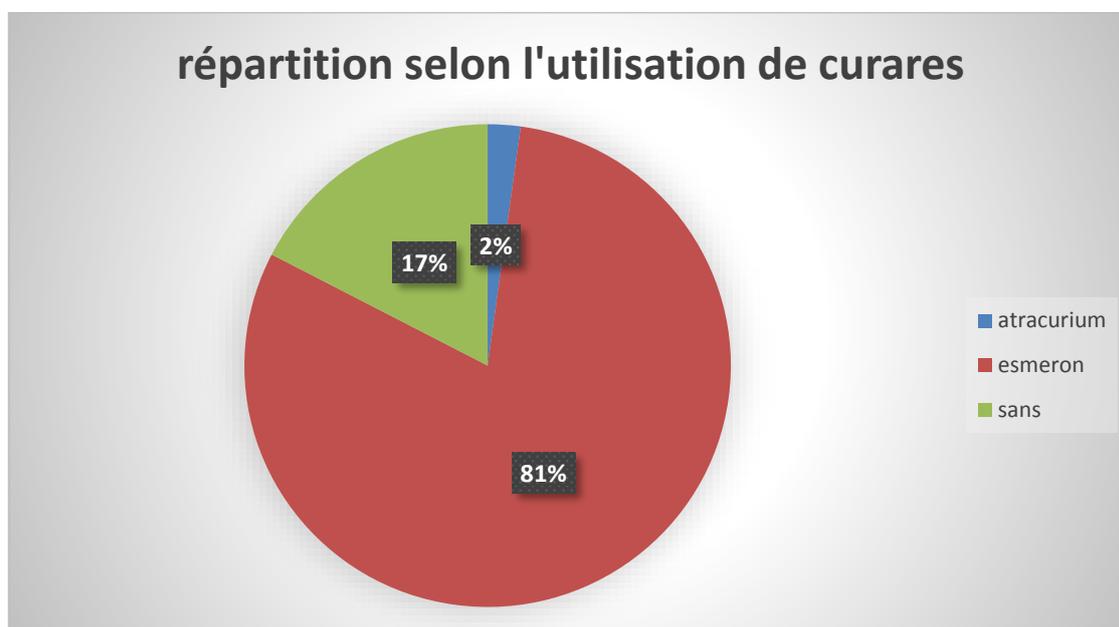


Figure 37 : répartition selon les curares utilisés.

f) Les sondes d'intubation :

Les sondes les plus fréquemment utilisées dans notre étude sont celles avec ballonnet.

On retrouve l'utilisation de sonde avec ballonnet chez 36 enfants (78 %).

Alors que 10 enfants n'ont pas bénéficié de sonde avec ballonnet (22%).

Sonde utilisée	Effectif	Pourcentage
Avec ballonnet	36	78%
Sans ballonnet	10	22%
<b>Total général</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

Tableau 18 : répartition selon le type de sonde d'intubation.

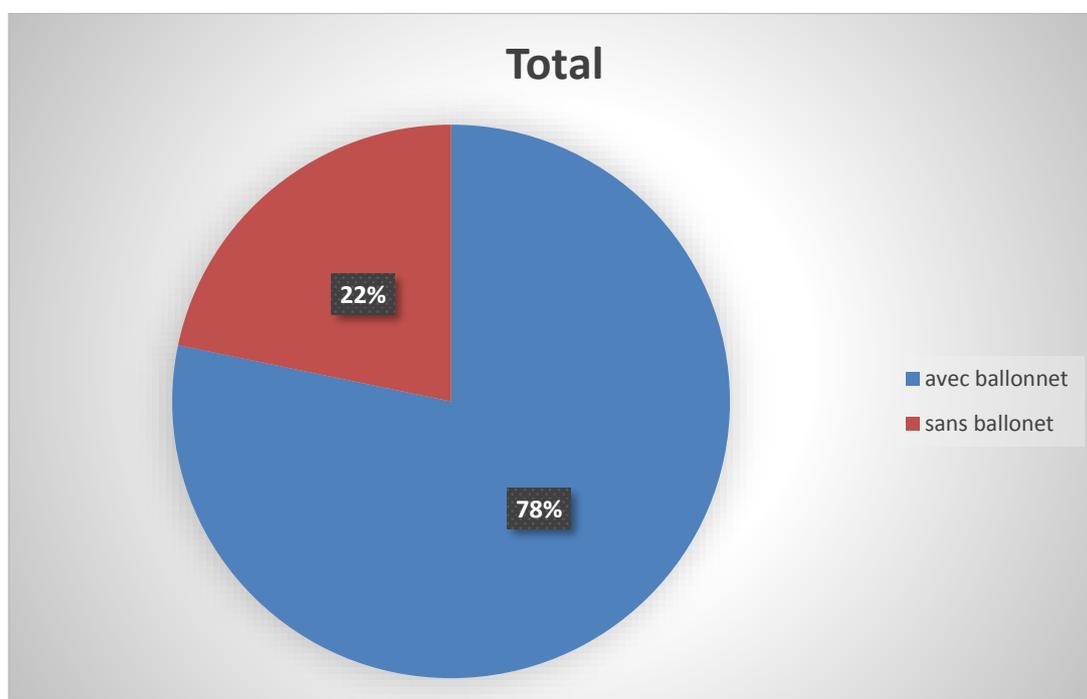


Figure 38: répartition selon le type de sonde d'intubation.

g) Ventilation :

Les 46 patients de notre série ont été opérés sous ventilation contrôlée.

h) Positionnement :

La position la plus fréquente est le décubitus dorsal avec un effectif de 31 enfants (67%).

Le positionnement de l'enfant a été fait en décubitus ventral chez 13 d'entre eux (28 %), alors que la position demi-assise n'est observée que chez un seul enfant (2%) et la position décubitus latéral chez un seul enfant (2%).

Positionnement	Effectif	Pourcentage
Décubitus dorsal	31	67%
Demi-assise	1	2%
Décubitus latéral	1	2%
Décubitus Ventral	13	28%
<b>Total général</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

Tableau 19 : répartition selon le positionnement du malade

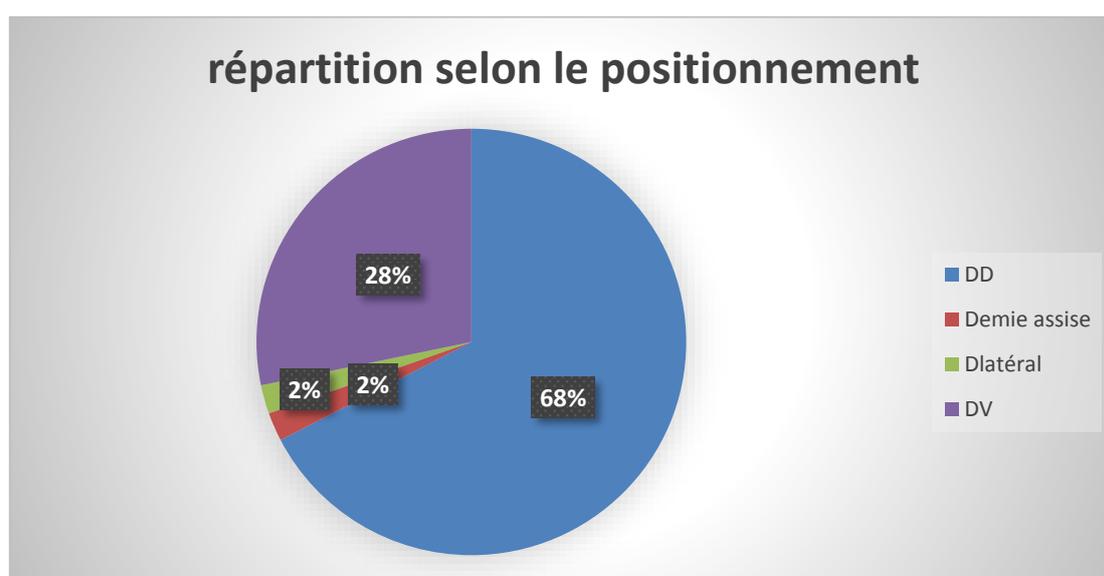


Figure 39 : répartition selon le positionnement du malade.

(1) Positionnement selon la pathologie :

Le positionnement en décubitus dorsal est observé lors des pathologies suivantes :

- Atteinte du nerf poplité externe ;
- Compression médullaire dorsale ;
- Craniopharyngiome ;
- Craniosténose ;
- Embarrure ;
- HED ;
- Hydrocéphalie ;
- Kyste arachnoïdien ;
- Processus expansif sub-frontal ;
- Révision de valve.

Le positionnement en décubitus ventral est observé lors des pathologies suivantes :

- Compression médullaire dorsale ;
- Craniosténose ;
- Décompression de la jonction occipito-vertébrale ;
- Myéloméningocèle ;
- Processus de la fosse cérébrale postérieure.

Le positionnement en décubitus latéral est observé lors des pathologies suivantes :

- Processus de la fosse cérébrale postérieure.

Le positionnement demi assis est observé lors des pathologies suivantes :

- Processus de la fosse cérébrale postérieure.

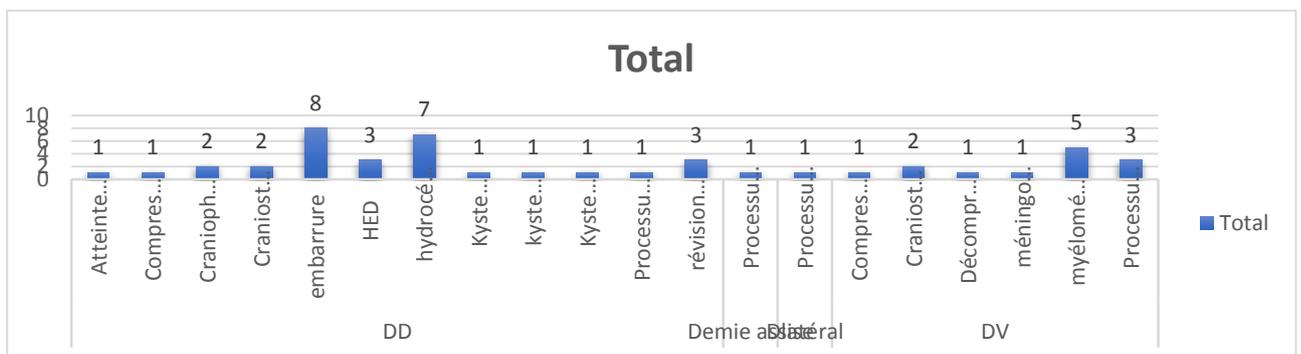


Figure 40 : répartition des positionnements selon les pathologies

Les pathologies	Effectif	Pourcentage	DD	DV	DL	DA
Atteinte du nerf poplité externe droit	1	2%	1			
Compression médullaire dorsale	2	4%	1	1		
Craniopharyngiome	2	4%	2			
Craniosténose	4	9%	2	2		
Décompression de la jonction occipito-vertébrale	1	2%		1		
Embarrure	8	17%	8			
HED	3	7%	3			
Hydrocéphalie	7	15%	7			
Kyste arachnoïdien de la Vallée sylvienne gauche	1	2%	1			
Kyste arachnoïdien rompu	1	2%	1			
Kyste cérébrale	1	2%	1			
Méningocèle occipitale	1	2%		1		
Myéломéningocele	4	9%		4		
Myéломéningocèle rompu	1	2%		1		
Processus de la fosse cérébrale postérieure	5	11%		3	1	1
Processus expansif intracrânien sub-frontal gauche	1	2%	1			
Révision de valve	3	7%	3			
<b>Total général</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>				

Tableau 20 : répartition des positionnements selon les pathologies.

i) **Complications :**

Dans notre étude on retrouve que l'hémorragie constitue la complication peropératoire la plus fréquente avec 14 enfants (30%).

	Nombre de complications peropératoires	Pourcentage
Bronchospasme	4	9%
Hémorragie	14	30%
HypoTA	2	4%
Laryngospasme	3	7%
<b>Total général</b>	<b>23</b>	<b>50%</b>

Tableau 21 : répartition selon complications peropératoires.

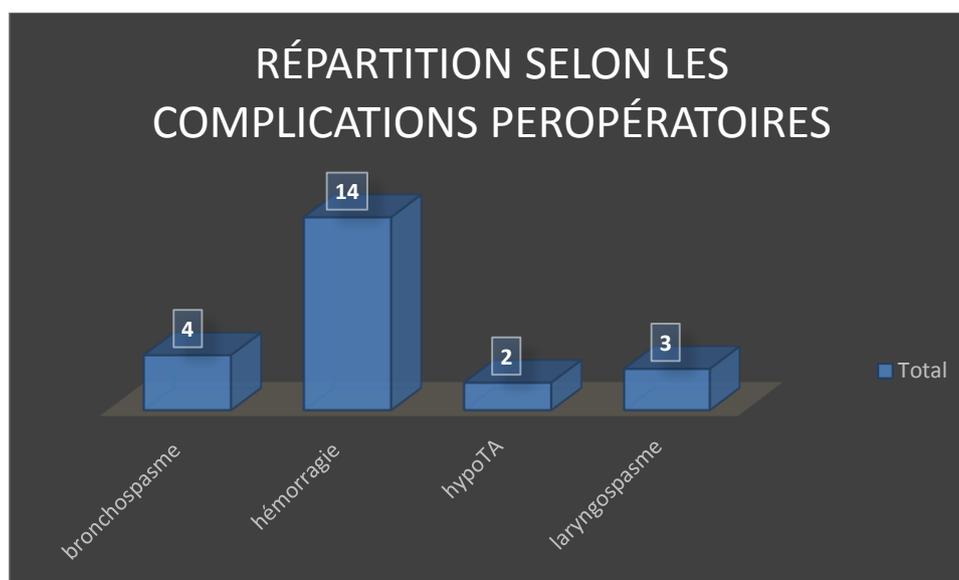


Figure 41 : répartition selon complications peropératoires.

(1) Complications hémorragiques selon les pathologies :

On note dans notre étude :

La totalité (4) des enfants opérés pour craniosténose ont compliqués d'une hémorragie ;

La totalité (3) des enfants opérés pour HED ont compliqués d'une hémorragie ;

La totalité (2) des enfants opérés pour craniopharyngiome ont compliqués d'une hémorragie ;

Les enfants opérés pour embarrure : seulement 2 sur 8 ont compliqués d'une hémorragie peropératoire ;

Les enfants opérés pour hydrocéphalie : seulement 1 sur 7 a compliqué d'hémorragie peropératoire ;

Pour le reste des pathologies on a noté l'absence d'hémorragie peropératoire.

Les pathologies	Effectif	Pourcentage	Hémorragie peropératoire
Atteinte du nerf poplité externe droit	1	2%	0
Compression médullaire dorsale	2	4%	0
Craniopharyngiome	2	4%	2
Craniosténose	4	9%	4
Décompression de la jonction occipito-vertébrale	1	2%	0
Embarrure	8	17%	2
HED	3	7%	3
Hydrocéphalie	7	15%	1
Kyste arachnoïdien de la Valée sylvienne gauche	1	2%	0
Kyste arachnoïdien rompu	1	2%	0
Kyste cérébrale	1	2%	0
Méningocèle occipitale	1	2%	0
Myéломéningocele	4	9%	1
Myéломéningocèle rompu	1	2%	0
Processus de la fosse cérébrale postérieure	5	11%	1
Processus expansif intracrânien sub-frontal gauche	1	2%	0
Révision de valve	3	7%	0
<b>Total général</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>	

Tableau 22 : répartition des complications hémorragiques selon les pathologies.

j) Transfusion :

Dans notre série 14 enfants (30%) ont bénéficié d'une transfusion peropératoire.

<b>Transfusé</b>	<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage</b>
Non	32	70%
Oui	14	30%
<b>Total général</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

Tableau 23 : répartition selon la transfusion.

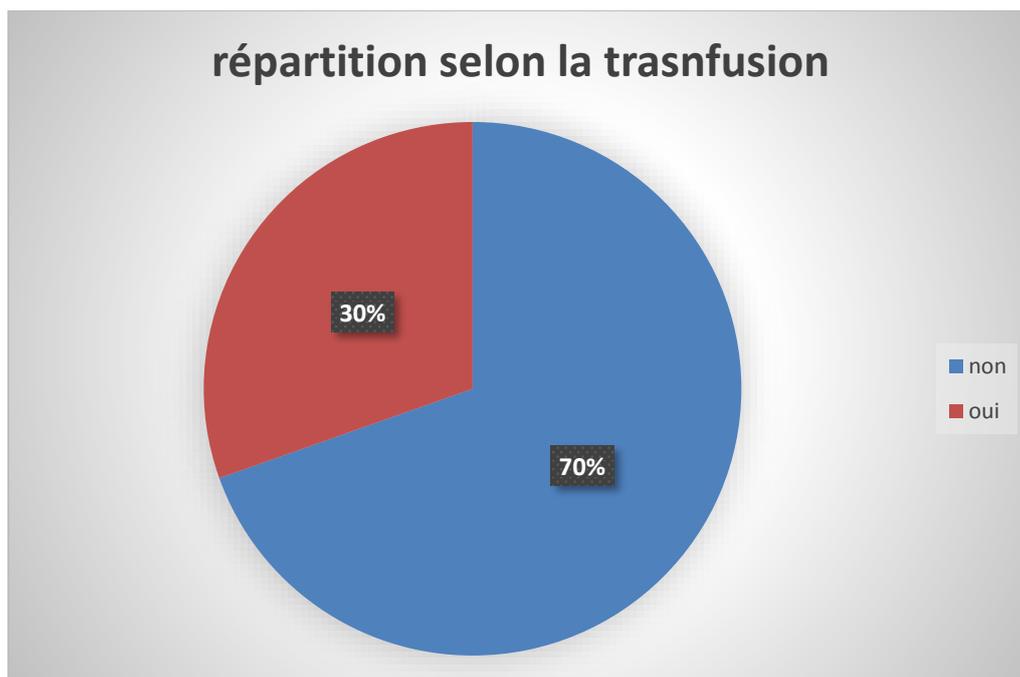


Figure 42 : répartition selon la transfusion.

(1) Le type du sang transfusé :

43 % des enfants ont reçu du sang phénotypé.

Type du sang	Effectif	Pourcentage
Non phénotypé	8	57%
Phénotypé	6	43%
<b>Total général</b>	<b>14</b>	

Tableau 24 : répartition selon le type du sang transfusé.

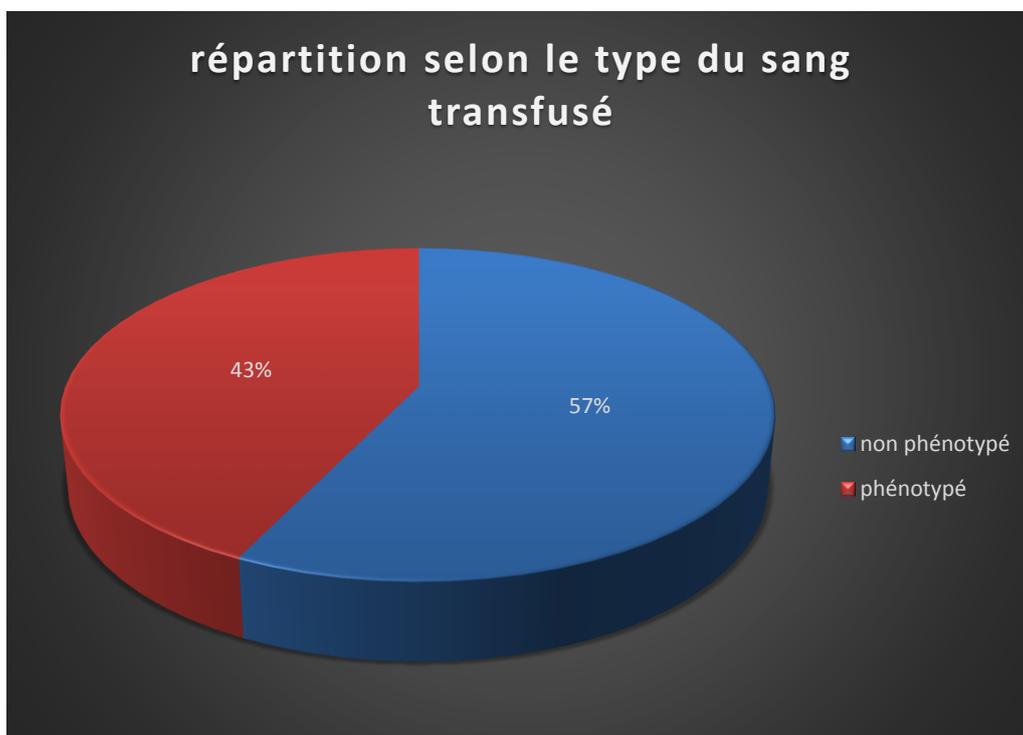


Figure 43 : répartition selon le type du sang transfusé.

k) Durée d'innervation :

On note dans notre série que la durée moyenne des interventions est :

Dans les pathologies traumatiques : 2.33 h.

Pathologies tumorales : 4.75 h.

Pathologies malformatives : 3.63 h.

Hydrocéphalie : 2h.

Durée de l'intervention en heure	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,4	4,5	5	5,5	6	8	8,5	Durée moyenne
Traumatiques	2	1	5	2		1								2.33
Tumorales	1	1	1		1				3	2	2	1	1	4.75
Malformatives		4	1	1		2	1	1	1					3.63
Hydrocéphalie	3	3	2	1										2

Tableau 25 : répartition selon la durée d'intervention.

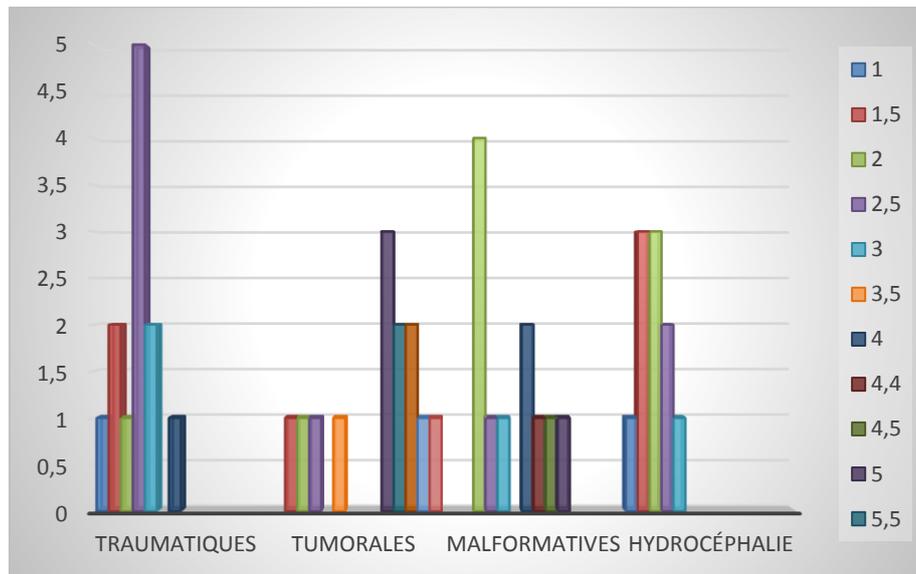


Figure 44 : répartition selon la durée d'intervention.

### 3. Période postopératoire :

#### a) Complication postopératoire :

On note dans notre série que la complication hémorragique est la plus fréquente en postopératoire avec un pourcentage de 22 %.

Complication	Effectif	Pourcentage
Hémorragie	4	9%
Méningite	10	22%
Paraplégie	1	2%
Sans	30	65%
<b>Total général</b>	<b>45</b>	<b>100%</b>

Tableau 26 : répartition selon les complications postopératoire.

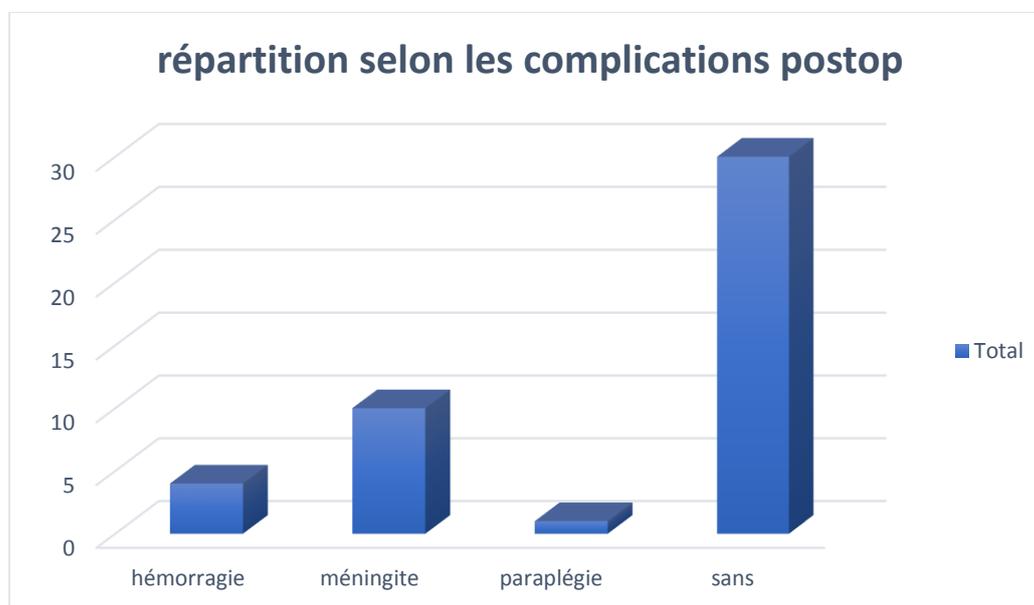


Figure 45 : répartition selon les complications postopératoire.

Pathologies	Complications postopératoire				
	Hémorragie	Méningite	Paraplégie	Sans	Total général
Atteinte du nerf poplité externe droit				1	1
Compression médullaire dorsale			1	1	2
Craniopharyngiome				2	2
Craniosténose	4				4
Décompression de la jonction occipito-vertébrale				1	1
Embarrure				8	8
HED				3	3
Hydrocéphalie		7			7
Kyste arachnoïdien de la vallée sylvienne gauche		1			1
Kyste arachnoïdien rompu		1			1
Kyste cérébrale				1	1
Méningocèle occipitale				1	1
Myéломéningocèle				5	5
Processus de la fosse cérébrale postérieure				5	5
Processus expansif intracrânien sub-frontal gauche				1	1
Révision de valve		1		2	3
<b>Total général</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>31</b>	<b>46</b>

Tableau 27 : répartition des complications postopératoire selon les pathologies.

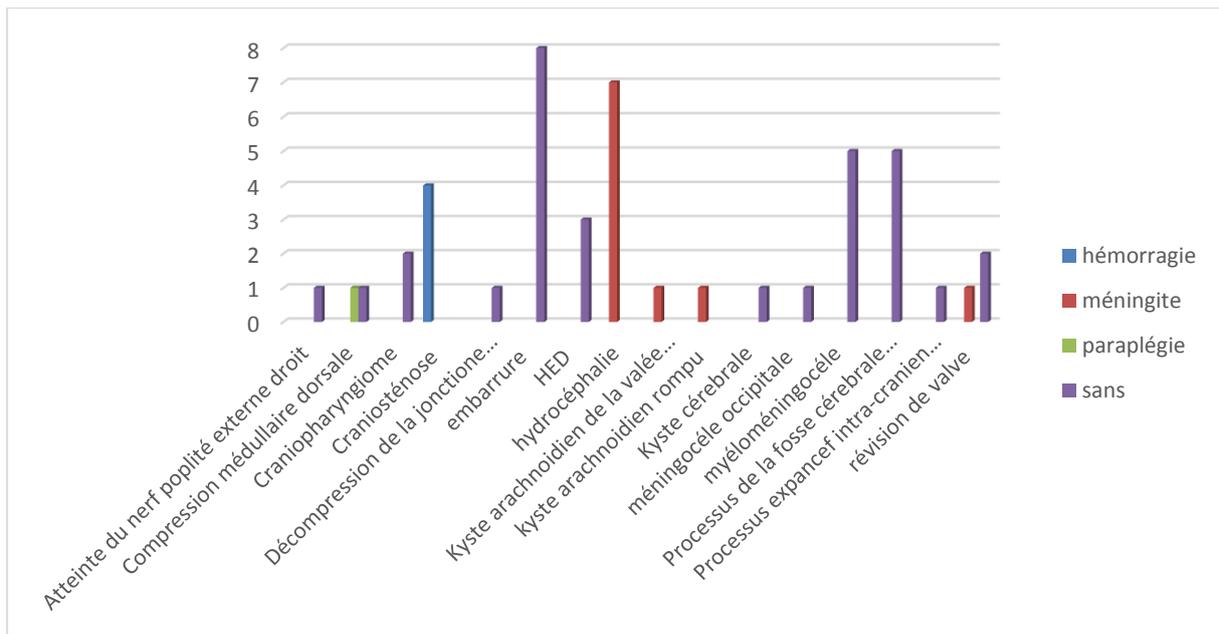


Figure 46 : répartition des complications postopératoire selon les pathologies.

## F. Mortalité :

On note un taux de mortalité de 7% dans notre série.

	<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage</b>
Décédé	3	7%

Tableau 28 : le taux de mortalité.



Figure 47 : le taux de mortalité.

# Discussion

## V. Discussion :

Les résultats observés au cours de notre étude, dans laquelle nous avons retenue 46 patients appellent à certaines réflexions qui sont l'objet de nos commentaires et discussion.

### A. Epidémiologie :

#### 1. Identification du patient :

##### a) Répartition selon l'âge :

L'âge moyen de nos patients est de 4 ans avec des extrêmes allant de 07 jours à 14 ans. La tranche d'âge la plus touchée était celle de [6 -16 ans [avec une fréquence de 37 % représentant ainsi la majorité des patients de notre série.

Tandis que dans la série de Dr Hadjadj faite au sein du même service comprenant 14 enfants opérés pour craniosténose entre 2015-2018, l'âge moyen était de 13.5 mois avec des extrêmes d'âge allant de 6 mois et 3 ans [86].

##### b) Répartition selon le sexe :

Dans notre série la prédominance masculine a été colligée chez les enfants admis en neurochirurgie pédiatrique toutes pathologies confondues avec un sex-ratio H/F de 1.55.

Etant donné la non disponibilité des données de la littérature abordant les pathologies neurochirurgicales toutes confondues chez l'enfant, on a procédé à un regroupement des pathologies en : tumorale, malformative, traumatique, hydrocéphalie ; afin de permettre une comparaison aux données de la littérature disponible.

##### (1) Répartition selon le sexe dans la pathologie tumorale :

Dans notre série une prédominance masculine est colligée avec un sex-ratio de 1.17, tandis que dans la série de Fatima-Ezzahra Hazmiri à propos de 136 cas colligés entre 2004 et 2016 ; le sex-ratio est de 1.60 [87].

Cet écart résulte de plusieurs facteurs :

- ✓ Les chiffres rapportés sont issus d'études couvrant une période importante par rapport à la durée de notre étude ;
- ✓ Le mode de recueil conditionne directement les taux rapportés ;
- ✓ Le chiffre que rapporte notre étude est obtenu sur l'analyse d'une série de 46 patients uniquement.

Auteurs	Pays/ville	Année de publication	Sex-ratio
Fatima-Ezzahra Hazmiri [87].	Maroc/ Marrakech	2004 – 2016	1.60
<b>Notre série</b>	<b>Algérie/ Bejaia</b>	<b>2019</b>	<b>1.17</b>

Tableau 29 : sex-ratio selon les séries.

## (2) Répartition selon le sexe dans la pathologie traumatique :

Une prédominance masculine est systématiquement retrouvée en littérature :

Auteur	Nombre de cas	Sexe masculin	Sexe féminin
HERRERA [88].	113 cas	73,5 %	26,5 %
BUISSON [89].		60 %	40 %
MEYER [90].		61%	39%
ALLAIN [91].		71%	29%
EVELYNE EMRY [92].	54	57.4%	42.6%
BELKORA [93].	564	65.7%	34.3
FARHAOUI [94].	541	62%	38%
HAMDANI [95].	654	72,94 %	27,06 %
OUNI [96].	266	71,42 %	28,58
Notre série	46	83%	17%

Tableau 30 : sex-ratio dans la pathologie traumatique selon les séries.

Dans notre série la prédominance a été nette avec un sex-ratio de 5 garçons/fille et un pourcentage de 83 % pour les garçons, et 17 % pour les filles.

On peut expliquer cette nette prédominance dans toutes les études par la turbulence du garçon, et par son comportement aventurier et explorateur, tandis que les filles passent leur temps libre à la maison en plus de leur comportement calme.

### (3) Répartition selon le sexe dans la pathologie malformative :

Dans notre série les pathologies malformatives regroupant : dysmorphie crânio-faciale et malformations du système nerveux central, ont été colligé avec un sex-ratio de 0.57 (la prédominance féminine est observé dans les pathologies malformatives).

### (4) Répartition selon le sexe dans l'hydrocéphalie :

Les hydrocéphalies ont été colligées avec un sex-ratio de 2.33.

L'incidence de l'hydrocéphalie serait de 50 000 à 100 000 nouveaux cas par an dans le monde[97].

Les 10 cas colligés durant l'année 2019 dans notre série représente une fréquence hospitalière.

## B. Donnée clinique :

### 1. Antécédents médicaux chirurgicaux :

Dans notre série 11 % des patients ont présenté des antécédents médicaux, et 33 % des antécédents chirurgicaux.

Ce paramètre n'a pas été sujet d'étude.

## C. Caractère programmé ou urgent de l'intervention :

Dans notre série 33 % des patients ont été admis en urgence au bloc, et 67 % ont été programmé.

Ce paramètre n'a pas été sujet à une étude.

## D. Evaluation du patient :

### 1. Période préopératoire :

En fonction des antécédents personnels ; médicaux et chirurgicaux, l'évaluation préopératoire a permis d'individualiser 2 enfants classé ASA 2.

Le premier patient a été classé ASA 2 pour les antécédents médicaux suivants : diminution de l'acuité visuel, hypothyroïdie, insuffisance corticotrope.

Le second patient a été classé ASA 2 pour les antécédents médicaux suivant : une IMC et épilepsie ; et comme antécédents chirurgicaux une DVP réalisée à l'âge de 03 mois pour hydrocéphalie.

### 2. Période peropératoire :

#### a) Antibioprophylaxie :

La neurochirurgie est considérée propre selon la classification d'ALTMEIER cependant ; 100 % des patients de notre série ont reçu céfoxitine maintenue 24 h au minimum, justifié :

- ✓ Durée d'intervention ;
- ✓ Condition de travail ;
- ✓ Condition d'asepsie.

Classe	Description	Taux d'infection sans / avec ATB
1) Chirurgie propre	Pas de traumatisme ouvert, pas d'inflammation, pas d'ouverture de viscères creux. Pas de rupture d'asepsie.	1-5 % / < 1 %
2) Chirurgie propre contaminée	Ouverture d'un viscère creux avec contamination minime (oropharynx, tube digestif haut, voies respiratoires, appareil uro-génital, voies biliaires. Rupture minime d'asepsie.	10-20 % / 7 %
3) Chirurgie contaminée	Traumatisme ouvert depuis < 4h. Chirurgie sur urine ou bile infectée. Contamination importante par le contenu digestif.	20-35 % / 10-15 %
4) Chirurgie sale	Infection bactérienne avec ou sans pus. Traumatisme ouvert depuis ≥ 4h ou corps étranger, tissus dévitalisés. Contamination fécale.	20-50 % / 10-35 %

Figure 48 : Classification ALTMEIER

## b) Données anesthésiques :

Dans notre série 100 % des patients ont bénéficié d'une anesthésie générale.

La plupart des auteurs convergent au fait que tout stimulus nociceptifs, effort de toux, crise d'épilepsie peuvent entraîner une augmentation de la pression intracrânienne et favoriser le saignement [98].

### (1) Induction :

Dans notre série l'induction anesthésique a été réalisée par voie intraveineuse chez 32 %, 30 % ont reçu du propofol, et 2 % ont reçu du thiopental.

le propofol est privilégié du fait de ses avantages sur le thiopental selon les données de la littérature [99] :

- ✓ Anesthésie de stade chirurgical au moins de deux ;
- ✓ Élimination rapide ;
- ✓ Réveil vécu comme agréable par l'enfant ;
- ✓ Et effet anti émétique propre.

Tandis que chez 67 % restant, l'induction a été réalisé par voie inhalatrice par sevoflurane, ce protocole a été utilisé chez 7 patients admis en urgence au bloc opératoire.

Ceci vient controversé les données de la littérature ou le sevoflurane est totalement contre indiqué en situation d'urgence[100]. L'induction au masque engendre une altération de l'autorégulation lié aux fortes concentrations de sévoflurane associé à l'hypercapnie secondaire à l'hypoventilation augmentera la PIC.

## (2) Entretien :

Dans notre série l'entretien anesthésique a été réalisé chez 93 % en inhalatoire par du Sevoflurane ce qui correspondent aux données de la littérature ; ceci est justifié par son excellente tolérance cardiovasculaire et respiratoire lui conférant un intervalle thérapeutique relativement large [101].

Tandis que chez 7 % l'entretien a été maintenu par propofol.

## (3) Les analgésiques :

L'utilisation d'analgésie est systématique.

Dans notre série le sufentanil a été utilisé chez 83 % des patients, le fentanil a été utilisé chez 17 % d'entre eux.

Ceci vient controversé les dernières recommandations de 1994 privilégiant l'utilisation du fentanil en première intention chez l'enfant [8] : pour sa Stabilité hémodynamique

## (4) Les curares :

Dans notre série la curarisation a été réalisé chez 82 % ; dont 80 % ont reçu du esmeron.

18 % des patients n'ont pas reçu de curarisation ; ceci est expliqué en littérature par la non systématisation de l'utilisation des curares en neurochirurgie pédiatrique.

L'adjonction de forte dose d'anesthésique et d'analgésiques permettrait l'intubation orotrachéale.

Cependant l'utilisation du curare chez les 82 % des cas ; a donnée de meilleure condition d'intubation orotrachéale et de ventilation mécanique.

L'administration de l'atracurium à un seul patient est due à la non disponibilité du esmeron, sa principale indication est l'insuffisance hépatique.

#### (5) Les sondes d'intubations :

Dans notre série l'utilisation de sonde avec ballonnet a été colligée chez 78 % des patients.

Cette attitude vient contredire les données de la littérature, plusieurs auteurs concluent à l'utilisation de sonde sans ballonnet en pédiatrie [102] :

- ✓ L'addition du ballonnet diminue le diamètre utile de la sonde, ceci entraîne une augmentation de travail en ventilation spontanée ;
- ✓ Risque de lésion de la muqueuse trachéale, avec complication respiratoire à l'extubation ;
- ✓ Risque de baisse de la pression de perfusion trachéale et ischémie ;
- ✓ Le rétrécissement cricoïdien permet d'assurer l'étanchéité des voies aériennes.

#### (6) Positionnement :

Le positionnement en décubitus dorsal a été observé chez 67 % des patients pour divers motifs : tumoral, malformatif, traumatique, hydrocéphalie.

Le positionnement en décubitus ventral a été observé chez 28 % des patients pour motifs : tumoral, malformatif, traumatique.

La position demi-assise a été colligée chez un seul patient 2 % pour exérèse de processus de la fosse cérébrale postérieure. De nombreux auteurs convergent vers l'abandon de la position demi-assise du fait de ses complications :

- ✓ Hémodynamique : hypoperfusion cérébrale ;
- ✓ Ventilatoire : le shunt droit-gauche favorise les embolies paradoxales ;
- ✓ Embolie gazeuse.

Ainsi de la difficulté de surveillance de leur survenue.

La position en décubitus latéral a été colligée chez un seul patient 2 % pour exérèse de processus de la fosse cérébrale postérieure, cette position est rarement utilisée du fait des modifications hémodynamiques :

- ✓ Augmentation de la pression thoracique et abdominale,
- ✓ Diminution du retour veineux

Le choix du positionnement dépend en premier lieu de l'abord chirurgical, et en second de l'évaluation du patient.

### (7) Complication peropératoire :

Dans notre série on a observé aucun cas d'état de choc hémorragique en peropératoire malgré les interventions à haut risque de saignement, ceci revient directement à l'expérience de l'équipe neurochirurgien-anesthésiste, aux conduites du service : stratégie transfusionnelle et transfusion anticipée.

#### (a) Complications hémorragiques :

La complication peropératoire la plus rencontrée dans notre série est l'hémorragie avec une incidence de 61% de l'ensemble des complications peropératoires.

100 % des interventions pour craniosténose ont présenté un saignement peropératoire, ceci concorde avec la série de Dr HADJADJ : à propos de 14 cas : 100 % des patients ont saigné au cours de l'intervention [86].

#### (b) Complication respiratoire :

##### (i) Le bronchospasme :

On le retrouve chez 9% des patients.

	Année	Pourcentage
Burgoyne et Angheliescu [103].	2002	0.1 %
Murat et al [104].	2002	0.2 %
<b>Notre série</b>	<b>2019</b>	<b>9 %</b>

Tableau 31 : incidence de bronchospasme selon les séries

On constate que la fréquence dans notre étude est à la hausse par rapport à l'ensemble des études, cet important écart résulte de plusieurs facteurs :

- ✓ Les chiffres rapportés sont issus d'études couvrant une période plus au moins importante par rapport à la durée de notre étude ;
- ✓ Le mode de recueil conditionne directement les taux rapportés ;
- ✓ Le chiffre que rapporte notre étude est obtenu sur l'analyse d'une série de 46 patients uniquement

(ii) *Laryngospasme :*

C'est une adduction active, prolongée et involontaire des cordes vocales provoquant une obstruction brutale des voies aériennes.

- C'est une complication fréquente chez l'enfant avec une incidence estimée entre 1,06 et 1,40% [105 ;106].
- L'incidence augmente considérablement dans des situations à risque : [107].
  - ✓ Le bas âge avec un risque 3 fois plus important s'il s'agit d'un nourrisson de moins de 3 ans ;
  - ✓ Le tabagisme passif, avec un risque 10 fois plus important si notion de tabagisme familial et surtout maternel ;
  - ✓ La chirurgie ORL (amygdalectomie, adénoïdectomie...).

Dans notre série l'incidence du laryngospasme est de 13% de l'ensemble des complications peropératoires.

Le laryngospasme à l'extubation ayant justifié l'administration d'un corticoïde.

(c) *Complications cardio-vasculaires :*

Dans notre série l'hypotension artérielle représente la seule complication cardio-vasculaire avec incidence de 9% de l'ensemble des complications peropératoires.

#### (8) Transfusion :

Dans notre série 100 % des patients ayant présenté un saignement ont été transfusés, seulement 43% ont reçu du sang phénotypé justifié par son indisponibilité.

#### (9) Durée d'intervention :

Une étude prospective multicentrique a rapporté que la durée de l'intervention est un facteur déterminant dans la survenue de méningite postopératoire, en effet cette complication est plus fréquente si l'opération dure plus de 4 heures [21].

Et d'après le NNISS [108] (National nosocomial Infections Surveillance System) le risque d'infection nosocomiale augmente avec la durée de l'intervention, en effet la durée au-delà de laquelle le risque d'infection postopératoire augmente est de :

- ✓ 4 heures en cas de craniotomie ;
- ✓ 2 heures en cas de dérivation ventriculaire ;
- ✓ 2 heures en cas d'autres neurochirurgies.

### 3. Période postopératoire :

#### a) Complications postopératoires :

Parmi les 46 patients opérés ,15 ont présenté des complications postopératoires, soit un taux global de 35%.

Nous avons pris en compte toutes les complications neurologiques, infectieuses et hémorragiques.

#### (1) Complications infectieuses :

Malgré les mesures de prévention mises en route par la majorité des centres de neurochirurgie, ce type de complications demeure encore très fréquent. Son incidence varie selon les centres et les facteurs de risque.

Actuellement, dans les séries de ces dernières années, le taux d'infections varie de 2% à 31% avec une moyenne autour de 8 à 10% [109] [110].

Le tableau 32 résume les différents taux de complications infectieuses rapportés dans la littérature.

Auteurs	Nombre de procédures	Période d'étude	Taux d'infection (%)
Choux et Lena [111].	600	08 ans	7,75
Baird et O'Connor [112].	957	10 ans	9,82
Davis et Lévy [24].	2325	10 ans	3,2
Joseph H. Piatt [113].	647	04 ans	8,5
Heather S. Spader [114].	105	08 ans	10
Notre série	46	01 an	22

Tableau 32 : les différents taux de complications infectieuses rapportés dans la littérature.

La complication infectieuse a été colligée chez 22 % des patients de notre série, malgré l'antibioprophylaxie peropératoire administré à tous nos patients.

Cette hausse dans le nombre de complications pourrait être expliquée par :

- ✓ Les chiffres rapportés sont issus d'études couvrant une période plus au moins importante par rapport à la durée de notre étude ;
- ✓ Le mode de recueil conditionne directement les taux rapportés ;
- ✓ Le chiffre que rapporte notre étude est obtenu sur l'analyse d'une série de 46 patients uniquement.

### (2) Complications hémorragiques :

L'hémorragie postopératoire a été observée chez 9 % des patients, dont un patient qui s'est compliqué de choc hémorragique et qui a décédé, par retard de transfusion.

Ceci concorde avec la série de Dr HADJADJ : à propos de 14 cas opérés pour craniosténose au CHU de Bejaia : 14 % des patients ont saigné en postopératoire [86].

### (3) Complications neurologiques :

Parmi les 15 patients de notre série 1 cas a présenté un déficit neurologique à type de paraplégie soit un taux de 2 % après chirurgie d'exérèse de tumeur médullaire.

On retrouve dans la littérature que les complications les plus importantes en termes de gravité neurologique sont d'incidence plus faible. Ainsi, selon Manninen PH, Raman SK, Boyle K, el-Beheiry H. et Magni G, La Rosa I, Gimignani S, Melillo G, Imperiale C, Rosa G. dans 2 séries de 431 et 162 patients respectivement, 50% d'entre eux ont eu un incident postopératoire sans gravité particulière, tandis que moins de 6 % des patients ont eu une complication neurologique [115, 116].

### E. La mortalité :

Dans notre série nous avons recueilli 3 décès soit 7 %.

L'un des décédés a présenté un bilan biologique post opératoire avec HB = 6 gr/dl, décès survenu suite au retard transfusionnelle.

Les 02 autres décès sont survenus dans un tableau d'HIC chez des patients admis pour révision de valve.

Le tableau montre le taux de mortalité selon les différentes séries.

Les séries	Le taux de mortalité
David [117].	41.1%
Grant [118].	29.2%
Leibel [119].	17%
Galicich [120].	9%
Harsh [121].	4.3%
Fadul et coll [122].	3.3%
Kelly [123].	2.5%
Sawaya et coll [124].	1.7%
Notre série	7%

Tableau 33 : le taux de mortalité selon les séries.

## VI. Recommandations :

Au terme de cette étude, les recommandations suivantes sont proposées et s'adressent respectivement :

A l'équipe d'anesthésie-réanimation :

Une attention spéciale consacrée à la bonne tenue des fiches d'anesthésie ;

Une meilleure gestion anesthésique afin de réduire les complications respiratoires ;

Une bonne connaissance de l'anesthésie pédiatrique.

A l'équipe de la neurochirurgie :

Une attention spéciale consacrée à la bonne tenue des dossiers médicaux et à la transmission de l'information afin de permettre une continuité des soins et une meilleure prise en charge des patients ;

Utilisation des nouvelles techniques afin de minimiser les complications per et postopératoires.

## VII. Conclusion :

Le neuro-anesthésiste pédiatrique doit parfaitement bien connaître la physiopathologie de l'agression cérébrale primaire, et les différentes possibilités thérapeutiques permettant de réduire les agressions cérébrales secondaires.

Il lui est donc nécessaire d'intégrer en permanence des connaissances relevant à la fois de l'anesthésie pédiatrique et de la neuro-anesthésie.

## Bibliographie :

- [1] « Définitions : anesthésie - Dictionnaire de français Larousse ».
- [2] Doctissimo, « Induction et potentialisation de l'anesthésie - Définition du mot Induction et potentialisation de l'anesthésie ».
- [3] « Halothane », Wikipédia.
- [4] « Sévoflurane », Wikipédia.
- [5] T. Foesel et H. J. Reisch, « Postoperative behavioural changes in children: comparison between halothane and sevoflurane », *Paediatr. Anaesth.*, vol. 11, no 6, p. 719- 723, nov. 2001,
- [6] P. Westrin, C. Jonmarker, et O. Werner, « Thiopental requirements for induction of anesthesia in neonates and in infants one to six months of age », *Anesthesiology*, vol. 71, no 3, p. 344- 346, sept. 1989.
- [7] A. R. Wolf et F. Potter, « Propofol infusion in children: when does an anesthetic tool become an intensive care liability? », *Paediatr. Anaesth.*, vol. 14, no 6, p. 435 - 438, juin 2004.
- [8] T. Kart, L. L. Christrup, et M. Rasmussen, « Recommended use of morphine in neonates, infants and children based on a literature review: Part 2--Clinical use », *Paediatr. Anaesth.*, vol. 7, no 2, p. 93- 101, 1997.
- [9] I. Constant, « CURARES ET INTUBATION CHEZ L'ENFANT », p. 13.
- [10] « <https://www.saintluc.be/services/medicaux/anesthesiologie/historique.php> - Recherche Google ».
- [11] A. Messeri, S. Caprilli, et P. Busoni, « Anaesthesia induction in children: a psychological evaluation of the efficiency of parents' presence », *Paediatr. Anaesth.*, vol. 14, no 7, p. 551 - 556, juill. 2004.
- [12] C. Cote, « Preoperative preparation and premedication. », *Br. J. Anaesth.*, 1999.
- [13] Z. N. Kain, L. C. Mayes, A. A. Caldwell-Andrews, H. Saadat, B. McClain, et S.-M. Wang, « Predicting which children benefit most from parental presence during induction of anesthesia », *Paediatr. Anaesth.*, vol. 16, no 6, p. 627 - 634, juin 2006.

- [14] V. M. Naik, S. S. P. Mantha, et B. K. Rayani, « Vascular access in children », *Indian J. Anaesth.*, vol. 63, no 9, p. 737- 745, sept. 2019.
- [15] T. Weber, N. Salvi, G. Orliaguet, et A. Wolf, « Cuffed vs non-cuffed endotracheal tubes for pediatric anesthesia », *Pediatr. Anesth.*, vol. 19, no s1, p. 46- 54, 2009.
- [16] M. Weiss, A. Dullenkopf, J. E. Fischer, C. Keller, A. C. Gerber, et European Paediatric Endotracheal Intubation Study Group, « Prospective randomized controlled multi-centre trial of cuffed or uncuffed endotracheal tubes in small children », *Br. J. Anaesth.*, vol. 103, no 6, p. 867- 873, déc. 2009.
- [17] B. S. von Ungern-Sternberg et al., « Risk assessment for respiratory complications in paediatric anaesthesia: a prospective cohort study », *Lancet Lond. Engl.*, vol. 376, no 9743, p. 773- 783, sept. 2010.
- [18] « Le\_laryngospame\_perianesthésique\_prevention\_et\_traitement.pdf ». [https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Le\\_laryngospame\\_perianesthésique\\_prevention\\_et\\_traitement.pdf](https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Le_laryngospame_perianesthésique_prevention_et_traitement.pdf).
- [19] L. L. Burgoyne, M. P. Smeltzer, L. A. Pereiras, A. L. Norris, et A. J. De Armendi, « How well do pediatric anesthesiologists agree when assigning ASA physical status classifications to their patients? », *Paediatr. Anaesth.*, vol. 17, no 10, p. 956- 962, oct. 2007.
- [20] H. J. Hoffman, E. B. Hendrick, R. P. Humphreys, J. R. Buncic, D. L. Armstrong, et R. D. Jenkin, « Management of craniopharyngioma in children », *J. Neurosurg.*, vol. 47, no 2, p. 218- 227, août 1977.
- [21] A. Quiñones-Hinojosa, *Schmidek and Sweet Operative Neurosurgical Techniques: Indications, Methods, and Results: Sixth Edition*. Elsevier Inc., 2012.
- [22] « craniopharyngiome – Recherche Google ».
- [23] « Les manifestations neurologiques/ophtalmologiques : Clinique de neurofibromatose ».
- [24] D. Taoufik, « Tumeurs de la région pinéale », *Medix cours de médecine en ligne - Encyclopédie Médicale*, mai 14, 2020.
- [25] F. Fauchon, A. Juvet, C. Alapetite, et M. Fevre-Montange, « Classification des tumeurs de la région pinéale et leur traitement », *EMC - Neurol.*, vol. 2, no 4, p. 596- 617, nov. 2005.

- [26] P. Pencalet et al., « Papillomas and carcinomas of the choroid plexus in children », *J. Neurosurg.*, vol. 88, no 3, p. 521 - 528, mars 1998.
- [27] Dr Barbara-Kolaneck, « 1-Anesthésie-en-neurochirurgie-pédiatrique-Dr-Barbara-Kolaneck.pdf.pdf », 2014.
- [28] P. D. Plantaz, « Tumeurs de la fosse cérébrale postérieure de l'enfant (144d) », *Février 2004*, p. 10.
- [29] Koob, M., & Girard, « Tumeurs cérébrales : particularités chez l'enfant. *Journal de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle*, 95(10), 953–972 | 10.1016/j.jradio.2014.05.011 », 2014.
- [30] B. Fisher, D. Thomas, et B. Peterson, « Hypertonic saline lowers raised intracranial pressure in children after head trauma », *J. Neurosurg. Anesthesiol.*, vol. 4, no 1, p. 4- 10, janv. 1992.
- [31] M. Bonnard-Gougeon, G. Gindre, et J.-J. Lemaire, « Mesure de la pression intracrânienne », in *La réanimation neurochirurgicale*, N. Bruder, P. Ravussin, et B. Bissonnette, Éd. Paris: Springer Paris, 2007, p. 83- 98.
- [32] V. Grevy et E. Escuret, « Le retour veineux sanguin cérébral », *Ann. Fr. Anesth. Réanimation*, vol. 17, no 2, p. 144- 148, 1998.
- [33] J. M. Porter, C. Pidgeon, et A. J. Cunningham, « The sitting position in neurosurgery: a critical appraisal », p. 12.
- [34] R. J. Elton et R. S. Howell, « The sitting position in neurosurgical anaesthesia: a survey of British practice in 1991 », *Br. J. Anaesth.*, vol. 73, no 2, p. 247 - 248, août 1994.
- [35] R. Mosalli, L. Shaiba, K. AlFaleh, et B. Paes, « Premedication for neonatal intubation: Current practice in Saudi Arabia », *Saudi J. Anaesth.*, vol. 6, no 4, p. 385- 392, 2012.
- [36] B. Irthum et J. Lemaire, « Hypertension intracrânienne », no 10, p. 8.
- [37] L. J. Michaud, F. P. Rivara, W. T. Longstreth, et M. S. Grady, « Elevated initial blood glucose levels and poor outcome following severe brain injuries in children », *J. Trauma*, vol. 31, no 10, p. 1356- 1362, oct. 1991.
- [38] B. G. Chousterman, « L'albumine en anesthésie-réanimation », p. 18.

- [39] L. Schaffranietz et L. Günther, « Die sitzende Position bei Operationen in der Neurochirurgie Ergebnisse einer Umfrage », *Anaesthesist*, vol. 46, no 2, p. 91 - 95, févr. 1997.
- [40] L. G. Welborn, R. S. Hannallah, J. M. Norden, U. E. Ruttimann, et C. M. Callan, « Comparison of emergence and recovery characteristics of sevoflurane, desflurane, and halothane in pediatric ambulatory patients », *Anesth. Analg.*, vol. 83, no 5, p. 917- 920, nov. 1996.
- [41] R. P. From, D. S. Warner, M. M. Todd, et M. D. Sokoll, « Anesthesia for craniotomy: a double-blind comparison of alfentanil, fentanyl, and sufentanil », *Anesthesiology*, vol. 73, no 5, p. 896- 904, nov. 1990.
- [42] M. R. Harrigan, « Cerebral salt wasting syndrome: a review », *Neurosurgery*, vol. 38, no 1, p. 152- 160, janv. 1996.
- [43] « Rapport SFO 2017 - OPHTALMOLOGIE PÉDIATRIQUE ».
- [44] « la trigonocéphalie », neurochirurgie pédiatrique Lille, août 03, 2017.
- [45] P. L. Goff, « Plagiocéphalie chez mon bébé, que faire ? », Centre-Ville Chiropratique, 2013.
- [46] « Encore trop de bébés à la tête plate ». <https://www.lapresse.ca/vivre/famille/sante-des-enfants/201710/23/01-5140960-encore-trop-de-bebes-a-la-tete-plate.php>.
- [47] « Oxycéphalie – Face Correction ». <http://www.facecorrection.com/fr/chirurgie-cranio-faciale/oxycephalie.html>.
- [48] « Anesthésie-réanimation des craniosténoses et dysmorphies craniofaciales de l'enfant - ScienceDirect ». <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0750765897871961>.
- [49] « Crouzon syndrome », American Academy of Ophthalmology, août 17, 2015. <https://www.aaopt.org/image/new-mediabeacon-item-4>.
- [50] D. Renier, E. Arnaud, G. Cinalli, G. Sebag, M. Zerah, et D. Marchac, « Prognosis for mental function in Apert's syndrome », *J. Neurosurg.*, vol. 85, no 1, p. 66- 72, juill. 1996.
- [51] « Figure 1 from Le syndrome d'Apert : à propos d'une observation | Semantic Scholar ».
- [52] « Figure 1: Left: patient at 9 months of age with typical dysmorphic... », ResearchGate.

- [53] P. Tessier, G. Guiot, J. Rougerie, J. P. Delbet, et J. Pastoriza, « [Cranio-naso-orbito-facial osteotomies. Hypertelorism] », *Ann. Chir. Plast.*, vol. 12, no 2, p. 103- 118, juin 1967.
- [54] A. Assaad et A. A. Gheita, « Experience in egypt with 25 cases of craniosynostosis and forehead advancement », *Childs Nerv. Syst.*, vol. 3, no 4, p. 219- 221, oct. 1987.
- [55] « Craniosténoses - Campus de Neurochirurgie ».
- [56] « Craniosynostosis: an assessment of blood loss and transfusion practices | SpringerLink ».
- [57] P. Meyer et al., « Blood loss during repair of craniosynostosis », *Br. J. Anaesth.*, vol. 71, no 6, p. 854- 857, déc. 1993.
- [58] S. Black, « Venous Air Embolism in Craniosynostosis Surgery: What Do We Want to Detect? », *Anesthesiology*, vol. 93, no 4, p. 1157- 1158, oct. 2000.
- [59] J. H. Diaz et C. H. Lockhart, « Hypotensive anaesthesia for craniectomy in infancy », *Br. J. Anaesth.*, vol. 51, no 3, p. 233- 235, mars 1979.
- [60] S. L. Loftness, R. E. Albin, R. S. O'Donnell, R. W. Hendee, et J. E. Morrison, « Perioperative Management of Craniofacial Surgery in Infants and Children », in *Craniofacial Surgery*, Berlin, Heidelberg, 1987, p. 470- 473.
- [61] N. Hooper et T. J. Armstrong, « Hemorrhagic Shock », in *StatPearls, Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2020.*
- [62] R. A. Kearney, J. K. Rosales, et W. J. Howes, « Craniosynostosis: an assessment of blood loss and transfusion practices », *Can. J. Anaesth. J. Can. Anesth.*, vol. 36, no 4, p. 473- 477, juill. 1989.
- [63] J. L. Scholtes, C. Thauvoy, D. Moulin, et B. F. Gribomont, « Craniofaciosynostosis: anesthetic and perioperative management. Report of 71 operations », *Acta Anaesthesiol. Belg.*, vol. 36, no 3, p. 176- 185, sept. 1985.
- [64] « Hydrocéphalie: Au Mali, des chercheurs ont trouvé des causes à cette maladie JSTM »
- [65] « les plaies du scalp – neurochirurgie pédiatrique Lille ».
- [66] « Traumatologie: Traumatisme crânien ».
- [67] « embarrure en balle de ping pong – Recherche Google ».

- [68] G. M. Teasdale et al., « Risks of acute traumatic intracranial haematoma in children and adults: implications for managing head injuries », *BMJ*, vol. 300, no 6721, p. 363- 367, fev1990.
- [69] H. S. Levin et al., « Severe head injury in children: experience of the Traumatic Coma Data Bank », *Neurosurgery*, vol. 31, no 3, p. 435- 443; discussion 443-444, sept. 1992.
- [70] T. ARAKI, H. YOKOTA, et A. MORITA, « Pediatric Traumatic Brain Injury: Characteristic Features, Diagnosis, and Management », *Neurol. Med. Chir. (Tokyo)*, vol. 57, no 2, p. 82- 93, févr. 2017.
- [71] P. M. Kochanek, « Pediatric traumatic brain injury: quo vadis? », *Dev. Neurosci.*, vol. 28, no 4- 5, p. 244- 255, 2006.
- [72] S. C. Ducrocq et al., « Epidemiology and early predictive factors of mortality and outcome in children with traumatic severe brain injury: experience of a French pediatric trauma center », *Pediatr. Crit. Care Med. J. Soc. Crit. Care Med. World Fed. Pediatr. Intensive Crit. Care Soc.*, vol. 7, no 5, p. 461- 467, sept. 2006.
- [73] F. A. Pigula, S. L. Wald, S. R. Shackford, et D. W. Vane, « The effect of hypotension and hypoxia on children with severe head injuries », *J. Pediatr. Surg.*, vol. 28, no 3, p. 310- 314; discussion 315-316, mars 1993.
- [74] « Childhood injuries in the United States. Division of Injury Control, Center for Environmental Health and Injury Control, Centers for Disease Control », *Am. J. Dis. Child.* 1960, vol. 144, no 6, p. 627- 646, juin 1990.
- [75] S. J. Masters et al., « Skull x-ray examinations after head trauma. Recommendations by a multidisciplinary panel and validation study », *N. Engl. J. Med.*, vol. 316, no 2, p. 84- 91, janv. 1987.
- [76] J. L. Chabernaude, G. Jourdain, C. Peigne, P. Quentin, et G. Orliaguet, « Prise en charge initiale du traumatisme crânien grave de l'enfant », p. 15.
- [77] P. M. Kochanek et al., « Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents--second edition », *Pediatr. Crit. Care Med. J. Soc. Crit. Care Med. World Fed. Pediatr. Intensive Crit. Care Soc.*, vol. 13 Suppl 1, p. S1-82, janv. 2012.

- [78] G. Meyer et al., « Complications of emergency tracheal intubation in severely head-injured children », *Paediatr. Anaesth.*, vol. 10, no 3, p. 253- 260, 2000.
- [79] G. Orliaguet et E. Vergnaud, « Traumatisme crânien et médullaire de l'enfant », p. 14.
- [80] D. M. K. Saxena, « Preventing pyrexia for traumatic brain injury », p. 203.
- [81] « 1996\_recommandations\_pratiques\_cliniques\_remplissage\_vasculaire\_au\_cours\_des\_hypovolemies\_relatives\_ou\_absolues.pdf ».
- [82] B. Simma, R. Burger, M. Falk, P. Sacher, et S. Fanconi, « A prospective, randomized, and controlled study of fluid management in children with severe head injury: lactated Ringer's solution versus hypertonic saline », *Crit. Care Med.*, vol. 26, no 7, p. 1265- 1270, juill. 1998.
- [83] L. J. Michaud, F. P. Rivara, M. S. Grady, et D. T. Reay, « Predictors of survival and severity of disability after severe brain injury in children », *Neurosurgery*, vol. 31, no 2, p. 254- 264, août 1992.
- [84] B. T. Jankowitz et P. D. Adelson, « Pediatric traumatic brain injury: past, present and future », *Dev. Neurosci.*, vol. 28, no 4- 5, p. 264- 275, 2006.
- [85] L. A. Steiner et al., « Direct comparison of cerebrovascular effects of norepinephrine and dopamine in head-injured patients », *Crit. Care Med.*, vol. 32, no 4, p. 1049- 1054, avr. 2004.
- [86] H Hdjadj, « Gestion du saignement dans la chirurgie des craniostenoses ».
- [87] F.-E. Hazmiri, F. Boukis, S. A. Benali, N. C. I. E. Ganouni, et H. Rais, « Tumeurs cérébrales de l'enfant: à propos de 136 cas », *Pan Afr. Med. J.*, vol. 30, no 291, Art. no 291, août 2018.
- [88] HERRERA EJ, VIANO JC, AZNAR IL, et AL, « Post traumatic intracranial hematomas in infancy, A 16 years experience Child's nervous-systemPrint: 2000,16(9) : 585-9. », 2000.
- [89] BUISSON C, ROSENBERG, REMERS & al, « Prise en charge des familles des enfants traumatisés crâniens à la phase initiale. Réa ; soins intens med urg : 1998 ;11(6) : 230-5 », 1998.
- [90]. MEYER P, BUISSON C, & BERRE JJ., « Epidémiologie et prise en charge hospitalière des traumatismes crâniens graves de l'enfant. Réa. Soins intens. Med. Urg. ; 1995 ; 11 (4) : 213-21. », 1995.

- [91] ALLAIN P, TOUQUET S, STECKEN J, & AL, « Prise en charge des TCG : comparaison de deux indices de gravité Agressologie ; 1988 ; 29 ; 4 : 247-8. », 1988.
- [92] DIOP S., « Les traumatismes crâniens graves de l'enfant à propos de 160 cas Thèse de Médecine Casablanca : DIOP S. ; N° 114. », 2001.
- [93] BELKORA N.A., « Les traumatismes crâniens de l'enfant. Thèse de médecine, Rabat ;1984 ; N° 161. », 1984.
- [94] M. FARHAOUI., « Les traumatismes crâniens de l'enfant. Thèse de médecine, Rabat 1979 ; N° 217. », 1979.
- [95]. Hamdani HAJ, « les traumatismes crâniens chez l'enfant (645 cas) thèse en médecine. casa 1990 ; N° 343. », 1990.
- [96] MAROUEN OUNI., « LES TRAUMATISMES CRANIENS CHEZ L'ENFANT (266 cas) thèse en médecine Casa 2003 N° 86. », 2003.
- [97] P. M. Desgeorges et D. A. M. Toure, « DOCTEUR EN MEDECINE (Diplôme d'Etat) », p. 67.
- [98] M-A. DOCQUIER, Dr. Ph. PENDEVILLE, Dr. A. POSPIECH &, et Dr. M. VAN BOVEN., « BIBLE de NEUROANESTHESIE », juin 2012.
- [99] E. Masson, « Nouvelles avancées en AIVOC pédiatrique au propofol », EM-Consulte, 2013. .
- [100] T. J. McCulloch, E. Visco, et A. M. Lam, « Graded hypercapnia and cerebral autoregulation during sevoflurane or propofol anesthesia », *Anesthesiology*, vol. 93, no 5, p. 1205- 1209, nov. 2000.
- [101] I. Constant, « Pratiques en anesthésie pédiatrique : discussion et mise en perspective », p. 11, 2013.
- [102] Ronan MAGNEN – société Halyard et \_ Geoffrey BERTIN – société Vygon, « l'intubation de l'enfant JOURNÉES NATIONALES EURO-PHARMAT BORDEAUX 2016 », 2016.
- [103] L. L. Burgoyne et D. L. Angheliescu, « Intervention steps for treating laryngospasm in pediatric patients », *Paediatr. Anaesth.*, vol. 18, no 4, p. 297- 302, avr. 2008.

- [104] C. Lejus, L. Brisard, C. Magne, et V. Pichenot, « COMPLICATIONS RESPIRATOIRES DE L'ANESTHESIE CHEZ L'ENFANT », p. 10, 2012.
- [105] C. L. Tay, G. M. Tan, et S. B. Ng, « Critical incidents in paediatric anaesthesia: an audit of 10 000 anaesthetics in Singapore », *Paediatr. Anaesth.*, vol. 11, no 6, p. 711- 718, nov. 2001.
- [106] F. Bordet et al., « Risk factors for airway complications during general anaesthesia in paediatric patients », *Paediatr. Anaesth.*, vol. 12, no 9, p. 762- 769, nov. 2002.
- [107]. « Lakshmipathy N 30. Lakshmipathy N LakshmipathyN,Bokesch PM Bokesch PM BokeschPM,Cowen DE Cowen DE CowenDE,Lisman SR Lisman SR LismanSR,Schmid CH Schmid CH Schmid CH Environmental tobacco smoke: a risk factor for pediatric laryngospasm. *Anesth Analg.* 1996 Apr;82(4):724-7. », 1996.
- [108] Martin C, Viviani X, Goulin F., « Pratique de l'antibioprophylaxie en chirurgie », 1990.
- [109] B. D. Coley et E. J. Kosnik, « Abdominal complications of ventriculoperitoneal shunts in children », *Semin. Ultrasound. CT MR*, vol. 27, no 2, p. 152- 160, avr. 2006.
- [110] P. Lee et A. J. DiPatri, « Evaluation of Suspected Cerebrospinal Fluid Shunt Complications in Children », *Clin. Pediatr. Emerg. Med.*, vol. 9, no 2, p. 76- 82, juin 2008.
- [111] A. V. Kulkarni, J. M. Drake, et M. Lamberti-Pasculli, « Cerebrospinal fluid shunt infection: a prospective study of risk factors », *J. Neurosurg.*, vol. 94, no 2, p. 195- 201, févr. 2001.
- [112] M. J. McGirt, A. Zaas, H. E. Fuchs, T. M. George, K. Kaye, et D. J. Sexton, « Risk factors for pediatric ventriculoperitoneal shunt infection and predictors of infectious pathogens », *Clin. Infect. Dis. Off. Publ. Infect. Dis. Soc. Am.*, vol. 36, no 7, p. 858- 862, avr. 2003.
- [113] J. H. Piatt et H. J. L. Garton, « Clinical diagnosis of ventriculoperitoneal shunt failure among children with hydrocephalus », *Pediatr. Emerg. Care*, vol. 24, no 4, p. 201- 210, avr. 2008.
- [114] H. S. Spader, D. A. Hertzler, J. R. W. Kestle, et J. Riva-Cambrin, « Risk factors for infection and the effect of an institutional shunt protocol on the incidence of ventricular access device infections in preterm infants », *J. Neurosurg. Pediatr.*, vol. 15, no 2, p. 156- 160, févr. 2015.

- [115] P. H. Manninen, S. K. Raman, K. Boyle, et H. el-Beheiry, « Early postoperative complications following neurosurgical procedures », *Can. J. Anaesth. J. Can. Anesth.*, vol. 46, no 1, p. 7- 14, janv. 1999.
- [116] G. Magni, I. La Rosa, S. Gimignani, G. Melillo, C. Imperiale, et G. Rosa, « Early postoperative complications after intracranial surgery: comparison between total intravenous and balanced anesthesia », *J. Neurosurg. Anesthesiol.*, vol. 19, no 4, p. 229- 234, oct. 2007.
- [117] R. L. Macdonald, M. Stoodley, et B. Weir, « Intracranial aneurysms », *Neurosurg. Q.*, vol. 11, no 3, p. 181- 198, 2001.
- [118] JONATHAN A., FREDMAN, DAVID J., DEREK A., ROBYN L., PERRY S., CORMAC O., « JONATHAN A., FREDMAN, DAVID J., DEREK A., ROBYN L., PERRY S., CORMAC O. Remote cerebellar hemorrhage, after supratentorial surgery. »
- [119] S. K, S. K, A. T, T. T, S. M, et T. S, « Treatment of chronic subdural hematoma by closed-system drainage without irrigation. », *Surg. Neurol.*, vol. 50, no 3, p. 231- 234, sept. 1998.
- [120] E. Masson, « Traitements systémiques du vasospasme », *EM-Consulte*, 2007. <https://www.em-consulte.com/article/67880/article/traitements-systemiques-du-vasospasme>.
- [121] A. H. Ropper et N. T. Zervas, « Outcome 1 year after SAH from cerebral aneurysm. Management morbidity, mortality, and functional status in 112 consecutive good-risk patients », *J. Neurosurg.*, vol. 60, no 5, p. 909- 915, mai 1984.
- [122] C. Fadul, J. Wood, H. Thaler, J. Galicich, R. H. Patterson, et J. B. Posner, « Morbidity and mortality of craniotomy for excision of supratentorial gliomas », *Neurology*, vol. 38, no 9, p. 1374- 1379, sept. 1988.
- [123] JOULALI YOUSSEF, « LES ANÉVRISMES INTRACRÂNIENS Expérience du service de neurochirurgie CHU Hassan II Fès A propos de 20 cas (Janvier 2011- Décembre 2014 ) », nov. 2015.
- [124] R. Sawaya et al., « Neurosurgical Outcomes in a Modern Series of 400 Craniotomies for Treatment of Parenchymal Tumors », *Neurosurgery*, vol. 42, no 5, p. 1044- 1055, mai 1998.